

И. С. Лифанов
Н. Г. Шерстюков

**Метрология,
средства
и методы
контроля
качества
в строительстве**

Москва Стройиздат 1979

И. С. ЛИФАНОВ. Н. Г. ШЕРСТЮКОВ

МЕТРОЛОГИЯ,
СРЕДСТВА
И МЕТОДЫ
КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ



МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1979

Печатается по решению секции литературы по технологиям строительных материалов редакционного совета Стройиздата

Лифанов И. С., Шерстюков Н. Г.

Л 64 **Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве: Справ. пособие. — М.: Стройиздат, 1979. — 223 с., ил.**

Приведены методы испытания и контроля качества строительных материалов, конструкций. Определены научные основы и задачи метрологии в развитии измерительной и испытательной техники с учетом специфики строительства, показана взаимная связь метрологии и стандартизации, их роль в повышении качества строительной продукции. Описаны современные неразрушающие методы контроля, освещены роль метрологического обеспечения строительного производства, комплексная система планирования и управления качеством, организация инструментальной проверки качества и приемки в эксплуатацию зданий и сооружений.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников строительных организаций и предприятий промышленности строительных материалов и стройиндустрии.

Л 30209—351 128—79. 3203000000
047(01)—79

ББК 38.6

6С6

© Стройиздат, 1979

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Отчетном докладе XXV съезду КПСС Л. И. Брежнев отметил, что «строить быстро, экономично и на современной технической основе — это главные условия высокой эффективности в строительстве». В своих выступлениях перед трудящимися Сибири и Дальнего Востока (во время поездки в 1978 г.) Л. И. Брежнев неоднократно отмечал, что проблема обеспечения и повышения качества в строительстве является актуальной и сложной. В ее решении немаловажная роль принадлежит стандартизации (включая техническое нормирование), метрологии, улучшению состояния измерительной техники, внедрению современных средств и методов испытаний и контроля качества.

Технический уровень средств и методов измерений, испытаний и контроля, применяемых на всех стадиях строительного производства, в значительной мере определяет уровень самого строительства*. Для обеспечения прогресса в строительстве необходимо создавать и развивать не только строительную, но и измерительную технику, улучшать работу по метрологическому обеспечению, стандартизации методов и средств испытаний и контроля качества.

В то время как в структуре, темпах и объемах производства строительно-монтажных работ, в технологических процессах изготовления строительных материалов и конструкций за последние десятилетия произошли коренные изменения, средства испытаний физико-механических, теплотехнических и других важнейших свойств материалов, ограждающих и несущих конструкций, контроля соблюдения режимов производства и качества выпускаемой продукции не претерпели существенных изменений.

Во всех отраслях народного хозяйства средства и методы измерений и контроля качества являются предметом специальных научно-технических разработок, которые выполняются крупными научно-исследовательскими коллективами. В строительстве исследовательские работы в этой области до последнего времени продолжают оставаться второстепенными, отсутствует необходимая координация научно-исследовательских работ.

По этой причине применяемые в строительстве приборы, аппаратура, лабораторное оборудование, геодезическо-маркшейдерские инструменты и другие средства испытаний и контроля (особенно специально строительного назначения) в количественном и качественном отношении не удовлетворяют современным требованиям. Они требуют совершенствования на основе современных достижений науки и техники. Приборостроительная промышленность в крайне ограниченных объемах обеспечивает потребности строительства прежде всего потому, что из большого числа измеритель-

ных средств, разработанных в последние годы строительными институтами, только отдельные приборы и устройства прошли государственные испытания и приняты к опытному производству или серийному выпуску. Между тем в других отраслях промышленности опережающему развитию приборостроения уделяется большое внимание.

В развитых зарубежных странах вопросам совершенствования стандартизации и метрологического обеспечения средств измерений и контроля в строительстве придается большое значение. Например, одним из ведущих отделов Национального бюро стандартов США является отдел испытаний в строительстве. Этот отдел проводит основные работы по обеспечению строительства новыми методами и средствами измерений и стандартными методами испытаний, а также контроля качества строительных материалов и конструкций; кроме того, отдел выполняет большой объем испытаний строительной продукции различных фирм.

Настоящее справочное пособие посвящено описанию средств и методов испытаний строительных материалов, изделий и конструкций, зданий и сооружений. Это сделано не случайно, ибо испытания в строительстве являются основным видом контроля качества.

В процессе испытаний определяются различные характеристики и свойства строительных материалов и конструкций, без которых невозможно правильно проектировать, строить и эксплуатировать здания и сооружения. От уровня технических средств, применяемых при испытаниях, зависит, в конечном счете, качество, надежность, долговечность и экономичность строительной продукции, архитектурная выразительность зданий и сооружений.

До последнего времени система контроля была основана на разрушении специально взятых образцов, например кубиков бетона, стержней арматуры, а также выборочных испытаниях разрушающей нагрузкой отдельных конструкций. Такой контроль является громоздким, требует больших затрат труда и материалов и в то же время, как правило, не обеспечивает получения требуемых объективных и точных показателей качества материала непосредственно в конструкциях.

Многие виды испытаний разрушающими методами сложны, длительны по времени, требуют больших затрат труда и денег, например стоимость испытаний одной партии бетона на морозостойкость составляет около 300 р., на водонепроницаемость — 250 р., на усадку — около 100 р. Испытания бетона на морозостойкость длятся месяцами.

В последнее время Комитетом по науке и технике, Госстроем СССР, Госстандартом, министерствами и институтами приняты меры и ведется большая работа по созданию и внедрению методов и средств неразрушающего контроля, отличительными чертами которых являются экономич-

* В понятие «строительство» включены проектирование, строительное производство, строительная индустрия, промышленность строительных материалов.

ность и быстрота. В частности, развиваются неразрушающие методы определения прочности, однородности, плотности (объемной массы), толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры непосредственно в конструкциях, качества сварных соединений; несущей способности грунтов и др.

Применение методов неразрушающего контроля снижает, например, стоимость испытаний 1 м³ железобетона до 21 коп. вместо 46 коп. при разрушающем методе, что позволяет получить на заводе мощностью 200 тыс. м³ годовую экономию в 50 тыс. р. Применение неразрушающего ультразвукового метода контроля качества сварных соединений металлоконструкций и труб при прокладке газопроводов позволяет вместо выборочного осуществлять сплошной и более объективный контроль, что повышает производительность труда, качество и надежность сварных соединений.

В настоящее время для определения различных физико-механических характеристик строительных материалов и конструкций требуются разнообразные и сложные средства испытаний и контроля неразрушающими методами, основанные на явлениях поглощения ультразвука, использовании инфракрасных, рентгеновских и ионизирующих излучений; принципов магнитной дефектоскопии, лазерной техники и других достижений науки и техники.

В настоящей книге (главы 2—11) дается систематизированное описание средств и методов испытаний, применяемых для определения различных характеристик и свойств вяжущих материалов, заполнителей бетонов и бетонных смесей; стеновых, обли-

цовочных, кровельных и изоляционных материалов; бетонных, железобетонных и металлических изделий; качественных показателей зданий и сооружений. При этом в книгу включены как разрушающие, так и неразрушающие методы и средства испытаний и контроля.

При написании книги широко использованы материалы ГОСТов, СНиП и других нормативных документов. В книге применена международная система единиц, что будет способствовать ее внедрению в строительной науке и практике.

Испытания в строительстве проводятся давно и в большом объеме. Проблема испытаний нуждается в метрологических обобщениях и разработках. Внедрение прогрессивных методов и средств испытаний и контроля ведет к большим экономическим и техническим изменениям во всей цепочке исследований свойств и качественных характеристик сырья, изделий, сооружений, а также технологических процессов. Эти вопросы подлежат комплексному решению.

Настоящая книга имеет целью по возможности полно описать органическую связь вопросов стандартизации, метрологии и качества в строительстве, их важность в обеспечении прогресса в строительстве, показать роль испытаний в контроле качества строительной продукции. Издание книги поможет специалистам быстрее и полнее ориентироваться в вопросах контроля качества в строительстве, поможет увидеть слабые стороны средств и методов испытаний, наметить пути их усовершенствования и тем самым способствовать повышению эффективности и качества строительного производства.

ГЛАВА I

ВЗАИМОСВЯЗАННОЕ РАЗВИТИЕ МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ — ГЛАВНОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

§ 1. Основные положения и задачи метрологии, метрологического обеспечения и метрологических служб в строительстве

Метрология — это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Предметом метрологии являются общая теория измерений, единицы физических величин и их системы, методы и средства измерений, методы определения точности измерений, основы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений, эталоны и образцовые средства измерений, методы передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средством измерений.

Метрология является научной основой **метрологического обеспечения**, под которым понимают установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Метрологическое обеспечение включает:

систему государственных эталонов единиц физических величин, обеспечивающую воспроизведение единиц с наивысшей точностью;

систему передачи размеров единиц физических величин от эталонов всем средствам измерений с помощью образцовых средств измерений и других средств поверки;

систему разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений, обеспечивающих определение с требуемой точностью характеристик продукции, технологических процессов и других объектов в сфере материального производства, научных исследований и других видов деятельности;

обязательные государственные испытания или метрологическую аттестацию средств измерений, предназначенных для серийного или массового производства и ввоза их из-за границы партиями, обеспечивающую единообразие средств измерений при их разработке и выпуске в обращение; обязательную государственную и ведомственную поверку средств измерений, обеспечивающую единообразие средств измерений при их изготовлении, эксплуатации и ремонте;

стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов, обеспечивающие

воспроизведение единиц величин, характеризующих состав и свойства веществ и материалов;

систему стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, обеспечивающую достоверными данными научные исследования, разработку технологических процессов и конструкций изделий, процессов получения и использования материалов.

Организационной основой метрологического обеспечения является метрологическая служба СССР, состоящая из государственной и ведомственной метрологических служб (рис. 1.1).

В государственную метрологическую службу, возглавляемую Госстандартом, входят: главный центр государственной метрологической службы, главные центры государственных эталонов, главный центр стандартных образцов веществ и материалов, центры государственных эталонов; органы государственной метрологической службы в союзных республиках.

В ведомственную метрологическую службу, образуемую министерством (ведомством), входят: отдел (подразделение), на который возлагается руководство метрологической службой министерства (ведомства); головная организация метрологической службы; базовые организации метрологической службы; отделы главных метрологов, другие подразделения или лица, на которые возложена в установленном порядке организация работ по метрологическому обеспечению предприятия (организации).

Головная организация метрологической службы определяется министерством (ведомством) по согласованию с Госстандартом и Госстроем СССР (в строительстве) из числа ведущих научно-исследовательских, проектно-технологических или проектно-конструкторских организаций. Головная организация метрологической службы создается для организационно-методического и научно-технического руководства работами базовых организаций метрологической службы и метрологических служб предприятий (организаций) по метрологическому обеспечению разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции, выпускаемой предприятиями (организациями) министерства (ведомства), или закрепленных за ним видов деятельности.

Базовые организации метрологической службы определяются министерством (ведомством) по согласованию с Госстандартом из числа научно-исследовательских институтов, проектно-конструкторских или проектно-технологических организаций, ведущих предприятий. Базовая организация метрологической службы создается для научно-технического и организационно-методического руководства работами по метрологическому обеспечению прикрепленных к ней предприятий (организаций), по метро-

логическому обеспечению разработки, производства, испытаний и эксплуатации закрепленных за ней групп продукции или видов деятельности.

Метрологическая служба на предприятии или в организации (отдел главного метролога, другое подразделение или лица) создается для научно-технического и организационно-методического руководства работами по метрологическому обеспечению в отделах (цехах, лабораториях) предприятия (организации), а также для непосредственного выполнения работ по метрологическому обеспечению разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции, выпускаемой предприятием (организацией), или закрепленных за ним видов деятельности.

Обязанности, права и структуру ведомственных метрологических служб определяют в положениях, разрабатываемых и утверждаемых в установленном порядке министерствами (ведомствами), всесоюзными и республиканскими промышленными объединениями, комбинатами, производственными объединениями, предприятиями (организациями) на основе типовых положений о ведомственных метрологических службах, утверждаемых Госстандартом.

На метрологическую службу предприятия (организации) возлагается:

разработка и представление руководству организации планов организационно-технических мероприятий по обеспечению единства измерений, осуществление этих мероприятий, методическое и техническое руководство и контроль за их выполнением другими службами и подразделениями;

контроль правильности требований к средствам и методам измерений в нормативно-технической документации, разрабатываемой на предприятии (в организации); участие в выборе и назначении средств и методов измерений, необходимых для научно-исследовательских и экспериментальных работ, для контроля и технологических процессов и качества продукции;

систематическое изучение соответствия применяемых во всех подразделениях треста, предприятия (организации) средств и методов измерений требованиям обеспечения оптимальных режимов технологических процессов и контроля качества продукции; разработка предложений по совершенствованию средств и методов измерений; разработка планов внедрения новой измерительной техники;

разработка и изготовление средств измерений специального назначения, разработка технических заданий на проектирование и изготовление приборостроительной промышленностью средств измерений, необ-

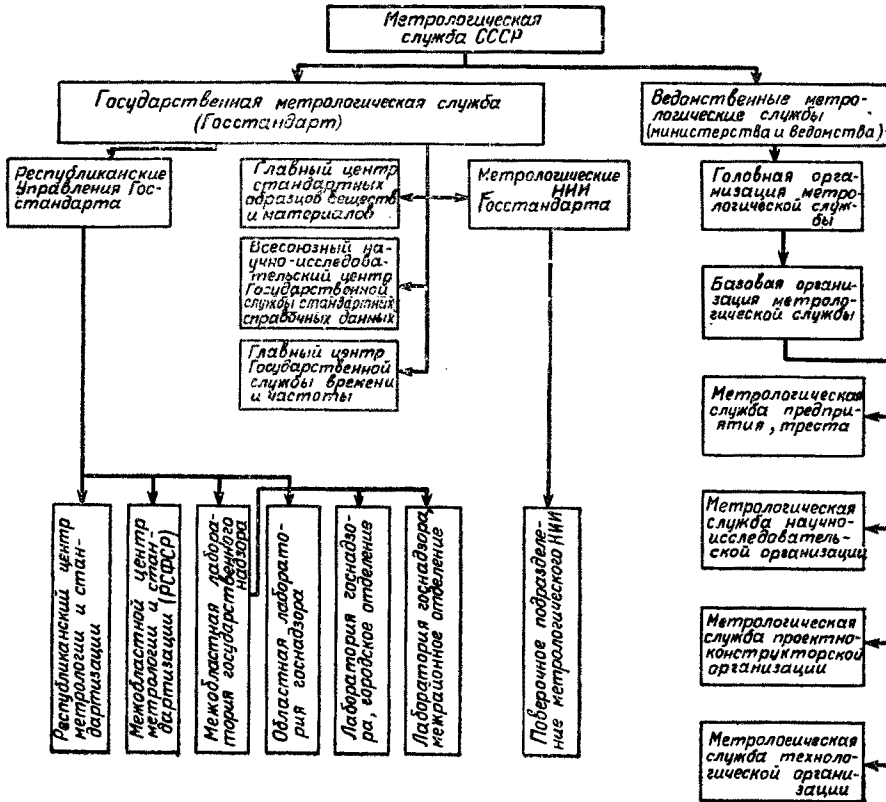


Рис. 1.1. Структура метрологической службы СССР

ходимых тресту, предприятию (организации); участие в аналогичных работах, проводимых другими службами и подразделениями;

оказание технической помощи предприятию (организации) в проведении работ по автоматизации производственных процессов, связанных с применением средств измерений, как при планировании этих работ, так и в процессе монтажа, наладки и эксплуатации средств измерений;

организация и проведение работ (совместно с отделом технического контроля и другими техническими службами) по выявлению фактов нарушения технологических режимов, брака в изготовлении конструкций и выполнении строительно-монтажных работ, непроизводительного расхода сырья, материалов, энергии и т. д.;

разработка локальных поверочных схем, установление оптимальной периодичности поверки средств измерений*, составление календарных графиков поверки средств измерений, согласование поверочных схем и графиков государственной поверки средств измерений с органами государственной метрологической службы и представление этих документов на утверждение руководству треста, предприятия (организации);

организация и проведение ведомственной поверки средств измерений;

организация и проведение ремонта, наладки и юстировки средств измерений;

проведение испытаний (метрологической аттестации) нестандартизованных средств измерений специального назначения, изготовленных в единичных экземплярах или ра-

* Поверка средств измерений — определение метрологическим органом погрешностей средств измерений и установление их пригодности к применению. Различают государственную (производится органами государственной метрологической службы) и ведомственную (производится органами ведомственных метрологических служб) поверку средств измерений.

Метрологическая аттестация средств измерений — исследование средств измерений, выполняемое метрологическими органами для определения метрологических свойств этих средств измерений, и выдача документа с указанием полученных данных.

Поверочная схема — утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от эталона рабочим средствам измерений. Различают поверочные схемы общесоюзные и локальные (отдельных органов метрологической службы).

Средства поверки — это технические средства, необходимые для осуществления поверки средств измерений в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на методы и средства поверки. Средства поверки включают в себя рабочие эталоны; образцовые средства измерений, в том числе стандартные образцы и образцовые меры; вспомогательные приборы, устройства и материалы; поверочные приспособления.

Средства измерений — это технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики. Средства измерений включают в себя меры, измерительные приборы и преобразователи, измерительные установки и системы.

зовыми партиями для нужд треста, предприятия (организации); разработка и утверждение методических указаний (инструкций) по поверке этих средств измерений;

проведение сложных точных измерений по заданиям руководства треста, предприятия (организации), которые не могут быть выполнены силами и на оборудовании других подразделений;

изучение эксплуатационных свойств средств измерений, выпускаемых отечественной промышленностью, обобщение материалов этой работы, информация органов метрологической службы министерства (ведомства) о выявленных дефектах конструкции и изготовления и о соответствии средств измерений условиям эксплуатации; разработка и проведение мероприятий по увеличению срока службы средств измерений;

ведение технического учета средств измерений и разработка предложений по их перераспределению внутри треста, предприятия (организации), участие в определении потребности и составлении заявок на средства измерений, а также представление в установленном порядке министерству (ведомству) сведений об излишних и неиспользуемых средствах измерений;

представление в установленном порядке подразделению метрологической службы министерства (ведомства) и органам государственной метрологической службы сведений о деятельности метрологической службы треста, предприятия (организации), годовых планов внедрения новой измерительной техники, сведений об их реализации, сведений о наличии средств измерений;

реализация предложений отраслевых базовых организаций метрологической службы министерства (ведомства) и органов Госстандарта по установлению недостатков в метрологическом обеспечении треста, предприятия (организации).

На предприятиях промышленности стройматериалов и в строительстве с развитием индустриализации, непрерывным ростом объемов и темпов производства, повышением этажности и пролетов зданий значительно возрастают требования к точности и достоверности результатов измерений. Растут при этом и трудовые затраты на выполнение контрольно-измерительных операций, которые в настоящее время составляют около 15% общих трудовых затрат.

С помощью соответствующей измерительной техники определяются гидрогеологические условия, несущая способность оснований и фундаментов, физико-механические, тепловые, химические свойства и многие другие характеристики строительных материалов, изделий и конструкций.

В строительстве и промышленности строительных материалов используется свыше 2,5 тыс. типов приборов, в основном общетехнического назначения. К сожалению, большее число средств специального назначения, предусмотренных стандартами, се-

рийно не выпускаются и не имеют соответствующих поверочных схем. Для основных технологических процессов еще не регламентированы показатели качества, методы и средства измерений. Оснащение средствами измерений, разработка и состояние их, а также деятельность отраслевых метрологических органов требуют коренного улучшения.

Первоочередными задачами развития метрологического обеспечения и стандартизации являются следующие:

установить и стандартизовать для каждого основного технологического и строительного процесса перечень измеряемых и контролируемых параметров и соответствующие схемы их активного контроля;

создать отраслевую метрологическую базу (центр) разработки специальных методов и средств измерений, испытаний и контроля и приступить к координации такой разработки;

организовать разработку отраслевой системы стандартных образцов свойств и состава и соответствующих образцовых средств для их аттестации с целью поддержания и повышения уровня точности и достоверности, а также совершенствования поверочных схем;

организовать ведомственные метрологические службы на основе перестройки работы строительных лабораторий, ОТК, ОГМ, ОГЭ и отделов КИП предприятий, а также технических инспекций, подразделений оргтехстроев, институтов и некоторых служб министерств.

§ 2. Основные положения и задачи стандартизации и направления ее развития в строительстве

Стандартизация — это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон и, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации (использования) и требований безопасности. Стандартизация применяется для установления единиц измерений; терминов и обозначений; требований к продукции и производственным процессам (выбор и определение характеристик той или иной продукции, методов испытаний и измерений, технических требований, характеризующих качество изделий, взаимозаменяемости и т. д.); требований, обеспечивающих безопасность людей и сохранность материальных ценностей.

Стандарт есть результат конкретной работы по стандартизации, выполненный на основе достижений науки, техники и практического опыта и принятый (утвержденный) компетентной организацией.

Основными задачами стандартизации являются:

установление требований к качеству готовой продукции на основе комплексной стандартизации качественных характерис-

тик данной продукции, а также сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, необходимых для ее изготовления с высокими показателями качества и эффективной эксплуатации;

определение единой системы показателей качества продукции, методов и средств ее испытания и контроля, а также необходимого уровня надежности и долговечности в зависимости от назначения изделий и условий их эксплуатации;

установление норм, требований и методов в области проектирования и производства продукции с целью обеспечения оптимального качества и исключения нерационального многообразия видов, марок и типоразмеров продукции, расширение и улучшение ассортимента, повышение качества товаров народного потребления;

развитие унификации и агрегатирования промышленной и строительной продукции, оборудования и приборов как важнейшего условия специализации производства, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;

установление единых систем документации, классификации и кодирования всей продукции и технико-экономической информации, а также стандартов на все виды носителей информации, форм и систем организации производства и технических средств научной организации труда;

установление единых терминов, обозначений и величин в важнейших областях науки и техники, а также в отраслях народного хозяйства;

создание благоприятных условий для внешней торговли путем участия в работе международных организаций по стандартизации, а также разработка рекомендаций международных организаций и стандартов СЭВ.

В нашей стране стандартизация является составной частью технической политики государства. Об этом свидетельствуют постановление Совета Министров СССР от 11 января 1965 г. «Об улучшении работы, по стандартизации в стране», направленное на улучшение работы по стандартизации и повышению ответственности Госстандарта, государственных комитетов, министерств и ведомств СССР за разработку и введение стандартов; постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 10 ноября 1970 г. «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой продукции». В постановлении были намечены основные пути развития стандартизации в стране. Повышена роль стандартов и технических условий в формировании качества продукции, сокращении сроков разработки и освоения новой техники, снижении затрат на выпуск продукции. Вместе с тем усилена ответственность руководителей министерств и предприятий за своевременное введение и строгое соблюдение стандартов; предусмотрены меры экономического воздействия на предприятия, выпускающие продукцию с нарушением требований стандартов и тех-

нических условий. Постановлением предусмотрено систематический, как правило в течение каждой следующей пятилетки, пересмотр всех действующих стандартов с целью замены в них устаревших сведений и своевременного учета возрастающих требований народного хозяйства.

Была подчеркнута необходимость опережающего проведения работ по стандартизации сырья и материалов, а также комплектующих изделий и инструмента, качество которых оказывает решающее влияние на технико-экономические характеристики, надежность и долговечность изделий. Технические задания на разработку новых изделий должны содержать требования относительно уровня стандартизации или унификации (т. е. степени насыщенности изделий стандартными или унифицируемыми деталями или узлами) с учетом последних достижений науки и техники.

Таким образом, принятое постановление значительно укрепило плавающие основы стандартизации на всех уровнях и позволило поднять работы по стандартизации на более высокую ступень.

Стандартизация в строительстве направлена на повышение эффективности капитальных вложений, качества, надежности и долговечности зданий и сооружений, уровня индустриализации, производительности труда и сокращения материалоемкости. Стандарты оказывают все более активное влияние на повышение качества выпускаемой продукции, уровень заводской готовности строительных конструкций и изделий, внедрение эффективных материалов и изделий в строительстве. Объем работ по стандартизации в строительстве ежегодно увеличивается.

Важнейшим участком работ по стандартизации является контроль за внедрением утвержденных государственных стандартов в производство и их соблюдением предприятиями-изготовителями, проектными и строительными организациями.

Примерно 60—70% дефектов при возведении зданий и сооружений возникает вследствие нарушений ГОСТов и СНиП из-за низкой производственной и технологической дисциплины на стройках и недостаточного операционного контроля, плохой постановки работы строительных лабораторий и геодезических служб, а также технического и авторского надзора, 20—25% дефектов возникает из-за применения не соответствующих требованиям стандартов строительных конструкций, изделий и материалов и 8—15% — из-за ошибок в рабочих чертежах.

Ошибочно считают, что стандартизация в строительстве приводит к однообразию жилых массивов, приводит в пример пятиэтажные крупнопанельные жилые дома, построенные по первым опытным типовым сериям. Фактически же причиной низкого качества строительства и невыразительности архитектурного решения этих домов является нарушение принципов стандартизации.

При проектировании и организации производства не ставили задачу найти минимальное число конструктивных элементов, серийное производство которых позволило бы строить здания различного назначения с выразительной архитектурой. Получилось так, что каждая серия типовых домов имела свой набор сборных железобетонных элементов, свои решения заделки стыков и т. д., а выстроенные дома в разных городах оказались похожими друг на друга.

Стандартизация позволяет из оптимально найденного числа сборных элементов организовать серийное их производство и возводить из них здания различного назначения, различных архитектурно-планировочных решений, т. е. из стандартных элементов возводить нестандартные дома. Хорошо запроектированное применение стандартных элементов никогда не противоречило и в современных условиях индустриализации не противоречит, а способствует творческому воплощению разнообразных архитектурных проектов.

Непрерывное совершенствование системы стандартизации является необходимым условием дальнейшего успешного развития индустриализации строительства. Действующая в настоящее время государственная система стандартизации в строительстве включает в себя государственные стандарты и технические условия, строительные нормы и правила, руководства и инструкции. В общей сложности в строительстве и промышленности строительных материалов действует около 500 государственных стандартов.

Разработке новых и пересмотру устаревших стандартов обычно предшествует большая научно-исследовательская и экспериментальная работа. Во всех отраслях народного хозяйства проводятся мероприятия по созданию и улучшению работы службы стандартизации и метрологического обеспечения, развитию и повышению роли стандартов (государственных, отраслевых, республиканских и стандартов предприятий), а также по внедрению эффективных автоматизированных неразрушающих средств и методов контроля.

Не вызывает сомнений, что техническое нормирование и правила производства работ призваны играть положительную роль в ускорении научно-технического прогресса и повышении эффективности капитального строительства. Однако существование двух направлений в развитии и совершенствовании нормативных документов в виде глав СНиП и государственных стандартов приводит к выпуску множества различных документов, не увязанных между собой по изложению, содержанию, установлению требований и юридической ответственности. Такое положение не отвечает проводимой в стране единой технической политике в области развития и повышения роли стандартизации, противоречит государственной системе стандартизации (ГОСТ 1.0—68—ГОСТ 1.5—68). Поэтому в планах стандар-

тизации предусматривается значительное расширение номенклатуры стандартов и даже создание систем стандартов на унифицированные железобетонные, металлические и деревянные конструкции, отдельные нормы проектирования, основные параметры и общие требования к качеству зданий, методы испытаний и оценки качества строительной продукции, требования по безопасности, а также по усилению контроля за соблюдением стандартов и ряд других. Кроме того, разрабатываются стандарты СЭВ на модульную координацию размеров в строительстве, параметры промышленных, жилых и общественных зданий, нагрузки и воздействия и т. д. Все это свидетельствует о важности дальнейшего улучшения работы по стандартизации и метрологическому обеспечению в строительстве.

Важное значение имеет проблема усиления государственного надзора и повышения ответственности за качество продукции, внедрение и соблюдение стандартов, технических условий и улучшение измерительной техники в строительстве. Очевидно, что какие бы высокие показатели и требования ни содержали стандарты, реальное обеспечение улучшения качества продукции и ускорение темпов технического прогресса возможно лишь в том случае, если стандарты неукоснительно выполняются. Усиление контроля за соблюдением требований стандартов со стороны существующих органов государственных и ведомственных метрологических служб может оказать большую и реальную помощь в обеспечении повышения качества строительной продукции.

ГЛАВА 2

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

§ 1. Основные понятия о качестве, его показателях и видах контроля; комплексная система управления качеством продукции

Качество промышленной и строительной продукции — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество является объективной характеристикой продукции, формируется в результате трудовой деятельности лиц, занятых проектированием, изготовлением и эксплуатацией продукции. *Показатель качества продукции* — количественная характеристика ее свойств, рассматриваемая применительно к определенным условиям создания и эксплуатации или применения продукции. Показатели качества продукции бывают *единичными*, когда относятся только к одному из ее свойств; *комплексными*, когда относятся к нескольким ее свойствам.

Интегральный показатель качества продукции — это комплексный показатель, отражающий соотношенне суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции и суммарных затрат на ее создание и эксплуатацию или потребление. *Базовый показатель качества продукции* — показатель качества продукции, принятой за исходную при сравнительных оценках качества.

Уровень качества продукции — относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении совокупности показателей ее качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

Во всех системах управления качеством продукции первостепенную роль играет контроль качества, и от его совершенства, технического оснащения и исполнения зависит эффективность всей системы. *Контролем качества* продукции принято называть проверку соответствия показателей качества продукции установленным требованиям, которые могут быть зафиксированы, например, в стандартах, технических условиях, договорах о поставке, паспорте изделия и в других документах.

В настоящее время в различных отраслях промышленности применяют различные виды контроля качества, различающиеся по методу исполнения, месту расположения в производственном процессе, расходу контролируемой продукции и другим признакам.

Еще на стадии проектирования производится *нормоконтроль*, в процессе которого вся разработанная техническая документация на будущее изделие детально проверяется на соответствие действующим стандартам и другим нормативно-техническим документам. При этом контролируются такие важные показатели будущего изделия, как показатели назначения, уровня стандартизации и унификации, технологические и др.

Наибольший удельный вес по трудоемкости, стоимости и сложности составляет контроль качества, выполняемый службами технического контроля в процессе изготовления продукции.

Технический контроль — это проверка соответствия процессов, от которых зависит качество продукции, и их результатов установленным техническим требованиям. Основной задачей службы технического контроля на предприятии (в организации) является предотвращение выпуска продукции, не удовлетворяющей установленным требованиям. В современном производстве получили распространение следующие основные виды контроля, которые можно классифицировать по нескольким признакам:

1) в зависимости от места организации: *входной контроль* — контроль потребителем сырья, материалов, комплектующих изделий и готовой продукции, поступающих к нему от других предприятий или других участков производства;

операционный контроль, осуществля-

емый непосредственно в процессе изготовления продукции измерительными приборами, встроенными в технологическое оборудование;

приемочный контроль — контроль готовой продукции после завершения всех технологических операций по ее изготовлению, по результатам которого принимается решение о пригодности продукции к поставке или использованию;

2) в зависимости от охвата контролируемой продукции входной, операционный и приемочный контроль может быть:

сплошным, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки каждой единицы продукции;

выборочным, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки одной или нескольких выборок из партии (если выборочный контроль продукции или технологического процесса проводится после операционного или приемочного контроля специально уполномоченным органом, его называют инспекционным контролем).

Как и всякий другой, процесс формирования и поддержания качества продукции нуждается в управлении. В последние годы в ряде отраслей промышленности был накоплен положительный опыт применения различных систем управления качеством продукции. Систематизация и теоретическое обобщение этого опыта позволили установить общие принципы построения комплексной системы управления качеством продукции.

Комплексная система управления качеством продукции (КС УКП) — это совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, изготовлении, обращении и эксплуатации или потреблении. Система обеспечивает эффективное использование передовых форм и методов организации производства и его элементов (труд, средства и предметы труда, документация), а также совершенствование организационной структуры управления для всемерного улучшения качества продукции.

В процессе управления качеством продукции разрабатываются и выполняются организационные, технические, экономические и социальные мероприятия, направленные на повышение технического уровня и качества продукции; совершенствование технологий, повышение производственной культуры, улучшение организационного и технического обслуживания производства; организацию и совершенствование контроля за ходом технологических процессов и качеством выпускаемой продукции; организацию и совершенствование сбора, анализа и использования информации о качестве выпускаемой продукции; повышение квалификации и организацию обучения кадров прогрессивным формам и методам улучшения

качества продукции; совершенствование системы материального и морального стимулирования за повышение технического уровня и качества выпускаемой продукции, усиление ответственности за изготовление и выпуск недоброкачественной продукции.

Управление качеством продукции является неотъемлемой частью управления производством и осуществляется органами управления объединением (трестом, предприятием).

КС УКП базируется на стандартах предприятия, разрабатываемых в соответствии с государственными, отраслевыми, республиканскими стандартами и другими нормативными актами. При разработке и внедрении системы должны учитываться новейшие достижения науки и техники; передовой опыт промышленных предприятий и строительных организаций по управлению качеством продукции и повышению эффективности производства; зарубежный опыт по улучшению качества продукции; возможность широкой автоматизации и механизации всех процессов и использования вычислительной техники.

Структура и состав системы предусматривают возможность ее дальнейшего совершенствования на базе систематического изучения требований потребителей к качеству изделий, а также данных научно-технических прогнозов развития техники и технологии в соответствующей отрасли промышленности; изучения опыта эксплуатации; анализа достигнутого передового опыта в других отраслях отечественной промышленности и за рубежом; своевременного внедрения последних достижений науки и техники в области технологии, организации и управления производством.

Структура КС УКП предусматривает организацию управления на уровне министерства, объединения, треста, строительного управления, предприятия, цеха, участка, бригады. Взаимосвязь между элементами КС УКП обеспечивается системой стандартизации, регламентирующей нормы и правила в области управления и организации производства и устанавливающей порядок разработки, внедрения и обращения нормативно-технической документации (НТД).

Показатели качества продукции определяются государственными, отраслевыми, республиканскими стандартами, техническими условиями. В рамках КС УКП стандартами предприятия могут устанавливаться требования к номенклатуре и значениям показателей качества полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц, являющихся составными частями разрабатываемых или изготавливаемых изделий (продукции), технологической оснастки и инструмента, а также методы их определения и оценки.

Разработанный и внедренный в последние годы на предприятиях Львовской области комплексная система управления качеством продукции продолжает развиваться и совершенствоваться. В настоящее время

разрабатывается единая государственная система управления качеством продукции (ЕГС КП), которая должна быть повсеместно внедрена в производство.

§ 2. Испытания в строительстве; роль и задачи строительных лабораторий

Испытание — это экспериментальное определение значений параметров и показателей качества продукции в процессе функционирования или при имитации условий эксплуатации, а также при воспроизведении определенных воздействий на продукцию по заданной программе. Объектами испытаний могут быть материалы, узлы, конструкции, здания и сооружения, целые технические системы, состоящие из множества узлов и приборов. Кроме натурных изделий испытаниям часто подвергают их макеты, изготовляемые из тех же или других специальных материалов в натуральную величину или в масштабе с применением теории подобия.

В процессе испытаний изделие подвергают одному или нескольким внешним воздействиям (силовым, вибрационным, тепловым, радиационным, химическим и т. д.). При этом определяют интересующие исследователя свойства, характеристики, параметры или показатели качества изделия. Широко распространены испытания различных материалов на прочность, твердость, морозо- и термостойкость, устойчивость к воздействию агрессивных сред, ударную вязкость, усталость, истираемость; испытания строительных деталей, конструкций, зданий и сооружений на прочность, трещиностойкость, звуко-, тепло-, воздухопроницаемость и т. д.

На многие виды испытаний в разных странах существуют стандарты, устанавливающие методы и условия испытаний (контроля), режимы, форму и размеры образцов, перечень регистрируемых параметров и другие сведения.

В зависимости от цели испытания делятся на контрольные и исследовательские. Всего по ГОСТ 16504—74 различают 40 видов испытаний.

Контрольными называются испытания, которые проводят только на натурных образцах с целью контроля качества продукции в процессе ее производства, эксплуатации или хранения.

Исследовательскими называются испытания, которые проводят с целью изучения параметров продукции, свойств и показателей качества. Эти испытания могут проводиться как на натурных образцах, так и на макетах и позволяют собирать информацию о свойствах материала или изделия, необходимую для более полного и эффективного использования этих свойств в последующих разработках.

Из всего многообразия разнообразнейших исследовательских испытаний следует **остановиться на эксплуатационных** ис-

пытаниях готовой продукции, проводимых в условиях эксплуатации. Как бы тщательно ни планировались испытания изделия, в лабораторных условиях практически невозможно воспроизвести все многообразие значений и различных сочетаний внешних воздействий, условий и режимов, встречающихся в реальных условиях. Поэтому для изготовления продукции очень ценной является информация, собираемая в результате наблюдения за испытываемым изделием в процессе его эксплуатации. Однако накапливается такая информация медленно, а устаревает быстро, поэтому особую проблему представляют ускоренные испытания.

В настоящее время в разных странах предложено много методов, позволяющих определить исследуемые показатели качества, в том числе показатели надежности и другие параметры продукции, в более короткие сроки. Широко применяются ускоренные испытания материалов и изделий на выносливость при сжатии, изгибе и кручении, испытания на контактную выносливость, износостойкость, коррозионную стойкость и др. Непрерывно совершенствуется метрологическое обеспечение эксперимента, развивается теория ускоренных испытаний.

В решении проблемы контроля качества в строительстве перечисленные в предыдущем параграфе методы контроля широко используются и каждый играет свою роль, но исключительное значение приобретает испытание строительной продукции как основной метод установления и контроля качества в строительстве. Характерной особенностью контроля качества строительной продукции является то, что в этом случае должны рассматриваться как погрешности измерений, обычно изучаемые метрологией, так и погрешности технологической системы получения материала и изделия из него. В строительстве операционный и приемочный контроль качества обычно производят мастера и прорабы, а исследовательские испытания строительных материалов, зданий и сооружений осуществляют научно-исследовательские и строительные лаборатории.

Строительные лаборатории в своей деятельности руководствуются действующим законодательством, ГОСТами и техническими условиями на изготовление и поставку строительных материалов, конструкций, изделий и деталей и другими нормативными документами по строительству. Лаборатории проводят испытания материалов, деталей, изделий, конструкций и готовят документацию для представителей органов технического контроля в строительстве. Они осуществляют контроль по заранее утвержденным схемам и инструкциям лабораторного контроля, которые должны соответствовать фактически принятой технологии.

Начальник строительной лаборатории подчиняется главному инженеру треста, ДСК или правая треста, управления. Кадры сотрудников лабораторий строительного-монтажных организаций подготавливаются и

переподготавливаются министерствами строительства союзных республик, территориальными главными управлениями по строительству на соответствующих курсах не реже одного раза в два года.

Лаборатории обеспечиваются оборудованием, приборами, инвентарем, состав и число которых определяются в соответствии с характером и объемом производимых работ. Штаты лабораторий разрабатываются для трестов министерствами строительства союзных республик, территориальными главными управлениями и главными управлениями по строительству, а для удаленных от трестов строительско-монтажных управлений — трестами.

На строительные лаборатории возлагаются следующие обязанности:

подбор составов (строительных растворов, бетонов, мастик для гидроизоляции, растворов для антисептирования древесины, антикоррозионных покрытий, отделочных, кровельных и др.), составление рецептов на указанные составы и контроль за соблюдением этих рецептов при приготовлении составов;

выборочный контроль качества сварочных работ в строительстве и на промышленных предприятиях, подчиненных строительско-монтажному тресту (управлению), а также выполнения правил хранения строительных материалов, изделий и конструкций;

испытание конструкций, изготовленных на предприятиях треста (управления), в соответствии с требованиями норм, технических условий и другой НТД;

отбор на строительных площадках проб применяемых материалов, бетонов, растворов, гидроизоляционных составов, красок и испытание их, испытание грунтов оснований под фундаменты;

участие в комиссиях по выявлению причин некачественного выполнения строительско-монтажных работ, возникновения аварий в строительстве;

подготовка необходимых документов о результатах лабораторных испытаний для предъявления рекламаций в случае поступления на стройки некачественных строительных материалов, изделий и конструкций;

контроль режима прогрева бетонных и железобетонных конструкций, забетонированных в зимнее время;

организация систематической поверки средств измерений, а также поверки машин и приборов для испытания строительных материалов;

проверка соблюдения правил эксплуатации, содержания и хранения средств измерений и поверки в соответствии с требованиями инструкций Госстандарта;

подготовка заключений по изобретениям и рационализаторским предложениям в области качества строительных материалов и продукции производственных предприятий;

изучение свойств местных строительных материалов с целью определения возможности применения их в строительстве;

контроль качества отходов промышленности, намеченных к применению в строительстве — металлургических и топливных шлаков, каменноугольных, сланцевых и торфяных зол ТЭЦ и других материалов.

Права и ответственность. Строительные лаборатории имеют право:

давать указания по вопросам, входящим в компетенцию лабораторий, непосредственно начальникам строительных участков и производителям работ. Эти указания обязательны для выполнения и могут быть отменены только распоряжением главного инженера строительско-монтажной организации;

приостанавливать работы в случае выявления дефектов, угрожающих обрушением возводимого здания, сооружения или отдельных его элементов, с последующим извещением руководства строительско-монтажной организации.

Строительные лаборатории несут ответственность за качество проводимых исследований и испытаний, правильность выдаваемых составов и рецептов.

Чтобы лаборатории успешно выполняли свои задачи, они должны быть оснащены современными приборами и оборудованием для проведения испытаний.

Недостатки метрологического обеспечения испытаний в строительстве затрудняют организацию действенного лабораторного контроля качества материалов и строительско-монтажных работ, отрицательно влияют на работу строительной отрасли и приводят к перерасходу денежных средств.

Между тем, положительный опыт решения указанных вопросов в стране имеется, например, в Министерстве сельского хозяйства СССР, при котором создано научно-производственное объединение «Агроприбор». В его состав входят: Научно-исследовательский институт приборов и техники измерений в сельском хозяйстве; Центральное опытно-конструкторское и проектно-технологическое бюро; Опытное-производственное завод по серийному выпуску приборов; предприятие по монтажу, ремонту, наладке и надзору за приборами и три филиала объединения. Опыт создания и работы такого объединения, в комплексе решающего все вопросы метрологического обеспечения, стандартизации и качества продукции в отрасли, заслуживает широкого распространения в строительстве.

РАЗДЕЛ II. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

ГЛАВА 3

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Плотность вяжущих материалов пикнометрическим способом определяют аналогично определению плотности заполнителя (см. § 4 гл. 4).

§ 1. Тонкость помола цемента, гипса и извести

Сущность испытания состоит в просеивании высушенной навески цемента через стандартное сито и определении остатка на этом сите в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы.

Для определения тонкости помола цемента используют следующее *оборудование*: сито с сеткой № 008 (размер ячейки в свету $0,08 \times 0,08$ м), хорошо натянутой и плотно зажатой в цилиндрической обойме диаметром 100—150 мм; прибор для механического или пневматического просеивания цемента*; сушильный шкаф; термометр.

Проведение испытания. Отвешивают 50 г цемента, предварительно высушенного в сушильном шкафу в течение 1 ч при 105—110°С, и высыпают его на сито. Сито, закрыв крышкой, устанавливают в прибор для механического просеивания. Примерно через 5—7 мин после начала просеивания сито останавливают, осторожно отнимают доннышко и высыпают из него прошедший через сито цемент для того, чтобы уменьшить забивание сетки при дальнейшем просеивании, прочищают сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставляют доннышко и продолжают просеивание.

Контрольное просеивание следует производить на бумагу при снятом доннышке. Просеивание считается законченным, когда в течение 1 мин сквозь сито при ручном просеивании проходит не более 0,05 г цемента. Тонкость помола цемента определяется с погрешностью 0,1% как остаток на сите с сеткой № 0,008 в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы.

Определение тонкости помола гипса аналогично описанному. Только в этом случае применяют сетку № 02 и навеску гипса высушивают в сушильном шкафу при 50—55°С.

* При использовании приборов для пневматического просеивания испытания выполняют в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору. При отсутствии приборов для механического или пневматического просеивания допускается просеивание вручную.

Для определения тонкости помола порошкообразной извести, высушенной при 105—110°С, применяют сита с сетками № 02 и 008.

§ 2. Время гашения и содержания непогасившихся зерен воздушной извести

Определение времени гашения. Берут сосуд Дьюара вместимостью 0,5 л и помещают его в сосуд диаметром на 40—60 мм больше сосуда Дьюара. Пространство между стенками и дном сосуда Дьюара и внешнего сосуда заполняют термозоляционным материалом (асбестовой мелочью, минеральной ватой и т. п.).

10 г измельченной извести (порошка, прошедшего через сито с сеткой № 02) помещают в сосуд Дьюара, вливают в него 20 мл воды с температурой 20°С и закрывают сосуд пробкой, в которой плотно установлен термометр со шкалой до 150°С и длиной ивжией части 100—150 мм. При этом следят, чтобы ртутный шарик термометра был погружен в реагирующую смесь, которую затем взбалтывают и оставляют в покое. Через каждые 30 с, начиная с момента добавления воды, отмечают температуру реагирующей смеси до тех пор, пока она не начнет падать.

Временем гашения считают время от момента добавления воды в известь до начала снижения максимальной температуры.

Для определения содержания непогасившихся зерен извести готовят и выдерживают в течение 24 ч известковое тесто, изготовленное из 1 кг негашеной извести, затем разбавляют его водой до консистенции известкового молока и постепенно переносят на сито с сеткой № 063, одновременно промывая слабой непрерывной струей воды. Остаток на сите высушивают при 105—110°С до постоянной массы. Полученный остаток в г, деленный на 10, соответствует содержанию непогасившихся зерен в процентах.

§ 3. Активность минеральных добавок к вяжущим материалам

Активность минеральных добавок определяют двумя методами: методом определения конца схватывания и водостойкости образца из смеси добавки с известью-пушонкой или методом поглощения добавкой извести из известкового раствора.

Определение активности минеральных добавок по методу определения конца схватывания и водостойкости основано на оценке их способности сообщать гидравлические вяжущие свойства и водостойкости смеси добавки с известью-пушонкой. В качестве критерия для определения этой способности

активных минеральных добавок принимается время (в сут), за которое данная добавка может обеспечить схватывание и водостойкость теста на основе добавки и известь-пушонки. Чем активнее добавка, тем меньше времени требуется для обеспечения схватывания и водостойкости теста.

Подготовка испытываемой пробы. От средней пробы испытываемой измельченной добавки берут 5 кг материала и высушивают при 105—110°С. Затем отбирают 3 кг и размалывают его до такой тонкости, чтобы при просеивании пробы сквозь сито с сеткой № 02 на сите оставалось не более 0,5%, а сквозь сито с сеткой № 008 прошло не менее 90% массы просеиваемой пробы. Подготовленные указанным образом пробы добавки хранят до испытания в сухом помещении в сухой закрытой таре.

В качестве известкового компонента используют порошок свежегашеной гидратной известки-пушонки не ниже 1-го сорта по ГОСТ 9179—70. Приготовленную для испытания известь-пушонку хранят в герметической таре.

Проведение испытания. Для испытания берут добавку и известь-пушонку в пропорции 80:20 по массе и смешивают их в лабораторной мельнице или вручную в банке. Для более быстрого и тщательного смешения могут быть применены тела, не вызывающие дальнейшего измельчения материала (например, резиновые пробки).

Приготовленным тестом нормальной густоты заполняют два кольца Вика, выравнивают ножом верхнюю поверхность, затем покрывают их с обеих сторон стеклянными или стальными пластинками для предотвращения поглощения тестом углекислоты из воздуха, после чего помещают их в ванну с гидравлическим затвором и хранят в помещении с температурой 20±3°С. Через 24 ч после затворения одно кольцо извлекают из ванны, снимают верхнюю пластинку и проводят первое определение схватывания затворенного теста на приборе Вика. В этом случае вместо стандартной иглы применяют пестик диаметром 3±0,05 мм при тех же длине и размере закрепляемой части.

Общая масса перемещающейся части прибора должна быть 300±2 г, что при облегченном пестике достигается помещением дополнительного груза поверх стержня. Схватывание определяют один раз в сутки и фиксируют степень затвердения теста, при котором пестик не погружается в него, что принимается условно за конец схватывания теста. После этого второй образец извлекают из кольца и помещают в воду для определения водостойкости. Тесто признается водостойким, если в течение 3 сут нахождения образца в воде не обнаруживается его размытия и сохраняется четкость формы его краев.

Определение активности минеральных добавок по методу поглощения добавкой известви из известкового раствора основано на способности добавок поглощать известь из

известкового раствора. Минеральная добавка тем активнее, чем больше она поглощает извести из раствора за определенный промежуток времени. При одинаковом поглощении извести различными добавками за данный промежуток времени более активной считается та добавка, которая наиболее интенсивно поглощает известь в начале испытания.

Приготовление растворов. Для определения активности добавки по методу поглощения извести необходимо приготовить два титрованных раствора: насыщенный раствор извести и 0,05 н раствор соляной кислоты. Раствор извести готовят следующим образом. В бутыль вместимостью 20—25 л помещают 50 г негашеной извести, заливают дистиллированной водой и плотно закрывают резиновой пробкой, в которую вставлена трубка с натронной известью. Раствор взбалтывают 2—3 раза в сутки. Через 3 сут бутыль вскрывают, отфильтровывают небольшое количество раствора, отбирают пипеткой 50 мл в коническую колбу и титруют 0,05 н раствором соляной кислоты. Если раствор имеет концентрацию 1,05—1,15 г СаО на 1 л, то приступают к его фильтрованию, в противном случае раствор подвергают дальнейшему насыщению.

Для приготовления 0,05 н раствора соляной кислоты растворяют в 1 л воды 4—4,5 мл HCl (плотностью 1,19). Такого раствора готовят 20—25 л и хранят в бутыли, закрытой стеклянной шлифованной или резиновой пробкой.

Подготовка испытываемой пробы. Испытуемую добавку измельчают на куски размером около 10 мм, после чего от нее отбирают среднюю пробу массой 50—100 г, которую высушивают при 105—110°С и измельчают в порошок в фарфоровой ступке. 10 г полученного порошка истирают в агатовой ступке так, чтобы весь порошок прошел сквозь сито с сеткой № 008. Подготовленную пробу непосредственно перед испытанием высушивают до постоянной массы и хранят в небольших стеклянных банках с притертыми пробками.

Проведение испытания. От подготовленной пробы берут навеску в 2 г, взвешенную на аналитических весах. Навеску осторожно переносят на глянцевую бумагу, затем в предварительно вымытый и высушенный градуированный цилиндр объемом 100 см³ с притертой пробкой. Затем в цилиндр наливают при помощи бюретки 100 мл раствора извести, быстро закрывают пробкой цилиндр и энергично взбалтывают, чтобы не осталось приставших ко дну цилиндра частиц добавки. Цилиндр оставляют до следующего дня, после чего его снова взбалтывают.

По истечении 2 сут со времени наполнения цилиндра отмечают объем, занимаемый осадком. После этого при помощи пипетки отбирают в коническую колбу вместимостью 250 см³ 50 мл раствора, который титруют раствором соляной кислоты после добавления 2—3 капель метилового оранжевого.

Число кубических сантиметров соляной кислоты, пошедшей на титрование, записывают в журнал. После каждого титрования в цилиндр добавляют 50 мл раствора извести, взбалтывают и оставляют в покое.

В дальнейшем цилиндр взбалтывают один раз в сутки; измерение объема осадка и титрование производят один раз в двое суток. Цилиндры не должны подвергаться нагреванию и непосредственному действию солнечных лучей.

Активность минеральной добавки оценивается количеством извести (СаО) в мг, поглощенным 1 г добавки из известкового раствора в течение 30 сут.

§ 4. Нормальная густота цементного и гипсового теста

Сущность испытания состоит в определении консистенции теста, характеризуемой количеством воды затворения, выраженным в процентах от массы вяжущего.

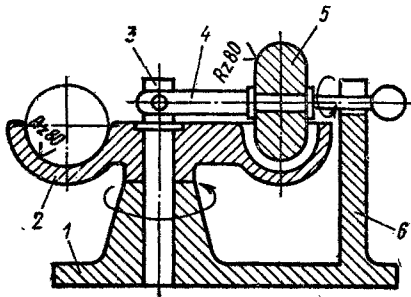


Рис. 3.1. Лабораторная механизированная мешалка с вращающейся чашей для приготовления цементного теста

Для определения нормальной густоты цементного теста применяется следующее оборудование:

1. Мешалка для приготовления цементного теста (рис. 3.1). Мешалка должна отвечать требованиям соответствующих технических условий. Характеристики деталей мешалки указаны в табл. 3.1.

ТАБЛИЦА 3.1

Деталь	Номинальная масса, кг	Предельная масса, кг, допустимая		
		при изготовлении		при износе
		не более	не менее	не менее
Бегунок с шестеренкой без оси	19,1	19,4	19,1	18,5
То же, с осью	21,5	22	21,5	20,9

Частота вращения чаши мешалки в 1 мин должна быть $8 \pm 0,5$, а валка мешалки — 72 ± 5 . При перемешивании каждой пробы частота вращения должна быть 20 мин^{-1} , после чего мешалка автоматически отключается.

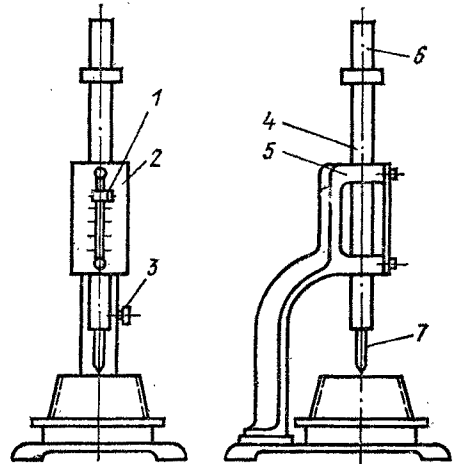


Рис. 3.2. Прибор Вика для определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного и гипсового теста

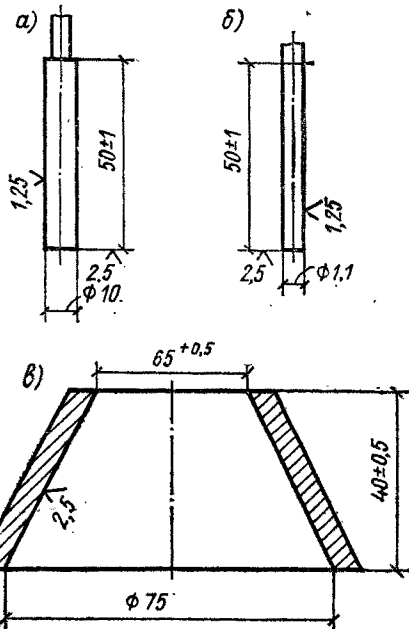


Рис. 3.3. Комплексное оборудование к прибору Вика

2. Прибор Вика (рис. 3.2). Прибор имеет цилиндрический металлический стержень 4, свободно перемещающийся в обойме станины 5. Для закрепления стержня на требуемой высоте служит стопорное устрой-

во 3. Стержень снабжен указателем 1 для отсчета перемещения его относительно шкалы 2, прикрепленной к станине. Цена деления шкалы 1 мм.

При определении нормальной густоты цементного теста в нижнюю часть стержни вставляют металлический цилиндр-пестик 6 (рис. 3.3, а). При определении сроков схватывания пестик заменяют иглой 7. Пестик изготавливают из нержавеющей стали с полированной поверхностью, а иглу — из стальной жесткой нержавеющей проволоки с полированной поверхностью. Игла (рис. 3.3, б) не должна иметь искривлений. Поверхности пестика и иглы должны быть чистыми. Массу перемещающейся части прибора сохраняют взаимной перестановкой пестика и иглы. Отдельные детали перемещающейся части прибора подбирают таким образом, чтобы их общая масса находилась в пределах 300 ± 2 г.

Кольцо к прибору Вика и пластинку, на которую устанавливают кольцо, изготавливают из нержавеющей стали, пластмассы или другого не впитывающего воду материала (рис. 3.3, в).

3. Чаша (рис. 3.4, а) и лопатка (рис. 3.4, б), которые используют для приготовления цементного теста вручную при отсутствии в лаборатории механической мешалки и изготавливают из нержавеющей стали.

Проведение испытания. Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию его, при которой пестик прибора Вика, погруженный в кольцо, заполненное тестом, не доходит на 5—7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо. Нормальную густоту цементного теста характеризуют количеством воды затворения, выраженным в процентах от массы цемента.

Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также проверяют нулевое показание прибора, соприкасая пестик с пластинкой, на которой расположено кольцо. При отклонении от нуля шкалу прибора соответствующим образом передвигают. Кольцо и пластинку перед испытанием смазывают тонким слоем машинного масла.

Для ручного приготовления цементного теста отвешивают 400 г цемента, высыпают в чашу, предварительно протертую влажной тканью, затем делают в цементе углубление, в которое вливают в один прием воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты. Углубление засыпают цементом и через 30 с после приливания воды сначала осторожно перемешивают, а затем энергично растирают тесто лопаткой. Продолжительность перемешивания и растирания составляет 5 мин с момента приливания воды. На механической мешалке цементное тесто готовят в соответствии с прилагаемой к ней инструкцией.

После окончания перемешивания кольцо быстро исполняют в один прием цементным тестом и 5—6 раз встряхивают его, по-

стукивая пластинку о твердое основание. Поверхность теста выравнивают с краями кольца, срезая избыток теста ножом, протертым влажной тканью. Немедленно после этого приводят пестик прибора в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют стержень стопорным устрой-

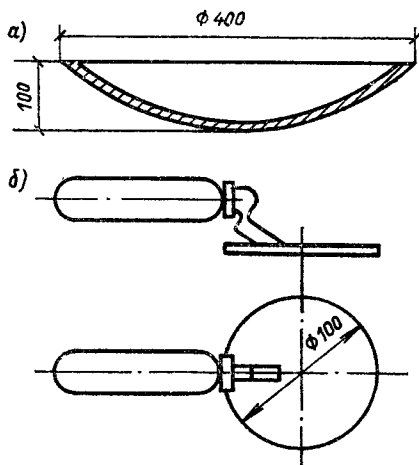


Рис. 3.4. Оборудование для приготовления цементного теста вручную

ством, затем быстро освобождают его и предоставляют пестик свободно погружаться в тесто. Через 30 с с момента освобождения отсчитывают погружение по шкале. Кольцо с тестом при отсчете не должно подвергаться толчкам. При несоответствующей консистенции цементного теста изменяют количество воды и вновь затворяют тесто, добиваясь погружения пестика на глубину, при которой он не доходит на 5—7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо. Количество добавляемой воды для получения теста нормальной густоты определяют с погрешностью до 0,25%.

Для определения нормальной густоты гипсового теста применяется следующее оборудование: весы технические 1-го или 2-го класса, вискозиметр Суттарда, состоящий из медного или латунного цилиндра, имеющего внутренний диаметр 50 и высоту 100 мм, и стеклянного диска диаметром 200 мм. Цилиндр должен быть хорошо отполирован у краев и внутри. На стекло наносят ряд концентрических окружностей диаметром 60—200 мм, причем окружности диаметром до 140 мм наносят через каждые 10 мм, а остальные — через 20 мм. Окружности можно нанести на лист белой бумаги и поместить его между двумя листами стекла. Кроме того, для приготовления гипсового теста применяются лабораторные механизированные мешалки. На рис. 3.5 показана мешалка с рамочным смесителем. Она состоит из опорной плиты 8, стойки 7, электрического мотора 4, редуктора 3, на ведомой шестерне которого укреплен рамочный смеситель 2, чашки 1, закрепляемой

зажимом 6. Рамка-смеситель из нержавеющей стали шириной 100 и высотой 158 мм вращается с частотой 270 мин^{-1} . Мешалка оборудована электрическим щитком 5, на котором имеются пусковые кнопки. Реле времени настраивают на выключение мешалки через 30 с после включения.

Проведение испытания. Перед испытанием с внутренней поверхности цилиндра и с пластины должен быть тщательно удален

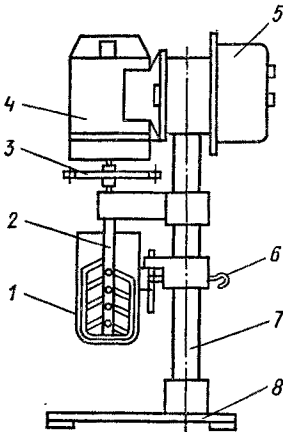


Рис. 3.5. Лабораторная механизированная мешалка с ручным смесителем для приготовления гипсового теста

гипс, оставшийся от предыдущего испытания. Затем цилиндр и стеклянную пластинку смачивают чистой водой. Стеклянную пластинку ставят строго горизонтально, а цилиндр — в центре концентрических окружностей.

Для определения плотности гипсового теста готовят смесь гипса с водой в количестве 800 г. Гипс добавляют к воде и быстро размешивают в течение 30 с до получения однородной массы, которую оставляют на 1 мин в спокойном состоянии. Затем, два раза перемешивая массу, быстро выливают ее в цилиндр, поставленный на стекло, и ножом сравнивают поверхность гипса с краями цилиндра; на все это должно затрачиваться не более 30 с. После этого резко поднимают цилиндр вверх, при этом тесто разливается по стеклу и образует конусообразную лепешку, диаметр которой обуславливается консистенцией теста. Требуемой густотой обладает тесто, образующее лепешку диаметром в среднем около 120 мм.

Нормальная густота гипсового теста выражается числом кубических сантиметров воды, приходящихся на 100 г гипса.

§ 5. Сроки схватывания цементного и гипсового теста

Сущность испытания состоит в определении глубины погружения в тесто наконечника правильной геометрической формы в зависимости от времени.

Сроки схватывания цементного теста определяются на приборе Вика (см. рис. 3.2), в котором пестик заменяется иглой (см. рис. 3.3, б).

Проведение испытания. Перед испытанием проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также проверяют нулевое показание прибора. Кроме того, проверяют чистоту иглы и отсутствие ее искривлений. Иглу прибора доводят до соприкосновения с поверхностью приготовленного и уложенного в кольцо цементного теста, и в этом положении закрепляют стержень зажимным винтом; затем освобождают стержень, после чего игла должна свободно погружаться в тесто. В начале испытания, пока тесто находится в жидком состоянии, во избежание сильного удара иглы о пластинку допускается слегка ее задерживать при погружении в тесто. Как только тесто загустеет настолько, что опасность повреждения иглы будет исключена, игле дают свободно опускаться. Момент начала схватывания должен быть определен при свободном опускании иглы.

Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин, передвигая кольцо после каждого погружения для того, чтобы игла не попадала в одно и то же место. После каждого погружения иглу вытирают. Во время испытания кольцо должно находиться в затененном месте без воздействия на него сквозняков, а также не должно подвергаться сотрясениям.

Началом схватывания цементного теста считается время, прошедшее от начала затвердения (момент приливания воды) до того момента, когда игла не будет доходить до пластинки на 1—2 мм. Концом схватывания цементного теста считается время от начала затвердения до момента, когда игла будет опускаться в тесто не более, чем на 1 мм.

Для определении сроков схватывания гипсового теста также применяется прибор Вика, масса подвижной части которого вместе с иглой равна 120 ± 1 г.

Начало схватывания определяется временем от момента затвердения до того момента, когда игла первый раз не дойдет до дна прибора. Конец схватывания — это время от момента затвердения до момента, когда игла погружается в тесто не более, чем на 0,5 мм.

§ 6. Равномерность изменения объема цемента

Сущность испытания состоит в визуальной оценке изменений лицевой стороны цементных лепешек, подвергнутых кипячению в баке с водой.

Для испытания применяют следующее оборудование.

1. Бачок с регулятором уровня воды. Внутри бачка на расстоянии не менее 5 см от его дна помещают съемную решетчатую полку для лепешек. Уровень воды в бачке должен перекрывать лепешки на 4—6 см в

течение всего времени кипячения. Бачок с водой нагревают на любом нагревательном приборе, обеспечивающем закипание воды в бачке за 30—45 мин.

2. Ванна с гидравлическим затвором для хранения образцов (рис. 3.6), которую изготавливают из оцинкованной стали. В ванне устанавливают решетку для размещения на ней образцов. Под решеткой всегда должна быть вода.

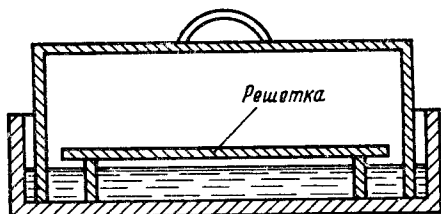


Рис. 3.6. Ванна с гидравлическим затвором для хранения образцов

Проведение испытания. Для испытания на равномерность объема цемента готовят тесто нормальной густоты. Две навески теста массой 75 г каждая, приготовленные в виде шариков, помещают на стеклянную пластинку, предварительно протертую машинным маслом. Постукивают ею о твердое основание до образования из шариков лепешек диаметром 70—80 мм и толщиной в середине около 10 мм. Лепешки заглаживают смоченным водой ножом от наружных краев к центру до образования острых краев и гладкой закругленной поверхности.

Приготовленные лепешки хранят в течение 24 ± 2 ч с момента изготовления в ванне с гидравлическим затвором. Затем две цементные лепешки вынимают из ванны, снимают с пластинок и помещают в бачок с водой на решетку. Воду в бачке доводят до кипения, которое поддерживают в течение 3 ч, после чего лепешки в бачке охлаждают и осматривают немедленно после извлечения из воды.

Цемент соответствует требованиям стандарта в отношении равномерности изменения объема, если на лицевой стороне лепешек не обнаружено радиальных,ходящих до краев трещин, или сетки мелких трещин, видимых невооруженным глазом или в лупу, а также каких-либо искривлений и увеличения объема лепешек. Искривления обнаруживают при помощи линейки, прикладываемой к плоской поверхности лепешки.

§ 7. Консистенция цементно-песчаного раствора

Сущность испытания состоит в определении расплава конуса из цементно-песчаного раствора на стеклянном диске встряхивающего столика.

Для испытания используют следующее оборудование: штыковку (металлический

стержень диаметром 20 мм и длиной 110 мм с деревянной ручкой), встряхивающий столик и форму-конус (рис. 3.7).

Столик состоит из чугунной станны 5, установленной строго горизонтально непосредственно на бетонном фундаменте. На валу находится кулачок 6, который поднимает ось 2 с горизонтальным диском 3; на нижнем конце оси укреплен вращающийся ролик. При помощи кулачка ось вместе с

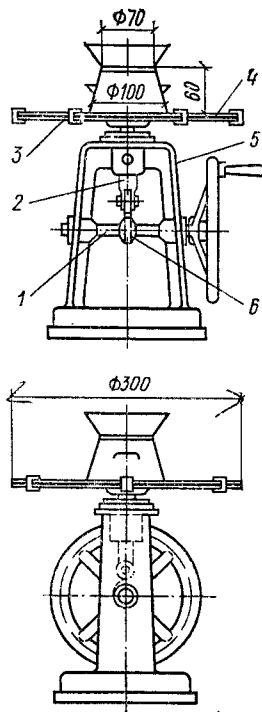


Рис. 3.7. Встряхивающий столик и форма-конус для определения консистенции цементно-песчаного раствора

укрепленным диском получает вертикальное перемещение. На диске 3 закрепляется лист зеркального стекла 4 диаметром 300 мм. Подъем столика должен быть равен 10 мм. Общая масса перемещающейся части столика от 3,4 до 3,5 кг.

Проведение испытания. Отвешивают 1500 г песка (нормального) по ГОСТ 6139—70 и 500 г цемента, высыпают их в сферическую чашу, после чего перемешивают цемент с песком лопаткой в течение 1 мин. Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее воду в количестве 200 г ($B/C=0,4$). После того, как вода впитается, еще раз перемешивают смесь в продолжение 1 мин. Потом раствор переносят в мешалку и перемешивают в ней в течение 2,5 мин (20 оборотов чаши мешалки). По окончании перемешивания заполняют раствором в два приема слоями равной толщины форму-конус, установленную в центре стеклянного диска встряхивающего столика.

Внутреннюю поверхность конуса и диск столика перед испытанием слегка увлажняют. Раствор уплотняют металлической штыковкой: нижний слой — 15 раз, верхний — 10. Во время укладки и уплотнения раствора конус прижимают к стеклянному диску рукой.

После уплотнения верхнего слоя раствора излишек его срезают ножом вровень с краями конуса. Затем конус медленно снимают в вертикальном направлении. После этого раствор встряхивают на столике 30 раз в течение приблизительно 30 с и измеряют распыл конуса по нижнему основанию штапегидроциркулем в двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение. Распыл конуса при $V/D=0,4$ должен быть в пределах 106—115 мм. Если распыл конуса окажется менее 106 мм, количество воды увеличивают до получения распыла конуса 106—108 мм. Если распыл конуса окажется более 115 мм, количество воды уменьшают до получения распыла конуса 113—115 мм.

§ 8. Прочностные характеристики цемента, гипса и гидравлической извести

Для определения предела прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек из цемента применяют следующее оборудование.

1. Формы разъемные (рис. 3.8, а) для образцов-балочек, изготавливаемые из стали или чугуна с твердостью по Бригеллю не менее $НВ 140$. Отдельные детали формы для удобства сборки нумеруются. Продольные и поперечные стенки формы отшлифованы сверху и снизу, они должны плотно прилегать к отшлифованной поверхности поддона. Поперечные стенки формы вместе с продольными закрепляют нажимным винтом таким образом, чтобы они плотно прилегали к поверхности поддона. Угол между стенками и дном формы должен быть $90 \pm 0,5^\circ$.

При использовании расформовывающих устройств и приспособлений для чистки форм последние изготавливают из материалов мягче металла, из которого изготовлены формы, для обеспечения разъема форм без повреждения образцов и составляющих форму деталей.

2. Насадка к формам-балочкам (рис. 3.8, б), которая должна плотно прилегать к верхним краям стенок формы.

3. Вибрационная площадка для уплотнения цементного раствора в формах-балочках, которая должна иметь вертикальные колебания с амплитудой $0,35 \pm 0,03$ мм и частотой колебаний 3000—200 в 1 мин и должна быть укомплектована реле времени.

4. Прибор для испытания на изгиб (рис. 3.9, а). Для испытания образцов-балочек на изгиб могут быть использованы приборы любой конструкции, удовлетворяющие следующим требованиям. Средняя скорость нарастания нагрузки должна быть (50 ± 10) Н в 1 с. Опорные и переда-

ющие нагрузку элементы должны иметь цилиндрическую форму и располагаться строго параллельно. Элемент, передающий нагрузку, должен располагаться в средней плоскости между опорными элементами. Опорные и передающие нагрузку элементы должны быть изготовлены из нержавеющей

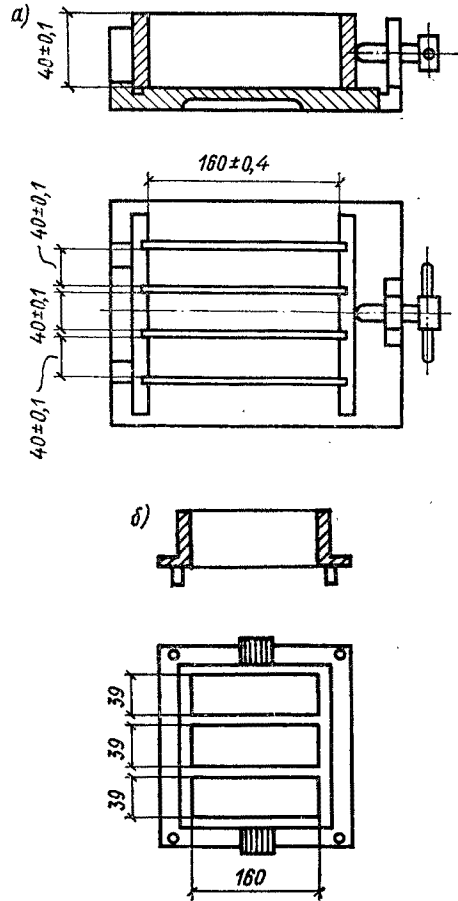


Рис. 3.8. Конструкция формы (а) для приготовления цементных образцов-балочек и насадки (б) к ней

стали с твердостью по Роквеллу $HRC 55...60$. Приспособление для удерживания передающего нагрузку элемента должно иметь шаровую опору.

5. Пресс по ГОСТ 8905—73 для определения предела прочности образцов при сжатии с предельной нагрузкой до 200—500 кН. Пресс должен иметь подвижную шаровую опору и приспособление для центрированной установки нажимных пластин, передающих нагрузку половине балочки.

6. Пластинки (рис. 3.9, б) для передачи нагрузки на половинки образцов-балочек, которые изготавливаются из нержавеющей стали с твердостью по Роквеллу $HRC 55...60$ и должны иметь плоскую шлифованную поверхность размером $40 \times 62,5$ мм.

7. Пропарочная камера, конструкция которой должна обеспечивать создание в ней среды насыщенного пара с заданной температурой.

Подготовка образцов к испытанию на изгиб и сжатие. Перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок

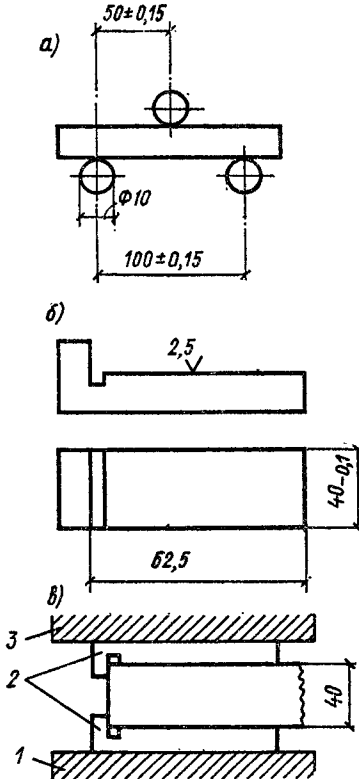


Рис. 3.9. Схемы испытания образцов-балочек на изгиб и сжатие

форм и поддона слегка смазывают машинным маслом. Штыки наружных стенок друг с другом и с поддоном формы промазывают тонким слоем солидола или другой густой смазки. На собранную форму устанавливают насадку и промазывают снаружи густой смазкой стык между формой и насадкой.

Для определения прочностных характеристик цементов изготавливают образцы-балочки из цементного раствора, приготовленного при $V/C=0,40$ и консистенции раствора, характеризуемой распылом конуса 106—115 мм. Для каждого намеченного срока испытаний изготавливают по три образца (одна форма).

Для уплотнения раствора формы балочек с насадкой жестко закрепляют на виброплощадке. Одновременно устанавливают не более двух форм, симметрично расположенных относительно центра площадки (при уплотнении одной формы ее располагают в центре площадки). Форму по высо-

те наполняют приблизительно по 1 см раствором и включают вибращонную площадку. В течение первых 2 мин вибрации все три гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. По истечении 3 мин от начала вибрации форму снимают с виброплощадки, срезают ножом, смоченным водой, излишек раствора, заглаживают поверхность образцов ровень с краями формы и маркируют их.

После изготовления образцы в формах хранят 24 ± 2 ч в ванне с гидравлическим затвором, затем их осторожно расформовывают и укладывают в ванны с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом. Вода должна покрывать образцы не менее чем на 2 см. Воду меняют через каждые 14 сут. Температура при ее замене должна быть $20 \pm 2^\circ \text{C}$, как при хранении образцов.

Образцы, имеющие через 24 ± 2 ч недостаточную для расформовки их без повреждения прочность, допускается вынимать из форм через 48 ч. По истечении срока хранения образцы вынимают из воды и не позднее чем через 1 ч подвергают испытанию. Непосредственно перед испытанием образцы сухо вытирают.

Определение предела прочности при изгибе. Образец устанавливают на опорные элементы прибора таким образом, чтобы его горизонтальные при изготовлении грани находились в вертикальном положении (схема расположения образца на опорных элементах показана на рис. 3.9, а). Образцы испытывают в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору. Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое значение из двух наибольших результатов испытания трех образцов.

Определение предела прочности при сжатии. Полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек сразу же испытывают на сжатие. Половинку балочки помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегали к стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегали к торцовой гладкой плоскости образца (рис. 3.9, в). Образец вместе с пластинками центрируют на опорной плите пресса. Средняя скорость нарастания нагрузки при испытании должна быть $2 \pm 0,5$ МПа в 1 с. Рекомендуется использовать приспособление, автоматически поддерживающее стандартную скорость нагружения образца.

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления разрушающей нагрузки (в Н) на рабочую площадь пластинок (в см^2), т. е. на 25 см^2 . Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое четырех наибольших результатов испытания шести образцов.

Определение прочности цемента при пропаривании. Образцы для определения прочности цемента при пропаривании изготавливают так, как описано в § 7 и 8 гл. 3.

Формы с образцами закрывают крышкой и помещают в пропарочную камеру, где выдерживают в течение 120 ± 10 мин при $20 \pm 3^\circ\text{C}$ (при отключенном подогреве).

Пропарку ведут по следующему режиму, мин:

равномерный подъем температуры до $85 \pm 5^\circ\text{C}$ — 180 ± 10 , изотермический прогрев при температуре $85 \pm 5^\circ\text{C}$ — 360 ± 10 , остывание образцов при отключенном подогреве— 120 ± 10 мин.

Затем крышку камеры открывают, а через 24 ± 2 ч с момента изготовления образцы расформовывают и сразу же испытывают.

Для определения прочностных характеристик гипса три образца-балочки размером $40 \times 40 \times 160$ мм изготавливают в тех же металлических формах, что и образцы цемента. Для этого берут навеску гипса, равную примерно 1 кг. Гипс в течение 20 с засыпают в чашку с водой, взятой в колпачке, соответствующем нормальной густоте теста, и перемешивают в мешалке (см. рис. 3.5) в течение 30 с до получения однородной массы, которую затем немедленно заливают в металлические формы, предварительно слегка смазанные машинным маслом. Формы наполняют одновременно, для чего чашку с гипсом все время водят над формами, заливая гипс тонкой струей. После наполнения форм поверхность образцов сглаживают.

Через 1 ч от начала затворения гипсового теста образцы вынимают из форм и осматривают. Грань образцов-балочек, прилегающих к плитам прессы, должны быть параллельны и не иметь отклонений от плоскости более чем на 0,5 мм. Если на гранях образцов обнаруживают дефекты, то такие образцы к испытанию не принимают.

Три образца-балочки испытывают через 1,5 ч на изгиб, а затем на сжатие аналогично описанному для цементных образцов.

Прочностные характеристики гидравлической известки определяют на образцах-кубках размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм.

Приготовленный раствор известки с нормальным песком состава 1:3 укладывают в два слоя в форму. Раствор уплотняют вибрированием на виброплощадке или, при отсутствии виброплощадки, с помощью шпателя следующим образом: призматическим концом шпателя производят шесть параллельных нажимов по всей площади слоя, причем каждый раз шпатель сдвигают на всю толщину; после каждого шести нажимов шпатель поворачивают на 90° ; перед каждым нажимом шпатель приводят в соприкосновение с раствором. Уплотнять раствор ударами шпателя не разрешается.

Через 15—20 мин после укладки избыток растворной смеси снимают ножом и поверхность образцов сглаживают вровень с краями формы. Образцы хранят в формах в течение 24 ± 2 ч в ванне с гидравлическим затвором, затем освобождают от форм и помещают в ванну над водой на 6 сут, а затем на 21 сут погружают в воду, так, что-

бы уровень воды в ванне был на 20 мм выше образцов. Через 28 сут образцы должны быть вынуты из воды и не позднее, чем через 10 мин испытаны. Перед испытанием образцы насухо вытирают.

Испытания образцов-кубов из известки на сжатие аналогичны изложенному для цементных образцов.

§ 9. Усадка и набухание цемента при твердении

Для определения линейной деформации (усадки) цемента при твердении применяется прибор, показанный на рис. 3.10 и со-

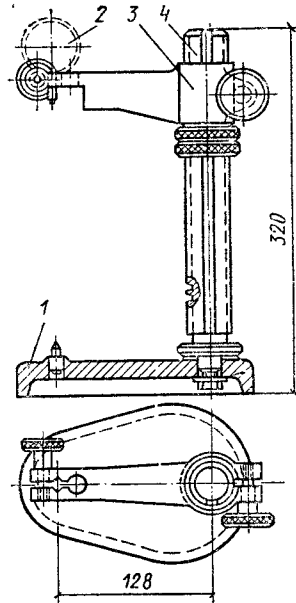


Рис. 3.10. Прибор для определения усадки и набухания цемента при твердении

стоящий из стойки 4, кронштейна 3, нижней опоры (основания) 1 с конусообразным выступом и индикатора 2, который устанавливает изменение длины образца. Индикатор имеет две шкалы: одну с малой стрелкой, регистрирующей показания в миллиметрах, другую с большой стрелкой, регистрирующей сотые доли миллиметра. Измерительный стержень индикатора имеет на конце форму конуса*. Для поверки прибора применяют образцовую меру (стандартный образец), изготовленную из инвара и имеющую длину 160 мм. Аттестацию меры осуществляют органы Госстандарта.

* Применяют также приборы, у которых измерительный стержень индикатора имеет на конце полушаровое углубление. На основании прибора на одной оси с измерительным стержнем располагается неподвижная опора также с полушаровым углублением. Исследуемый образец имеет на торцах заделанные стальные шарики диаметром 6 мм.

Приготовление образцов. Образцы-балочки для измерения усадки изготавливают из цементного теста нормальной густоты. Размеры образца-балочки 40×40×160 мм. На каждый вид хранения готовят по три образца-балочки, для изготовления которых берут навеску в 1500 г цемента. Цемент замешивают с водой в количестве, необходимом для получения теста нормальной густоты. Полученное тесто укладывают в гнезда формы, внутренние стенки которых предварительно смазывают машинным маслом. Тесто в каждой ячейке штыкуют 15 раз ножом, которым затем аккуратно срезают избыток теста и сглаживают поверхность образцов, передвигая нож от середины к краям призм. Образцы освобождают от форм и нумеруют.

В помещении, где измеряют образцы, должна поддерживаться постоянная температура $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительная влажность не менее 60%.

Образцы, предназначенные для определения линейной деформации при водном хранении, предварительно измеренные с погрешностью 0,01 мм, погружают в воду с температурой $20 \pm 2^\circ \text{C}$ не позднее чем через 1 ч после конца схватывания цемента и выдерживают в ней до последующих измерений — 1, 3 и 28 сут. При комбинированном водно-воздушном хранении образцов после первого измерения их помещают в воду на 3 сут, после чего извлекают из воды и помещают на открытые стеллажи до последующих измерений.

Проведение испытания. Перед каждым измерением устанавливают при помощи образцовой меры нулевую точку прибора, затем образец помещают между измерительным стержнем индикатора и выступом основания. После этого отсчитывают показания индикатора и снимают образец.

Линейную деформацию ε , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100, \quad (3.1)$$

где l_0 и l_1 — длина образца соответственно до и после испытания, мм.

За результат испытания принимают среднее арифметическое измерений трех образцов. Расхождение между результатами трех определений не должно превышать 15%.

§ 10. Коррозионная стойкость цемента

Сущность испытания состоит в определении и сопоставлении пределов прочности при изгибе образцов из исследуемого цемента, находящихся в агрессивном растворе или природной воде данного состава и в неагрессивной среде (питьевой воде, пригодной для приготовления бетона). Количественной характеристикой стойкости цемента служит коэффициент коррозионной стойкости $K_{\text{С}}$, который должен быть не менее 0,8.

Для испытания используют следующее **оборудование**: пресс или рычажный прибор для создания усилия 3000 Н (300 кгс); стальную форму с вкладышем (рис. 3.11); стальные бруски (подставки) сечением 15×15 мм, длиной 80—90 мм (2 шт.) и сечением 10×10 мм (2 шт.); стальную пластину толщиной 8—10 мм и диаметром 80—90 мм; чашу стальную или фарфоровую сферической формы диаметром 200—250 мм; стальную лопатку шириной 50 мм; прибор для испытания цементных призмочек на изгиб.

Приготовление образцов. В качестве образцов применяют призмочки размером $10 \times 10 \times 30$ мм, изготавливаемые из цементно-

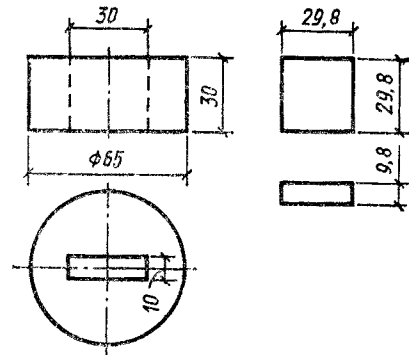


Рис. 3.11. Стальная форма с вкладышем для определения коррозионной стойкости цемента

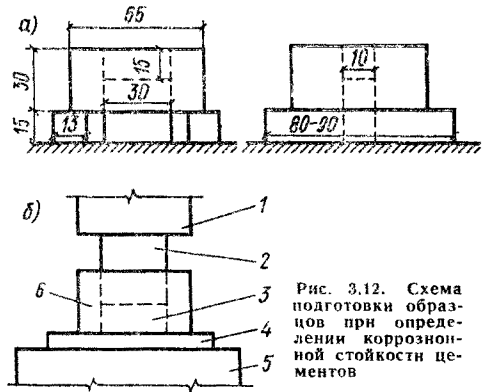


Рис. 3.12. Схема подготовки образцов при определении коррозионной стойкости цемента

го раствора определенной консистенции прессованием в стальной форме (см. рис. 3.11). Цемент и песок для изготовления призмочек берут в отношении 1 : 3,5 по массе. Цемент предварительно просеивают через сито с сеткой № 09 (64 отв/см²). Для раствора рекомендуется применять нормальный песок по ГОСТ 6139—70. При определении консистенции раствора отвешивают с погрешностью 0,1 г 20 г цемента и 70 г песка, помещают в фарфоровую чашу и тщательно перемешивают небольшой лопаткой в течение 1 мин. Затем в сухой смеси делают углубление, в которое вливают отвешенную с погрешностью 0,05 г воду в

количестве 8—12 г. После впитывания воды цементный раствор энергично перемешивают в течение 3 мин.

Для заполнения стальной формы (рис. 3.12, а) раствором ее ставят на два бруска сечением 15×15 мм, вставляют вкладыш 2*, опускают его до уровня стола, после чего в освободившееся сверху внутреннее пространство формы 6 (высота 15 мм) кладут раствор 3, слегка вдавливая его в форму. Затем сверху на форму накладывают стальную круглую пластинку 4, предварительно удалив оставшийся на поверхности образец раствора, для плотного прилегания пластинки к форме, переворачивают форму пластинкой вниз, придерживая пластинку и вкладыш руками, и ставят под плиты пресса 1 и 5 (рис. 3.12, б). После прессования снимают форму с подставки, отрывая ее вертикальным поднятием без сдвига, и рассматривают отпечаток, оставшийся на поверхности подставки в месте соприкосновения ее с цементным раствором.

Консистенция цементного раствора должна быть такой, чтобы на поверхности подставки получился влажный отпечаток, но не сплошной слой воды. Если отпечаток получился не соответствующим указанному, то готовят цементный раствор другой густоты, увеличив или уменьшив количество воды на 0,45 г (5%). Подобным образом поступают до тех пор, пока отпечаток не получится влажным. Количество воды, соответствующее требуемой густоте раствора, выражают в процентах сухой смеси цемента с песком и определяют с погрешностью до 0,5%.

Изготовленные призмочки переносят на стекла размером 25×40 мм и, не снимая их со стекол, немедленно помещают во влажное пространство (специальный шкаф или закрытый эксикатор с налитой на дно водой). После 1—2 сут хранения во влажном пространстве призмочки нумеруют тушью, снимают со стекол и помещают для предварительного твердения в питьевую воду.

Через 13—14 сут хранения в воде призмочки, предназначенные для выдерживания в агрессивных средах, переносят в агрессивные растворы, продолжая хранить остальные в питьевой воде до момента испытания. Изготавливают образцы и хранят их во влажном пространстве, в воде и в растворах в помещении с температурой воздуха $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Приготавливают агрессивные растворы, как правило, на дистиллированной воде или, как исключение, на кипяченой питьевой воде.

При оценке стойкости цементов по отношению к природным водам образцы можно испытывать либо непосредственно в природной воде, доставляемой в лабораторию, либо в искусственно приготовленном растворе аналогичных состава и концентрации.

При расчете количества солей для приготовления растворов необходимо учитывать содержащуюся в солях гидратную во-

ду, производя расчет на безводную соль. Гигроскопические соли (например, CaCl_2 и MgCl_2) во избежание ошибок применяют в виде крепких растворов, которые вводят в приготовляемый агрессивный раствор в количестве, соответствующем их концентрации, которую находят из таблиц, устанавливающих связь между концентрацией растворов и их плотностью; плотность определяют путем взвешивания отмеренного объема раствора.

Проведение испытания. Из каждого испытываемого цемента изготавливают 12 призмочек для выдерживания в каждом из агрессивных растворов, 12 — для твердения в питьевой воде и 12 — для испытания после срока предварительного твердения. Таким образом, из каждого цемента изготавливают (при n агрессивных растворах) $12(n+2)$ основных призмочек.

Сверх этого обязательного числа призмочек рекомендуется дополнительно изготовить из каждого испытываемого цемента 18 призмочек для выдерживания в каждом из агрессивных растворов и 18 — для твердения в питьевой воде, т. е. всего $18(n+1)$ дополнительных призмочек для испытания их в промежуточные сроки.

Образцы в агрессивных растворах выдерживают в закрытых эксикаторах на неподверженных коррозии полках. Образцы (призмочки) укладывают на полку с промежутком между ними не менее 5 мм. Предварительно на поверхность полки насыпают тонкий слой кварцевого песка с размером зерен 0,75—1 мм. Число образцов, укладываемых в эксикатор, должно быть таким, чтобы первоначально на каждую призмочку в эксикаторе приходилось по 100 мл раствора. Уровень раствора должен перекрывать образцы, размещенные на верхней полке, на 10—20 мм.

По истечении одного, двух и четырех месяцев выдерживания образцов растворы в эксикаторах заменяют свежими. При испытании образцов в растворах, обладающих кислотной агрессивностью, следует ежедневно путем титрования щелочью или определения величины рН контролировать степень кислотности растворов и заменять их настолько часто, чтобы кислотность существенно не снижалась.

По истечении срока предварительного твердения для каждого испытываемого цемента испытывают на изгиб по 12 призмочек.

Все остальные призмочки из каждого испытываемого цемента испытывают на изгиб по истечении шести месяцев выдерживания их в агрессивном растворе и в питьевой воде (по 12 шт.). При наличии дополнительных призмочек рекомендуется их испытывать в промежуточные сроки после одного, двух и четырех месяцев нахождения их в агрессивном растворе и в питьевой воде — по 6 призмочек из каждого цемента после каждого срока.

Вынув призмочки из раствора или из питьевой воды, кладут их на лист фильтровальной бумаги и испытывают, в соответ-

* Номера позиции см. на рис. 3.12, б.

ствии с описанным в § 8 гл. 3, немедленно, не давая образцам высохнуть. При испытании призмочки закладывают в прибор так, чтобы изгиб осуществлялся в плоскости, перпендикулярной к направлению прессования призмочки при ее изготовлении, т. е. перпендикулярно к граням призмочки, соприкасающимся со стенками формы. Результаты испытаний призмочек на изгиб обрабатывают, определяя средний предел прочности при изгибе и коэффициент коррозионной стойкости цемента в воде-среде данной агрессивности КС_в.

Средний предел прочности при изгибе испытанных призмочек из каждого элемента отдельно для каждого агрессивного раствора и питьевой воды определяют следующим образом: $\frac{1}{3}$ призмочек с наименьшими пределами прочности из рассмотренных исключают; для остальных призмочек вычисляют среднее арифметическое значение пределов прочности. Коэффициент коррозионной стойкости (КС_в) вычисляют как отношение среднего предела прочности при изгибе призмочек из данного цемента после 6 мес выдерживания их в агрессивном растворе к среднему пределу прочности при изгибе призмочек из того же цемента после 6 мес твердения их в питьевой воде (не считая продолжительности предварительного твердения). Коэффициент коррозионной стойкости вычисляют с погрешностью 0,01.

§ 11. Кислотостойкость цемента по прочности образцов при растяжении

Сущность испытания состоит в определении предела прочности при растяжении образцов, подвергнутых кипячению в серной кислоте, и сопоставлении полученных результатов с прочностью контрольных образцов.

Проведение испытания. Из каждой партии цемента изготавливают 12 образцов-восьмерок. Для одновременного изготовления трех образцов берут 400 г цемента, готовят тесто нормальной густоты, заполняют формы в один слой и уплотняют тесто 11-ю нажимами рабочего конца цилиндрического стержня. Нажимы производят равномерно по всей поверхности образца. Для дополнительного уплотнения поддоны с формами встряхивают 10 раз, избыток теста срезают и поверхность выравнивают ножом, который ставят перпендикулярно к поверхности и двигают преимущественно вдоль длины образца.

Изготовленные образцы хранят 24 ± 2 ч на воздухе при температуре $20 \pm 3^\circ \text{C}$ и относительной влажности не выше 70%, затем осторожно освобождают из форм и хранят в закрытом помещении в указанных условиях до момента испытания. Образцы должны быть предохранены от контакта с водой.

По истечении 28 сут с момента изготовления 6 образцов испытывают на прочность при растяжении, остальные 6 образцов по-

мещают в сосуд из фарфора или термостойкого стекла таким образом, чтобы кислота имела свободный доступ к большей части поверхности и шейке образцов. Затем заливают образцы 40% ным раствором технической серной кислоты по ГОСТ 2184—67 из расчета не менее трех объемов кислоты на объем образцов, доводят до кипения, кипятят в течение 1 ч; извлекают образцы из горячей кислоты, вытирают капли с поверхности и после охлаждения на воздухе испытывают на прочность при растяжении.

Цемент считается кислотостойким, если предел прочности образцов при растяжении после испытания их в кислоте будет не менее 2 МПа и снижение прочности по сравнению с пределом прочности образцов, не подвергавшихся кипячению в кислоте, составит не более 10%. В случае необходимости определения кислотостойкости цемента ускоренным способом образцы-восьмерки можно испытывать после твердения их в течение 7 сут, причем предел прочности при растяжении должен быть не ниже 1,5 МПа.

§ 12. Абсорбционная способность цементного камня по поглощению керосина

Изготовление образцов. Из каждой партии цемента изготавливают 4 образца-кубика. Для этого из 100 г цемента приготавливают тесто нормальной густоты, заполняют им металлические формы-кубики с внутренними размерами ребра 20 ± 1 мм. Уплотняют образцы 15-кратным постукиванием поддона с формами о край стола в течение 10—15 с, после чего срезают избыток теста, дополнительно встряхивают 10 раз и выравнивают поверхность ножом. Изготовленные образцы хранят, как указано в § 8 гл. 3.

Проведение испытания. Через 7 сут с момента изготовления из 4 образцов отбирают 2 образца без видимых дефектов, взвешивают их на технических весах с погрешностью 0,1 г, высушивают до постоянной массы при $105—110^\circ \text{C}$, помещают в сосуд и в три приема в течение 1 ч заливают предварительно очищенным керосином с плотностью $0,8 \pm 0,02$ до полного погружения. После 7 сут хранения в керосине образцы извлекают, удаляют капли керосина с поверхности и взвешивают.

Абсорбционную способность цементного камня по керосинопоглощению W вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1 \rho} 100, \quad (3.2)$$

где m_1 и m_2 — масса образца соответственно до и после испытания, кг; ρ — плотность керосина, выраженная в относительных единицах.

За конечный результат принимают среднее арифметическое двух определений.

ГЛАВА 4

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
НЕОРГАНИЧЕСКИХ
ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОНОВ

§ 1. Петрографический состав щебня (гравия)

Сущность испытания состоит в разборке по типам пород зерен щебня и определении массы зерен каждого типа пород.

Для испытания применяют следующее *оборудование*: весы торговые и технические; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сита из стандартного набора; лупы минералогические; наборы реактивов; стальную иглу (нож); молоток; фарфоровые ступки и чашки.

Проведение испытания. Щебень, изготовленный из горной породы одного петрографического состава, характеризуется петрографическим составом данной горной породы с указанием возможных включений рудных минералов, сернистых и сернокислых соединений, а также аморфных разновидностей кремнезема и их количеств. Для характеристики петрографического состава щебня, изготовленного из различных горных пород, а также гравия и щебня из гравия производят петрографическую разборку щебня (гравия).

Определенные петрографического состава щебня (гравия), а также петрографическую разборку производят на основе внешнего осмотра зерен с помощью лупы с использованием набора реактивов для минералогического анализа, а также другими принятыми в петрографии методами с изготовлением в необходимых случаях шлифов. Для этой цели испытываемый щебень (гравий) рассеивают на стандартные фракции и от каждой отбирают по:

Размер фракции, мм	Масса пробы, кг
5—10	0,25
10—20	1
20—40	5
40—70	15
Свыше 70	35

Пробу промывают и высушивают до постоянной массы, после чего зерна пробы каждой фракции разделяют на группы по генетическим типам пород:

Генетические типы породы	Порода
Осадочные . . .	известняк, доломит, песчаник и др.
Изверженные:	
глубинные . . .	гранит, габбро, диабаз и др.
излившиеся . . .	базальт, порфирит, туфогенные и др.
Метаморфические	кварцит, кристаллические сланцы и др.

При этом зерна карбонатных пород, окремневшие более чем на 40% своего объема, относят к группе кремния. Зерна кварца выделяют в самостоятельную группу ми-

нералов. Отдельно выделяют зерна рудных минералов (пирита, бурого железняка и др.), сернистых и сернокислых соединений (гипса и др.), аморфных разновидностей кремнезема (опала, халцедона), а также зерна с включениями этих минералов.

Разобранные по типам пород (или минералов), зерна щебня (гравия) взвешивают раздельно и вычисляют их содержание X , % по массе, с погрешностью 0,1%:

$$X = \frac{m_i}{m} 100, \quad (4.1)$$

где m — общая масса пробы, кг; m_i — масса зерен каждого типа пород или минералогической группы, кг.

Для уточнения количественного содержания в пробе щебня, гравия или щебня из гравия зерен с включением аморфных разновидностей кремнезема может быть применен метод термического испытания. Для этого после проведения петрографической разборки из полученных групп зерен выделяют зерна, сомнительные по содержанию аморфных разновидностей кремнезема, и прокалывают их в муфельной печи при 700—800°С в течение 2 мин. Зерна, разрушившиеся в течение этого времени, относят к числу содержащих включенный аморфный кремнезема. По данным этого испытания, в необходимых случаях уточняют петрографический состав исходной пробы щебня (гравия).

§ 2. Содержание пылевидных, илистых и глинистых частиц

Сущность испытания состоит в промывании заполнителя водой и последующем измерении разницы масс непромытого и промытого заполнителя.

Метод отмучивания

Для испытания щебня (гравия) используют следующее *оборудование*: весы технические или торговые; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сосуд для отмучивания щебня (гравия) (рис. 4.1) или цилиндрическое ведро высотой не менее 300 мм с сифонной трубкой.

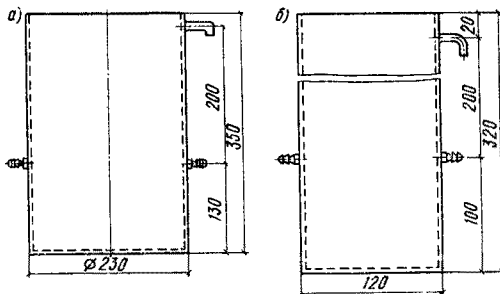


Рис. 4.1. Сосуды для отмучивания заполнителей

Подготовка пробы. Из щебня (гравия), высушенного до постоянной массы, берут пробу:

Наибольшая крупность зерен щебня (гравия), мм	Масса пробы, кг не менее
До 40	5
Свыше 40	10

Проведение испытания. Пробу щебня (гравия) помещают в сосуд или ведро, заливают водой несколько выше уровня щебня и оставляют в таком состоянии до полного размокания глинистой пленки на зернах щебня (гравия) или комков глины, если они имеются в пробе. После этого в сосуд или ведро со щебнем (гравием) доливают воду в таком количестве, чтобы высота слоя над щебнем была 200 мм, содержимое сосуда энергично перемешивают деревянной мешалкой и оставляют в покое на 2 мин, после чего сливают полученную при промывке суспензию. Необходимо оставлять слой суспензии над щебнем (гравием) высотой не менее 30 мм. Затем щебень (гравий) вновь заливают водой до указанного выше уровня. Промывку щебня (гравия) в указанной последовательности повторяют до тех пор, пока вода после промывки не будет оставаться прозрачной.

Для слива суспензии применяют сосуд для отмучивания (см. рис. 4.1, а) или ведро с сифоном. В сосуд воду наливают до верхнего сливного отверстия и сливают суспензию через два нижних отверстия. При сливе суспензии с помощью сифона конец его должен быть на расстоянии не менее 30 мм от поверхности щебня (гравия) в ведре. После окончания отмучивания всю промытую пробу высушивают до постоянной массы.

Содержание в щебне (гравии) отмучиваемых пылевидных, илистых и глинистых частиц Отм, % по массе, по результатам двух определенных вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$\text{Отм} = \frac{m - m_1}{m} 100, \quad (4.2)$$

где m и m_1 — масса высушенной пробы соответственно до и после отмучивания, кг.

Содержание пылевидных, илистых и глинистых частиц в щебне (гравии) разрешается определять также ускоренным пипеточным способом (см. ниже). Если в этом случае будут получены неудовлетворительные результаты, то производят дополнительно испытание отмучиванием, результаты которого считаются окончательными. Пробы щебня (гравия) крупнее 40 мм разделяют и испытывают частями массой не более 5 кг.

Для испытания песка используют следующее **оборудование**: весы технические; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сосуд для отмучивания песка (рис. 4.1, б) или

цилиндрическое ведро высотой не менее 300 мм с сифоном; секундомер или песочные часы.

Проведение испытания. Испытание заключается в выделении из навески песка частиц размером менее 0,05 мм. Для этого навеску песка 1 кг, взятую из средней пробы песка, высушенной до постоянной массы, помещают в сосуд и заливают водой так, чтобы высота слоя воды над песком была около 200 мм. Песок выдерживают в воде около 2 ч, периодически его перемешивая. После этого содержимое сосуда снова энергично перемешивают и оставляют в покое на 2 мин. Через 2 мин сливают полученную при промывке суспензию, оставляя слой ее над песком высотой не менее 30 мм. Затем песок снова заливают водой до указанного выше уровня. Промывку песка в указанной последовательности повторяют до тех пор, пока вода после промывки не будет оставаться прозрачной.

Испытание с помощью сосуда, показанного на рис. 4.1, б, проводят аналогично испытанию щебня (гравия).

Содержание в песке отмучиваемых пылевидных и глинистых (илистых) частиц в процентах по массе вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формуле (4.2).

Пипеточный метод

Для испытания щебня (гравия) применяют следующее **оборудование**: весы торговые; весы технические; ведро цилиндрическое с двумя метками (поясами) на внутренней стенке, соответствующими объему 5 и 10 л; ведро цилиндрическое без меток; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сито защитное с отверстиями размером 3 или 5 мм; сито контрольное с сеткой № 0315 по ГОСТ 3584—73; цилиндры металлические вместимостью 1000 мл со смотровым окном (рис. 4.2) — 2 шт.; мерную пипетку металлическую вместимостью 50 мл (рис. 4.2); часы песочные (1,5 мин); чашку или стакан для выпаривания.

Проведение испытания. Пробу щебня (гравия) массой около 5 кг в состоянии естественной влажности взвешивают, помещают в ведро (без меток) и заливают 5 л воды, оставляя из этого количества около 500 мл воды для последующего ополаскивания ведра.

Залитый водой щебень (гравий) выдерживают в воде 10—15 мин, перемешивая несколько раз деревянной мешалкой, после чего тщательно отмывают его в той же воде от приставших к зернам глинистых частиц. Затем содержимое ведра осторожно выливают на два сита: верхнее — с отверстиями размером 3 или 5 мм; нижнее — с отверстиями размером 0,315 мм, поставленные на второе ведро (с метками). Суспензии в ведре с метками дают отстояться и осторожно сливают осветленную воду в первое ведро. Слитой водой вторично промывают щебень (гравий) на ситах над ведром с

метками. После этого ведро (без меток) ополаскивают оставшейся водой и сливают эту воду в ведро с метками. При этом используют такое количество оставшейся воды, чтобы уровень суспензии в последнем не превышал метки 5 л. В необходимых случаях объем суспензии доводят добавлением воды точно до 5 л (до метки).

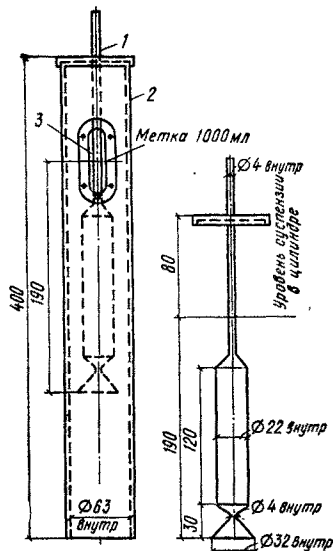


Рис. 4.2. Прибор для определения содержания в заполнителях пылевидных илстых и глинистых частиц пипеточным методом

После этого суспензию тщательно перемешивают в ведре и немедленно наполняют ею два металлических цилиндра 2 вместимостью по 1000 мл (см. рис. 4.2). Уровень суспензии в каждом цилиндре должен соответствовать метке на смотровом окне 3. Суспензию в каждом цилиндре перемешивают стеклянной или металлической палочкой или несколько раз опрокидывают закрытый крышкой цилиндр для лучшего перемешивания.

После окончания перемешивания замечают время и оставляют цилиндр в покое на 1,5 мин. За 5—10 с до окончания этого времени опускают мерную пипетку 1 с закрытой пальцем трубкой в цилиндр так, чтобы ее опорная крышка опиралась на верхний обод цилиндра 2, при этом низ воронки пипетки будет находиться на уровне отбора суспензии — 190 мм от поверхности. По истечении указанного времени открывают трубку пипетки и после ее заполнения снова закрывают трубку пальцем, извлекают пипетку из цилиндра и, открыв трубку, выливают содержимое пипетки в предварительно взвешенную чашку или стакан. Наполнение пипетки контролируют по изменению уровня суспензии в смотровом окне.

Суспензию в чашке (стакане) выпаривают в сушильном шкафу при 105—110° С.

Чашку (стакан) с выпаренным порошком взвешивают на технических весах с погрешностью 10 мг. Аналогично отбирают и обрабатывают пробу из второго цилиндра.

Содержание M , %, пылевидных, илстых и глинистых частиц определяют по формуле

$$M = \frac{100 (m_2 - m_1)}{m} 100, \quad (4.3)$$

где m — масса пробы щебня (гравия) в состоянии естественной влажности, кг; m_1 — масса чашки или стакана для выпаривания суспензии, кг; m_2 — масса чашки или стакана с остатком порошка после выпаривания суспензии, кг.

Результат испытания вычисляют как среднее арифметическое двух определений (по пробам суспензии из обоих цилиндров). В случае испытания сильно загрязненного пылевидными, илстыми частицами щебня (гравия) объем воды для промывки берут равным 10 л вместо 5. Соответственно увеличивают до 10 л объем суспензии в ведре с метками. При этом результат вычисляют по формуле

$$M = \frac{200 (m_2 - m_1)}{m} 100. \quad (4.4)$$

Вместо металлических цилиндров со смотровым окном и специальной пипетки допускается применять обычные стеклянные мерные цилиндры объемом 1 л и стеклянную пипетку объемом 50 мл, опуская ее в цилиндр на глубину 190 мм.

Аналогичным способом определяют содержание пылевидных, илстых и глинистых частиц в песке.

Определение содержания в песке отдельно глинистых частиц

Для испытания используют следующее оборудование: весы технические; мерные колбы вместимостью 100 мл (2 шт.); стеклянные цилиндрические сосуды вместимостью 1000 мл и высотой около 40 мм (2 шт.); стеклянные сифонные трубки с загнутыми кверху концами, наращенные резиновыми трубками с зажимами (2 шт.), или пипетки вместимостью 100 мл с гибким шлангом, снабженным зажимом; стеклянную палочку с резиновым наконечником; термометр.

Подготовка пробы. Из средней пробы песка, высушенной до постоянной массы и просеянной сквозь сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм, берут две навески по 250 г каждая.

Проведение испытания заключается в определении содержания в песке частиц размером менее 0,005 мм пипеточным методом. Для этого каждую из навесок песка засыпают в стеклянный цилиндр вместимостью 1000 мл, затем в каждый цилиндр наливают по 500 мл дистиллированной воды и по 3—4 мл 25%-ного раствора аммиака, тщательно перемешивают содержимое сосудов стеклянной палочкой с резиновым наконечником и оставляют в покое на сутки.

Через сутки снова тщательно перемешивают содержимое сосудов, доливают цилиндры дистиллированной водой до отметки 1000 мл и вновь перемешивают, плотно прижав ладонь к краям цилиндра и поворачивая его несколько раз. Эту операцию проводят последовательно для каждого из двух цилиндров с интервалом 2—3 мин. После окончания перемешивания определяют температуру помещения и оставляют каждый сосуд в покое на время, соответствующее данной температуре:

Температура, °С	15	17	20	22	25
Время, необходимое для отстаивания суспензии	2 ч 00 мин	1 ч 54 мин	1 ч 45 мин	1 ч 40 мин	1 ч 34 мин

Через соответствующий промежуток времени отбирают из каждого цилиндра по 100 мл суспензии с глубины 100 мм от ее поверхности. Для этого за 1 мин до указанного срока в цилиндр осторожно вводят пипетку или наполненную дистиллированной водой сифонную трубку с отогнутым вверх нижним концом, погружая их так, чтобы обрез загнутого конца трубки был на 100 мм ниже уровня суспензии. Глубину опускания конца трубки или пипетки в цилиндр фиксируют при помощи крестовины или кружка, укрепленных на них.

Первые 10—15 мл жидкости для заполнения сифона суспензией сливают отдельно, осторожно приоткрывая зажимы на резиновой трубке сифона, после чего отбирают 100 мл суспензии. Отобранные сифоном или пипеткой 100 мл суспензии сливают в мерную колбу вместимостью 100 мл. Мерную колбу с пробой суспензии взвешивают с погрешностью 0,01 г. Затем взвешивают ту же колбу, наполненную до метки дистиллированной водой, имеющей температуру, равную температуре суспензии.

Содержание глины в песке M , % массы навески, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$M = \frac{16,67 \cdot (m_1 - m_2)}{m} 100, \quad (4.5)$$

где m — масса навески песка, кг; m_1 — масса колбы с суспензией, кг; m_2 — масса колбы с дистиллированной водой, кг.

Содержание глины в пробе песка определяют как среднее арифметическое результатов параллельных определений в двух цилиндрах.

§ 3. Содержание органических примесей

Для испытания применяют следующее оборудование и материалы: весы технические; мерные цилиндры (2 шт.) вместимостью 250 мл из прозрачного бесцветного стекла (внутренний диаметр от 36 до

40 мм); 3%-ный раствор технического едкого натра по ГОСТ 2263—71; 2%-ный раствор таннина в 1%-ном растворе этилового спирта.

Проведение испытания. Из средней пробы песка в состоянии естественной влажности берут навеску около 250 г. Наполняют песком мерный цилиндр вместимостью 250 мл до уровня 130 мл и заливают 3%-ным раствором едкого натра до уровня 200 мл.

Содержимое цилиндра энергично перемешивают и оставляют в покое на 24 ч, повторяя перемешивание через 4 ч после начала испытания, после чего устанавливают цвет жидкости над песком. При окрашивании жидкости в желтый или коричневый цвет сравнивают цвет жидкости над песком с цветом стандартного образца*, налитого во второй цилиндр.

Отсутствие окраски жидкости над песком или окраска заметно светлее стандартного образца являются признаком пригодности песка для бетонов и растворов. При окраске жидкости над песком темнее цвета стандартного образца необходимо специальное исследование для установления пригодности песка для бетонов и растворов. При окраске жидкости незначительно светлее цвета стандартного образца содержимое сосуда подогревают в течение 2—3 ч в водяной бане при 60—70°С и вновь сравнивают цвет жидкости с цветом стандартного образца.

Аналогичным способом определяют содержание органических примесей в щебне (гравии).

§ 4. Плотность

Для испытания применяют следующее оборудование и материалы: весы рычажные лабораторные равноплечные по ГОСТ 19491—74 и настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68; пикнометр вместимостью 50—100 мл по ГОСТ 7465—67 (рис. 4.3); лабораторную шаровую мельницу сухого помола вместимостью 2 л; ступку фарфоровую или агатовую диаметром 100 мм с песком; стаканчик для взвешивания

* Стандартный образец готовят следующим образом: составляют 2%-ный раствор таннина в 1%-ном растворе этилового спирта; 5 мл полученного раствора берут на 195 мл 3%-ного раствора едкого натра. Приготовленный таким образом раствор взбалтывают и оставляют в покое на 24 ч. Стандартный образец должен применяться свежеприготовленным.

(бюкс) по ГОСТ 7148—70 или фарфоровую чашку по ГОСТ 9147—73; термостат с автоматической регуляровкой, позволяющей поддерживать температуру 45—55 и 105—110°С; термостат, обеспечивающий постоянную температуру $20 \pm 0,5^\circ\text{С}$; вакуум-эксикатор исполнения 1 по ГОСТ 6371—73 в комплекте с водоструйным или масляным насосом, обеспечивающим раз-

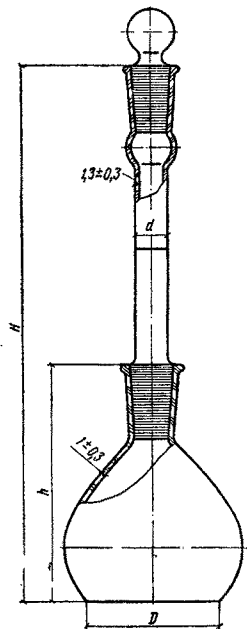


Рис. 4.3. Приборы для определения плотности материалов

режение, не превышающее 532 Па; эксикатор исполнения 2 по ГОСТ 6371—73 с концентрированной серной кислотой или безводным хлористым кальцием; сита с сеткой № 1 и 0125 по ГОСТ 3584—53; баню водяную или песчаную; воду дистиллированную по ГОСТ 6709—53; бензин, керосин, скинлол обезвоженные или другую жидкость, инертную по отношению к испытываемому материалу.

Подготовка пробы. Плотность определяют на пробах, отбираемых от материалов в зависимости от вида и назначения. Для песка или дробленого до крупности 5 мм щебня (гравия) берут пробу объемом 1 л, от которой отбирают навеску около 200 г; для каждой петрографической разновидности исходной горной породы берут куски камня общей массой не менее 1 кг.

Затем взятые пробы последовательно дробят и измельчают до полного прохождения через сито с сеткой № 1, квартованием отбирают навеску 30 г и измельчают ее до прохождения через сито с сеткой № 0125. Приготовленный порошкообразный материал высушивают в термостате до постоянной массы и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе над концентрированной серной кислотой или над безвод-

ным хлористым кальцием. Навеску массой менее 20 г взвешивают на аналитических весах с погрешностью 0,002 г.

Проведение испытания. От подготовленной пробы берут навеску массой около 10 г, высыпая ее в чистый предварительно высушенный и взвешенный пикнометр и вновь взвешивают. Затем в пикнометр наливают воду (или инертную жидкость) в таком количестве, чтобы пикнометр был заполнен не более чем наполовину своего объема. Для удаления воздуха из навески материала пикнометр с содержимым выдерживают под вакуумом в эксикаторе до прекращения выделения пузырьков.

Воздух можно удалять кипячением пикнометра с содержимым в слегка наклонном состоянии на песчаной или водяной бане в течение 15—20 мин. Следует также удалить воздух из жидкости, которой будет заполнен пикнометр. После удаления воздуха пикнометр заполняют жидкостью и помещают в термостат с температурой $20 \pm 0,5^\circ\text{С}$, в котором выдерживают в течение 15 мин. При отсутствии термостата используют водяную ванну с постоянной температурой $20 \pm 0,5^\circ\text{С}$.

Для достижения постоянного уровня жидкости пикнометр закрывают пробкой таким образом, чтобы жидкость заполнила капилляр и избыток ее удалится. Затем пикнометр тщательно вытирают, капли жидкости с капилляра удаляют фильтровальной бумагой. После этого немедленно взвешивают пикнометр, освобождают его от содержимого, промывают, заполняют водой (или инертной жидкостью), выдерживают в термостате так же, как с навеской, доводят жидкостью до постоянного уровня, как указано выше, и снова взвешивают.

Плотность материала ρ , кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \rho_{\text{ж}}}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \quad (4.6)$$

где m_1 и m_2 — массы пикнометра соответственно без навески и с навеской, кг; m_3 и m_4 — масса пикнометра с водой или инертной жидкостью соответственно с навеской и без навески, кг; $\rho_{\text{ж}}$ — плотность воды (равная единица) или другой инертной жидкости, применяемой вместо воды.

Плотность материала определяют параллельно для двух навесок с погрешностью 0,01 г и вычисляют как среднее арифметическое этих определений. Расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 20 кг/м^3 . В случае больших расхождений определение производят повторно.

Показатель плотности P вычисляют по формуле

$$P = m_V / \rho, \quad (4.7)$$

где m_V — объемная масса, кг/м^3 ; ρ — плотность материала, кг/м^3 .

§ 5. Объемная масса (определение объемно-весовым методом)

Для испытания применяют следующее *оборудование и материалы*: термостат с автоматическим регулированием, позволяющий поддерживать температуру 45—55 и 105—110°С; весы по ГОСТ 13882—68 и ГОСТ 19491—74, в том числе с приспособлением для гидростатического взвешивания

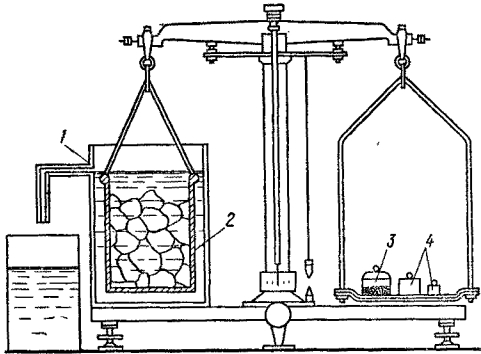


Рис. 4.4. Весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания

1 — сосуд со сливом для воды; 2 — сетчатый (перфорированный) стакан; 3 — стаканчик с дробью для уравновешивания веса сетчатого стакана в воде; 4 — разновесы

вания (рис. 4.4); объемметр, представляющий собой металлический цилиндрический сосуд диаметром 150 мм и высотой 350 мм с впаянной медной или латунной трубкой внутренним диаметром 8—10 мм с загнутым вниз концом; металлическую линейку по ГОСТ 427—75; штангенциркуль по ГОСТ 166—73 с ценой деления 0,1 мм; парафин технический по ГОСТ 16960—71; сосуды для насыщения водой и кипячения образцов.

Подготовка образцов. Объемную массу строительных материалов определяют на образцах правильной или неправильной геометрической формы в состоянии естественной влажности или в воздушно-сухом состоянии. При невозможности испытания целых изделий готовят три образца (по одному от каждого изделия) путем выпиливания, высверливания или откалывания кусков от целого изделия. Образцы правильной геометрической формы в виде куба, параллелепипеда или цилиндра должны иметь размер по наименьшему измерению не менее 50 мм. Образцы неправильной геометрической формы, отколотые от целого изделия, должны иметь массу не менее 300 г каждый. Объемную массу дырчатых, пустотелых и пористопустотелых изделий определяют по объему брутто, т. е. без вычета пустот, только на целых изделиях.

Образцы массой до 1 кг взвешивают с погрешностью 1 г, массой от 1 до 10 кг — с погрешностью 5 г и массой свыше 10 кг — с погрешностью 50 г. Объемную массу отдельного изделия или образца вычисляют

с погрешностью 1 кг/м³. Объемную массу материала вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех изделий или образцов с округлением до 10 кг/м³.

Проведение испытания. Объем образцов правильной геометрической формы определяют по их геометрическим размерам, измеренным с погрешностью 0,1 мм при размере стороны до 200 мм и с погрешностью 1 мм при размере стороны свыше 200 мм. Каждый линейный размер образца вычисляют как среднее арифметическое трех измерений — двух параллельных друг другу ребер и средней между ними линии.

Диаметр образца цилиндрической формы вычисляют как среднее арифметическое четырех измерений, полученных измерением двух взаимно перпендикулярных диаметров на каждом основании цилиндра. Высоту такого образца вычисляют как среднее арифметическое четырех измерений — по два измерения на взаимно перпендикулярных плоскостях, пересекающих цилиндр по его вертикальной оси.

Образцы очищают от пыли и высушивают до постоянной массы. Объемную массу m_v , кг/м³, отдельного образца вычисляют по формуле

$$m_v = m/V, \quad (4.8)$$

где m — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг; V — объем образца, м³.

При невозможности высушивания целого изделия до постоянной массы объемную массу определяют следующим образом. Определяют массу целого изделия в состоянии естественной влажности и его объем. Затем от каждого изделия откалывают по два образца массой не менее 100 г каждый. Отобранные образцы взвешивают и высушивают до постоянной массы.

Объемную массу m_v , кг/м³, отдельного изделия вычисляют по формуле

$$m_v = \frac{m_{вл} m'}{V m'_{вл}}, \quad (4.9)$$

где $m_{вл}$ — масса целого изделия в состоянии естественной влажности, кг; V — объем целого изделия, м³; m' , $m'_{вл}$ — масса отколотого образца соответственно в состоянии естественной влажности и высушенного до постоянной массы, кг.

При испытании образцов неправильной геометрической формы массу образца определяют в высушенном состоянии. Объем образца измеряют методом гидростатического взвешивания или с помощью объемметра.

При испытании с применением гидростатического взвешивания высушенный до постоянной массы образец покрывают расплавленным при температуре 75—85°С парафином, погружая в него образец. Образующиеся на парафиновой пленке пузырьки или трещины удаляют при помощи горячей иглы. Образец, покрытый парафином, взвешивают на обычных лаборатор-

ных, а затем на гидростатических весах (см. рис. 4.4).

Объемную массу m_V , кг/м³, отдельного образца вычисляют по формуле

$$m_V = \frac{m}{\frac{m_1 - m_2}{\rho_B} - \frac{m_1 - m}{\rho_{II}}}, \quad (4.10)$$

где m — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг; m_1 , m_2 — масса парафинированного образца соответственно на воздухе и в воде, кг; ρ_B , ρ_{II} — плотность соответственно воды (1000 кг/м³) и парафина (930 кг/м³).

Образцы из плотных и мелкопористых материалов вместо покрытия пленкой парафина могут быть насыщены водой путем кипячения их в воде в течение 2 ч и охлаждения в той же воде до комнатной температуры или путем погружения образцов в воду и выдерживания в ней в течение 24 ч при комнатной температуре. Образец, насыщенный водой, обтирают и взвешивают сначала на обычных лабораторных, а затем на гидростатических весах.

Объемную массу отдельного образца вычисляют по формуле

$$m_V = \frac{m_1 \rho_B}{m_2 - m_3}, \quad (4.11)$$

где m_1 — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг; m_2 , m_3 — масса образца в насыщенном водой состоянии при взвешивании соответственно на воздухе и в воде, кг.

При испытании с применением объемамера его наполняют водой комнатной температуры. Когда уровень воды достигает высоты 250 мм и прекратится падение капель, под трубку ставят предварительно взвешенный стакан. Затем образец, покрытый парафиновой пленкой или насыщенный водой, осторожно погружают на тонкой проволоке в цилиндр, при этом вода, вытесненная образцом, будет стекать по трубке в стакан. После прекращения падения капель стакан вновь взвешивают и определяют массу воды, вытесненную образцом. Масса вытесненной воды численно соответствует объему образца.

Объемную массу отдельного образца, покрытого пленкой парафина, вычисляют по формуле

$$m_V = \frac{m}{\frac{m_B}{\rho_B} - \frac{m_{II} - m}{\rho_{II}}}, \quad (4.12)$$

где m — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг; m_{II} — масса образца, покрытого парафином, кг; m_B — масса воды, вытесненная образцом, кг.

Объемную массу отдельного образца, насыщенного водой, вычисляют по формуле

$$m_V = \frac{m}{m_B / \rho_B}. \quad (4.13)$$

Определение объемной массы зерен крупного порнстого заполнителя для легкого бетона

Для испытания применяют следующее оборудование: весы технические; весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4); контейнер с крышкой (рис. 4.5); термостат с автоматической регулировкой, позволяющий поддерживать температуру 105—110° С; сита стандартного набора; сосуд для насыщения заполнителя водой; протвнянь; совок.

Подготовка пробы. Из средней пробы заполнителя данной фракции или постав-

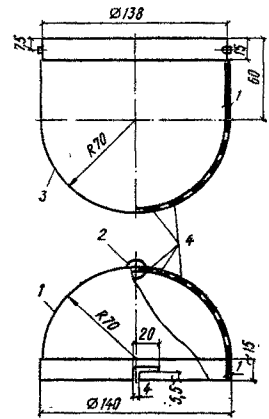


Рис. 4.5. Контейнер с крышкой для определения объемной массы и водопоглощения заполнителей для легкого бетона

ляемой смеси, рассеянной фракции, отбирают пробу объемом 3 л, высушивают ее при температуре 105—110° С до постоянной массы, встряхивают в течение 1—2 мин на сите с отверстиями диаметром 5 мм для удаления вышедших частиц, затем перемешивают на противне.

Проведение испытания. Сухой контейнер 3 с крышкой 1 (см. рис. 4.5) предварительно взвешивают на воздухе, а затем в воде на гидростатических весах. Высушенный контейнер открывают и высыплют в него часть подготовленной пробы заполнителя объемом в 1 л, закрывают его крышкой и взвешивают. Затем контейнер с заполнителем погружают в воду и встряхивают в воде для удаления пузырьков воздуха (сферическая часть контейнера 3 имеет отверстия 4). Сосуд с заполнителем должен находиться в воде не менее 2 ч, причем уровень воды должен быть выше крышки контейнера не менее, чем на 20 мм. После насыщения заполнителя контейнер вынимают из воды, высыплют из него заполнитель и удаляют влагу с поверхности зерен мягкой влажной тканью или губкой. После этого пробу взвешивают на воздухе и вновь помещают в контейнер, который вместе с насыщенным заполнителем взвешивают на гидростатических весах. Оба взвешивания производят непосредственно одно за другим, при этом интервал времени

между двумя взвешиваниями (на воздухе и в воде) не должен превышать 5 мин.

При испытании заполнителей, характеризующихся неправильной формой или открытыми порами размером более 2 мм (кавернами), разрешается не удалять влагу с поверхности мягкой влажной тканью, а после насыщения вынимать контейнер из воды, подвешивать его для удаления излишней влаги и через 30 мин взвешивать сначала на воздухе, а затем в воде.

Объемную массу зерен крупного заполнителя вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле (4.11). Объемную массу зерен крупного заполнителя испытанной фракции вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений, каждое из которых проводят из новой порции заполнителя.

Среднюю объемную массу зерен смеси фракции заполнителя определяют по формуле

$$\bar{m}_v = \frac{100}{\sum \frac{X_{\Pi}}{m_v}}, \quad (4.14)$$

где X_{Π} — содержание каждой используемой фракции в процентах от суммарной массы всех фракций ($\sum X_{\Pi} = 100\%$); m_v — соответствующая объемная масса зерен заполнителя каждой из используемых фракций.

Определение объемной массы исходной горной породы и зерен щебня (гравия).

Для испытания применяют следующее *оборудование*: весы технические; весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4); сушильный шкаф; сосуд для насыщения щебня (гравия) и образцов водой или для парафинирования образцов; сита из стандартного набора (3, 5, 10, 15, 20, 25, 40 и 70 мм); металлическая щетка.

Подготовка образцов или пробы. Для определения объемной массы исходной горной породы берут пять образцов камня размером 40—70 мм. Каждый образец очищают металлической щеткой от рыхлых частиц и пыли и высушивают до постоянной массы. Для этой же цели могут быть использованы образцы правильной геометрической формы, которые также высушивают до постоянной массы. Для определения объемной массы зерен щебня (гравия) крупностью до 40 мм из испытываемой фракции берут пробу массой около 2,5 кг. При испытании щебня (гравия) фракции крупнее 40 мм берут пробу массой около 5 кг, зерна крупнее 40 мм дробят до получения частиц размером не более 40 мм и пробу сокращают вдвое. Пробу высушивают до постоянной массы, просеивают сквозь сито с размером отверстий, соответствующим наименьшему размеру зерен данной фракции щебня (гравия), и из остатка на сите отвешивают две навески по 1 кг каждая.

Проведение испытания. Образцы исходной горной породы неправильной формы или навески щебня (гравия) насыщают водой, погружая их в воду комнатной температуры на 2 ч так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха образцов или щебня (гравия) не менее чем на 20 мм. Насыщенные образцы или пробу щебня (гравия) вынимают из воды, удаляют влагу с их поверхности мягкой влажной тканью и сразу же взвешивают сначала на технических весах, а затем на гидростатических весах, помещая пробу в сегчатый (перфорированный) стакан, погруженный в воду. Объемную массу вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле (4.11).

Образцы горной породы неправильной формы с мелкими открытыми порами вместе с насыщением водой разрешается покрывать пленкой парафина толщиной около 1 мм. Для этого высушенный до постоянной массы образец погружают в разогретый парафин и охлаждают на воздухе. В случае обнаружения при остывании на парафиновой пленке пузырьков или повреждений их заглаживают с помощью горячей металлической пластинки или проволоки. Подготовленный образец взвешивают на технических, а затем на гидростатических весах. Объемную массу вычисляют по формуле (4.10).

Для определения объемной массы образцов горной породы правильной формы измеряют их размеры, определяют объем, взвешивают и вычисляют объемную массу каждого образца по формуле (4.8). Объемную массу исходной горной породы или зерен щебня и гравия вычисляют как среднее арифметическое результатов определения объемной массы пяти образцов горной породы или двух навесок щебня (гравия). При этом расхождение между результатами двух определений объемной массы щебня (гравия) не должно превышать 20 кг/м³. При больших расхождениях производят третье определение и вычисляют среднее арифметическое двух ближайших значений.

§ 6. Объемная насыпная масса

Сущность испытания состоит в определении массы, измерении объема, включающего межзерновые пустоты, и вычисления объемной массы как отношения массы насыпного с определенную высоту материала к объему.

При определении объемной насыпной массы заполнителей для легкого бетона применяют следующее *оборудование*: весы технические; мерные цилиндрические сосуды (комплект); сушильный шкаф; металлическую линейку; совок.

Подготовка пробы. От средней пробы заполнителя данной фракции (смеси фракций) отбирают пробу в объеме 5—40 л и высушивают до постоянной массы.

Проведение испытания. Объемную насыпную массу определяют взвешиванием

ТАБЛИЦА 4.1

Наибольшая крупность заполнителя, мм	Объем мерного цилиндра, л	Размер цилиндра, мм	
		диаметр	высота
5 и менее	1	108	108
10	2	137	136
20	5	186	186
40	10	234	233

в мерных сосудах песка или щебня (гравия) поставляемой фракции (смеси фракций). Размер мерного сосуда принимают в зависимости от крупности заполнителя по табл. 4.1.

Высушенный до постоянной массы заполнитель высыпает с высоты 100 мм в предварительно взвешенный мерный сосуд до образования над верхом сосуда конуса, который снимают металлической линейкой вровень с краями сосуда (без уплотнения) и взвешивают.

Объемную насыпную массу заполнителя $m_V^н$, кг/м³, вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле

$$m_V^н = \frac{m - m_1}{V}, \quad (4.15)$$

где m — масса мерного сосуда с заполнителем, кг; m_1 — масса пустого сосуда, кг.

Объемную насыпную массу определяют три раза, используя каждый раз новую порцию заполнителя; вычисляют ее как среднее арифметическое результатов трех определений. Объемную насыпную массу заполнителя в состоянии естественной влажности в партии определяют три раза, при этом каждый раз берут порцию заполнителя из средней пробы. Объемную насыпную массу заполнителя в партии вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений.

Аналогично определяют объемную насыпную массу щебня (гравия).

Для определения объемной насыпной массы песка в стандартном неуплотненном состоянии применяют следующее *оборудование*: мерный цилиндрический сосуд вместимостью 1 л (внутренние размеры: диаметр 108 мм и высота 108 мм); весы технические или торговые; сушильный шкаф; металлическую линейку; сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм.

Подготовка пробы. Среднюю пробу песка массой от 5 до 10 кг (в зависимости от содержания фракции гравия) высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм. Испытания, вычисление объемной насыпной массы песка и обработку результатов измерений выполняют по аналогии с описанным выше.

§ 7. Пористость

Пористость зерен заполнителей $V_{пор}$, % по объему, вычисляют с погрешностью 0,5% по формуле

$$V_{пор} = \left(1 - \frac{m_V}{\rho} \right) 100, \quad (4.16)$$

где m_V — объемная масса зерен заполнителя в куске, кг/м³; ρ — плотность заполнителя, кг/м³.

§ 8. Объем межзерновых пустот

Объем межзерновых пустот $V_{пуст}$, %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_{пуст} = \left(1 - \frac{m_V^н}{m_V} \right) 100, \quad (4.17)$$

где $m_V^н$ — объемная насыпная масса заполнителя, кг/м³; m_V — объемная масса заполнителя в куске, кг/м³.

При невозможности определения объемной массы крупного заполнителя, в соответствии с § 5 гл. 4, можно экспериментально определять $V_{пуст}$ следующим менее точным способом. Фракцию или поставляемую смесь заполнителя укладывают в мерный сосуд (см. § 6 гл. 4) (размеры мерного сосуда в зависимости от крупности заполнителя принимают по табл. 4.1). После укладки заполнителя сосуд покрывают мелкорешетчатой крышкой и полностью заливают водой. Через 2 ч из сосуда сливают воду, оставляя его опрокинутым на решетке в течение 30 мин. Затем сосуд с заполнителем взвешивают, наливают в него воду до тех пор, пока вода не заполнит его до краев, и вторично взвешивают. По массе долитой в сосуд воды (в кг) вычисляют объем межзерновых пустот $V_{пуст}$, % по объему, с погрешностью 0,5% по формуле

$$V_{пуст} = \frac{m}{V} 100, \quad (4.18)$$

где m — масса долитой воды, кг; V — объем сосуда, м³.

Объем межзерновых пустот в заполнителях вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений, каждое из которых производят на новых порциях пробы заполнителя.

§ 9. Зерновой состав

Сущность испытания состоит в просеивании заполнителей через набор стандартных сит и определении остатков заполнителей на каждом сите.

При определении зернового состава заполнителей для легкого бетона применяют следующее *оборудование*: весы технические; мерные сосуды вместимостью 1, 2,

5, 10 и 20 л; мерный цилиндр вместимостью 1000 мл; набор сит с квадратными отверстиями (сетки) размерами в свету 0,14; 0,315; 0,63; 1,25 и круглыми (штампрованными) отверстиями диаметром 2,5; 5; 10; 20 и 40 мм (рамки сит по форме могут быть круглыми или квадратными с диаметром или боковой стороной не менее 300 мм); сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55.

Подготовка пробы. Пробу песка или смеси фракций крупного заполнителя, отобранную от средней пробы, в объеме 2—20 л высушивают до постоянной массы.

Проведение испытания. Зерновой состав смеси фракций крупного заполнителя или песка определяют, рассеивая их на отдельные фракции. Для этого сначала определяют массу высушенной частной пробы M и просеивают ее через набор стандартных сит. Просеивание сквозь сита производят последовательно, начиная с сита с большим размером отверстия к меньшему. Пробу рассеивают небольшими порциями (частями пробы) механическим или ручным способом, при этом толщина слоя заполнителя на сите должна быть не более $\frac{1}{3}$ высоты сита. Просеивание считают законченным, если при неоднократном встряхивании сита не наблюдается падения зерен заполнителя. Продолжительность просеивания не должна превышать 15 мин.

Остатки заполнителя на каждом сите взвешивают, а затем подсчитывают сумму частных остатков Σm на всех ситах и поддоне. Если Σm отличается от исходной массы пробы M более, чем на 2%, то испытание повторяют на новой пробе заполнителя. При разнице между Σm и M менее 2% определяют зерновой состав по массе, вычисляя частные остатки на ситах в процентах с погрешностью 0,1%, а также полные, равные сумме частных остатков по массе на данном и всех вышележащих ситах с большими размерами отверстий.

Для определения зернового состава заполнителя по объему полученные частные остатки по массе на каждом сите делят на соответствующие значения объемных насыпных масс полученных отдельных фракций (зерновой состав по насыпному объему) или на их объемные массы зерен (зерновой состав по абсолютному объему для щебня или гравия).

Объемные насыпные массы и объемные массы зерен щебня (гравия) отдельных фракций определяют в соответствии с методикой, описанной в § 5 и 6 гл. 4. Если количество заполнителя данной фракции окажется недостаточным для определения его объемной насыпной массы, допускается определять объемную насыпную массу этой фракции в мерных сосудах меньшего объема (не менее 1 л при предельной крупности 20 мм и 2 л при предельной крупности 40 мм), а для песка — непосредственно объемы в мерном цилиндре

3*

вместимостью 1000 мл. На основании полученных данных определяют суммарный объем просеянной пробы как сумму частных остатков по объему на всех ситах и поддоне ΣV . Далее вычисляют в процентах от суммарного объема проб частные и полные остатки по объему с погрешностью 0,1%.

Результаты ситового анализа выражают кривыми просеивания, которые строят отдельно для крупных заполнителей и песка. По горизонтальной оси графика откладывают размеры отверстий сит в миллиметрах, а по оси ординат — полные остатки на ситах в процентах по массе или объему.

При определении зернового состава не фракционированного щебня (гравия) используют следующее **оборудование:** весы настольные гирные или дифферлатные по ГОСТ 13882—68 и платформенные по ГОСТ 16083—70; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сита из стандартного набора (3, 5, 10, 15, 20, 25, 40 и 70 мм); сито с сеткой № 014; калибры проволочные круглые диаметром 100, 120 мм и более (в зависимости от предельной крупности зерен испытываемого материала).

Проведение испытания. Масса пробы испытываемого щебня (гравия) зависит от его крупности (см. ниже). При этом следят за тем, чтобы в состав пробы были включены в соответствующем количестве и самые мелкие (песочные) фракции, присутствующие в щебне (гравии).

Наибольшая крупность зерен щебня (гравия), мм	Масса пробы, кг, не менее
До 10	5
» 20	10
» 40	20
» 70	30
Выше 70	50

Пробу щебня (гравия) одновременно или частями просеивают через набор сит, собранных в колонку, и одновременно промывают водой. При этом толщина слоя щебня (гравия) на каждом из сит не должна превышать наибольшего размера зерен щебня (гравия). На зернах щебня (гравия) после рассева не должно оставаться глинистой пленки или прилипших частиц пыли и песка. Пробу сильно загрязненного щебня (гравия) при наличии на его зернах высохшей глинистой пленки предварительно размачивают в воде и сливают эту воду вместе со щебнем и с осадком глины на верхнее сито набора.

Частнцы, прошедшие вместе с водой через нижнее сито с отверстиями размером 0,14 мм, отбрасывают. Остатки щебня (гравия) на каждом из сит высушивают до постоянной массы и взвешивают, определяя тем самым частные остатки на всех ситах: $m_{0,14}$; m_3 ; m_5 ; ...; m_{70} , г. Затем определяют суммарную массу просеянной пробы (в

граммах) как сумму частных остатков на всех ситах.

При наличии остатка на сите с отверстиями размером 70 мм определяют также необходимый для построения кривой просеивания предельный размер зерен щебня (гравия), соответствующий диаметру калибра, через который проходят все зерна этого остатка. По данным испытания вычисляют в процентах от суммарной массы пробы Σm частные остатки $a_i = \frac{m_i}{\Sigma m} 100$,

а также полные остатки, равные сумме частных остатков на данном и на всех вышележащих ситах с большим размером отверстий.

По результатам этих определений строят кривую просеивания, характеризующую зерновой состав испытываемого щебня (гравия). По горизонтальной оси графика откладывают в принятом масштабе (допускается использовать логарифмический масштаб) размеры отверстий контрольных сит от 0,14 до 70 мм; при наличии в пробе остатка на сите 70 мм на графике откладывают также предельный размер зерен, определенный с помощью калибра. По вертикали сверху вниз откладывают полные остатки на каждом из сит в процентах. При этом нуль процентов соответствует размеру отверстий сита, полный остаток на котором равен нулю, или предельному размеру зерен в пробе, определенному с помощью калибра, а 100% соответствует ситы с отверстиями размером 0,14 мм.

Полученные точки графика соединяют плавной кривой. Пример такого графика приведен на рис. 4.6

Наибольшую и наименьшую крупность щебня (гравия) испытываемой пробы характеризуют размерами отверстий сит, полные остатки на которых, определенные по кривой просеивания, составляют соответственно 5% ($D_{\text{наиб}}$) и 95% ($D_{\text{наим}}$). Значения этих размеров округляют в большую сторону до ближайших размеров стандартных сит.

При определении зернового состава щебня (гравия) данной фракции и используют следующее *оборудование*: весы настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68 или платформенные по ГОСТ 16083—70; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сита (4 шт.) с размерами отверстий, соответствующими номинальным размерам зерен данной фракции: 1,25 $D_{\text{наиб}}$; $D_{\text{наиб}}$; 0,5 ($D_{\text{наим}} + D_{\text{наиб}}$); $D_{\text{наим}}$.

Проведение испытания. Из щебня (гравия) данной фракции, высушенного до постоянной массы, берут пробу (масса пробы определяется крупностью зерен, см. с. 35), которую просеивают сквозь четыре сита и определяют частные и полные остатки на каждом сите в процентах от массы всей пробы. Полученные значения полных остатков на каждом из контрольных сит сопоставляют с требованиями ГОСТ 8267—75, ГОСТ 8268—74 и ГОСТ 10260—

74 к зерновому составу щебня (гравия). При значительном расхождении с этими требованиями определяют (при необходимости) полный зерновой состав пробы щебня (гравия).

При отсутствии сит с отверстиями, диаметр которых точно равен 1,25 $D_{\text{наиб}}$ и 0,5 ($D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}}$), разрешается пользоваться ситами стандартного набора, размеры отверстий которых наиболее близки к требуемым.

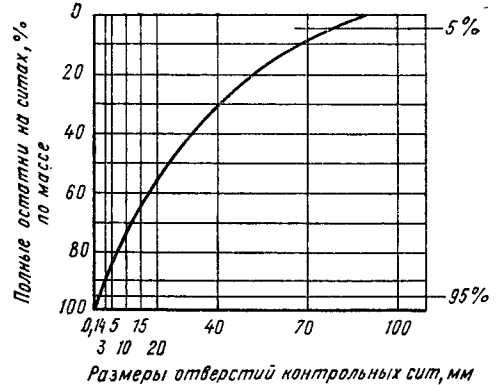


Рис. 4.6. Пример кривой просеивания, характеризующей зерновой состав испытываемого щебня (гравия) — крупность гравия 3—80 мм ($D_{\text{наим}} = 3$ мм; $D_{\text{наиб}} = 80$ мм); содержание песка (зерен < 5 мм) — 15%

При определении зернового состава и модуля крупности песка применяют следующее *оборудование*: весы технические или торговые; набор сит с сетками № 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 по ГОСТ 3584—73 и с круглыми отверстиями диаметром 10, 5 и 2,5 мм (рамки сит могут быть круглыми или квадратными с диаметром или боковой стороной не менее 100 мм); сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55.

Проведение испытания. Высушенную до постоянной массы пробу песка просеивают сквозь сита с круглыми отверстиями диаметром 10 и 5 мм. Остатки на ситах взвешивают и вычисляют процентное содержание в песке фракций гравия с размером зерен 5—10 мм (G_{p5}) и выше 10 мм (G_{p10}) с погрешностью 0,1% по формулам:

$$G_{p10} = \frac{m_{10}}{M} 100; \quad G_{p5} = \frac{m_5}{M} 100, \quad (4.19)$$

где m_{10} и m_5 — остатки на ситах с круглыми отверстиями диаметром соответственно 10 и 5 мм, кг; M — масса пробы, кг.

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные сита, отбирают навеску массой 1 кг m для определений зернового состава песка без фракций гравия. При оценке качества песка это определение производят после предварительной промывки с отмучиванием полученной навески. В этом случае содержание отмучиваемых частиц вклю-

чают в проход сквозь сито с сеткой № 014 и в обшую массу навески. При массовых испытаниях разрешается после промывки с отмучиванием просеивать навеску песка (без фракций гравия) массой 0,5 кг. При контроле качества песка разрешается просеивать навеску без предварительной промывки, за исключением случаев испытания песка со значительным содержанием глинистых примесей.

Подготовленную указанным выше способом навеску песка просеивают сквозь набор сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и с сетками № 1,25; 063; 0315 и 014 по ГОСТ 3584—73 механическим или ручным способом. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин через него проходило не более 0,1% общей массы просеиваемой навески. При механическом просеивании его продолжительность для принятого прибора устанавливают опытным путем.

При ручном просеивании разрешается определять окончание просеивания следующим упрощенным способом: каждое сито интенсивно трясут над листом бумаги до тех пор, пока не прекращается падение зерен песка. Остатки на каждом сите m_i взвешивают с погрешностью 0,1%.

По результатам просеивания вычисляют:

а) частный остаток a_i на каждом сите как отношение массы остатка на данном сите к массе просеиваемой навески в процентах по формуле

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100, \quad (4.20)$$

где m_i — масса остатка на данном сите, кг; m — масса просеиваемой навески, кг;

б) полный остаток на каждом сите как сумму частных остатков на всех ситах с большим размером отверстий плюс остаток на данном сите, %, по формуле

$$A_i = a_{2,5} + \dots + a_i, \quad (4.21)$$

где $a_{2,5} + \dots + a_i$ — частные остатки на ситах с большим размером отверстий, начиная с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм, %; a_i — частный остаток на данном сите, %;

в) модуль крупности песка M_K с погрешностью 0,1% по формуле

$$M_K = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{063} + A_{0315} + A_{014}}{100}, \quad (4.22)$$

где $A_{2,5}, A_{1,25}, A_{063}, A_{0315}, A_{014}$ — полные остатки на соответствующих ситах, %.

Результаты определения зернового состава песка записывают в форме таблицы или изображают графически в виде кривой просеивания в линейном масштабе. При определении зернового состава фракционированных песков результаты испыта-

ния записывают только в виде таблиц. Модуль крупности в этом случае не определяют.

§ 10. Коэффициент формы зерен крупного пористого заполнителя

От частной пробы данной фракции объемом 1—3 л отбирают кварцеванием пробу, содержащую не менее 30 зерен, и измеряют штангенциркулем с погрешностью 1 мм их наибольшие и наименьшие размеры. Для каждого зерна вычисляют коэффициент формы по формуле

$$K_{\phi} = D_{\max}/D_{\min}, \quad (4.23)$$

где D_{\max} и D_{\min} — соответственно наибольший и наименьший размеры зерна, мм.

По полученным данным вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента формы зерен и устанавливают содержание в % зерен с коэффициентом формы более 2,5.

§ 11. Удельная поверхность песка

Для испытания применяют следующее оборудование: пневматический поверхностестермер (рис. 4.7); колбы широкогорлые вместимостью 250 мл (3 шт.); весы технические; сушильный шкаф; секундомер; сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм.

Подготовка прибора. Баллон манометра, смонтированного в корпусе 1 поверхностестера (см. рис. 4.7), заполняют подкрашенной водой так, чтобы уровень ее в трубке стоял на нуле шкалы. Для каждого вновь изготовленного прибора, а в дальнейшем периодически, определяют его константу K и объем V , см³, занимаемый песком в гильзе 10 по формулам:

$$K = \sqrt{\pi d^2/4}; \quad V = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (4.24)$$

где d — фактический внутренний диаметр гильзы, мм; h — высота слоя песка в гильзе, мм.

Внутренний диаметр гильзы 10 измеряют с погрешностью 0,1 мм. Высота слоя песка в гильзе измеряется при вставленном в гильзу плунжере 9 с погрешностью 0,5 мм. Константа K для стандартного прибора составляет 0,578, а объем песка в гильзе 75 см³. Перед началом проверяют герметичность прибора; aspirатор 5 через резиновую трубку 3 и кран 4 при открытом кране 2 заполняют водой; затем оба краия закрывают, зажимают конец резиновой трубки, идущей к гильзе 10, и открывают сливной кран 8. Начавшийся ток воды должен быстро прекратиться, что будет свидетельствовать о герметичности соединений прибором. В противном случае следует найти и ликвидировать место просоча воздуха.

Правильность показаний прибора перед определением удельной поверхности испытываемого песка проверяют контрольным измерением удельной поверхности ка-

кого-либо стандартного порошка с известной удельной поверхностью. Для этого проверяемым прибором определяют удельную поверхность стандартного порошка и по полученной величине $S_{оп}$ и известной удельной поверхности стандартного порошка

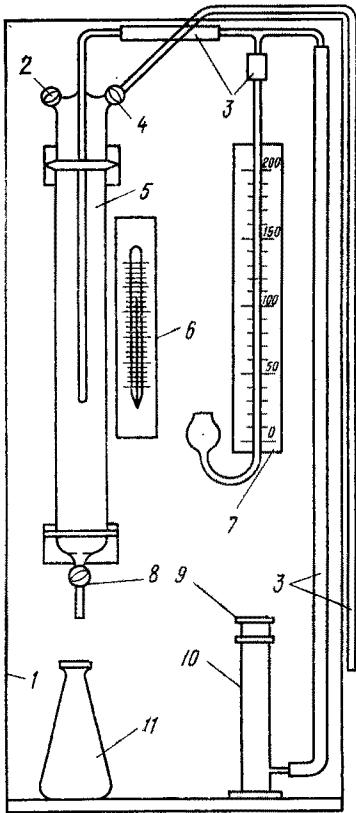


Рис. 4.7. Прибор для определения удельной поверхности песка (пневматический поверхностемер)

$S_{ст}$ вычисляют поправочный коэффициент a по формуле

$$a = S_{ст} / S_{оп}$$

Поправочный коэффициент, если его значение будет отличаться от единицы на $\pm 0,05$ и более, вводится в расчетную формулу для определения удельной поверхности песка данным прибором.

При контрольной проверке прибора стандартным порошком высота слоя последнего в гильзе должна составлять 30 мм, для чего в гильзу вставляют пустотелый цилиндрический вкладыш высотой 120 мм и на него укладывают решетку. Константу прибора K и объем порошка в гильзе V вычисляют для этих условий особо.

Подготовка пробы. Из средней пробы песка, просеянной сквозь сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм, берут навеску около 300 г и высушивают до постоянной массы.

Проведение испытания. В гильзу 10 пневматического поверхностемера вкладывают перфорированную бронзовую решетку и на нее кладут кружок фильтровальной бумаги. Затем всыпают в гильзу часть испытуемого песка. Гильзу при этом слегка постукивают о стол, уплотняя песок. Сверху на песок накладывают второй кружок фильтровальной бумаги и в гильзу вставляют плунжер 9 так, чтобы он своими упорами дошел до верхнего края гильзы, слегка допрессовывая песок. Гильзу с песком при помощи резиновой трубки присоединяют к наполненному водой аспиратору 5, при этом краны 2, 4 и 8 должны быть закрыты.

Затем плунжер из гильзы вынимают и открывают сливной кран 8 аспиратора 5. Когда на водяном манометре 7 установится постоянное разрежение, зависящее от крупности песка, под струю воды подставляют колбу 11 и одновременно включают секундомер. Истечение воды продолжается до тех пор, пока ее уровень снижаясь не дойдет на 1—20 мм до открытого конца внутренней трубы аспиратора. В этот момент отмечают по манометру разрежение в сантиметрах водяного столба, закрывают сливной кран 8 и выключают секундомер, фиксируя продолжительность опыта в секундах. Затем определяют количество воды в колбе в кубических сантиметрах по разности масс пустой колбы (до опыта) и колбы с водой или непосредственным измерением в мерном цилиндре. Температуру во время опыта контролируют термометром 6.

После окончания опыта песок из гильзы высыпают, взвешивают с погрешностью 0,1 г и определяют его объемную насыпную массу m_v , кг/м³, в состоянии уплотнения отвечающем опыту, по формуле

$$m_v = m/V, \quad (4.25)$$

где V — объем песка в гильзе; m — масса высыпанного из гильзы песка.

Далее определяют плотность испытуемого песка и рассчитывают его пустотность в долях единицы α по формуле

$$\alpha = 1 - \frac{m_v}{\rho}, \quad (4.26)$$

где m_v — объемная насыпная масса песка, кг/м³; ρ — плотность песка, кг/м³.

На основании этих определений вычисляют удельную поверхность песка S , см²/г по формуле

$$S = \frac{14K}{\rho} \sqrt{\frac{H\Gamma}{V_B}} \sqrt{\frac{1}{\eta}} \times \sqrt{\frac{m^3}{(1-\alpha)^2}}, \quad (4.27)$$

где K — константа прибора; H — разрежение в приборе по манометру в момент опыта; Γ — продолжительность опыта (истечения воды из ас-

пиратора). с; V_v — объем воздуха, прошедшего в процессе опыта через слой песка, равный объему воды в колбе после опыта, см³; α — густотность песка в долях единицы; η — вязкость воздуха при температуре опыта, Па·с.

Значения $\sqrt{1/\eta}$ при разных температурах опыта приведены ниже:

Температура воздуха, °С	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\sqrt{1/\eta}$	74,41	75,21	75	74,49	74,58	74,37	74,16	73,96	73,78	73,58	73,38

Вычисленную удельную поверхность песка умножают на поправочный коэффициент α , полученный при контрольной проверке прибора. Удельную поверхность песка определяют два раза, каждый раз на новой порции песка из подготовленной для испытания навески. Расхождение между результатами двух определений не должно превышать 5%. При больших расхождениях производят третье определение и учитывают два ближайших значения. Удельную поверхность вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений.

Аналогичным способом производят определение удельной поверхности цемента.

§ 12. Содержание в щебне (гравии) дефектных зерен

При определении содержания пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен используют следующее *оборудование*: весы настольные гириные или циферблатные по ГОСТ 13882—68 и платформенные по ГОСТ 16083—70; передвижной шаблон (рис. 4.8) или штангенциркуль; сита из стандартного набора (3, 5, 10, 15, 20, 25, 40 и 70 мм).

Подготовка пробы. От каждой фракции испытываемого щебня (гравия) берут пробу:

Размер фракции, мм	5—10	10—20	20—40	40—70 и более
Масса пробы, кг, не менее	0,25	1	5	15

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) или игловатой формы определяют отдельно для каждой фракции щебня (гравия). При содержании в испытываемом щебне (гравии) какой-либо фракции в количестве, меньшем 5% по массе, определение в этой фракции не проводят.

Проведение испытания. Из пробы щебня (гравия) каждой фракции визуально отбирают зерна, толщина или ширина которых меньше длины в 3 и более раза. В сом-

нительных случаях отношение размеров зерен определяют с помощью передвижного шаблона (см. рис. 4.8) или штангенциркуля. При использовании шаблона измеряемое зерно устанавливают наибольшим размером между губками шаблона и положение шаблона фиксируют стопорным

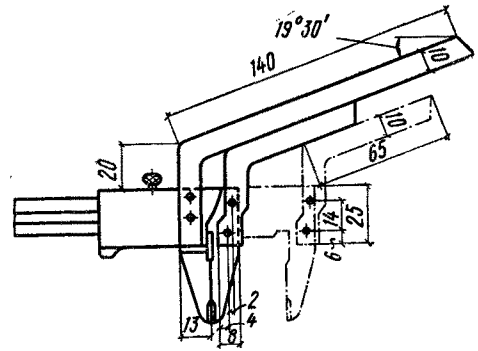


Рис. 4.8. Передвижной шаблон для определения содержания в щебне (гравии) дефектных зерен

начала взвешивают все отобранные пластинчатые и игловатые зерна, а затем отдельно все остальные зерна.

Содержание в каждой фракции щебня (гравия) пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен M , %, вычисляют с погрешностью 1% по формуле

$$M = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot 100, \quad (4.28)$$

где m_1 — масса зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм, кг; m_2 — масса остальных зерен, кг.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм по пробе щебня (гравия) в целом вычисляют как средневзвешенное результатов испытаний каждой фракции.

При определении содержания зерен слабых и выветрелых пород применяют следующее *оборудование*: весы настольные гириные или циферблатные по ГОСТ 13882—68 и лабораторные по ГОСТ 19491—74; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сита из стандартного набора; лупы минералогические; иглы стальную и алюминевую; молоток.

Проведение испытания. При разборке щебня из естественного камня, гравия и щебня из гравия, состоящих из зерен осадочных и изверженных туфогенных пород, выделяют зерна слабых пород с пределом прочности при сжатии в насыщенном водой состоянии менее 20 МПа; для изверженных пород выделяют зерна выветрелых пород с пределом прочности при сжатии в насыщенном водой состоянии менее 80 МПа, а для метаморфических пород — менее 40 МПа.

При выделении зерен слабых и выветрелых пород руководствуются следующими отличительными признаками: зерна слабых и выветрелых пород, как правило, разламываются руками и разрушаются легкими ударами молотка. При царапании стальной иглой зерен изверженных и метаморфических пород и алюминиевой иглой зерен осадочных карбонатных пород на их поверхности остается царапина; слабые зерна карбонатных пород обычно имеют округленную форму, без выступов и острых углов.

Отобранные из пробы зерна слабых и выветрелых пород взвешивают и вычисляют их содержание M , %, с погрешностью 0,1% по формуле:

$$M = \frac{m_1}{m} 100, \quad (4.29)$$

где m_1 — масса зерен слабых и выветрелых пород, кг; m — общая масса пробы, кг.

Для уточнения содержания зерен слабых и выветрелых пород в щебне может быть использован механический индикатор прочности камня типа Т-3 (рис. 4.9). В зависимости от размера испытываемой фракции щебня устанавливают на приборе сменный щелевой упор 4 с шириной щели 2,9 мм для зерен фракции 10—20 мм и с шириной щели 4,2 мм — для более крупных зерен. При этом расстояние между краем ребер и щелевого упора и осью, проходящей через острия зубьев 1 и 2 прибора, должно быть равно ширине щели.

Каждое выделенное при разборке пробы щебня сомнительное по прочности зерно вставляют клиновидным концом между зубьями прибора до упирания в ребра щелевого упора. После этого вращением диска 5 винтового механизма прибора сжимают зубья 1 и 2 и «откусывают» ими кусочек камня. По контрольной стрелке манометра 3 определяют предел прочности камня при растяжении. Шкала манометра градуирована для случая, когда ширина щели равна 4,2 мм; при применении упора со щелью 2,9 мм показания манометра удваивают.

Для перехода от показаний прибора к пределу прочности камня при сжатии предварительно устанавливают переходный коэффициент по данным испытания образцов породы правильной формы сжатием на прессе и кусков той же породы механическим индикатором прочности камня типа Т-3. Зерна щебня, прочность которых ниже пределов, указанных в данном пункте, и их осколки взвешивают и уточняют содержа-

ние в пробе зерен слабых или выветрелых пород.

При определении содержания дробленых зерен в щебне из гравия применяют следующее *оборудование*: весы настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68; лупу минералогическую.

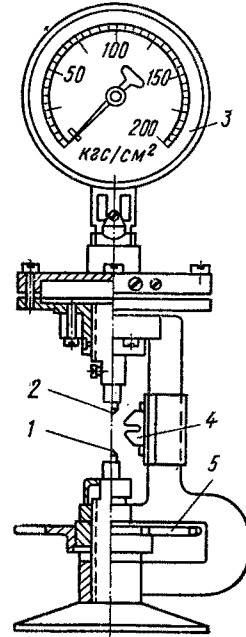


Рис. 4.9. Механический индикатор прочности камня типа Т-3

Из испытываемой фракции щебня (гравия) берут пробу в соответствии с размером фракции (с. 39) в воздушно-сухом состоянии, просеивают ее сквозь сито с размерами отверстий, равными $D_{\text{наиб}}$ и $D_{\text{наим}}$, а затем взвешивают остатки на сите с размером отверстий $D_{\text{наим}}$.

Проведение испытания. Внешним осмотров (применяя в необходимых случаях лупу) выделяют дробленые зерна, поверхность которых околота более чем наполовину. Дробленые зерна взвешивают и определяют их содержание в пробе M , %, по формуле, аналогичной (4.29), где m_1 — масса дробленых зерен, кг; m — масса пробы, кг.

§ 13. Стабильность показателей качества щебня (гравия) (определение статистическим методом)

Основными статистическими характеристиками показателей качества щебня (гравия) — содержания зерен менее $D_{\text{наим}}$, более $D_{\text{наиб}}$ и пылевидных и глинистых частиц, используемыми при контроле качества, являются:

X — каждое значение показателя по результатам испытаний за контролируемый период (n сут);

\bar{X} — среднее арифметическое значение показателя по результатам испытаний за контролируемый период:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X}{n}; \quad (4.30)$$

δ — среднее квадратическое отклонение показателей за контролируемый период (в пределах $X \pm 2\delta$ находится 95,4% всех результатов испытаний):

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}; \quad (4.31)$$

V — коэффициент вариации данного показателя, позволяющий судить об относительной его изменчивости [чем выше коэффициент вариации, тем менее стабильно качество щебня (гравия)]:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100. \quad (4.32)$$

Определение указанных показателей и построение гистограммы распределения обеспечивает оценку стабильности качества выпускаемого щебня (гравия) и дает возможность определить, какой объем его отвечает требованиям стандарта, превышает эти требования или имеет отклонение от них.

Для построения гистограммы распределения оценивают размах колебаний R — разницу между максимальным и минимальным значением определяемого показателя:

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (4.33)$$

Далее группируют результаты отдельных определений по классам, отличающимся друг от друга на определенную величину, называемую интервалом. При выборе интервала следует учитывать, что число классов в каждой обрабатываемой совокупности результатов должно быть не меньше 8—10. Значение интервала принимается по формуле

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{8}. \quad (4.34)$$

На горизонтальной оси графика в масштабе откладывают значения оцениваемых показателей, соответствующие принятым значениям интервалов. По вертикальной оси для каждого интервала откладывают число результатов в группе n_i , % (частость) от общего числа результатов, т. е.

$$\frac{n_i}{n} \cdot 100. \quad (4.35)$$

Пример обработки результатов определения содержания в щебне из карбонатных пород марки 400 пылевидных и глинистых частиц в течение месяца.

Значения результатов сменных испытаний: $X_i = 0,8; 0,6; 1,6; 1,2; 2,2; 1,8; 2,7; 3,1; 1,3; 1,9; 2,9; 3,4; 4,1; 3,6; 2,8; 0,9; 1,4; 1,7; 1,8; 2,1; 2,6; 2,3; 2,4; 2,2; 2,1; 2,7; 2,9; 2,4; 2,3; 2,5\%$.

Среднее арифметическое результатов испытаний:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = 2,2\%.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} = 0,84\%.$$

Коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma \cdot 100}{\bar{X}} = 38,2\%.$$

Группировка результатов испытаний приведена в табл. 4.2.

ТАБЛИЦА 4.2

Граница классов	Число испытаний n_i	Частость, % $y_i = \frac{n_i}{n} \cdot 100$
0—0,5	I	3,3
0,5—1	II	6,7
1—1,5	III	10
1,5—2	IIII	16,7
2—2,5	IIIIII	30
2,5—3	IIII	20
3—3,5	II	6,7
3,5—4	I	3,3
4—4,5	I	3,3

Гистограмма, построенная по данным табл. 4.2, показана на рис. 4.10.

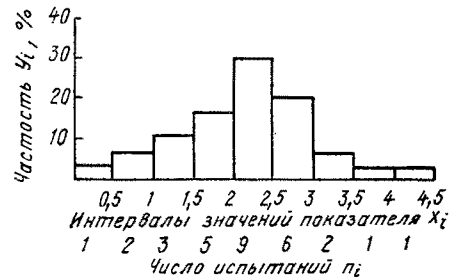


Рис. 4.10. Гистограмма распределения показателей качества щебня (гравия)

§ 14. Прочность при сжатии исходной горной породы и природных заполнителей

Для испытания применяют следующее оборудование: гидравлический пресс с усилием 200—500 кН; бурильный или камнерезный станок; шлифовальный станок для

камня; сушильный шкаф; весы технические; штангенциркуль; стальной угольник (90°).

Подготовка образцов. Из пробы горной породы с помощью бурильного или камнерезного станка изготавливают пять образцов в виде цилиндров диаметром и высотой 50 мм или кубов с ребром 50 мм. Грани образцов, к которым прикладывают нагрузку пресса, обрабатывают на шлифовальном станке (круге), при этом должна быть обеспечена параллельность указанных граней. Правильность формы образцов проверяют стальным угольником. Для горных пород с выраженной слоистостью ось образца, по направлению которой производится сжатие, должна быть перпендикулярна к направлению слоев породы.

Допускается испытание полученных в процессе разведочного бурения кернов диаметром от 50 до 160 мм. При этом высота керна должна быть равной его диаметру. КERN должен иметь правильную форму, пришлифованные торцы и не иметь внешних повреждений. Оси кернов должны быть перпендикулярны к направлению слоев породы.

Проведение испытания. Образцы высушивают до постоянной массы, измеряют штангенциркулем и испытывают на гидравлическом прессе, повышая давление со скоростью 0,2—0,3 МПа в 1 с до разрушения образцов.

Предел прочности образцов при сжатии $R_{сж}$, МПа, вычисляют с погрешностью 0,1 МПа по формуле

$$R_{сж} = P/F, \quad (4.36)$$

где P — разрушающая сила, Н; F — площадь поперечного сечения образцов, см².

Предел прочности при сжатии пробы горной породы вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания пяти образцов, при этом указывают также верхний и нижний предел прочности отдельных образцов.

§ 15. Прочностные характеристики при сдавливании в цилиндре

При определении прочности крупного заполнителя применяют следующее *оборудование*: гидравлический пресс по ГОСТ 8905—67 с максимальным усилием 150—250 кН; стальной цилиндр с поддоном и пуансоном (рис. 4.11), площадь поперечного сечения которого составляет 16,7 см²; весы технические; совок.

Проведение испытания. Из высушенной пробы крупного заполнителя данной фракции, по которой определяют ее объемную насыпную массу, отвешивают навеску объемом 2 л и совком насыпают с высоты 100 мм в стальной цилиндр так, чтобы после разравнивания верхний уровень заполнителя примерно на 50 мм не доходил до верхнего края цилиндра. Затем в цилиндр вставляют пуансон. При этом нижняя риска на пуансоне должна совпасть с верхним краем

цилиндра. В случае, если риска не совпадет с краем цилиндра, необходимо изъять или добавить заполнитель с тем, чтобы обеспечить точное совпадение нижней риски и верхнего края цилиндра; допускается при положении риски пуансона выше уровня верха цилиндра не более чем на 5 мм обеспечивать совпадение уровней нижней риски пуансона и верхнего края цилиндра за счет легкого притирания пуансона.

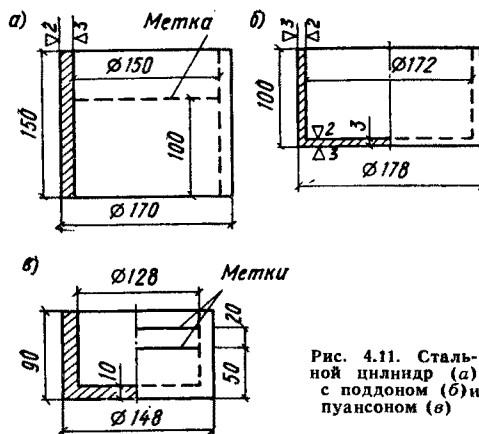


Рис. 4.11. Стальной цилиндр (а) с поддоном (б) и пуансоном (в)

Остаток заполнителя, не вошедший в цилиндр, взвешивают и по разности масс взятой навески и этого остатка определяют массу заполнителя в цилиндре. Разделив полученную массу заполнителя на его объем в цилиндре (1770 см³), находят объемную насыпную массу щебня (гравия).

Если отклонения этой объемной массы от объемной насыпной массы испытываемой фракции, определенной по § 6 гл. 4, превышают +2, —5% для фракций до 20 мм и +1, —8% для фракций 20—40 мм, то повторно определяют объемную массу в цилиндре на другой навеске заполнителя.

При совпадении объемной насыпной массы заполнителя в цилиндре с объемной массой сухого заполнителя, определенной по § 6 гл. 4 (в пределах допустимого разброса), заполнитель испытывают на прочность. Для этого цилиндр с пуансоном помещают на плиту гидравлического пресса, сдавливают заполнитель до погружения пуансона на 20 мм (до верхней риски) и отмечают показание манометра в этот момент.

Вдавливать пуансон следует без перекоса со скоростью 0,5—1 мм/с. Предел прочности при сжатии крупного заполнителя в цилиндре (в Па) вычисляют с погрешностью 0,01 МПа по формуле (4.36). Прочность заполнителя отдельной фракции в цилиндре вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений, каждое из которых проводят на новой навеске.

При определении *дробимости щебня (гравия) при сжатии*

(раздавливании) применяют следующее *оборудование*: пресс гидравлический с усилием до 10 кН или 500 кН; цилиндры стальные со съемным дном и плунжером, с внутренними диаметрами 75 и 150 мм (рис. 4.12); весы настольные гириные или циферблатные по ГОСТ 13882—68; сита из стандартного набора; сито с отверстиями диаметром 2,5 и 1,25 мм по ГОСТ 3584—73; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55;

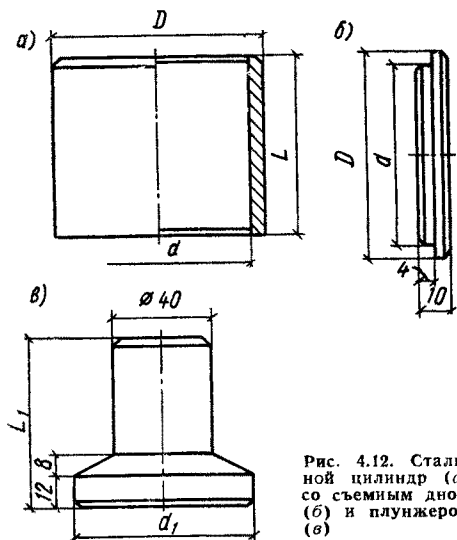


Рис. 4.12. Стальной цилиндр (а) со съемным дном (б) и плунжером (в)

сосуд для насыщения щебня (гравия) водой.

Размеры цилиндров в мм (см. рис. 4.12) даны в табл. 4.3.

ТАБЛИЦА 4.3

D	d	d_1	L	L_1
87	75	73	75	70
170	150	148	150	120

Подготовка пробы. Щебень (гравий) фракций 5—10, 10—20 или 20—40 мм просеивают сквозь два сита с отверстиями размерами, соответствующими наибольшей $D_{\text{наиб}}$ и наименьшей $D_{\text{наим}}$ крупности испытываемой фракции. Из остатка на сите с отверстиями размером, равным $D_{\text{наим}}$, отбирают пробу массой не менее 6 кг для испытания в цилиндре диаметром 150 мм и не менее 0,8 кг для испытания в цилиндре диаметром 75 мм.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, пробы готовят рассеванием исходного материала на стандартные фракции, и каждую фракцию испытывают отдельно. Щебень и гравий крупнее 40 мм предварительно дробят и испытывают фрак-

ции 10—20 или 20—40 мм. При одинаковом петрографическом составе щебня (гравия) фракций 20—40 и 40—70 мм прочность последней разрешается характеризовать результатами испытания фракции 20—40 мм. Испытывать щебень (гравий) разрешается как в сухом, так и в насыщенном водой состоянии.

Пробу щебня (гравия) для испытания в сухом состоянии высушивают до постоянной массы, а для испытания в насыщенном водой состоянии — погружают в воду на 2 ч. После насыщения водой с поверхности зерен щебня (гравия) удаляют влагу мягкой влажной тканью.

Проведение испытания. Для определения марки щебня (гравия) применяют цилиндр диаметром 150 мм. Для текущего контроля качества щебня (гравия) фракций 5—10 и 10—20 мм разрешается применять также цилиндр диаметром 75 мм. При испытании щебня (гравия) в цилиндре диаметром 75 мм из подготовленной пробы берут навеску 400 г; при испытании щебня (гравия) в цилиндре 150 мм — навеску 3 кг. Навеску щебня (гравия) насыпают в цилиндр с высоты 50 мм, вставляя плунжер и цилиндр помещают на нижнюю плиту пресса.

Повышая давление пресса на 1—2 кН в 1 с, доводят его при испытании щебня (гравия) в цилиндре диаметром 75 мм до 50 кН, а при испытании в цилиндре диаметром 150 мм — до 200 кН. Раздробленную в цилиндре пробу просеивают сквозь сито, размеры отверстий которого зависят от размера фракций:

Размер фракции, мм	5—10	10—20	20—40
Размер отверстий сита, мм	1,25	2,5	5

При испытании щебня (гравия) в насыщенном водой состоянии пробу на сите тщательно промывают водой и удаляют поверхностную влагу с зерен щебня (гравия) мягкой влажной тканью. Остаток щебня (гравия) на сите после сухого или мокрого просеивания взвешивают и определяют показатель дробимости D_p , %, с погрешностью 1% по формуле

$$D_p = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (4.37)$$

где m_1 — испытываемая навеска щебня (гравия), кг; m_2 — масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня (гравия), кг.

Показатель дробимости определяют как среднее арифметическое двух параллельных испытаний. При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, показатель дробимости вычисляют как средневзвешенное результатов

испытания отдельных составляющих фракций.

При определении коэффициента размягчения крупного заполнителя из исходной горной породы используют аппаратуру, применяемую для определения прочности этих материалов при сдавливании в цилиндре.

Подготовка проб крупного заполнителя или образцов горной породы. Приготавливается удвоенное количество крупного заполнителя или образцов исходной горной породы, необходимых для определения прочности щебня (гравия) или горной породы при сдавливании в цилиндре. Затем пробу или образцы делят на две партии так, чтобы средние объемные массы заполнителя или образцов в каждой партии отличались между собой не более чем на 5%. Одну партию заполнителя или образцов насыщают водой в течение 48 ч.

Проведение испытания. Крупный заполнитель или образцы исходной горной породы испытывают на прочность в сухом и насыщенном водой состоянии.

Коэффициент размягчения K_p вычисляют с погрешностью 0,01 как отношение пределов прочности при сжатии в водонасыщенном и сухом состояниях.

§ 16. Истираемость

Для испытания применяют следующее оборудование: полочный барабан (рис. 4.13); весы настольные гиревые или цифер-

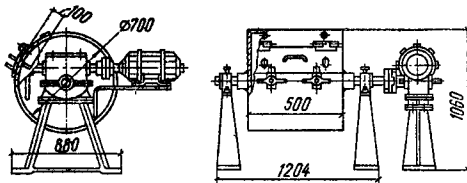


Рис. 4.13. Полочный барабан

блатные по ГОСТ 13882—68; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сита из стандартного набора (3, 5, 10, 15, 20, 25, 40 и 70 мм); сито с сеткой № 1,25 по ГОСТ 3584—73.

Подготовка пробы. Щебень (гравий) фракций 5—10, 10—20 и 20—40 мм в состоянии естественной влажности просеивают сквозь два сита с отверстиями размерами, соответствующими наибольшему и наименьшему размерам зерен данной фракции. Из остатка на сите с отверстиями $D_{\text{наим}}$ отвешивают пробу 5 кг для щебня (гравия) с предельной крупностью зерен до 20 мм и 10 кг щебня (гравия) фракции 20—40 мм.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, пробы готовят рассеванием исходного материала на стандартные фракции и каждую фракцию испытывают отдельно. Щебень фракции крупнее 20—40 мм дробят

до получения зерен меньше 40 мм и испытанию подвергают зерна с размерами фракции 20—40 мм. В случае одинакового петрографического состава фракций щебня (гравия) 20—40 и 40—70 мм истираемость последней разрешается характеризовать результатами испытания фракции 20—40 мм.

Испытываемый щебень (гравий) должен содержать пылевидных и глинистых частиц, определяемых отмучиванием, не более 1% по массе. В противном случае щебень (гравий) предварительно промывают и высушивают.

Проведение испытания. Приготовленную пробу загружают в полочный барабан вместе с чугунными или стальными шарами диаметром около 48 мм и массой 405—450 г каждый, закрепляют крышку барабана и приводят его во вращение со скоростью 30—33 об/мин. Число чугунных или стальных шаров, а также общее число оборотов барабана в процессе одного испытания щебня (гравия) принимают по табл. 4.4.

ТАБЛИЦА 4.4

Размер фракции щебня (гравия), мм	Число чугунных или стальных шаров, необходимых для испытания пробы	Число оборотов полочного барабана, необходимое для испытания пробы
5—10	8	500
5—15	9	500
10—20	11	500
20—40	12	1000

По окончании испытания содержимое барабана тщательно просеивают сквозь предохранительное сито с отверстиями 5 мм и контрольное сито с диаметром отверстий 1,25 мм. Остатки на ситах взвешивают.

Показатель истираемости I , %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$I = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (4.38)$$

где m_1 — масса пробы щебня (гравия), кг; m_2 — суммарная масса остатков на предохранительном и контрольном ситах после просеивания пробы, обработанной в барабане, кг.

Испытание повторяют два раза, каждый раз на новой пробе щебня (гравия), и показатель его истираемости определяют как среднее арифметическое двух испытаний. При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух и более смежных фракций, показатель истираемости вычисляют как средневзвешенное результатов испытания отдельных составляющих фракций.

§ 17. Ударная прочность на копре ПМ

При испытании применяют следующее оборудование: копер ПМ (рис. 4.14) (копер устанавливается строго вертикально и

прочном фундаменте; пластинку с зубьями бойка изготовляют из прочной углеродистой стали и подвергают закалке в масле с последующим отпускком на твердость *HRC* 56—58; износ по высоте зубьев бойка должен быть не более 1 мм; весы настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68; сита из набора с круглыми отверстиями

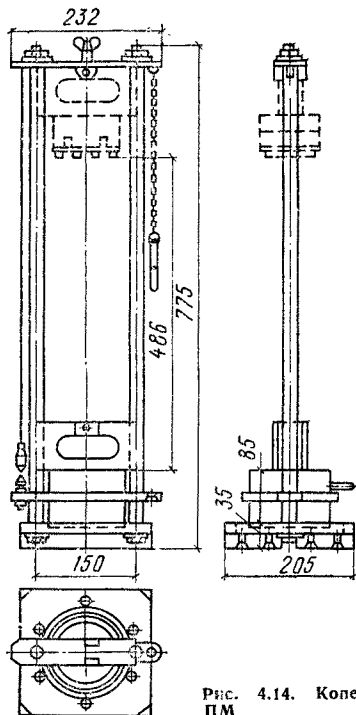


Рис. 4.14. Копер ПМ

размером 3, 5, 20 (25) и 40 мм с сетками № 0,5 и 1 по ГОСТ 3584—73.

Подготовка пробы. Испытанию на копре ПМ подвергают только щебень (гравий) фракций 20 (25)—40 мм. Щебень (гравий) более крупных фракций предварительно дробят. Щебень (гравий) не должен содержать пылевидных и глинистых примесей более 1% по массе; в противном случае его предварительно промывают и высушивают. Щебень (гравий) фракций 20 (25)—40 мм в количестве 3 кг в воздушно-сухом состоянии просеивают сквозь сита с отверстиями 40 и 20 (25) мм. Из остатка на сите 20 (25) мм отбирают две пробы.

Массу каждой пробы (в кг) определяют по формуле

$$m = 0,5 \cdot 10^{-3} m_V^H, \quad (4.39)$$

где m_V^H — объемная насыпная масса щебня (гравия), кг/м³; $0,5 \cdot 10^{-3}$ — объем ступки копра, м³.

Проведение испытания. Каждую пробу насыпают в стальную ступку копра ПМ и разравнивают поверхность. Затем щебень (гравий) подвергают ударам бойка массой

5 кг при высоте падения бойка 500 мм. После каждого удара бойка ступку с помощью рукоятки поворачивают на 45° и устанавливают по направлению указателей, сделанных на подставке копра ПМ. После 40 ударов бойка все содержимое ступки просеивают сквозь сита с отверстиями 5, 3, 1 и 0,5 мм, остатки на каждом сите взвешивают и вычисляют полные остатки на каждом сите.

Показатель сопротивления щебня (гравия) удару на копре У вычисляют по формуле

$$U = \frac{25}{4 - A}, \quad (4.40)$$

где *A* — показатель крупности пробы после испытания:

$$A = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{m} \quad (4.41)$$

(здесь m_1, m_2, m_3, m_4 — полные остатки на ситах с отверстиями 5 и 3 мм с сетками № 1 и 0,5, кг; *m* — первоначальная масса пробы, кг).

Сопротивление щебня (гравия) удару на копре ПМ вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний двух проб.

§ 18. Морозостойкость

При определении морозостойкости щебня (гравия) замораживанием применяют следующее *оборудование*: холодильную камеру; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; весы настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68 и лабораторные рычажные по ГОСТ 19491—74; сита из стандартного набора; ванну для насыщения водой и оттаивания щебня (гравия); сосуд металлический для испытания щебня (гравия).

Подготовка пробы. Испытываемый щебень (гравий) рассеивают на ситах на стандартные фракции. Каждую фракцию щебня (гравия) испытывают на морозостойкость отдельно. Фракции, содержащиеся в щебне (гравии) в количестве менее 5% по массе, на морозостойкость не испытывают. Для испытания берут от каждой фракции две пробы (см. ниже). Зерна крупнее 70 мм дробят и испытывают фракцию размером 40—70 мм.

Размер фракции, мм	5—10	10—20	20—40	40—70
Масса пробы, кг, не менее	1	1,5	2,5	5

Полученные пробы щебня (гравия) промывают и высушивают до постоянной массы.

Проведение испытания. Каждую пробу щебня (гравия) данной фракции насыпают в металлический сосуд слоем, толщина которого не должна превышать наибольшей крупности зерен, и заливают водой, имею-

шей температуру $20 \pm 5^\circ \text{C}$. Через 48 ч сливают воду из сосуда со щебнем (гравием), помещают его в холодильную камеру и доводят температуру в камере до минус $17-25^\circ \text{C}$. Продолжительность одного выдерживания щебня (гравия) в камере при установившейся температуре минус $17-25^\circ \text{C}$ 4 ч. После этого сосуд со щебнем (гравием) помещают в ванну с проточной или сменяемой водой при $20 \pm 5^\circ \text{C}$ и выдерживают в ней до полного оттаивания щебня (гравия), но не менее 2 ч. Далее цикл испытаний повторяют.

После 15, 25 и каждых последующих 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания навеску щебня (гравия) высушивают до постоянной массы, просеивают через сито, на котором она полностью оставалась перед испытанием, взвешивают остаток на сите.

Потерю навески в массе Δm , %, вычисляют по формуле

$$\Delta m = \frac{m - m_1}{m} 100, \quad (4.42)$$

где m — масса пробы до испытания, кг; m_1 — масса остатка на сите после соответствующего цикла замораживания и оттаивания, кг.

Если потеря в массе при данном числе циклов замораживания и оттаивания не превышает допускаемой стандартами или техническими условиями на щебень (гравий) для соответствующих видов строительных работ, испытания продолжают в течение следующих 25 циклов. Если потеря в массе превысила допускаемый предел, испытания прекращают, и показатель морозостойкости $M_{рз}$ данной фракции щебня (гравия) характеризуют предыдущим числом циклов замораживания и оттаивания, при котором потеря в массе щебня (гравия) не превышает допускаемой.

При определении морозостойкости щебня (гравия) ускоренным методом в растворе сернистого натрия используют следующее оборудование: шкаф сушильный по ГОСТ 7365—55; весы настольные гирные или циферблатные по ГОСТ 13882—68; сита из стандартного набора; сосуд металлический для насыщения щебня (гравия) раствором сернистого натрия.

Подготовка пробы щебня и раствора сернистого натрия. Пробу щебня (гравия) готовят, как и при испытании замораживанием. Раствор сернистого натрия готовят следующим образом. Отвешивают 250—300 г безводного сернистого натрия по ГОСТ 4166—66 или 700—1000 г кристаллического сернистого натрия по ГОСТ 4171—66 и растворяют в 10 л подогретой дистиллированной воды путем постепенного добавления в нее сернистого натрия при тщательном перемешивании до насыщения раствора, охлаждают раствор до комнатной температуры, сливают в бутыл и оставляют в покое на двое суток.

Проведение испытания. Пробу щебня (гравия) насыпают в сосуд слоем, толщину

на которого не должна превышать наибольшей крупности зерен, заливают раствором сернистого натрия так, чтобы щебень (гравий) был погружен полностью в раствор, и выдерживают в нем в течение 20 ч при комнатной температуре.

Затем раствор сливают (и используют повторно), а сосуд со щебнем (гравием) помещают на 4 ч в сушильный шкаф, в котором поддерживается температура $105-110^\circ \text{C}$. После этого щебень (гравий) охлаждают до комнатной температуры, вновь заливают раствором сернистого натрия, выдерживают в течение 4 ч и вновь помещают в сушильный шкаф на 4 ч. В указанной последовательности операцию повторяют требуемое число раз. После 3, 5, 10 и 15 циклов попеременного выдерживания в растворе и высушивания в сушильном шкафу пробу щебня (гравия) промывают горячей водой для удаления сернистого натрия, высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито, на котором она полностью оставалась перед испытанием.

Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю в массе щебня (гравия) Δm , %, по формуле (4.42).

Морозостойкость данной фракции щебня (гравия) оценивают как и при испытании замораживанием, сопоставляя потерю в массе после каждой серии испытаний с нормативами действующих стандартов или технических условий на щебень (гравий) для соответствующих видов строительных работ.

§ 19. Влажность

При определении влажности крупны х заполнителей и песка весовым методом применяют следующее оборудование: весы технические или торговые; сушильный шкаф; сосуды с гладкой внутренней поверхностью вместимостью 2—3 л; совок.

Проведение испытания. Из средней пробы, взятой непосредственно перед определением влажности из испытываемого заполнителя для легкого бетона, отбирают пробу, равную по объему 2—3 л, которую делят пополам на две навески. Каждую навеску заполнителя немедленно всыпают в предварительно взвешенный сосуд и взвешивают вместе с ним, а затем высушивают до постоянной массы. Влажность крупного заполнителя для легкого бетона (% по массе) вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формуле (6.85). Влажность крупного заполнителя вычисляют как среднее арифметическое результатов определения влажности двух навесок.

При определении влажности щебня (гравия) размер пробы устанавливают в зависимости от крупности щебня (гравия):

Наибольшая крупность щебня (гравия), мм	Масса пробы, кг, не менее
До 10	0,5
> 20	1
> 40	2,5
> 70	5
Свыше 70	10

Влажность щебня (гравия) определяют так же, как для заполнителей для легкого бетона. Вычисления производят с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формуле (6.85).

При определении влажности песка берут две навески массой не менее 0,5 кг каждая. Испытание проводят по аналогии с описанным выше.

Для экспрессного определения влажности различных строительных песков в применяют электронные емкостные влагомеры, снабженные специальным автоматическим устройством для компенсации диэлектрических потерь и обеспечивающие единую градуировочную зависимость для различных песков и их смесей. Действие влагомеров основано на измерении электрической емкости датчика, заполняемого строительным песком. При этом вносят поправку пропорционально изменению кажущейся емкости, вызванному присутствием активной составляющей полной проводимости пробы.

К электронным емкостным влагомерам для экспрессных определений влажности предъявляются следующие требования: диапазон измеряемой влажности — от 0 до 10%;

погрешность измерения влажности — не более $\pm 0,5\%$ по отношению к весовому методу;

время осуществления контроля — не более 2 мин;

устойчивая работа при колебаниях температуры окружающего воздуха от 4 до 30°С и относительной влажности не более 90% — при атмосферном давлении (106 \pm 4) кПа;

устойчивая работа при колебаниях питающего напряжения — в пределах от +5 до -10%;

пространство рабочего объема датчика, вмещающее не менее 350—380 г сухого песка;

время прогрева прибора для установления рабочего режима — не более 30 мин;

устойчивая работа при размерах зерен песка — до 2 мм.

Указанным техническим требованиям в настоящее время удовлетворяет электронный емкостный влагомер типа ЭВП-4М2 (конструкции ВНИИЖелезобетона).

Проведение испытаний и градуирование приборов. Влажность строительных песков определяют по предварительно построенному градуировочному графику на песках тех же карьеров, которыми пользуется данное предприятие. Градуировочный график «влажность W , % — число делений $\alpha_{\text{дел}}$ » строят по данным, полученным весовым методом, по следующей методике.

Из предварительно высушенных и просеянных через сито (с ячейками 2 \times 2 мм) песков, отбирают пять проб массой по 1 кг от каждого вида песка и помещают в эксикаторы. Затем в эксикаторы добавляют воду, применяемую для изготовления бетонов или растворов в количестве, необходимом для получения влажности порядка 2, 4, 6,

8 и 10%. После этого пробы тщательно перемешивают и оставляют в закрытых эксикаторах на сутки. Затем из приготовленных таким образом песков отбирают пробы, влажность которых определяют на влагомере. Измеряют влажность песка в соответствии с Инструкцией по эксплуатации влагомера, регистрируя при этом число делений шкалы прибора. Затем весовым мето-

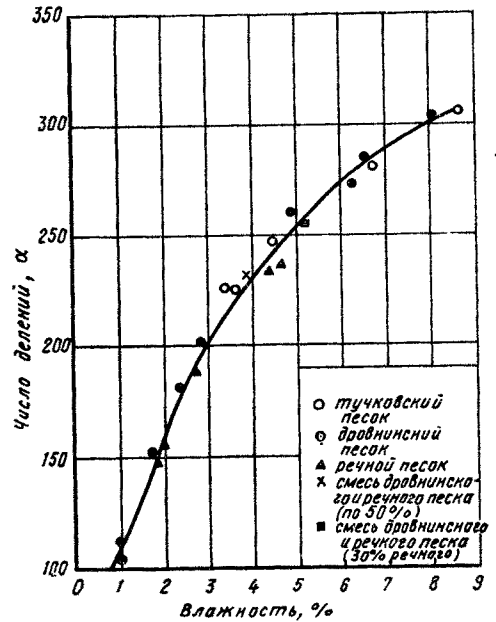


Рис. 4.15. Градуировочный график $\alpha_{\text{дел}} - W$, % при определении влажности песков электронным емкостным методом

дом определяют фактическую влажность проб. При построении градуировочного графика результаты измерения наносят на координатную сетку W , % — $\alpha_{\text{дел}}$. По полученному полю проводят градуировочный график (рис. 4.15). Допускается строить градуировочный график по результатам измерений на песках естественной влажности, для чего из бункера периодически отбирают пробы песка, влажность которых определяют на влагомере весовым методом.

Периодичность измерений влажности песков электронным влагомером определяется технологией производства и технологической картой. Рекомендуется проводить измерения не реже одного раза в час. При резких изменениях условий хранения песка периодичность измерений должна быть увеличена до двух-трех раз в час.

§ 20. Водопоглощение

При испытании используют следующее оборудование: весы технические; сушильный шкаф; сито с отверстиями диаметром 5 мм; сосуд для насыщения заполнителя

водой объемом 2—3 л; металлическую сетку.

Из средней пробы крупного заполнителя для легкого бетона данной фракции отбирают 2—5 л заполнителя, высушивают до постоянной массы и тщательно отделяют мелкие частицы встряхиванием на сите с отверстиями диаметром 5 мм в течение 2—3 мин, после чего делят пробу пополам на две равные.

Проведение испытания. Навески заполнителя для легкого бетона после взвешивания укладывают в сосуд с водой комнатной температуры так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха пробы заполнителя не менее чем на 20 мм. При необходимости, во избежание всплывания заполнителя сверху, на него укладывают груз. В таком положении заполнитель выдерживают в зависимости от технических требований в течение 1 или 48 ч. После этого заполнитель выкладывают из сосуда на сито с размером ячеек 5 мм и легким встряхиванием удаляют избыточную воду. Далее небольшими объемами (около 0,5 л) выбирают пробу заполнителя мягкой влажной тканью, удаляя с его поверхности влагу, и всю пробу немедленно взвешивают. Масса воды, вытекающей из открытых пор на чашки весов, включается в массу пробы.

Для заполнителя с зернами неправильной формы или открытыми порами размером более 2 мм (кавернами) рекомендуется определять водопоглощение в цилиндрическом сосуде с перфорированным дном и крышкой (отверстия диаметром 4 мм с шагом 8 мм). После извлечения из воды сосуд подвешивают на 30 мин для стекания воды и лишь после этого заполнитель высыплют на весы и взвешивают.

Водопоглощение крупного заполнителя за 1 ч или 48 ч W_m , % по массе, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} 100, \quad (4.43)$$

где m , m_1 — масса образца или пробы соответственно в сухом и насыщенном водой состоянии, кг.

Водопоглощение вычисляют как среднее арифметическое результатов определения водопоглощения двух проб заполнителя.

Водопоглощение крупного заполнителя W_0 , % по объему, вычисляют с погрешностью 0,1% на основании предварительно установленного значения объемной массы зерен крупного заполнителя по формуле

$$W_0 = W_m \rho / \rho_B, \quad (4.44)$$

где ρ — плотность зерен заполнителя, кг/м³; ρ_B — плотность воды (1000 кг/м³).

При испытании плотных заполнителей определяют водопоглощение исходной горной породы или пробы щебня (гравия).

Для определения водопоглощения исходной горной породы берут пять образцов правильной геометрической формы, изготов-

ленных для испытания на сжатие, или пять кусков камня размером 40—70 мм; образцы очищают металлической щеткой от рыхлых частиц и пыли и высушивают до постоянной массы.

Для определения водопоглощения щебня (гравия) берут пробу, размер которой зависит от размера фракции (см. с. 46), промывают и высушивают до постоянной массы.

Проведение испытания аналогично описанному для крупного заполнителя для легкого бетона.

§ 21. Потери массы крупного заполнителя при прокаливании

Для испытания используют следующее **оборудование**: муфельную печь, обеспечивающую температуру $1000 \pm 50^\circ \text{C}$; эксикатор по ГОСТ 6371—73; фарфоровый тигель; технические весы; ступку фарфоровую.

Подготовка пробы. Из пробы заполнителя, взятого в объеме 2 л от средней пробы и дробленого до крупности 2,5 мм, квартованием отбирают навеску массой около 200 г, которую рассыпают на листе бумаги слоем 4—5 мм, делят на 20 квадратов и из каждого отбирают шпателем около 2 г. Полученную пробу массой 40—50 г растирают в фарфоровой ступке, высушивают до постоянной массы и делят на две примерно одинаковые навески по 20—25 г.

Проведение испытания. Подготовленную навеску порошка заполнителя помещают в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель и взвешивают с погрешностью 0,1 г вместе с пробой, а затем прокалывают в течение 2 ч в муфельной печи при $1000 \pm 50^\circ \text{C}$ (при испытании топливных шлаков прокалывание ведут при $700 \pm 50^\circ \text{C}$). После прокалывания тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокалывание повторяют до достижения постоянной массы.

Потерю массы при прокалывании K , %, вычисляют с погрешностью 0,01% по формуле

$$K = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (4.45)$$

где m_1 — масса исходной навески, высушенной до постоянной массы, вычисленная по разности масс тигля с пробой и без нее, до прокалывания, кг; m_2 — масса прокаленного остатка, вычисленная по разности масс тигля с пробой и без нее, по окончании прокалывания, кг.

Потерю массы при прокалывании вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений.

§ 22. Потери массы крупного заполнителя при кипячении

При испытании используют следующее **оборудование**: сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; весы технические; набор сит с от-

верстиями 5, 10, 20 и 40 мм; ванну для кипячения; щетку (жесткую волосяную или капроновую).

Подготовка пробы. Навески заполнителя готовят, как и при испытании на морозостойкость (см. § 18 гл. 4).

Проведение испытания. Каждую навеску заполнителя помещают в ванну и кипятят в течение 4 ч. При этом уровень воды в ванне должен быть выше зерен заполнителя не менее чем на 200 мм. После 4 ч кипячения навеску вынимают из воды, высушивают до постоянной массы и просеивают до испытания. Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю массы в процентах с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формулам (4.42) и (4.45). Потерю массы при кипячении вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений для каждой фракции.

§ 23. Равномерность изменения объема крупного заполнителя

Для испытания используют следующее **оборудование и материалы:** металлическую чашку сферической формы; стальную лопатку; бачок, который нагревают на электроплитке или другом нагревательном приборе (внутри бачка помещается этажерка с двумя решетчатыми полками, нижняя полка которой должна находиться от дна бачка на расстоянии не менее 20 мм, а верхняя — не менее 80 мм от нижней; для равномерной компенсации испаряющейся из бачка воды к нему присоединяют сосуд с водой); ванну с гидравлическим затвором; сита с размерами отверстий 0,14 и 2,5 мм по ГОСТ 3584—73; прибор Вика с пестиком; электроплитку; портландцемент марок 400—500 по ГОСТ 10178—76, характеризующийся постоянством изменения объема.

Подготовка пробы и приготовление образцов. Из пробы заполнителя, взятого в объеме 2 л от средней пробы и дробленого до крупности 2,5 мм, после тщательного перемешивания отбирают навеску 300 г и измельчают до прохождения сквозь сито с размерами отверстий 0,14 мм (если объемная насыпная масса измельченного порошка испытываемого заполнителя окажется менее 600 кг/м³, то навеску порошка уменьшают до 200 г). Затем порошок смешивают с 100 г портландцемента марок 400—500, после чего готовят тесто нормальной густоты, из которого делают 6 лепешек. Приготовление, хранение и испытание лепешек аналогично описанному в § 6 гл. 3.

§ 24. Стойкость крупного заполнителя против силикатного и железистого распада

Сущность определения стойкости против силикатного распада состоит в установлении потерн массы за-

полнителя при испытании в автоклаве или способом попеременного пропаривания и охлаждения до комнатной температуры.

При испытании используют следующее **оборудование:** автоклав или сосуд для пропаривания (в качестве сосуда для пропаривания можно применять любой сосуд с закрывающейся крышкой, в том числе бачок, предназначенный для испытаний на равномерность изменения объема); сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; весы технические; набор сит с отверстиями 5, 10, 20 и 40 мм; щетку (жесткую волосяную или капроновую); металлическую решетчатую коробку, имеющую в дне круглые отверстия диаметром 3 мм; ванну для охлаждения заполнителя в воде.

Подготовка пробы. Навески заполнителя готовят, как и при испытании на морозостойкость (см. § 18 гл. 4).

Проведение испытания. Для пропаривания заполнителя в сосуд помещают решетчатую коробку с круглыми отверстиями диаметром 3 мм, дно которой должно находиться примерно на уровне половины высоты сосуда. После того, как вода налита в сосуд (ниже дна коробки) в коробку укладывают навеску данной фракции крупного заполнителя и нагревают воду до кипения. Заполнитель пропаривают в течение 3 ч, затем коробку с заполнителем вынимают из сосуда и погружают на 3 ч в ванну с водой комнатной температуры. Попеременное пропаривание и охлаждение до комнатной температуры повторяют три раза.

При испытании заполнителя в автоклаве (в среде насыщенного водяного пара) навеску помещают в автоклав и в течение 30 мин давлении в нем постепенно поднимают до 0,2 МПа. При этом давлении заполнитель выдерживают 2 ч, после чего давление в течение 20 мин постепенно снижают до атмосферного. В автоклаве пробу заполнителя испытывают один раз.

После окончания испытания в автоклаве или способом пропаривания навеску заполнителя высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито, на котором она оставалась до испытания. Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю массы в процентах с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формулам (4.42) и (4.45). Потерю массы при пропаривании вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений для каждой фракции.

Сущность определения стойкости против железистого распада состоит в определении потерн массы заполнителя при выдержке его в ванне с дистиллированной водой в течение 30 дней.

При испытании используют следующее **оборудование:** сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; весы технические; набор сит с отверстиями 5, 10, 20 и 40 мм; ванночки (по числу навесок заполнителя); щетку (жесткую волосяную или капроновую).

Подготовка пробы. Навески крупного

заполнителя готовят как и при испытании на морозостойкость (см. § 18 гл. 4).

Проведение испытания. Каждую навеску заполнителя помещают на 30 сут в ванночку с дистиллированной водой. По окончании этого срока пробу заполнителя вынимают из воды, высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито, на котором она оставалась до испытания. Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю массы в процентах с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формулам (4.42) и (4.45). Потерю массы при определении стойкости против железистого распада вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений для каждой фракции.

Сущность определения стойкости испытанием в растворе сернокислого натрия состоит в определении потери массы заполнителя при насыщении его этим раствором.

При испытании используют следующее **оборудование и материалы:** сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; весы технические; набор сит с отверстиями 5, 10, 20 и 40 мм; ванну; металлические сосуды с сетчатым или перфорированным дном и крышкой (по числу навесок заполнителя); шетку (жесткую волосяную или капроновую); денсиметр общего назначения с ценой деления 0,01 со шкалой 1—1,4 или денсиметр аккумуляторный с ценой деления 0,01 и шкалой 1,1—1,3 по ГОСТ 895—66; натрий сернокислый безводный по ГОСТ 4166—66 или натрий сернокислый кристаллический по ГОСТ 4171—66.

Подготовка пробы и раствора сернокислого натрия. Навеску крупного заполнителя готовят, как и при испытании на морозостойкость (см. § 18 гл. 4). Для приготовления раствора сернокислого натрия отвешивают 250—300 г безводного сернокислого натрия или 700—1000 г кристаллического сернокислого натрия и растворяют в 1 л подогретой дистиллированной воды путем постепенного добавления сернокислого натрия при тщательном перемешивании до насыщения раствора; раствор охлаждают до комнатной температуры (18—20° С) и проверяют денсиметром его плотность, которая должна быть в пределах 1,15—1,17. Если плотность раствора меньше 1,15 или больше 1,17, то добавляют соответственно сернокислый натрий или дистиллированную воду. Приготовленный раствор сливают в бутылку и оставляют в покое на двое суток.

Проведение испытания. Каждую навеску заполнителя насыпают в сосуд с сетчатым дном и крышкой и погружают в ванну с раствором сернокислого натрия так, чтобы материал в раствор был погружен полностью. Пробу выдерживают в растворе при комнатной температуре в течение 18 ч. Затем сосуд с заполнителем вынимают из ванны, дают стечь раствору и помещают на 4 ч в сушильный шкаф, в котором поддерживают температуру 105—

110° С. После этого материал охлаждают до комнатной температуры.

В указанной последовательности операцию насыщения раствором сернокислого натрия и высушивания повторяют три раза. Затем навеску заполнителя промывают горячей водой (для удаления сернокислого натрия), высушивают на сите с отверстиями, соответствующими минимальному размеру испытываемой фракции. Остаток на сите взвешивают и вычисляют потерю массы в процентах с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формулам (4.42) и (4.45). Потерю массы при определении стойкости крупного заполнителя в растворе сернокислого натрия вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений для каждой фракции.

§ 25. Содержание зерен обсидиана в природном крупном заполнителе

При испытании используют следующее **оборудование:** весы технические; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сито с отверстиями 5 мм; лупу.

Проведение испытания. От частной пробы заполнителя объемом 10 л отбирают навеску 5 кг, просеивают сквозь сито с отверстиями размером 5 мм, затем остаток на сите промывают водой и высушивают до постоянной массы. Путем внешнего осмотра с помощью лупы, а также другими принятыми в петрографии методами производят петрографическую разборку зерен заполнителя, выделяя при этом остеклованные (плотные) зерна обсидиана.

Отобранные зерна обсидиана взвешивают и вычисляют их содержание в процентах с погрешностью 1% по формуле, аналогичной формуле (4.29).

§ 26. Содержание серы в пористом крупном заполнителе

При испытании используют следующее **оборудование и материалы:** водяную баню; муфельную печь; фарфоровый тигель; аналитические весы; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; фарфоровую чашу вместимостью 150—200 мл; колбы вместимостью 500 мл; воронку; фильтры диаметром 90 мм (белая и синяя ленты); электроплиту; кислоту соляную по ГОСТ 3118—67, концентрированную; кислоту азотную по ГОСТ 4461—67, концентрированную; метиловый оранжевый 0,2%-ый раствор; аммиак водный по ГОСТ 3760—64, 10%-ый раствор; барий хлористый по ГОСТ 4108—72, 10%-ый раствор; азотнокислое серебро, 1%-ый раствор.

Подготовка пробы. Для проведения испытания готовят две навески по 20—25 г так, как указано в § 20 гл. 4.

Проведение испытания. Из каждой подготовленной навески заполнителя квартованием отбирают пробу в 1 г, взвешенную с погрешностью 0,01 г, обрабатывают

ее в фарфоровой чашке 10 мл азотной кислоты и 30 мл соляной кислоты, а затем выпаривают на водяной бане досуха. Остаток в чашке смачивают соляной кислотой и выпаривают до полного удаления запаха соляной кислоты и окислов азота, снова смачивают 10 мл соляной кислоты, нагревают на водяной бане в течение 10 мин, разбавляют 70—80 мл горячей дистиллированной воды и фильтруют через фильтр диаметром 90 мм (белая лента).

Фильтр с осадком промывают над колбой в воронке 7—8 раз горячей водой. К фильтрату добавляют 2—3 капли индикатора метилового оранжевого и нейтрализуют по каплям раствором аммиака; затем прибавляют 0,5 мл на каждые 100 мл раствора, нагревают раствор до кипения, прибавляют 10 мл кипящего 10%-ного раствора хлористого бария, кипятят несколько минут, после чего оставляют в покое на 10—12 ч. Осадок сернистого бария отфильтровывают через фильтр (синяя лента) и промывают его горячей водой до удаления ионов хлора (опробованием 1%-ным раствором азотнокислого серебра).

Фильтр с осадком помещают во взвешенный фарфоровый тигель, озолотят на электроплите и прокалывают в муфельной печи при 850—900°С в течение 40 мин. Тигель с прокаленным осадком охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокаливание повторяют (по 10 мин) до постоянной массы.

Содержание общей серы S, %, в пересчете на SO₃ вычисляют по формуле

$$S = \frac{m_1 \cdot 0,343 \cdot 100}{m}, \quad (4.46)$$

где m_1 — масса осадка BaSO₄, кг; 0,343 — коэффициент пересчета сернистого бария на SO₃; m — навеска пробы, кг.

Содержание серы в заполнителе вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений.

§ 27. Свойства минерального порошка для асфальтобетонных смесей

При определении плотности минерального порошка могут быть применены два способа: при помощи пикнометра (см. рис. 4.3, а) и при помощи объемомера Ле-Шателье — Кандло (рис. 4.16).

Для определения плотности пикнометром применяют следующее *оборудование и материалы*: пикнометр вместимостью 1×10^{-3} м³ (1000 мл) по ГОСТ 7465—67 или мерную колбу вместимостью $0,25 \times 10^{-3}$ м³ (250 мл) по ГОСТ 1770—64; весы аналитические или технические с разновесами; вакуум-прибор; колбу для промывания; термометр химический с ценой деления 1°С; сушильный шкаф; керосин очищенный; дистиллированную воду со смачивателем; сито с сеткой № 1,25 и 0,14 по ГОСТ 3584—73; фарфоровую чашку по

ГОСТ 9147—73; эксикатор исполнения 2 по ГОСТ 6371—73.

Подготовка пробы и материалов для испытания. Среднюю пробу минерального порошка массой 200 г просеивают через сито с сеткой № 1,25, высушивают до постоянной массы при температуре 105—

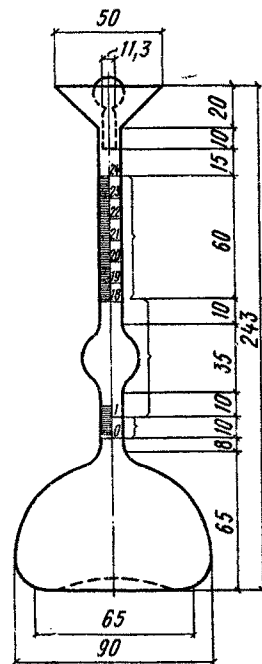


Рис. 4.16 Объемомер Ле-Шателье — Кандло

110°С и охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры. От высушенной средней пробы отвешивают на аналитических весах две навески по 10 г, если плотность определяют в пикнометрах, или по 70 г на технических весах, если плотность определяют в мерной колбе. Плотность неактивированного минерального порошка определяют с применением очищенного керосина, активированного — с применением дистиллированной воды со смачивателем.

Очищенный керосин готовят следующим образом. В стеклянную колбу вместимостью 1 л вставляют стеклянную воронку диаметром 120—150 мл с бумажным фильтром. На фильтр насыпают 200 г сульфидного грунта, предварительно прокаленного при 250°С в течение 3 ч или при 400°С в течение 30 мин и охлажденного до комнатной температуры. Затем берут 0,5 л осветительного керосина, предварительно отогнанного при температуре до 270°С, и небольшими порциями фильтруют его через грунт в воронку.

Чтобы определить плотности керосина и дистиллированной воды со смачивателем, в предварительно высушенные и взвешенные пикнометр или мерную колбу до черты на шейке (по нижнему мениску) наливают керосин или дистиллированную воду с до-

бавкой смачивателя, температура которых плюс $20 \pm 2^\circ \text{C}$, и взвешивают. Плотность керосина ρ_K или дистиллированной воды со смачивателем ρ_c , кг/м^3 , вычисляют по формулам:

$$\rho_v = \frac{m - m_1}{V}; \quad \rho_c = \frac{m' - m_1}{V}, \quad (4.47)$$

где m и m' — масса пикнометра или колбы, наполненных до черты на шейке соответственно керосином и дистиллированной водой со смачивателем, кг; m_1 — масса сухого пикнометра или колбы, кг; V — объем керосина или дистиллированной воды со смачивателем в пикнометре или колбе, м^3 .

При определении плотности неактивированного минерального порошка каждую навеску порошка высыпают в чистый, высушенный и взвешенный пикнометр или мерную колбу и туда же наливают очищенный керосин, температура которого плюс $20 \pm 2^\circ \text{C}$, примерно на $\frac{1}{3}$ объема; пикнометр или колбу помещают в вакуум-прибор и выдерживают в нем 1 ч при остаточном давлении не более 2 кПа. После этого пикнометр или колбу заполняют керосином до черты на шейке, выдерживают 30 мин при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и если уровень керосина изменился, то его снова доводят до черты на шейке и после этого пикнометр или мерную колбу взвешивают.

Плотность минерального порошка вычисляют по формуле, аналогичной формуле (4.6).

При определении плотности активированного минерального порошка каждую навеску порошка высыпают в чистый, высушенный и взвешенный пикнометр (или мерную колбу), затем колбу или пикнометр на $\frac{1}{3}$ объема наполняют дистиллированной водой со смачивателем. Содержимое пикнометра или колбы взбалтывают, кипятят 1 ч и охлаждают до комнатной температуры. После этого пикнометр или колбу заполняют дистиллированной водой со смачивателем до черты на шейке, выдерживают 30 мин при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$, доводят уровень воды до черты на шейке и взвешивают.

Плотность минерального активированного порошка (в кг/м^3) вычисляют по формуле, аналогичной формуле (4.6).

Для определения плотности объемомером Ле-Шателье — Кандло применяют следующее **оборудование и материалы**: объемомер Ле-Шателье — Кандло (см. рис. 4.16); технические весы с разновесом; термометр химический с ценой деления 1°C ; сушильный шкаф; эксикатор исполнения 2 по ГОСТ 6371—73; фарфоровую чашку по ГОСТ 9147—73; фильтровальную бумагу; сосуд вместимостью 5—7 л (стеклянный или металлический); штатив; керосин очищенный.

Проведение испытания. Объемомер Ле-Шателье — Кандло наполняют очищенным керосином или дистиллированной водой с добавкой смачивателя до черты нижней неградуированной части (по нижнему

мениску). Свободную от керосина часть прибора тщательно осушают фильтровальной бумагой. Навеску минерального порошка массой 70 г через воронку прибора всыпают ложечкой или совком небольшими равномерными порциями до тех пор, пока уровень керосина или воды в приборе не поднимется до черты с любым делением в пределах градуированной части прибора. Остаток навески взвешивают.

Прибор помещают на 30 мин в сосуд с водой так, чтобы вся градуированная часть прибора была погружена в воду. Температуру воды поддерживают $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

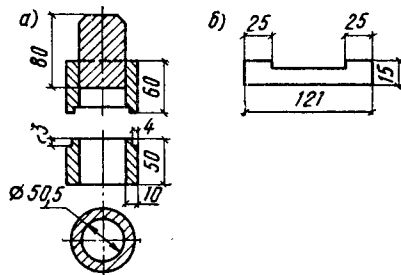


Рис. 4.17. Форма и поддон для определения объемной массы минерального порошка для асфальтобетонных смесей при уплотнении нагрузкой 40 МПа (400 кгс/см^2)

Во избежание всплывания прибор закрепляют на специальном штативе. Перед вторым отсчетом рекомендуется несколько раз энергично повернуть прибор вокруг его вертикальной оси до прекращения выделения пузырьков воздуха. Затем прибор снова помещают на 20 мин в сосуд с водой, имеющей температуру $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

Плотность минерального порошка ρ_n , кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\rho_n = \frac{m - m_1}{V}, \quad (4.48)$$

где m — масса взятой навески сухого минерального порошка, кг; m_1 — масса остатка от первоначальной навески, кг; V — объем керосина или воды с добавкой смачивателя, вытесненный пробой минерального порошка, м^3 .

Во всех случаях плотность минерального порошка вычисляют с погрешностью 10 кг/м^3 как среднее арифметическое результатов двух определений, расхождение между которыми должно быть не более 20 кг/м^3 . Аналогичным способом по формуле (4.48) определяют плотность цементов.

При определении объемной массы минерального порошка для асфальтобетонных смесей при уплотнении под нагрузкой применяют следующее **оборудование**: форму с поддоном для определения объемной массы (рис. 4.17), которая состоит из полого разъемного цилиндра, вкладыша (рис. 4.17, а) и металлического поддона (рис. 4.17, б) (объем нижней части формы

100±0,5 см³); гидравлический пресс или испытательную машину мощностью не менее 10⁵ Н (10⁴ кгс); весы технические; эмалированный противень размером около 250×400 мм; кисть мягкую; сито с сеткой № 1,25 по ГОСТ 3584—73; сушильный шкаф; ступку фарфоровую.

Подготовка пробы. 1 кг минерального порошка высушивают в течение 5 ч при 105—110°С, охлаждают, растирают в фарфоровой ступке для размельчения комков и просеивают через сито с сеткой 1,25 мм.

Проведение испытания. Из подготовленной к испытанию пробы минерального порошка берут навеску 300 г и частями переносят в предварительно собранную форму, установленную в металлический поддон. Минеральный порошок равномерно распределяют в форме ножом, слегка прижимают вкладышем. Форму, наполненную минеральным порошком, с поддоном устанавливают под пресс для уплотнения.

Нагрузку при уплотнении постепенно доводят до 40 МПа (400 кгс/см²) и минеральный порошок в форме выдерживают под этой нагрузкой 3 мин. Затем нагрузку снимают и форму вместе с вкладышем и поддоном переносят на чистый лист бумаги или протвень. Вкладыш в верхнюю часть формы снимают и очищают мягкой кисточкой над противнем. Минеральный порошок в нижней (рабочей) части формы срезают ножом или металлической линейкой. Излишек порошка тщательно собирают и взвешивают на технических весах с погрешностью ±0,5 г.

Объемную массу минерального порошка вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле

$$m_v = \frac{m - m_f}{V}, \quad (4.49)$$

где m — первоначальная навеска минерального порошка, кг; m_f — масса остатка от первоначальной навески, кг; V — объем формы, равный 0,0001 м³.

Объемную массу минерального порошка при уплотнении нагрузкой 40 МПа вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений, расхождение между которыми не должно быть более 20 кг/м³.

Пористость минерального порошка для асфальтобетонных смесей определяют аналогично определению пористости заполнителей (см. § 7 гл. 4).

При определении зернового (гранулометрического) состава минерального порошка для асфальтобетонных смесей применяют следующее **оборудование**: набор сит с сетками № 1,25; 0,63; 0,315; 0,14; 0,071 по ГОСТ 3584—73; технические весы с разновесами не ниже 2-го класса точности; фарфоровую чашку диаметром 10—20 мм по ГОСТ 9147—73; пестик с резиновым наконечником; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; сосуд объемом 6—10 л.

Подготовка проб. Пробу минерального порошка массой около 1 кг высушивают

в течение 5 ч при температуре плюс 105—110°С, охлаждают и раскладывают тонким слоем на листе бумаги. Из высушенного порошка берут среднюю пробу массой 100—200 г.

Проведение испытания. Пробу минерального порошка помещают в фарфоровую чашку, носик которой смазан вазелином, заливают небольшим количеством воды и растворяют в течение 2—3 мин пестиком с резиновым наконечником. Воду со взвешенными в ней частицами сливают на сито с сеткой № 0071. Оставшиеся в чашке частицы вновь заливают чистой водой, растирают и опять сливают.

Последовательное растирание частиц и сливание мутной воды продолжают до тех пор, пока вода после растирания частиц не будет прозрачной. Окончив промывание, оставшиеся на сите частицы минерального порошка крупнее 0,071 мм смывают в ту же фарфоровую чашку с остатком. Остоявшуюся в чашке воду сливают, а затем чашку ставят в сушильный шкаф для высушивания остатка при 105—110°С до постоянной массы.

Промывание и растирание минерального порошка непосредственно на сите 0,071 мм не допускается. Высушенную пробу минерального порошка просеивают через набор сит, начиная с сита с наибольшим диаметром отверстий и кончая ситом с сеткой № 0071.

Перед окончанием просеивания каждое сито вручную интенсивно трясут над листом бумаги в течение 1 мин. Просеивание считают законченным, если через сита с отверстиями размером 1,25 и 0,63 мм прошло не более 0,05 г частиц порошка, а через сита с отверстиями размером 0,315 и 0,071 мм — 0,02 г. Остаток на каждом сите взвешивают и определяют частные остатки в процентах по отношению к массе просеиваемой навески, округленные до 0,1%.

Количество частиц размером менее 0,071 мм (в %) определяют путем вычитания из 100 суммы остатков на остальных ситах в %. За результат принимают среднее арифметическое двух определений. Расхождение между результатами параллельных определений на одном сите не должно быть более 2% (от общей массы навески). Общая потеря порошка при рассеве не должна превышать 2% взятой навески.

При определении зернового (гранулометрического) состава активированных минеральных порошков для их промывки через сито с сеткой № 0071 применяют воду с добавкой смачивателя.

При определении влажности минерального порошка для асфальтобетонных смесей от средней пробы порошка берут навеску 20 г, помещают ее в предварительно взвешенный стеклянный стаканчик (бюкс); пробу с бюкса немедленно взвешивают. Затем с бюкса снимают крышку, а бюкс с пробой помещают в сушильный шкаф. Пробу высушивают до постоянной массы

при 105—110° С, если порошок неактивированный, и при 60±2° С, если активированный.

Влажность порошка с погрешностью 0,1% вычисляют по формуле, аналогичной (6.85).

При определении содержания водорастворимых соединений в минеральном порошке используют следующее *оборудование и материалы*: колбы конические вместимостью 250 см³ по ГОСТ 10394—72 (2 шт.); холодильник обратный по ГОСТ 9499—70; стаканчики для взвешивания емкостью 50 мл по ГОСТ 7148—70; песчаную баню; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; воду дистиллированную по ГОСТ 6709—72; бумагу фильтровальную по ГОСТ 12026—66; колбу для промывания; эксикатор по ГОСТ 6371—73*.

Подготовка пробы. Среднюю пробу минерального порошка массой 100—150 г высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при 105—110° С и охлаждают в эксикаторе.

Проведение испытания. Из подготовленной средней пробы минерального порошка берут навеску 20 г, насыпают ее в коническую колбу, заливают 100 см³ дистиллированной воды; содержимое колбы нагревают с обратным холодильником до кипения, кипятят 1 ч и охлаждают до 18—20° С. Образовавшуюся водную вытяжку выливают во вторую колбу через фильтр, предварительно смоченный дистиллированной водой. Остаток в первой колбе промывают дистиллированной водой (по 20—25 см³) и также сливают через фильтр во вторую колбу. Из второй колбы фильтрат частями переносят в предварительно взвешенный стаканчик для выпаривания и выпаривают на песчаной бане. Когда вся водная вытяжка перенесена в стаканчик и выпарена до объема около 5 см³, остаток сушат до постоянной массы в сушильном шкафу при 105—110° С и после охлаждения взвешивают.

Содержание водорастворимых соединений в минеральном порошке *A*, %, вычисляют по формуле

$$A = \frac{m_1 - m_2}{m} 100, \quad (4.50)$$

где m_1 — масса стаканчика с сухим остатком, кг; m_2 — масса чистого стаканчика, кг; m — первоначальная масса минерального порошка, кг.

Содержание водорастворимых соединений вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений. Расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 0,03%.

При определении гидрофобности (флотирующей способности) активированного минерального порошка используют следующее *оборудование и материалы*: весы технические с разновесом; стакан химический вместимо-

стью 500—800 мл; шпатель фарфоровый; дистиллированную воду.

Проведение испытания. Химический стакан заполняют дистиллированной водой на 50 мм ниже края. Пробу активированного минерального порошка массой 2 г сыпают на поверхность воды со шпателя легким постукиванием его о край стакана; стакан оставляют в покое на 24 ч. Порошок считается гидрофобным, если через 24 ч проба не осела на дно и не наблюдается видимого на глаз смачивания порошка водой.

Однородность активированного минерального порошка по содержанию в нем активирующей смеси проверяют колориметрическим методом, применяя следующее *оборудование и материалы*: весы технические с разновесом; пробирки и штативы для них; мерный цилиндр на 10 мл; песочные часы на 1 мин; растворитель (бензол, хлороформ или смесь их со спиртом в отношении 4:1—2:1); корковые пробки и парафин; центрифугу лабораторную.

Приготовление стандартных растворов. В лабораторной мельнице или в полочном барабане готовят мелкую или в полочном барабане приготавливают смесь проб активированных минеральных порошков (по 1,5—2 кг каждая); по содержанию активирующей смеси одна из них должна соответствовать принятому производственному составу, остальные шесть должны отличаться от нее содержанием активирующей смеси на ±0,15; 0,30 и 0,45%.

Из каждой приготовленной и тщательно перемешанной пробы активированных порошков берут навески по 1 г, помещают в чистые сухие пробирки и заливают 10 мл растворителя. Пробирку встряхивают корковой пробкой, тщательно встряхивают в течение 1 мин, центрифугируют в течение 3 мин при 3000—5000 об/мин. Затем верхний конец пробирки вместе с пробкой парафинируют, а пробирки устанавливают в штативы. Каждую пробирку маркируют с указанием содержания активирующей смеси в минеральном порошке. Цвет раствора в пробирках служит стандартом при определении содержания активирующей смеси в заводских пробах активированного минерального порошка.

Проведение испытания. Из отобранной на заводе тщательно перемешанной пробы активированного минерального порошка массой 50—100 г берут навеску 1 г, обрабатывают ее растворителем и центрифугируют. Цвет раствора в пробирке сравнивают со стандартным и устанавливают содержание активирующей смеси в минеральном порошке. При отсутствии центрифуги пробирку с испытываемой пробой порошка встряхивают и оставляют в покое на 24 ч, после чего сравнивают цвет раствора со стандартным.

Определение набухания минерального порошка. *Проведение испытания.* После определения объемной массы образцов их помещают в сосуд вме-

стимостью 1—1,5 л с водой, имеющей температуру $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Уровень воды над образцами должен быть не менее 30 мм. Сосуд с образцами устанавливают под стеклянный колпак вакуум-прибора, из которого насосом выкачивают воздух до остаточного давления, равного 1,33—2 кПа (10—15 мм рт. ст.). Это разрежение поддерживают в течение 1,5 ч, после чего давление доводят до нормального, и образцы оставляют в том же сосуде с водой на 1 ч. Затем их переносят в другой сосуд с водой вместимостью 2—3 л, в котором в течение 4 ч поддерживают температуру воды $60 \pm 2^\circ \text{C}$. После этого образцы снова помещают в воду, имеющую температуру $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и оставляют в ней на 15—20 ч. При извлечении из воды образцы обтирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой и взвешивают с погрешностью 0,01 г на воздухе и в воде. Набухание образца H , % объема, вычисляют по формуле

$$H = \frac{m_2 - m_3 - (m_0 - m_1)}{m_0 - m_1} 100, \quad (4.51)$$

где m_0 , m_1 — масса образца, взвешенного соответственно на воздухе и в воде, кг; m_2 , m_3 — масса насыщенного водой образца, взвешенного соответственно на воздухе и в воде, кг.

Набухание H вычисляют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое результатов трех определений. Расхождение между наибольшим и наименьшим значениями набухания не должно превышать 0,2%.

Определение битумоёмкости. За битумоёмкость минерального порошка принимают весовое количество минерального масла, при котором смесь его с порошком (100 см³ абсолютного объема) имеет определенную консистенцию. Измеряемую глубину погружения металлического пестика цилиндрической формы диаметром $10 \pm 0,1$ мм.

При испытании используют следующее **оборудование и материалы:** весы технические не ниже 2-го класса точности; сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; прибор Вика для определения нормальной густоты цементного теста (на верхней площадке стержня прибора должен быть укреплен дополнительный груз массой 170 г); металлическую чашку диаметром 50 мм, высотой 20 мм; фарфоровую чашку диаметром 80—120 мм; масло индустриальное по ГОСТ 1707—51 или масло СУ для прессов.

Проведение испытания. В фарфоровую чашку отвешивают (с погрешностью 0,1 г) 15 г минерального масла, имеющего температуру $20 \pm 2^\circ \text{C}$. К маслу постепенно небольшими порциями добавляют минеральный порошок и тщательно перемешивают с ним. Когда смесь приобретает пастообразную консистенцию и перестает прилипать к стенкам фарфоровой чашки, ее укладывают в металлическую чашку, выравнивают ножом или шпателем вровень с краями и устанавливают чашку со

смесью на подставку прибора. В нижний конец стержня прибора вставляют пестик диаметром $10 \pm 0,1$ мм (имеющийся при приборе), подводят его к поверхности образца и отмечают положение указателя на шкале. Затем пестик поднимают над поверхностью образца на 20 мм и дают стержню с пестиком свободно упасть на поверхность образца: глубина погружения пестика в образец должна быть 8 мм. Если полученная глубина погружения больше или меньше 8 мм, делают новую смесь порошка с маслом, принимая количество порошка на 2—3 г больше или меньше первоначального, и снова определяют глубину погружения пестика.

Определив количество порошка, при котором консистенция смеси его с 15 г масла соответствует погружению пестика на глубину 8 мм, вычисляют показатель битумоёмкости ПБ, г/100 см³ абсолютного объема порошка, по формуле

$$\text{ПБ} = \frac{15 \rho_{\text{М}}}{Q} 100, \quad (4.52)$$

где $\rho_{\text{М}}$ — плотность минерального порошка, г/см³ (кг/м³); Q — количество порошка, г, при котором глубина погружения пестика в смесь равна 8 мм.

ГЛАВА 5

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ И РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

§ 1. Объемная масса

Для определения объемной массы бетонных смесей применяют следующее **оборудование:** виброплощадку; весы с погрешностью 10 г; цилиндрические металлические мерные сосуды (табл. 5.1).

Для определения объемной массы бетонной смеси гидротехнического бетона применяют следующие цилиндрические мерные сосуды (табл. 5.1).

ТАБЛИЦА 5.1

Наибольшая крупность зерен заполнителя $D_{\text{макс}}$, мм	Вместимость сосуда л	Внутренние размеры сосудов, мм	
		диаметр	высота
40	4	186	186
100	15	267	267

Примечание. При крупности заполнителей более 100 мм можно использовать сосуды других вместимостей, но не менее 15 л, и диаметром более $2 D_{\text{макс}}$. Вместимость сосудов определяют заполнением водой, после чего их маркируют с указанием объема (в см³) и массы сосуда (в г); вместимость сосудов и их масса должны проверяться не реже одного раза в месяц.

Проведение испытания. Бетонную смесь укладывают в мерный сосуд и уплотняют. При уплотнении вибрированием мерный сосуд заполняют бетонной смесью, устанавливают и укрепляют на лабораторный виброплощадке. Смесь вибрируют до появления на ее поверхности цементного молока, но не свыше 1,5 мин. Уплотняющуюся бетонную смесь во время вибрации дополняют до верха мерного сосуда. После окончания вибрации избыток бетонной смеси срезают и поверхность тщательно выравнивают вровень с краями мерного сосуда. Сосуд с бетонной смесью взвешивают с погрешностью 0,1%. Для каждой пробы бетонной смеси объемную массу определяют дважды.

Объемную массу бетонной смеси m_v , кг/м³, вычисляют по формуле

$$m_v = \frac{m - m_1}{V}, \quad (5.1)$$

где m — масса сосуда с бетонной смесью, г; m_1 — масса пустого сосуда, г; V — вместимость сосуда, см³.

Объемную массу бетонной смеси вычисляют как среднее арифметическое результатов двух определений по каждой пробе бетонной смеси. Объемную массу уложенной бетонной смеси в производственных условиях (в блоке) рекомендуется определять радиоизотопным методом с помощью приборов, описанных в § 8 гл. 6.

Объемную массу легкобетонной смеси определяют после уплотнения:

смесей с жесткостью менее 60 с в цилиндрическом сосуде вместимостью 5 л (внутренним диаметром и высотой 186 мм) или в формах, предназначенных для изготовления образцов бетона при определении прочности и объемной массы;

смесей с жесткостью более 60 с — только в формах.

Для определения объемной массы мерный сосуд или форму предварительно взвешивают с погрешностью 10 г, затем заполняют отобранной пробой бетонной смеси и уплотняют. После уплотнения избыток смеси срезают и поверхность тщательно выравнивают вровень с краями формы металлической пластинкой. Затем сосуд или форму с бетонной смесью взвешивают с погрешностью 10 г. Объемную массу бетонной смеси вычисляют по формуле (5.1) с погрешностью 10 кг/м³ как среднее арифметическое значение результатов двух определений объемной массы смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 5% меньшего значения. При большем расхождении результатов определения испытания повторяют.

Для определения объемной массы растворяемых смесей применяют следующее *оборудование*: весы с погрешностью 5 г; стальной стержень диаметром 10—12 мм; прибор для определения объемной массы растворяемых смесей (рис. 5.1), состоящий из стального цилиндрического сосуда вместимостью $1 \pm 0,002$ л с насадкой.

Проведение испытания. Сосуд напол-

няют растворной смесью непосредственно после ее перемешивания с некоторым избытком, удерживаемым надежной насадкой. После этого растворную смесь уплотняют штыкованием 25 раз стальным стержнем диаметром 10—12 мм и встряхивают сосуд 5—6 раз легким постукиванием о стол. Затем насадку снимают и срезают избыток растворной смеси вровень с краями сосуда.

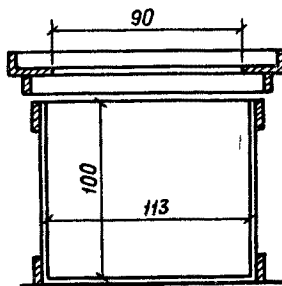


Рис. 5.1. Устройство для определения объемной массы растворяемых смесей

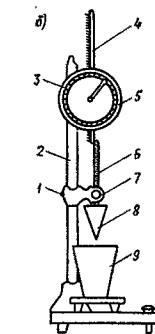
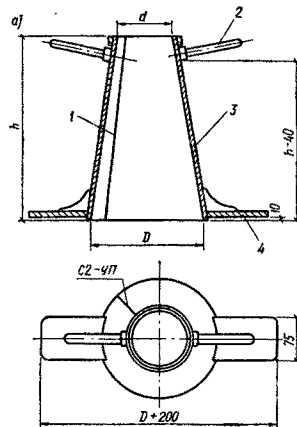


Рис. 5.2. Прибор для определения подвижности

Объемную массу растворной смеси определяют взвешиванием сосуда с растворной смесью с погрешностью 5 г за вычетом массы сосуда. Объемную массу растворной смеси вычисляют по формуле (5.1) как среднее арифметическое результатов двух испытаний.

§ 2. Подвижность

Сущность определения подвижности бетонных смесей состоит в измерении осадки конуса бетонной смеси с помощью металлической линейки.

При испытании используют следующее *оборудование*: стальной стержень диаметром 16 мм и длиной 600 мм с закругленными концами; стальную линейку длиной не менее 700 мм по ГОСТ 427—75; стальную линейку длиной 200—500 мм с делениями по ГОСТ 427—75; кельму типа КБ по ГОСТ 9533—71; площадку из досок, обшитую листовым железом; стальной или линолеумный

лист размером 700×700 мм; прибор для определения подвижности бетонной смеси (рис. 5.2, а), имеющий форму усеченного конуса 3 со сварными швами 1 высотой 300 мм, с внутренним диаметром нижнего основания 200 мм и верхнего 100 мм, изготовленный из листовой стали и установленный на гладком горизонтальном металлическом листе или куске линолеума. Форма конуса имеет гладкую внутреннюю поверхность, степень шероховатости которой не должна быть более $R_z=40$ мкм по ГОСТ 2789—73, на ней имеются большие ручки 2 и упоры 4 по основанию.

Подвижность бетонной смеси при максимальной крупности зерен заполнителей более 70 мм определяется при помощи прибора-конуса высотой 450 мм с внутренним диаметром нижнего основания 300 мм и верхнего — 150 мм. При этом осадка конуса бетонной смеси приводится к значению осадки стандартного конуса умножением на коэффициент 0,67.

Проведение испытания. Осадку конуса бетонной смеси определяют следующим образом. Внутреннюю поверхность прибора смачивают водой. Затем наполняют формы бетонной смесью через насадку-воронку, установленную на конусе. Наполнение производят тремя слоями одинаковой высоты и каждый слой уплотняют 25-кратным штыкованием металлическим стержнем с округленным концом. Во время штыкования смеси форму прижимают к листу. Затем насадку снимают и избыток смеси срезают металлической линейкой вровень с краями формы.

Металлический конус осторожно снимают со смеси подъемом вверх строго вертикально и устанавливают рядом с отформованной бетонной смесью. Осадку конуса бетонной смеси определяют, укладывая металлическую линейку ребром на верх формы и измеряя с погрешностью 5 мм расстояние от нижней грани линейки до верха бетонной смеси. Если при этом конус бетонной смеси сильно деформируется и прибор теряет форму, затрудняющую определение его осадки, измерение не производят и повторяют испытание на новой порции бетонной смеси из той же пробы.

Показатель подвижности бетонной смеси (в см) вычисляется с округлением до целых сантиметров как среднее арифметическое результатов двух определенных осадки конуса бетонной смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 2 см. При большом расхождении результатов определение повторяют каждый раз на новой порции смеси до достижения требуемой схожести результатов.

Если вычисленный показатель подвижности бетонной смеси окажется равным нулю, смесь признается не обладающей подвижностью и должна характеризоваться показателем жесткости, определяемым, как указано в § 3 гл. 5.

Сущность определения подвижности растворяемых смесей состоит

в измерении глубины погружения в растворную смесь стального конуса.

Для испытания используют следующее оборудование: стальную стержень диаметром 10—12 мм; секундомер; прибор для определения подвижности растворной смеси (рис. 5.2, б).

Прибор состоит из штатива, на стойке 2 которого закреплены держатели 1 и 3. В передвижном держателе 1 имеется пружинная кнопка 7, с помощью которой удерживается скользящий стержень 6 конуса 8. На держателе 3 закреплены штанга 4 и циферблат 5, имеющий две шкалы, по которым производятся отсчеты глубины погружения (в см) конуса в растворную смесь и объема погруженной части конуса (в см³). Масса конуса 8 со стержнем 6 и балластом равна 300 ± 2 г. Высота конуса 145 мм, диаметр основания 75 мм. Сосуд 9 для растворной смеси изготавливают из листовой стали в виде усеченного конуса.

Проведение испытания. Для испытания растворную смесь перемешивают и наполняют ею сосуд 9 до уровня примерно на 1 см ниже его краев. Уложенную в сосуд растворную смесь уплотняют 25-кратным штыкованием стальным стержнем диаметром 10—12 мм и встряхивают сосуд 5—6 раз легким постукиванием о стол.

Острые конуса приводят в соприкосновение с поверхностью растворной смеси, опускают штангу до соприкосновения со стержнем конуса и устанавливают против стрелки нуль-циферблата. Нажимают пружинную кнопку, предоставляя конусу свободно погружаться в растворную смесь. Через 10 с опускают штангу до соприкосновения со стержнем конуса и по циферблату отсчитывают с погрешностью 0,2 см глубинно погружения в растворную смесь стального точечного конуса. Подвижность (в см) растворной смеси вычисляют как среднее арифметическое результатов двух испытаний.

§ 3. Жесткость бетонных смесей

Сущность испытания состоит в измерении времени вибрации (в с), необходимого для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения ее жесткости.

Для испытания применяют следующее оборудование: прибор для определения жесткости бетонных смесей (рис. 5.3) (цилиндрическое кольцо 1, конус 2 и воронку 4 прибора изготавливают из листовой стали, кольцо и конус должны иметь гладкую внутреннюю поверхность, степень шероховатости которой не должна быть более $R_z=40$ мкм по ГОСТ 2789—73, общая масса диска 8, штанги 9 и шайбы 10 должна составлять 2750 ± 50 г); виброплощадку типа 435, которая должна с установленным на ней прибором без бетонной смеси обеспечивать вертикально направленные колебания с частотой 2800—3000 в 1 мин и амплитуду

дой 0,5 мм и должна иметь устройства, обеспечивающие при испытании жесткое и плотное крепление прибора к поверхности стола; кельму типа КБ по ГОСТ 9533—71; прямой металлический гладкий стержень диаметром 16 мм и длиной 600 мм с округленными концами; загрузочную воронку.

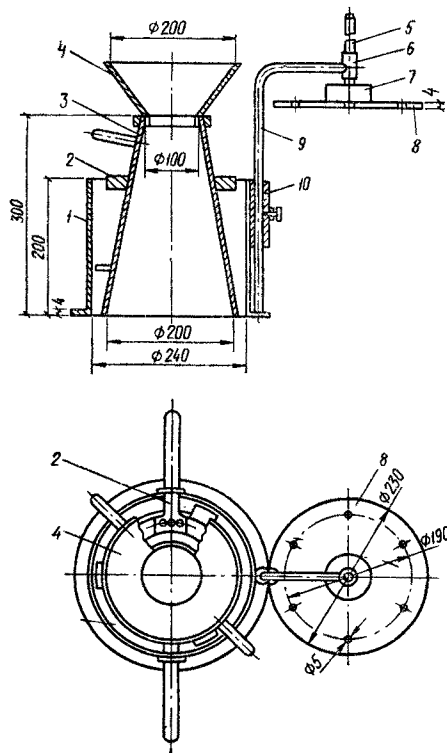


Рис. 5.3. Прибор для определения жесткости бетонных смесей

С помощью указанного оборудования определяют жесткость бетонных смесей с наибольшей крупностью зерен заполнителя до 40 мм включительно.

Проведение испытания. Перед испытанием все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности очищают и протирают влажной тканью. Конус 3 заполняют бетонной смесью через воронку 4 в три слоя одинаковой высоты. Каждый слой уплотняют 25-кратным штыкованием металлическим стержнем. После уплотнения бетонной смеси в конусе воронку снимают, а избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса. Затем конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси. Диск прибора 8 путем поворота штатива 5 устанавливают над отформованной бетонной смесью и опускают его на поверхность конуса смеси. Штатив 9 закрепляют в фиксирующей втулке 7 зажимным винтом 10. Затем одновременно включают виброплощадку и секундомер и наблюдают за выравни-

ванием и уплотнением бетонной смеси. Вибрирование производят до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из всех отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и вибратор. Полученное время (в с) характеризует жесткость бетонной смеси. Жесткость бетонной смеси вычисляют с погрешностью до 1 с как среднее арифметическое результатов двух определений жесткости из одной пробы смеси, отличающихся между собой не более чем на 20%. При большем расхождении результатов определение повторяют.

§ 4. Виброуплотняемость бетонных смесей

Для испытания используют следующее оборудование: секундомер; виброплощадку; прибор для определения виброуплотняемости бетонных смесей (рис. 5.4).

Виброуплотняемость определяют для

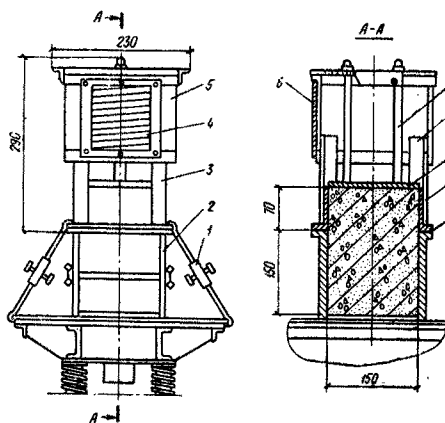


Рис. 5.4. Прибор для определения виброуплотняемости бетонных смесей

смесей с показателем жесткости по техническому вискозиметру свыше 60 с с помощью прибора (см. рис. 5.4), состоящего из насадки, пуансона и формы. Насадку 9 устанавливают на стандартную разборную форму 2 размером 150×150×150 мм, заменяемую для изготовления образцов из легкогобетонной смеси. Насадка имеет четыре направляющие рейки 3, выполненные в виде уголков, прикрепленных жестко к краям насадки, и шкалу 6, неподвижную относительно насадки, служащую для отсчета десятых долей сантиметра.

Пуансон 8 свободно входит внутрь насадки и формы и через свое основание передает на бетонную смесь давление из расчета 4 кПа. На пуансоне с помощью двух штырей 7 укреплена рама 5 со смонтированной на ней шкалой 4 в виде нанесенных на прозрачную пластинку из оргстекла линий с шагом 10 мм. Для фиксации рама при перемещении вместе с пуансоном в вертикальной плоскости входит в направляющие

насадки, при этом шкалы 6 и 4 налагаются одна на другую. Двумя зажимами насадку и форму жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке.

Проведение испытания. На виброплощадку устанавливают стандартную разборную форму, а на нее — насадку прибора. Зажимами насадку вместе с формой жестко закрепляют на вибростол. Отобранную пробу легкобетонной смеси засыпают в форму с насадкой вровень с бортами насадки, излишек смеси срезают металлической пластинкой.

На бетонную смесь устанавливают пуансон прибора, включают виброплощадку и секундомер. Далее через каждые 5 с отсчитывают высоту слоя по шкале прибора. Момент наступления предельного уплотнения смеси устанавливают по началу уменьшения высоты слоя смеси менее 1 мм за 5 с. После этого секундомер и виброплощадку выключают.

Полученное общее время в секундах, затраченное на уплотнение смеси, за вычетом 5 с является показателем виброуплотняемости. Виброуплотняемость испытуемой бетонной смеси вычисляют с погрешностью 5 с. За результат двух определений виброуплотняемости смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 5 с, принимают больший. При большем расхождении результатов определение повторяют.

§ 5. Расслаиваемость

При определении расслаиваемости бетонных смесей используют следующее оборудование: секундомер; весы технические с погрешностью 5 г; прибор для определения расслаиваемости бетонной смеси (рис. 5.5, а), состоящий из двух цилиндров, устанавливаемых один на другой (нижний цилиндр 4 имеет дно, на верхний цилиндр 3 надевают насадку 2).

Проведение испытания. Собранный прибор устанавливают и закрепляют на виброплощадке. Бетонную смесь загружают в цилиндры и насадку на всю высоту. Для смесей с жесткостью более 60 с сверху устанавливают цилиндрический пригруз 1 из расчета 4 кПа, после чего включают виброплощадку.

Длительность вибрирования при этом должна составлять: для смесей с осадкой конуса 1 см и более — 30 с, для остальных смесей — удвоенную жесткость или виброуплотняемость, но не более 120 с. После окончания вибрирования снимают насадку и пригруз и металлической пластинкой срезают излишек смеси. Затем снимают верхний цилиндр, выбирают из него смесь и взвешивают. Если при снятии верхнего цилиндра на нижнем остается излишек, его срезают металлической пластинкой и добавляют к смеси, извлеченной из верхнего цилиндра. Затем взвешивают смесь из нижнего цилиндра.

Расслаиваемость бетонной смеси P_p , %, вычисляют по формуле

$$P_p = \frac{2(m_H - m_B)}{m_H + m_B} 100, \quad (5.2)$$

где m_H , m_B — масса смеси соответственно в нижнем и верхнем цилиндре, кг.

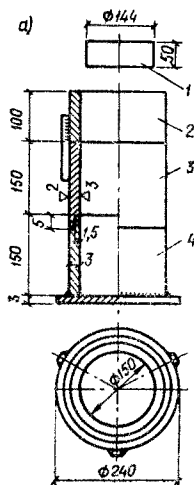
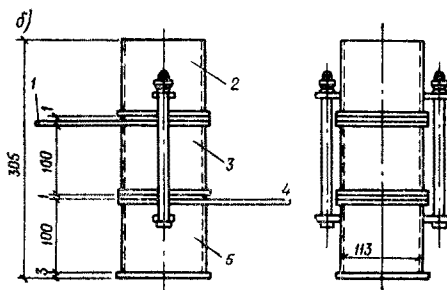


Рис. 5.5. Приборы для определения расслаиваемости смесей



Расслаиваемость испытуемой бетонной смеси вычисляют с погрешностью 1% как среднее арифметическое значение результатов двух определений расслаиваемости смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 20% меньшего значения.

При определении расслаиваемости растворяемых смесей используют следующее оборудование: виброплощадку; секундомер; прибор для определения расслаиваемости растворяемой смеси (рис. 5.5, б).

Прибор представляет собой цилиндрическую стальную форму, состоящую из трех частей одинаковой высоты: двух колец 2 и 3 и цилиндра 5 с дном, собранных на резиновых прокладках и стянутых двумя тягами.

Проведение испытания. Форму заполняют испытуемой растворяемой смесью, предварительно перемешанной в один прием, вровень с краями, закрывают крышкой, затем подвергают вибрации на вибрационной

площадке в течение 30 с, после чего крышку снимают.

После вибрирования, сдвинув кольцо 2 (см рис. 5.5, б) по платформе 1, а кольцо 3 по платформе 4, находящуюся в кольце 2 и цилиндре 5 растворную смесь выкладывают в отдельные сосуды. Растворную смесь, находящуюся в кольце 3, для испытаний не используют. Затем из каждого сосуда после тщательного перемешивания в течение 30 с берут пробу для определения подвижности растворной смеси на приборе, показанном на рис. 5.2, б.

Объем погруженной части конуса в растворную смесь отсчитывают с погрешностью 1 см³ и вычисляют разность объемов погружения конуса в образцы 2 и 5. Расслаиваемость (в см³) растворной смеси вычисляют как среднее арифметическое результатов двух испытаний.

§ 6. Водоотделение бетонных смесей

При испытании используют следующее оборудование: цилиндрические мерные сосуды; виброплощадку; металлическую линейку; пипетку; часы.

Проведение испытания. Для определения водоотделения бетонную смесь не позднее чем через 10 мин после ее приготовления укладывают в цилиндрический сосуд, размер которого в зависимости от максимальной крупности заполнителя должен соответствовать табл. 5.1. Бетонную смесь уплотняют, затем цилиндрический сосуд с бетонной смесью оставляют в покое на 1,5 ч, после чего измеряют высоту отделившегося слоя воды (в мм) либо массу воды, отбираемой пипеткой (в г).

Для малоподвижных бетонных смесей с осадкой стандартного конуса до 3 см водоотделения не должно быть. Наличие его указывают на недостаточную связность бетонной смеси.

§ 7. Водоудерживающая способность растворных смесей

При испытании применяют следующее оборудование: воздушный насос, обеспечивающий разрежение 6,66 кПа; часы; прибор для определения водоудерживающей способности растворной смеси (рис. 5.6), состоящий из фарфоровой или металлической воронки и фильтра с диаметром отверстий 1,4—1,6 мм (прибор имеет измеритель разрежения и воздушный насос).

Проведение испытания. Перед началом испытания определяют подвижность растворной смеси. На фильтровальную поверхность воронки расстилают фильтровальную бумагу, на которую кладут растворную смесь толщиной 3 см. После этого растворную смесь с помощью разрежения частично обезвоживают в течение 1 мин и выкладывают в свободную посуду. Испытание повторяют три раза, отбирая пробы одну за другой. Затем, тщательно перемешав обез-

воженные порции (пробы) растворной смеси, вновь определяют ее подвижность в соответствии с § 2 гл. 5.

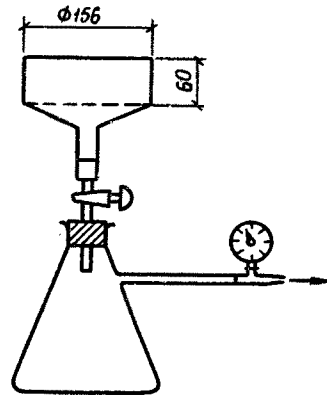


Рис. 5.6. Прибор для определения водоудерживающей способности растворной смеси

Показатель водоудерживающей способности P , %, определяют по формуле

$$P = \frac{S_2}{S_1} 100, \quad (5.3)$$

где S_2 — подвижность растворной смеси после вакуумирования, см; S_1 — подвижность растворной смеси перед вакуумированием, см.

§ 8. Отделимость цементного теста в смеси для крупнопористого бетона

Отделимость цементного теста определяют по времени в секундах, в течение которого при вибрации в специальном приборе

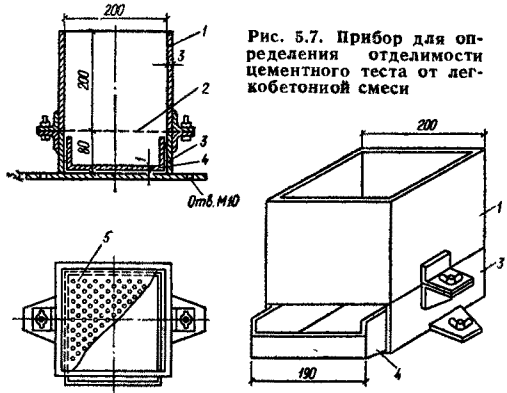


Рис. 5.7. Прибор для определения отделимости цементного теста от легкого бетона

ре от бетонной смеси отделяется первая капля цементного теста; по общему количеству (в %) вытекающего цементного теста при установленной продолжительности вибрации.

При испытании используют следующее оборудование: виброплощадку; секундомер; весы с погрешностью 1 г; прибор для определения отделимости цементного теста из легкого бетона (рис. 5.7) (прибор

представляет собой призматический прямоугольный сосуд 1 из стального листа. Дно сосуда 2 выполнено в виде сита 5 из стального листа с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм по ГОСТ 3584—73. Нижняя часть сосуда 3 имеет подвижный поддон 4 из стального листа со стенками высотой 40 мм. Обе части сосуда соединяются друг с другом болтами).

Проведение испытания. На виброплощадке устанавливают и закрепляют зажимами собранный прибор. Пробу легкобетонной смеси засыпают с высоты 100—150 мм в верхнюю часть прибора в уровень с его бортами, после чего излишек смеси срезают металлической пластинкой. Затем на поверхность испытуемой смеси накладывают стальную пластинку размерами в плане 195×195 мм и толщиной 30—32 мм, включая виброплощадку и секундомер, определяя время, необходимое для отделения первой капли цементного теста.

После дальнейшей вибрации смеси в течение 60 с из прибора извлекают подвижный поддон и определяют с погрешностью 1 г массу всего отделившегося цементного теста. Отделимость цементного теста вычисляют как среднее арифметическое значение результатов двух определений смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 10% меньшего значения.

§ 9. Объем межзерновых пустот (пустотность) в уплотненной легкобетонной смеси

Объем межзерновых пустот в уплотненной легкобетонной смеси определяют экспериментальным путем после определения объемной массы или, при известном составе смеси и характеристиках составляющих, расчетным путем. При экспериментальном способе объем межзерновых пустот в уплотненной бетонной смеси (в свежееуплотненном бетоне) определяют испытанием цементного теста.

Для этого уплотненную бетонную смесь после определения ее объемной массы выгружают из мерного сосуда (или формы) на противень, растирают отдельные комья и тщательно перемешивают смесь с добавлением 2000 г цемента и 600—800 г воды до получения бетонной смеси с примерной жесткостью 10—20 с. После получения однородной перемешанной смеси вновь определяют ее объемную массу в уплотненном состоянии.

Объем межзерновых пустот $V_{п, \%}$ в уплотненной бетонной смеси вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_{п} = \left(1 - \frac{V_2 - V_{ц,т}}{V_1} \right) 100, \quad (5.4)$$

где V_1 — объем уплотненной бетонной смеси, подвергаемой испытанию (объем мерного сосуда или формы), м³; V_2 — объем уплотненной бетонной смеси после добавления цемента и воды, м³;

$$V_2 = \frac{m}{m_V^{см}}; \quad (5.5)$$

$V_{ц,т}$ — объем добавленного цементного теста, м³;

$$V_{ц,т} = \frac{m_{ц}}{m_V^п} + m_{в}/\rho_{в}, \quad (5.6)$$

или $V_{ц,т} = 0,645 + m_{в}$ (при $\rho_{ц} = 3100$ кг/м³);

$m_{в}$ — количество воды, добавленной к смеси, м³; m — масса пробы бетонной смеси после смешения с цементным тестом, кг; $m_{ц}$ — масса добавленного к пробе цемента; $m_V^{см}$ — объемная масса в уплотненном состоянии бетонной смеси, перемешанной с цементным тестом, кг/м³; $\rho_{в}$ — плотность воды.

Объем межзерновых пустот в уплотненной испытуемой бетонной смеси вычисляют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое значение результатов двух определений объема межзерновых пустот смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более, чем на 20% меньшего значения. При больших расхождениях результатов определение повторяют.

При расчетном способе объем межзерновых пустот $V_{п, \%}$ вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_{п} = \frac{1}{10} \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{П}{m_V^п} + \frac{Ш}{m_V^{щ}} + В \right) \right], \quad (5.7)$$

где Ц, П, Ш, В — фактические массы соответственно цемента, сухого песка, сухого гравия (щебня) и воды в уплотненной бетонной смеси, кг/м³; $m_V^п$ — объемная масса зерен пористого песка в цементном тесте или плотность строительного плотного песка, кг/м³; $m_V^{щ}$ — объемная масса зерен пористого щебня (гравия) в цементном тесте, кг/м³.

Расход материалов на 1 м³ уплотненной бетонной смеси вычисляют по следующему формулам:

$$\left. \begin{aligned} Ц &= \frac{m_V^{см}}{\Sigma m} m_{ц}; & Ш &= \frac{m_V^{см}}{\Sigma m} m_{щ}; \\ П &= \frac{m_V^{см}}{\Sigma m} m_{п}; & В &= \frac{m_V^{см}}{\Sigma m} m_{в}, \end{aligned} \right\} \quad (5.8)$$

где Ц, П, Ш, В — расход цемента, сухого песка, сухого крупного заполнителя и воды, кг на 1 м³; $m_V^{см}$ — объемная масса бетонной смеси в уплотненном состоянии, кг/м³; Σm — суммарный расход материалов на приготовление данного замеса легкобетонной смеси, включая воду, кг; $m_{ц}$, $m_{п}$, $m_{щ}$, $m_{в}$ — масса цемента, сухого песка, сухого крупного заполнителя и воды, израсходованных на приготовление данного элемента, кг.

§ 10. Объем вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси

Объем вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси определяют экспериментальным путем (весовым или объемным методом) после определения объемной

массы или при известном составе смеси и характеристиках составляющих расчетным способом.

Объем вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси легкого бетона экспериментальным способом определяют при помощи прибора, показанного на рис. 5.8.

Уплотненную бетонную смесь после определения объемной массы извлекают из

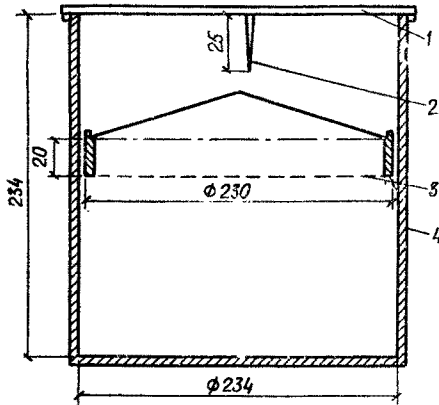


Рис. 5.8. Прибор для определения объема вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси

мерного сосуда (или формы), взвешивают и помещают в сосуд-объеммер 4 вместимостью 10 л. В течение 2—3 мин стальным стержнем диаметром 10 мм и длиной 500 мм тщательно перемешивают бетонную смесь с отмеренным количеством воды (4—5 л). После этого стержень вынимают и опускают в сосуд, пригружающий пуансон 3, представляющий собой стальное кольцо с сетчатым дном (размер ячеек 1,2 мм) и ушками, к которым прикрепляют проволочную петлю. С помощью пуансона погружают в воду всплывшие зерна пористого заполнителя. Далее снимают образовавшуюся в сосуде пену, помещая ее в предварительно взвешенный стеклянный или фарфоровый стакан вместимостью 200—300 см³. Перемешивание смеси и отбор пены повторяют дважды, после чего определяют суммарную массу отобранной пены m с погрешностью 1 г.

Затем, не вынимая пригружающий пуансон, накладывают на сосуд пластину 1 размером 15×250 мм, в центре которой закреплена перпендикулярно к плоскости пластины заостренная стрелка 2. Постепенно доливают в сосуд воду до тех пор, пока ее поверхность не придет в соприкосновение с острием стрелки, при этом фиксируют весь объем залитой в сосуд воды V с погрешностью 1 мл. После этого вынимают из сосуда пуансон и отбирают из испытанной смеси 30—50 зерен крупного заполнителя, которые отбирают влажной тканью, взвешивают (с погрешностью 1 г) и высушивают до постоянной массы. По разнице

масс зерен вычисляют водопоглощение крупного заполнителя $W_{щ}$, % по массе, за время от начала приготовления бетонной смеси до окончания испытания.

Объем вовлеченного воздуха V_v в уплотненной бетонной смеси легкого бетона вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_v = \frac{100}{V_0} \left(V_0 + V - V_0 - 0,9m - \frac{nW_{щ}}{100} \text{Щ} \cdot V_0 \right), \quad (5.9)$$

где V_0 — объем испытываемой бетонной смеси в уплотненном состоянии;

$$V_0 = \frac{m_1}{m_V^{см}}$$

(m_1 — масса пробы испытываемой смеси, кг; $m_V^{см}$ — объемная масса смеси в уплотненном состоянии, кг/м³); V — объем залитой воды, м³; V_0 — постоянная объеммера, м³; m — масса отобранной при испытании пены, кг; n — коэффициент, равный 0,4 для пористого гравия и 0,75 для пористого щебня; $W_{щ}$ — водопоглощение крупного заполнителя за время от момента приготовления смеси до окончания испытания, % по массе; Щ — содержание крупного заполнителя в бетонной смеси, вычисляемое по формуле (5.8) или по данным о составе бетона, кг/м³.

Объем вовлеченного воздуха в испытываемой бетонной смеси вычисляют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое значение результатов двух определенных объемов воздуха в уплотненной бетонной смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 20% меньшего значения. При большем расхождении результатов определение повторяют. Постоянную объеммера определяют с погрешностью 0,01 л по объему воды, залитой в сосуд (с помещением в него пригружающим пуансоном) до соприкосновения поверхности воды с острием стрелки.

Расчетным способом объем вовлеченного воздуха V_v , % вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_v = \left[1 - \frac{\Pi}{\rho_{ц}} + \frac{\Pi}{m_V^п} + \frac{\text{Щ}}{m_{щ}^п} + B + B_1 \right] \frac{1}{10}, \quad (5.10)$$

где Π , П , Щ , B , B_1 — фактические массы, соответственно, цемента, сухого песка, сухого гравия (щебня), воды и водного раствора воздухововлекающей, порообразующей или пластифицирующей добавки, кг на 1 м³ уплотненной бетонной смеси, вычисленные по формулам (5.8); $\rho_{ц}$ — плотность цемента, равная 3100 кг/м³; $m_V^п$ — объемная масса зерен пористого щебня (гравия) в цементном тесте, кг/м³; $m_V^п$ — объемная масса пористого песка в цементном тесте, или плотность строительного (плотного) песка, кг/м³.

Для проверки того, является ли экспериментально определенный объем воздуха вовлеченным или находящимся в межзер-

новых пустотах бетона, испытывают затвердевшие образцы бетона, заранее приготовленные из испытываемой смеси. Образцы могут быть изготовлены в виде кубов размером 150×150×150 мм или любой правильной геометрической формы с известным геометрическим объемом (не менее 1 л). Испытуемый бетонный образец взвешивают с погрешностью 10 г, измеряют с погрешностью 1 мм и помещают в сосуд-объеммер (см. рис. 5.8). Сверху на образец устанавливают пуансон, который в случае необходимости пригружают.

Отмеряют 10 л воды и постепенно заливают ее в сосуд до тех пор, пока поверхность воды не войдет в соприкосновение со стрелкой, после чего немедленно извлекают образец и устанавливают его на решетку. Остаток предварительно отмеренной воды взвешивают с погрешностью 1 г и по разности определяют объем залитой в сосуд воды с погрешностью 1 см³. Через 5—10 мин образец вытирают влажной тканью, взвешивают с погрешностью 10 г и определяют изменение массы образца в процессе испытания.

Объем межзерновых пустот $V_{п}$, %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$V_{п} = \frac{V + V_{б} - V_{о} - \Delta P}{V_{б}} 100, \quad (5.11)$$

где V — объем воды, залитой в сосуд, м³; $V_{б}$ — геометрический объем образца, м³; $V_{о}$ — постоянная объеммера, м³; ΔP — изменение массы образца, кг.

Объем межзерновых пустот вычисляют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое значение результатов двух определений объема межзерновых пустот смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 20% наименьшего значения. При большем расхождении результатов определение повторяют. В случае, если найденное значение $V_{п}$ не превышает 2%, определенное экспериментальное значение $V_{в}$ принимают за объем вовлеченного воздуха.

Для гидротехнического бетона объем вовлеченного в бетонную смесь воздуха определяют двумя способами: весовым или объемным.

Весовым методом объем вовлеченного воздуха $V_{в}$, %, к объему бетонной смеси вычисляют по формуле

$$V_{в} = \frac{m'_V - m_V}{m_V} 100, \quad (5.12)$$

где m'_V — теоретическая объемная масса бетонной смеси без воздуха, кг; m_V — физическая определяемая опытным путем объемная масса бетонной смеси с вовлеченным воздухом, кг.

Фактическую объемную массу бетонной смеси m_V определяют в соответствии с § 5 гл. 4. Взвешивание производят с погрешностью 1 г.

Теоретическую объемную массу бетонной смеси m'_V , кг/м³, вычисляют по формуле

$$m'_V = \frac{\Pi + П + K_p + B}{\frac{\Pi}{\rho_{\Pi}} + \frac{П}{\rho_{П}} + \frac{K_p}{\rho_{Kp}} + B}, \quad (5.13)$$

где Π , $П$, K_p и B — массы соответственно цемента, песка, крупного заполнителя и воды, взятых на замес, кг; ρ_{Π} , $\rho_{П}$, ρ_{Kp} — плотности цемента, песка и крупного заполнителя, кг/м³.

Объем вовлеченного воздуха весовым методом допускается определять в бетонной смеси, уплотненной штыкованием или вибрированием, в зависимости от метода укладки, применяемого на строительстве.

Наряду с определением объема вовлеченного в бетонную смесь воздуха на основании теоретической и фактической объемных масс смеси вычисляют коэффициент ее уплотнения по формуле

$$\gamma_{упл} = m'_V / m_V, \quad (5.14)$$

где $\gamma_{упл}$ — коэффициент уплотнения бетонной смеси, который всегда меньше 1 и для обычной бетонной смеси без воздухововлекающей добавки должен быть не менее 0,98.

При применении объемного метода используется прибор, показанный на рис. 5.9. Определение содержания воздуха в бетонной смеси при помощи этого прибора основано на использовании закона Бойля-Мариотта: $pV = \text{const}$ (при постоянной температуре объем V массы газа обратно пропорционален давлению p). Из всех составляющих бетонной смеси (заполнители, цемент, вода и воздух) единственным компонентом, способным сжиматься при сравнительно небольших давлениях, является воздух. Таким образом, по изменению объема смеси в приборе при повышении давления можно судить о содержании в ней воздуха.

Прибор состоит из металлического сосуда 1 цилиндрической формы со сферическим дном объемом около 8 л. Сосуд заполняют бетонной смесью. В случае необходимости определения содержания воздуха в бетонной смеси с заполнителем крупностью больше 60 мм употребляют сосуда большей вместимости. Верхняя часть сосуда заканчивается фланцем с прорезями, в которые входят четыре шарнирных болта с гайками. Сосуд 1 закрывается металлической крышкой 2 с цилиндром, в который вставляется стеклянная цилиндрическая трубка 3. Цилиндр заканчивается патрубком 4 с манометром 5 и отростком 6 для заливки воды и для прикрепления насоса.

Градуировка прибора производится перед испытанием. На стеклянной трубке нанесена шкала, позволяющая по положению уровня воды в трубке (при определенном давлении) отсчитать по шкале процентное содержание воздуха в испытываемой бетонной смеси. Шкала разбита на деле-

ния, цену которых определяют при градуировке.

Цену деления определяют следующим образом: на дно сосуда укладывают стекло четырехугольной формы толщиной 1,5—2 мм, на которое ставят в опрокинутом виде стеклянную и металлическую посуду.

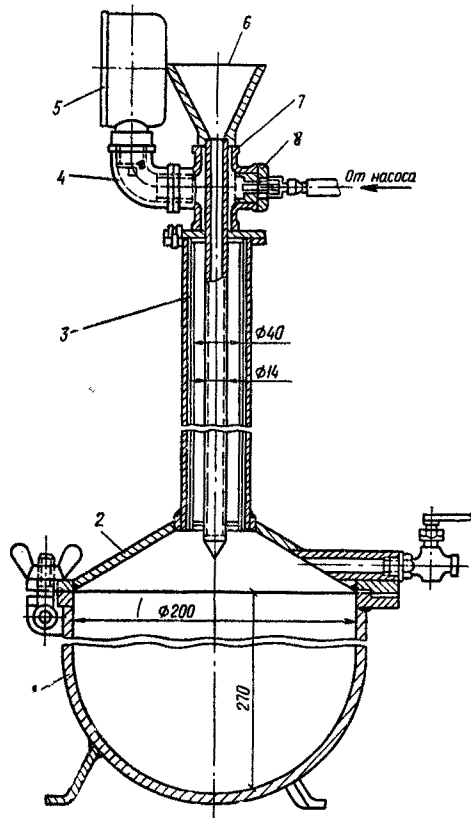


Рис. 5.9. Прибор для определения содержания воздуха в бетонной смеси объемным методом

Объем посуды заранее точно определяют (в рассматриваемом случае он составляет 13% объема прибора, что отвечает максимально возможному отсчету по шкале). Между стеклом и опрокинутым сосудом помещают бумажные прокладки. Сосуд прижимают к стеклу пружиной, конец которой упирается в середину конической крышки, для того, чтобы избежать опрокидывания сосуда при приложении давления. После закрепления крышки заливают воду.

Температура воды должна быть равна температуре, при которой проводят градуировку шкалы прибора. Воду заливают до верхнего конца трубки. Этот уровень принимают за начальный и обозначают отметкой 0. Затем при помощи насоса давление в приборе повышают. При давлении 40 кПа уровень воды в стеклянной трубке понижается. На шкале у стеклянной трубки отмечают точку, соответствующую новому поло-

жению уровня воды. После этого расстояние по шкале делят отметками на 13 равных частей. Каждое деление соответствует 1% вовлеченного воздуха. Проводя опыты при различных давлениях (20 и 30 кПа) с градуировочными сосудами равной вместимости, проверяют правильность показаний приборов.

Параметры прибора, изображенного на рис. 5.8, следующие: максимальное давление — 40 кПа; вместимость прибора — 7600 см³; объем внутреннего сосуда, используемого для градуировки, — 1000 см³. Объем сжимаемого воздуха n при градуировке составляет

$$n = \frac{1000}{7600} 100 = 13\%.$$

Расстояние между начальным и конечным уровнями воды равняется 290 мм, цена деления, соответствующая 1% воздуха, равняется $\frac{290}{13} = 22,3$ мм. Прибор

позволяет измерить процент вовлеченного воздуха с погрешностью 0,05% (по объему).

Проведение испытания. Пробу бетонной и растворной смеси для определения в ней содержания воздуха берут непосредственно из бункера, транспортера или из бады перед укладкой в сооружение. Смесь укладывают в сосуд 1 (см. рис. 5.9) до уровня 30 мм ниже края сосуда. После этого осторожно, не вызывая пенообразования, заливают воду до полного заполнения сосуда.

На фланец кладут резиновую прокладку, затем крышку 2 герметически закрепляют болтами. В водосливной штуцер 8 патрубку ставят воронку 6, через которую заливают воду до отметки 0. Затем воронку снимают и отверстие штуцера закрывают пробкой 4. При помощи насоса создают давление, равное давлению, при котором градуировали прибор. По шкале цилиндра отмечают, насколько опустился мениск воды в стеклянной трубке 3. Простой отсчет по шкале дает процентное содержание вовлеченного воздуха в испытуемой смеси.

Описанная конструкция прибора при соответственном увеличении вместимости сосуда до 30—50 л может быть использована при определении содержания воздуха в бетоне при крупности заполнителя до 120 мм.

§ 11. Состав бетонной смеси (определение методом обратного титрования)

Сущность метода состоит в определении следующих основных параметров: содержания цемента, водоцементного отношения B/C , количества и гранулометрического состава заполнителей.

При испытании применяют следующее **оборудование и материалы**: весы с погрешностью 0,5 г; сита с размерами ячеек 5 и 0,2 мм; сушильный шкаф; позволяющий поддерживать температуру 110° С; фарфоровую чашку; фарфоровый пестик; титровальную соляную кислоту; децинормальный раствор едкого натра.

Проведение испытания. В результате мокрого ситового анализа (промывания) отделяют тонкую фракцию (менее 0,2 мм), которую анализируют для определения содержания цемента. Анализ заключается в том, что навеску тонкой фракции разлагают точным количеством титровальной соляной кислоты, после чего остаток последней титруют децинормальным раствором едкого натра. Результат выражают в миллилитрах раствора NaOH, оставшегося неизрасходованным при титровании (*M*). Параллельно делают такой же анализ примененного в бетоне цемента в миллилитрах раствора

NaOH (*P*). Отношение $\frac{M}{P} 100$ дает процентное содержание цемента в тонкой фракции бетона.

По разности масс всей тонкой фракции и цемента получают массу песка в этой фракции, а по данным ситового анализа — массу остальных фракций песка и массу щебня. Затем массы цемента, фракций песка и щебня пересчитывают в процентах массы исходной навески бетона или же суммы масс заполнителей. Содержание воды определяют по разности между массой исходной и высушенной пробы бетона.

При определении влажности бетона отвешивают 500—1000 г свежего бетона с погрешностью 0,5 г (масса *A*) и высушивают при 110° С (масса *B*). Влажность бетона *W*, %, вычисляют по формуле, аналогичной формуле (6.85).

Другую навеску такой же массы промывают через сита с размерами ячеек 5 и 0,2 мм, соединенные вместе, собирая в большую фарфоровую чашку тонкую фракцию и промывные воды. Остаток на ситах высушивают, взвешивают (масса *K*) и расцеивают на ситах. Содержание сухого материала, *T*, г, прошедшего через сито с размерами ячеек 0,2 мм, вычисляют по формуле

$$T = B - K. \quad (5.15)$$

Содержание сухого материала Φ , %, вычисляют по формуле

$$\Phi = \frac{T}{B} 100. \quad (5.16)$$

Отстоявшуюся часть промывной воды сливают. Тонкую фракцию с остатками промывных вод переносят на воронку с фильтром. Отбирают 20—30 г тонкой фракции с фильтра в фарфоровую чашку и высушивают в сушильном шкафу или на асбестовой сетке при 160—200° С. Сухое вещество в чашке периодически перемешивают. Спустя 10 мин после исчезновения видимых

паров воды пробу можно считать сухой.

Для определения содержания цемента из высушенного н хорошо перемешанного материала отвешивают точно 1,5 г в чистую чашку, добавляют точно 50 мл 1 н. раствора HCl и растворяют в ней навеску. Процесс растворения ускоряют непрерывным взбалтыванием и растиранием фарфоровым пестиком.

§ 12. Свойства асфальтобетонных смесей

При определении содержания битума методом экстрагирования применяют следующее **оборудование и материалы**: аппарат Сокслета (рис. 5.10);

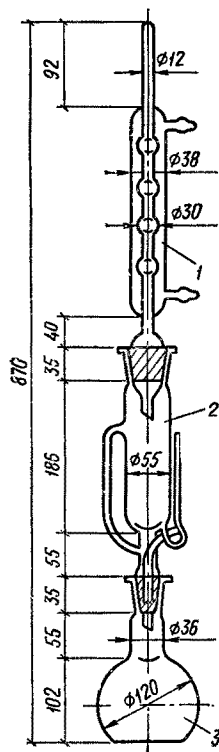


Рис. 5.10. Прибор Сокслета для определения содержания битума в асфальтобетоне

песчаную баню; обратный холодильник по ГОСТ 9499—60; вакуум-термостат; фарфоровую чашку по ГОСТ 9147—59; водяную баню; фильтровальную бумагу; вату; растворитель: хлороформ, спиртохлороформ, спиртобензол, четыреххлористый углерод, сероуглерод, трихлорэтилен и др.

Подготовка образцов. Предварительно высушенную и взвешенную с погрешностью 0,01 г (вместе с ватой) гильзу из фильтровальной бумаги наполняют асфальтобетонной смесью (или измельченным асфальтобетоном из вырубki или керна), закрывают ватой, снова взвешивают и помещают в прибор Сокслета. В колбу 3 прибора наливают растворитель. Экстракционная гиль-

за 1, заложенная в экстрактор, должна быть на 10 мм выше уровня сифона 2 экстрактора. К верхней части экстрактора присоединяют обратный холодильник, а к нижней — колбу с растворителем.

Проведение испытания. Колбу с растворителем нагревают на песчаной бане до температуры кипения растворителя. Конденсирующиеся в холодильнике пары растворителя, непрерывно стекая на асфальтобетонную смесь, растворяют битум и извлекают его из смеси. После наполнения экстрактора растворитель переливается в колбу по сифонной трубке. Процесс извлечения битума продолжают до исчезновения окраски растворителя, собирающегося в экстракторе.

Извлеченный из экстрактора патрон высушивают в термостате до постоянной массы при 50—60°С. После окончания экстрагирования растворитель из раствора битума (экстракта) отгоняют на водяной бане и остаток сушат в термостате (или вакуум-термостате) при 50—60°С до постоянной массы или в вакуум-термостате при 35—40°С.

Содержание битума в асфальтобетонной смеси или в асфальтобетоне из покрытия q_6 , % по массе, вычисляют с погрешностью 0,1% по формулам:

при дозировке битума, включенного в 100% состава асфальтобетона,

$$q_6^* = \frac{m - m_1}{m_2} 100; \quad (5.17)$$

при дозировке битума сверх 100% минеральной массы асфальтобетона

$$q_6 = \frac{m - m_1}{m_2 - (m - m_1)} 100, \quad (5.18)$$

где m — масса колбы с остатком битума после отгонки растворителя и сушки, кг; m_1 — масса пустой колбы, кг; m_2 — навеска асфальтобетонной смеси, кг.

Если наиболее мелкие частицы минерального материала асфальтобетонной смеси проходят в экстракт, то его нужно осторожно слить из колбы и осадок промыть новым количеством растворителя до исчезновения окраски. Содержание колбы переводят во взвешенную фарфоровую чашку. Избыток растворителя осторожно сливают, а остаток выпаривают при температуре кипения растворителя. Количество мелких частиц, прошедших через гильзу, определяют по разности между массой чашки с остатком и массой пустой чашки. Вычисленную массу мелких частиц прибавляют к массе минерального остатка, полученного после извлечения битума.

Содержание битума в асфальтобетонной смеси можно также определять по разности между массой взятой навески смеси и массой минеральной части после экстрагирования битума из асфальтобетонной смеси. Содержание битума определяют по двум параллельным испытаниям, расхожде-

ние между результатами которых должно быть не более 0,2%.

При определении зернового (гранулометрического) состава минеральной части асфальтобетонной смеси после экстрагирования используют следующее **оборудование**: набор сит с отверстиями диаметром 40, 25 или 20, 15, 10, 5, 3 (2,5) мм и с сетками № 1,25; 063; 0315; 014; 0071 по ГОСТ 3584—73 или ГОСТ 6613—73; технические весы; фарфоровую чашку диаметром 150—250 мм по ГОСТ 9147—73; пестик с резиновым наконечником; сушильный шкаф; емкость 6—10 л.

Проведение испытания. Минеральный материал после экстрагирования взвешивают с погрешностью 0,1 г. Пробу минерального материала помещают в фарфоровую чашку, носик которой смазан вазелином, заливают небольшим количеством воды и растирают в течение 2—3 мин пестиком с резиновым наконечником. Воду со взвешенными в ней частицами сливают на сито с сеткой № 0071, установленное над тазом или кастрюлей. Оставшиеся в чашке частицы вновь заливают чистой водой, растирают и опять сливают.

Последовательное растирание частиц и сливание мутной воды продолжают до тех пор, пока вода после растирания частиц не будет прозрачной. Окончив промывание, оставшиеся на сите частицы минерального материала крупнее 0,071 мм смывают в ту же фарфоровую чашку с остатком, отстоявшуюся в чашке воду сливают, а затем чашку ставят в сушильный шкаф для высушивания остатка минерального материала при 105—110°С до постоянной массы.

Промывание и растирание минерального материала непосредственно в сите с сеткой № 0071 не допускается. Высушенную пробу минерального материала просеивают через набор сит, начиная с сита с наибольшим диаметром отверстий и кончая ситом с сеткой № 0071. Перед окончанием просеивания для проверки каждое сито вручную интенсивно трясут в течение 1 мин над листом бумаги. Просеивание считают законченным при следующих условиях:

а) если на бумаге не будет частиц, прошедших через сита с отверстиями размером 3 мм и более;

б) если масса частиц, прошедших через сита с отверстиями размером 1,25 и 0,63 мм, не превышает 0,05 г, а прошедших через сита с отверстиями размером 0,315 и 0,071 мм — 0,02 г.

Остаток на каждом сите взвешивают и определяют частные остатки в процентах по отношению к массе просеиваемой навески (погрешность определения 0,1%). Количество зерен (в %) менее 0,071 мм определяют путем вычитания из 100 суммы остатков на остальных ситах (в %).

За результат принимают среднее арифметическое двух определений. Расхождение между результатами параллельных определений на одном сите не должно быть более

2% общей массы навески. Общая потеря материала при рассеивании не должна превышать 2% взятой навески.

Определение состава асфальтобетонных смесей или асфальтобетона из покрытия ускоренным методом разрешается, когда требуемая точность определения не превышает точности дозирования компонентов асфальтобетонных смесей.

При испытании используют следующее оборудование: металлический стакан высотой 150 мм и диаметром 100 мм с герметически закрывающейся крышкой; набор сит с поддоном (вместимость поддона не менее 2,5 л); диаметры отверстий сит 15, 10, 5 (2,5) мм и сетки № 125; 063; 0315; 014; 0071 по ГОСТ 3584—73 или ГОСТ 6613—73; технические весы с разновесом не ниже 2-го класса точности; фарфоровые чашки диаметром 150—250 мм; стеклянный мерный (градуированный) цилиндр вместимостью 500—1000 мл; химический или батарейный стакан вместимостью 2,5 л; резиновую грушу; ложку металлическую; пипетку стеклянную вместимостью 50 см³; баню песчаную электрическую; кристаллизатор диаметром 300—400 мм; термостат; растворитель — керосин осветительный (1,5—2 л).

Подготовка образца. Предварительно взвешенную с погрешностью 0,01 г пробу асфальтобетонной смеси или вырубку из покрытия помещают в термостат и нагревают до 70—80°С, комки тщательно размельчают ложкой. В зависимости от максимального размера зерен в смеси навеска должна быть не менее 500 г для песчаной асфальтобетонной смеси и 1000 г для мелко-, средне- и крупнозернистой смеси. В химический стакан отмеряют 1,5—2 л растворителя в зависимости от типа смеси.

Проведение испытания. Размеленную навеску асфальтобетонной смеси переносят в металлический стакан и заливают растворителем (керосином). Уровень растворителя над смесью должен быть не менее 10 мм. Стакан герметически закрывают крышкой и встряхивают (вручную или механически) в течение 10—15 мин. Полученный раствор битума со взвешенными частицами минерального материала через 10 мин отстояния сливают через сито в поддон. Оставшуюся в стакане часть смеси заливают вторично свежей порцией растворителя, повторно встряхивают и снова сливают раствор через сито. Оставшийся в стакане материал заливают третьей порцией растворителя, тщательно размешивают ложкой и снова сливают раствор через сито. Промывку повторяют 2—3 раза и затем все содержимое стакана переносят на сито. Верхнее сито в наборе должно иметь диаметр отверстий, соответствующий максимальному размеру частиц минерального материала в асфальтобетонной смеси.

При определении полного фракционного состава минеральной части смеси берут полный набор сит. Если нет необходимости определять содержание отдельных

фракций, ограничиваются двумя ситами: с отверстиями диаметром 5 мм и сеткой № 0071 — для зернистого асфальтобетона или с сетками № 1,25 и 0071 — для песчаного асфальтобетона. Минеральный материал на ситах промывают растворителем до исчезновения окраски; затем остаток материала на каждом сите переносят в отдельную фарфоровую чашку и высушивают на песчаной бане до постоянной массы. Сита высушивают, а оставшийся на каждом сите материал минерального материала счищают волосистой кистью и присоединяют к соответствующей фракции.

Песок фракций 5—0,071 или 1,25—0,071 мм после высушивания переносят на сито № 0071 и из него дополнительно осеивают оставшийся минеральный порошок.

Каждую фракцию взвешивают и вычисляют сумму всех фракций M :

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n,$$

где m_1, m_2, \dots, m_n — содержание каждой фракции, кг.

Содержание каждой фракции в асфальтобетонной смеси $q_n, \%$, вычисляют по формуле

$$q_n = \frac{m_n}{m} 100, \quad (5.19)$$

где m — навеска асфальтобетонной смеси, кг; q_1, q_2, \dots, q_n — содержание каждой фракции, %.

Для определения содержания битума раствор его в керосине вместе со взвешенными в нем частицами минерального материала тщательно перемешивают, переливают в кристаллизатор (диаметром 300—400 мм) и оставляют в спокойном состоянии на 1 ч. Затем из кристаллизатора пипеткой отбирают 50 см³ раствора и переносят его в фарфоровую чашку. Остатки раствора в пипетке смывают в чашку чистым растворителем. Пробу раствора отбирают пипеткой с глубины 3—5 см от поверхности. Чашку с отобранной пробой ставят для выпаривания на песчаную баню с температурой песка 220—250°С при определении содержания вязкого битума и 160—180°С при определении содержания жидкого битума. Выпаривание прекращают, когда разность между двумя взвешиваниями не превышает 0,05 г.

Для учета объема растворителя, расходуемого на извлечение битума из асфальтобетонной смеси, его отмеряют градуированным цилиндром и наливают в химический или батарейный стакан. Растворитель, расходуемый на промывку асфальтобетонной смеси, отбирают из стакана резиновой грушей, а количество оставшегося от промывки растворителя измеряют. Объем растворителя, истраченного на извлечение битума, определяют по разнице объемов первоначально взятого и оставшегося растворителя. Количество битума $m_{бм}$, кг, определяют по формуле

$$m_{бм} = \frac{V_1 \rho_{бм} (m - m_1)}{V_2 \rho_{бм} - (m - m_1)}, \quad (5.20)$$

где V_1 — объем растворителя, израсходованного для извлечения битума из асфальтобетонной смеси, м³; V_2 — объем раствора битума, отобранного пипеткой, м³; m — масса фарфоровой чашки с битумом после выпаривания растворителя, кг; m_1 — масса фарфоровой чашки, кг; $\rho_{бм}$ — плотность битума, равная 1000 кг/м³.

Содержание битума в асфальтобетонной смеси $q'_{бм}$, % по массе, вычисляют по формуле

$$q'_{бм} = \frac{m_{бм}}{m} 100, \quad (5.21)$$

где m — навеска асфальтобетонной смеси, кг.

Содержание минерального порошка МП в асфальтобетонной смеси или асфальтобетоне из покрытия определяют по разности между первоначально взятой навеской смеси и суммарным количеством щебня, песка и битума:

$$\left. \begin{aligned} МП &= m - (M + m_{бм}) \text{ кг;} \\ МП' &= \frac{m - (M + m_{бм})}{m} \%, \end{aligned} \right\} (5.22)$$

где M — сумма всех фракций щебня, кг; $m_{бм}$ — масса битума в навеске асфальтобетонной смеси, кг.

Расхождение между результатами параллельных определений (% массы каждого компонента) не должно быть более 0,2 для битума; 0,3 для минерального порошка; 1 для зерен крупнее 0,071 мм.

Плотность минеральной части асфальтобетонной смеси определяют расчетом на основании предварительно установленных плотностей отдельных минеральных составляющих; ее вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле

$$\rho = \frac{100}{\frac{q_2}{\rho_2} + \frac{q_3}{\rho_3} + \frac{q_4}{\rho_4} + \dots + \frac{q_n}{\rho_n}}, \quad (5.23)$$

где $\rho_2, \rho_3, \rho_4, \dots, \rho_n$ — плотность отдельных минеральных материалов (щебня или дробленого гравия, песка, минерального порошка), кг/м³; $q_2, q_3, q_4, \dots, q_n$ — содержание отдельных минеральных материалов в асфальтобетонной смеси, % по массе.

Объемную массу минеральной части (остова) асфальтобетона определяют расчетным способом на основании предварительно установленной его объемной массы и весового соотношения минеральных материалов и битума в асфальтобетоне и вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле

$$m_V = \frac{m_V^{аб} q_0}{q_0 + q_1}, \quad (5.24)$$

где $m_V^{аб}$ — объемная масса асфальтобетонных образцов, кг/м³; q_0 — содержание минеральных материалов в асфальтобетоне (без битума), % по массе; q_1 — содержание битума в асфальтобетоне (сверх 100% минеральной части асфальтобетона), % по массе.

ТАБЛИЦА 5.1

Битумы нефтяные	Марка битума	Температура нагрева минеральных материалов и битума, °С
Вязкие	БНД-200/300	110—130
	БНД-130/200	130—140
	БНД-90/130	140—160
	БНД-60/90	150—170
	БНД-40/60	
Жидкие	СГ-70/130, МГ-70/130	80—100
	СГ-130/200, МГ-130/200	100—120

Объемную массу асфальтобетона определяют гидростатическим взвешиванием лабораторных асфальтобетонных образцов или вырубков (кernов) из покрытия.

Для испытания применяют следующее оборудование: весы гидростатические или технические не ниже 2-го класса точности с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4); сосуд вместимостью 1—3 л.

Проведение испытаний. Образцы взвешивают на воздухе с погрешностью 0,01 г, затем погружают их на 30 мин в сосуд с водой, температура которой $20 \pm 2^\circ \text{C}$; после этого образцы вторично взвешивают на воздухе, а затем в воде при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

Объемную массу образца вычисляют с погрешностью 10 кг/м³ по формуле

$$m_V = \frac{m_1 \rho_V}{m_2 - m_3}, \quad (5.25)$$

где m_1 — масса образца, взвешенного на воздухе, кг; m_2 — масса образца, выдержанного в воде в течение 30 мин, а затем взвешенного на воздухе, кг; m_3 — масса того же образца, взвешенного в воде, кг.

Объемную массу вычисляют как среднее арифметическое результатов определенных объемной массы трех образцов. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 20 кг/м³.

Сцепление битума с поверхностью минеральных материалов оценивают на основании визуального определения площади поверхности минерального материала, сохранившей битумную пленку после кипячения в воде. Среднее значение сцепления определяют на трех пробах, обработанных битумом:

щебня размером крупнее 10 мм; песка, а также щебня размером 3—10 мм или смесей минеральных материалов, не содержащих частиц мельче 0,071 мм; асфальтобетонных смесей, приготовленных в лаборатории или в смесителе на заводе.

ТАБЛИЦА 5.2

Характеристика пленки битума на поверхности минеральных материалов		Оценка сцепления
не содержащих частиц мельче 0,071 мм	содержащих частицы мельче 0,071 мм	
Пленка битума полностью сохраняется	Пленка битума полностью сохраняется; вода совершенно прозрачная	Хорошее
Пленка битума смещается водой, наблюдается обнажение некоторых зерен или отдельных участков на поверхности (около 50%)	Пленка битума значительно смещается водой, наблюдается обнажение крупных зерен (около 50%) и слабое помутнение воды из-за вымывания некоторой части мелких фракций	Удовлетворительное
Пленка битума полностью или почти полностью смещается водой, наблюдается почти полное обнажение минеральных зерен с мелкими каплями свернувшегося битума или всплывание битума	Пленка битума большей частью или полностью смещается водой, наблюдается сильное посветление смеси с отдельными каплями свернувшегося или всплывшего на поверхность битума и сильное помутнение воды	Плохое

При испытании применяют следующее *оборудование и материалы*: весы технические не ниже 2-го класса точности; стаканы химические вместимостью 500 см³; термостат; сетку с отверстиями размером 0,15—0,25 мм; чашки фарфоровые диаметром 100—150 мм; штатив; электроплитку; асбестовую сетку; дистиллированную воду.

Подготовка образцов. Минеральные материалы обрабатывают битумом в сухом или влажном состоянии (в зависимости от условий производства работ). Минеральные материалы, предназначенные к обработке в сухом состоянии, предварительно высушивают в термостате при 105—110° С. Щебень крупнее 3 мм перед высушиванием очищают от пыли. Перед обработкой битумом во влажном состоянии частицы щебня крупнее 10 мм кипятят 1 ч в дистиллированной воде, а минеральные материалы мельче 10 мм смешивают с 3—5% дистиллированной воды.

Температуры нагрева при обработке сухих минеральных материалов битумом приведены в табл. 5.1.

Проведение испытания на сцепление битума с поверхностью щебня размером крупнее 10 мм. Сцепление с сухой поверхностью. Сухие и чистые частицы щебня или дробленого гравия обвязывают ниткой или тонкой проволокой, нагревают в термостате в течение 1 ч (см. табл. 5.1) и погружают на 15 с в чашку с нагретым битумом. Извлеченные из битума частицы щебня подвешивают на штативе для стекания избытка битума.

Через 15 мин обработанные битумом частицы щебня или дробленого гравия погружают в стеклянный стакан с кипящей дистиллированной водой. После 3 мин кипячения при обработке жидким битумом и 30 мин при обработке вязким битумом визуально оценивают прочность сцепления

битума с поверхностью щебня или дробленого гравия, не вынимая из воды. Шкала оценки сцепления приведена в табл. 5.2.

Сцепление с влажной поверхностью. Увлажненные частицы щебня или дробленого гравия быстро обтирают слегка влажной тканью и немедленно погружают на 15 с в чашку с нагретым битумом. Дальнейшее испытание проводят, как указано, для материалов с сухой поверхностью.

Проведение испытания на сцепление битума с поверхностью песка или щебня размером 3—10 мм или смесей минеральных материалов, не содержащих частиц мельче 0,071 мм.

Сцепление с сухой поверхностью. 50—100 г предварительно высушенного минерального материала нагревают (см. табл. 5.1) и смешивают с требуемым количеством нагретого битума (ориентировочно 2,5% для щебня и 4,5% — для песка). Смесь тщательно перемешивают до полного обволакивания поверхности минерального материала битумом. Через 15 мин смесь в количестве 30—50 г (в зависимости от крупности) помещают на сетку с отверстиями размером 0,15—0,25 мм. Сетку со смесью опускают в стакан с кипящей дистиллированной водой и подвешивают ее на краях стакана. Через 3 мин (при использовании жидких битумов) оценивают прочность сцепления битума с минеральным материалом (см. табл. 5.2).

В процессе испытания дополнительно отмечают помутнение воды.

Сцепление с влажной поверхностью. Минеральный материал перемешивают с дистиллированной водой (3—5% по массе), добавляя требуемое количество нагретого битума (2,5—4,5% по массе) и тщательно перемешивают, нагревая смесь до 70—80° С при использовании

вязких битумов и до 50—60°С — жидких битумов.

Дальнейшее испытание проводят, как указано, для материалов с сухой поверхностью.

Проведение испытания на сцепление битума с минеральными материалами в асфальтобетонных смесях. От средней пробы

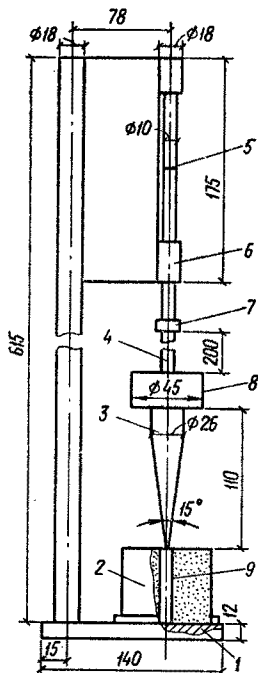


Рис. 5.11. Прибор для определения слеживаемости холодных асфальтобетонных смесей

асфальтобетонной смеси, приготовленной в лаборатории или на заводе, берут навеску 30—150 г (в зависимости от крупности зерен), помещают ее на сетку с отверстиями размером 0,15—0,25 мм; сетку со смесью опускают в стакан с кипящей дистиллированной водой и подвешивают ее на края стакана. Смесью кипятят 3 мин, если асфальтобетон приготовлен на жидком битуме, или 30 мин — если на вязком. Во время кипячения наблюдают за состоянием пленки на более крупных частицах и одновременно отмечают помутнение воды, характеризующее обилие мелких частиц. Сцепление оценивают, руководствуясь табл. 5.2.

Для определения слеживаемости холодных асфальтобетонных смесей применяют прибор (рис. 5.11), состоящий из основания 1 с подставкой для образца 2, штанги 4 с навинченным на нее конусным наконечником 3. Штанга свободно перемещается во втулке 6. Масса штанги с наконечником 500 г. Угол в вершине конуса равен 15°. По штанге свободно перемещается цилиндрический груз 8 массой 500 г. Высота подъема груза по штанге ограничена сверху упорным кольцом 7 и составляет 200 мм. В центре основания 1 имеется отверстие 9 для предохранения острия

конуса от затупления. Для фиксации момента касания острия конуса нижней подставки в верхней части штанги нанесена риска 5.

Подготовка образцов. Для испытания готовят три образца, которые выдерживают при 15±2°С не менее 4 ч. Хранить образцы при более высокой температуре не допускается во избежание занижения показателя слеживаемости.

Проведение испытания. Образец 2 устанавливают на подставку, а острие конуса, осторожно направляя рукой, вводят в отверстие образца. Далее одной рукой образец слегка придерживают, а другой поднимают груз до упорного кольца 7 и затем отпускают его: удары груза по конусу повторяют до тех пор, пока образец полностью разрушится или острие конуса коснется подставки. При испытании необходимо следить за тем, чтобы при поднятии груза острие конуса не выходило вверх за отверстия в образце.

За условный показатель слеживаемости холодной асфальтобетонной смеси принимают число ударов, необходимое для полного разрушения образца конусом. Показатель слеживаемости вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов. Расхождение между результатами испытаний отдельных образцов из одного запаса не должно быть более двух ударов.

ГЛАВА 6

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНОВ

Плотность бетона определяется аналогично определению плотности заполнителей с той разницей, что для бетонов и затвердевших растворов берут три образца правильной или неправильной формы, изготовленных из одного замеса, твердевших в одинаковых условиях и имеющих одинаковый возраст.

§ 1. Структура (определение методом микроскопического количественного анализа*)

Сущность метода состоит в измерении линейных размеров сечений частиц и пор в плоскости среза материала (шлифов и пришлифовок) и вычисления на основании полученных результатов параметров структуры. Размеры сечений отдельных частиц не должны превышать 20 мм.

Метод микроскопического анализа позволяет определять следующие параметры структуры:

* Этот метод применяется для определения структуры и других строительных материалов.

объемное содержание отдельных компонентов материала V_i , в том числе воздушных пор P_i ;

число частиц в плоскости сечения n_i и в единице объема N_i ;

суммарную площадь поверхности частиц или пор в единице объема материала S_i ;

среднюю хорду \bar{L} ;

средний радиус сечений частиц (кругов) по площади \bar{r} и среднеарифметический радиус частиц на шлифе \bar{r} ;

средний радиус частиц по объему \bar{r} и среднеарифметический радиус частиц \bar{r} ;

среднеквадратическое отклонение радиусов частиц σ_r ;

коэффициент, характеризующий вид функции распределения частиц по объему V_i ;

средняя толщина перегородок между порами Z ;

коэффициент неравноосности частиц K_n .

Применяемое оборудование. Анализ структуры строительных материалов производится с помощью универсального исследовательского микроскопа МБИ-6, оборудованного постоянной фотокамерой и измерительным устройством МИУ-1. С помощью микроскопа визуально исследуются и фотографируются макро- и микроструктуры материалов с увеличением в проходящем свете от 17,5 до 2250 и в отраженном свете от 45 до 2375. Измерительное устройство состоит из препаратопроводителя, в котором закрепляется срез образца, и счетного устройства. Препаратоводитель служит для перемещения шлифов на трех различных скоростях. При перемещении шлифов измеряют длины пройденных отрезков, равных хордам частиц. Численное значение длин хорд фиксируется с нарастающим итогом счетным устройством. Каждому компоненту отводится на пульте управления отдельная клавиша. Минимальный измеряемый отрезок — 0,05 мм. Допускается применять и другую аппаратуру для микроскопического количественного анализа структуры материалов при условии, что она обеспечивает измерения длин отрезков частиц не менее 0,05 мм.

Подготовка образцов. У образцов материала, отобранных для анализа структуры, определяют плотность и объемную массу и вычисляют общую пористость P_0 в долях единицы.

Для подготовки при шлифовке из материала вырезают равноосную пластинку площадью не более 9 см² и толщиной 5—10 мм. Полученную пластинку обдирают всухую с одной стороны на чугуном диске вручную микропорошком М28 (ГОСТ 3647—71). После этого пластинку подшлифовывают на станке вращающимся чугуниным диском порошком М14 при смазывании водой или керосином, а затем

шлифуют на стеклянном диске порошком с глицеринном (порошок М14, М7 или М5). После полировки на войлоке и сушке образец может использоваться в качестве пришлифовки для изучения структуры материала в отраженном свете. При анализе анизотропных материалов подготавливают два образца из пластинок, вырезанных во взаимно перпендикулярных направлениях.

Для получения шлифа, пригодного для работы в проходящем свете, образец обдирают, подшлифовывают и шлифуют. Далее пластинку шлифованной стороной приклеивают на нагретое матовое предметное стекло, которое предварительно смазывают тонким слоем бальзама. Приклеенную пластинку материала обтачивают, подшлифовывают и шлифуют до приобретения ею прозрачности. Далее шлиф промывают водой или керосином и насухо вытирают. Приготовленный заранее бальзам намазывают на нагретое покровное стекло, после чего его вкладывают на шлиф и прижимают для удаления избытка бальзама и пузырьков воздуха. На предметном стекле надписывают номер шлифа.

При испытании неорганических материалов, имеющих низкую прочность, образец после обдирки на чугуном диске пропитывают в смеси жидкой консистенции, состоящей из глицерина, канифоли и ксилола, при температуре 70°С не менее 4 ч, после чего приступают к дальнейшей подготовке шлифов и пришлифовок. При испытании органических строительных материалов для получения тонких срезов применяют микротомные устройства.

Проведение испытания. На предметном столике микроскопа закрепляют устройство для перемещения шлифа и проверяют на холостом ходу работу микроскопа в комплекте с измерительным устройством в соответствии с имеющимися инструкциями.

Подготовленный к испытанию шлиф (пришлифовку) закрепляют в захватах объектодержателя. Подбирая объективы и окуляры, устанавливают заданное увеличение. Регулированием винтами грубой и микронаводки вводят шлиф в фокус микроскопа. Визуально просматривая все поле шлифа, выбирают характерную структуру и устанавливают перекрестие окуляра на границе какой-либо частицы с другой частицей. Нажатием соответствующей клавиши, выбранной для данного компонента, объект передвигают с выбранной точки отсчета до границы данной частицы с частицей другого компонента. При переходе на частицу другого компонента для измерения длины ее сечения нажимают другую клавишу. Одновременно с прохождением объекта под перекрестием окуляра со счетного устройства снимают показания длин сечений частиц на шлифе в условных единицах, принятых для счетного устройства. Обработку информации и вычисление параметров структуры начинают после получения не менее 300 результатов.

Вычисление параметров структуры.

Объемное содержание данного компонента в материале вычисляют по формуле

$$V_1 = \frac{\sum l}{L_1}, \quad (6.1)$$

где l — линейные размеры сечений частиц (пор) материала на секущей, условные единицы измерительного прибора; L_1 — общая длина секущей, равная сумме длин частиц всех компонентов в условных единицах измерительного прибора.

Объем пор, размер которых меньше разрешающей способности измеряющего устройства, определяют по разнице между общим объемом пор P_0 и объемом пор, рассчитанным по методу секущих [формула 6.1]:

$$P_{1M} = P_0 - P_1, \quad (6.2)$$

где P_0 — общий объем пор в материале; P_1 — объем пор, размер которых больше разрешающей способности измерительного устройства; P_{1M} — объем пор, размер которых меньше разрешающей способности измерительного устройства.

Число частиц или пор на плоскости шлифа n_1 , шт/мм², вычисляют по формуле

$$n_1 = \frac{0,785 \sum l^{-1}}{L_1 \cdot k^2}, \quad (6.3)$$

где l — линейные размеры сечений частиц (пор) на шлифе в условных единицах измерительного прибора; k — цена условной единицы измерения, мм.

Число на плоскости пор, размер которых меньше разрешающей способности счетного устройства, определяют по формуле

$$n_{1M} = \frac{P_{1M}}{\pi \rho_0^2}, \quad (6.4)$$

где P_{1M} — объем мелких пор в долях единицы по формуле (6.2); ρ_0 — минимальный радиус сечения пор:

$$\rho_0 = k/2. \quad (6.5)$$

Число частиц (пор) в единице объема материала, шт/мм³ вычисляют по формуле

$$N_1 = \frac{0,5 \sum l^{-2}}{L_1 k^3}. \quad (6.6)$$

Число в объеме пор, меньших разрешающей способности счетного устройства, определяют по формуле

$$N_{1M} = \frac{P_{1M}}{\frac{4}{3} \left(\frac{3}{2}\right)^{3/2} \pi \rho_0^3}, \quad (6.7)$$

где ρ_0 вычисляют по формуле (6.5).

Площадь поверхности частиц (пор) в единице объема материала, мм²/мм³, определяют по формуле

$$S_1 = 4 \frac{m_1}{L_1}, \quad (6.8)$$

где m_1 — число измерений (хорд) на плоскости шлифа.

Условный среднеарифметический диаметр частиц (среднюю хорду), l , мм, определяют по формуле

$$\bar{l} = \frac{k \sum l}{m_1} \quad (6.9)$$

где l — измеряемые размеры сечений (хорд) частиц; k , m_1 — в соответствии с (6.2) и (6.4).

Средний радиус сечений частиц (пор) на шлифе $\bar{\rho}$, мм, вычисляют по формуле

$$\bar{\rho} = \left(\frac{V_1}{\pi n_1} \right)^{1/2}, \quad (6.10)$$

где V_1 — объем частиц, для которых измеряется средний радиус, доли единицы.

Среднеарифметический радиус сечений частиц (пор) на шлифе \bar{r} , мм, вычисляют по формуле

$$\bar{r} = \frac{m_1}{2 n_1 L_1 k}. \quad (6.11)$$

Средний радиус частиц (пор) материала по объему \hat{r} , мм, вычисляют по формуле

$$\hat{r} = \left(\frac{V_1}{\frac{4}{3} \pi N_1} \right)^{1/3}. \quad (6.12)$$

Среднеарифметический радиус частиц (пор) \bar{r} , мм, материала вычисляют по формуле

$$\bar{r} = \frac{n_i}{2 N_1}. \quad (6.13)$$

Среднеквадратическое отклонение радиусов частиц σ_r , мм, вычисляют по формуле

$$\sigma_r = r_m (Y_2 - Y_1^2)^{1/2}, \quad (6.14)$$

где r_m — максимальный радиус частиц, вычисляемый по формуле

$$r_m = \left(\frac{3}{2} \right)^{1/2} \frac{2}{\pi} l_m, \quad (6.15)$$

l_m — максимальный размер хорды, мм; Y_1 — момент непрерывного распределения первого порядка:

$$Y_1 = \bar{r}/r_m; \quad (6.16)$$

Y_2 — момент непрерывного распределения частиц по объему второго порядка:

$$Y_2 = l_m Y_3 \bar{l}; \quad (6.17)$$

Y_3 — момент непрерывного распределения частиц по объему третьего порядка:

$$Y_3 = \frac{V_1}{\frac{4}{3} \pi r_m^3 N_1} \quad (6.18)$$

Коэффициент, характеризующий вид функции распределения частиц по объему B_i , вычисляют по формуле

$$B_i = \sigma_r / (r_m - r_0), \quad (6.19)$$

где r_0 — минимальный радиус частиц в объеме, мм:

$$r_0 = \left(\frac{3}{2}\right)^{1/2} \rho_0, \quad (6.20)$$

[здесь ρ_0 определяют по формуле (6.5)].

Среднюю толщину перегородок между порами \hat{Z} , мм, вычисляют по формуле

$$\hat{Z} = (1 - P_1) / S_1, \quad (6.21)$$

где P_1 — пористость материала, доли единицы; S_1 — площадь поверхности пор, мм²/мм³.

Коэффициент неравноосности K_n частицы вычисляют по формуле

$$K_n = H_m / H_0, \quad (6.22)$$

где H_m , H_0 — соответственно максимальный и минимальный размеры частицы, мм.

§ 2. Прочность (определение разрушающими методами)

Разрушающие методы включают в себя испытания образцов бетонов на сжатие, осевое растяжение и растяжение при изгибе. Для этих испытаний применяют образцы различных форм и размеров: кубы, цилиндры, призмы.

Определение предела прочности тяжелого бетона при сжатии. *Подготовка образцов.* Перед испытанием образцы осматривают и измеряют. Влажные образцы предварительно не менее 2 ч выдерживают в помещении с относительной влажностью воздуха 40—60%, при температуре $20 \pm 10^\circ \text{C}$. При осмотре образцов кубов выбирают опорные грани, которые будут прилегать к плитам прессы. Опорные грани выбирают так, чтобы сжимающая сила при испытании была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы.

Линейные размеры образцов измеряют штангенциркулем (ГОСТ 166—73) или металлической линейкой (ГОСТ 427—75) с погрешностью 1 мм. Каждый линейный размер образца-куба или балочки вычисляют как среднее арифметическое результатов двух измерений по серединам двух противоположных граней. Для определения диаметра образца-цилиндра на каждом торце измеряют по два взаимно перпендикулярных диаметра. Диаметр образца вычисляют как среднее арифметическое результатов четырех измерений. Высоту образца-цилиндра вычисляют как среднее арифметическое результатов измерения четырех образующих цилиндра, расположенных на двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через его вертикальную ось.

По результатам измерения определяют рабочую площадь опорных граней образцов-кубов или цилиндров, а также геометрические характеристики поперечного сечения образцов-балочек как среднеарифметические соответствующих характеристик двух противоположных граней.

Неплоскостность опорных поверхностей кубов и цилиндров определяют на образцах, установленных на поверочную плиту (ГОСТ 10905—75) с помощью щупов (ГОСТ 882—75). Нецилиндричность образцов-цилиндров определяют с помощью поверочной линейки типа ШП, ШД или ШМ (ГОСТ 8026—77) или поверочной плиты с применением щупов. Неперпендикулярность смежных граней кубов и балочек, а также опорных и боковых поверхностей цилиндров определяют измерением с помощью щупов наибольшего зазора между рабочей поверхностью поверочного угольника 90° (ГОСТ 3749—77) и поверхностью образца. При этом одна из сторон угольника должна быть плотно прижата к поверхности образца.

Применяемое оборудование. Прочностные характеристики бетонов разрушающими методами определяют на машинах (прессах) и установках, обеспечивающих погрешность измерения усилия не более $\pm 1\%$, возможность регулирования скорости приложения к образцу нагрузки в пределах 0,1—1 МПа в 1 с, возможность поддержания нагрузки или заданной деформации образца с погрешностью $\pm 1\%$ в продолжение не менее 20 мин. Силонмерительное устройство должно быть малонерционным, должно обеспечивать фиксацию максимального усилия, достигнутого в процессе испытания. Желательно, чтобы испытательные машины имели системы для автоматического нагружения образца по заданной программе.

Рекомендуется применять испытательные машины с механическим винтовым и гидравлическим нагружающими устройствами (ГОСТ 8905—73).

Испытательные машины и установки должны проходить аттестацию органами государственного метрологического надзора не реже одного раза в год. Прессы с маломерными и торсионными силонмерителями проходят ведомственную поверку каждые полгода.

Для получения сопоставимых данных при испытании образцов с разными поперечными сечениями нагрузка на образец должна передаваться через опорные плиты, размеры которых подбирают в зависимости от размеров поперечного сечения образца и его ожидаемой прочности. Подобранные таким образом опорные плиты крепят к стандартным опорным плитам испытательных машин или устанавливают вместо них. Опорная поверхность испытательных плит должна быть обработана по классу чистоты поверхности 7 согласно ГОСТ 2789—73.

Для обеспечения условий, способствующих приложению сжимающей нагрузки по физической оси образца, испытательные машины должны быть снабжены двумя шаровыми шарнирами, расположенными под верхней и нижней опорными плитами по оси действия нагрузки. В связи с тем, что стандартные испытательные машины (прессы) снабжены только одним шарниром, второй шарнир следует располагать под дополнительной опорной плитой, устанавливаемой

поверх или вместо основной неподвижной плиты. Диаметр дополнительного шарнира рекомендуется принимать равным диаметру или меньшим диаметра (стороны) основания образца.

Проведение испытания. Для испытания образцы устанавливают одной из заранее выбранных боковых граней на нижнюю опорную плиту пресса центрально относительно его оси, пользуясь рисками, нанесенными на плите. Нагрузка на образец при испытании должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью 0,6—0,4 МПа в 1 с до его разрушения. Достигнутое в процессе испытания максимальное усилие принимают за разрушающую нагрузку.

Предел прочности бетона при сжатии R , МПа, вычисляют для каждого образца по формуле

$$R = \alpha (P/F), \quad (6.23)$$

где P — разрушающая нагрузка, Н; F — средняя рабочая площадь образца, см²; α — переводной коэффициент к прочности стандартного образца 150×150×150 мм (минимальные значения коэффициентов приведены ниже).

Форма и номинальный размер образца, мм α

Форма	Номинальный размер образца, мм	α
Кубы:		
70,7	70,7×70,7	0,85
100	100×100	0,91
150	150×150	1,00
200	200×200	1,05
300	300×300	1,10
Цилиндры:		
71,4	143	1,16
100	200	1,17
150	300	1,20
200	400	1,24

Допускается устанавливать переводные коэффициенты опытным путем. При этом коэффициент вариации прочности бетона в серии образцов не должен превышать 5%.

Переводные коэффициенты устанавливают отдельно для каждой марки бетона и для каждой испытательной машины и комплекта форм, используемых на предприятии или стройке для изготовления нестандартных образцов. Для установления переводных коэффициентов от прочности нестандартных образцов к прочности стандартного образца изготавливают серии стандартных и принятых для контроля образцов. Число

Стандартные образцы испытывают на прессе, удовлетворяющем требованиям ГОСТ 8905—73. При необходимости эти образцы направляют для испытания в другую лабораторию, обладающую испытательным оборудованием требуемого качества. Испытание нестандартных образцов должно проводиться на прессе, для которого известен переводной коэффициент.

По результатам испытаний образцов стандартного и нестандартного размера для каждой серии определяют среднюю прочность \bar{R} , Па, и коэффициент вариации v , %:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}; \quad (6.24)$$

$$v = \frac{S}{\bar{R}} 100, \quad (6.25)$$

где R_i — предел прочности отдельных образцов данного размера в серии, МПа; n — число образцов данного размера в серии; S — среднеквадратическое отклонение прочности бетона в серии образцов, МПа:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}. \quad (6.26)$$

Переводные коэффициенты определяют делением средней прочности бетона серии стандартных образцов на среднюю прочность бетона серии нестандартных образцов. Переводные коэффициенты устанавливают лабораториями заводов или строек при участии центральных строительных лабораторий или научно-исследовательских институтов и утверждаются вышестоящей организацией. Проверка установленных экспериментально переводных коэффициентов должна проводиться не реже одного раза в два года, а также при ремонте или замене прессового оборудования или парка форм для изготовления образцов.

При испытании выбуриных из конструкций образцов-цилиндров, имеющих отношение высоты к диаметру цилиндра не менее 2, результат испытания следует умножить на коэффициент β :

h/d	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1
β	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

образцов-близнецов каждого размера в серии должно быть не менее 24. Все стандартные и нестандартные образцы должны быть изготовлены из бетонной смеси одного замеса и твердеть одновременно в одинаковых условиях. После окончания твердения все образцы испытывают в одном и том же возрасте.

Среднюю прочность бетона в серии из трех образцов определяют с учетом внутрисерийного размаха прочности, оцениваемого показателем k :

$$k = W_{ci} \bar{W}, \quad (6.27)$$

где W_{ci} — размах прочности бетона в испытанной серии образцов, Па:

$$W_{ci} = R_{i\text{макс}} - R_{i\text{мин}}, \quad (6.28)$$

(здесь $R_{i\text{макс}}$ и $R_{i\text{мин}}$ — соответственно максимальный и минимальный пределы прочности образцов бетона в серии, Па);

\bar{W} — среднеарифметический внутрисерийный размах, вычисляемый один раз в год по любым 100 результатам последовательных испытаний серий образцов бетона данной марки, Па:

$$\bar{W} = \sum_{i=1}^{100} W_{ci} / 100. \quad (6.29)$$

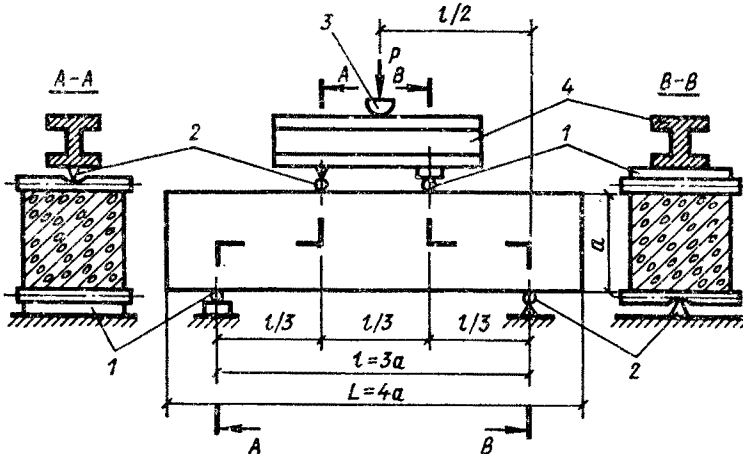


Рис. 6.1. Схема испытания образцов-балочек для определения прочности бетона на растяжение при изгибе

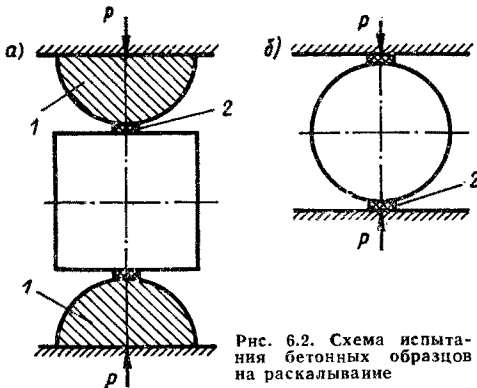


Рис. 6.2. Схема испытания бетонных образцов на раскалывание

При k , равном или менее 2,5, среднюю прочность бетона серии образцов вычисляют как среднеарифметическую прочность всех трех образцов. При k более 2,5 отбрасывают наибольший и наименьший результаты, а в качестве средней прочности принимают оставшийся результат испытания одного, среднего по прочности образца.

В случае когда нет данных для определения среднего внутрисерийного размаха \bar{W} , сравнивают значения пределов прочности образцов, показавших наибольшую и наименьшую прочность, с пределом прочности

среднего по прочности образца. Если предел прочности любого крайнего образца отличается от предела прочности среднего образца более чем на 15%, оба крайних значения прочности отбрасывают и за среднюю прочность бетона принимают результат испытания среднего по прочности образца. В сериях из двух образцов среднюю прочность бетона серии вычисляют как среднеарифметическое значение пределов прочности обоих образцов.

Определение предела прочности тяжелого бетона на растяжение при изгибе. **Проведение испытания.** Испытательное устройство (рис. 6.1) должно состоять из стола с двумя цилиндрическими опорами для установки на них испытываемого образца и жесткой верхней траверсы с двумя цилиндрическими опорами для передачи нагрузки от пресса на образец. Длина верхней траверсы должна быть не менее половины длины балочки, а ширина — не менее половины ее ширины. Цилиндрические опоры диаметром 25—30 мм должны иметь длину не менее ширины образца. Две опоры представляют собой катки 1, две остальные — качающиеся шарниры 2.

Балочки на опоры устанавливают таким образом, чтобы направление действующей силы было параллельно слоям бетонирования образца. Продольная ось траверсы 4 должна совпадать в плане с продольной осью балочки. Для более равномерной передачи усилий на образец между верхними опорами и гранью балочки допускается помещать прокладки из трехслойной фанеры длиной не менее ширины образца и шириной 15 ± 5 мм. Передачу усилия на траверсу следует производить через шаровой шарнир 3 или цилиндрическую металлическую прокладку. Отклонение точек приложения действующих сил и осей опор от заданных должно быть не более 1 мм.

Нагрузка на образец при испытании должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью 50 ± 20 кПа в 1 с до разрушения образца. Если образец разрушился не в средней трети пролета, то результат испытания не учитывают.

Предел прочности бетона на растяжение при изгибе $R_{\text{ри}}$, Па, для каждого образца вычисляют по формуле

$$R_{\text{ри}} = \gamma \frac{Pl}{ab^2}, \quad (6.30)$$

где P — разрушающая нагрузка, Н; l — расстояние между нижними опорами, мм; a — ширина поперечного сечения балочки, мм; b — высота поперечного сечения балочки, мм; γ — переводной коэффициент к прочности стандартной балочки размером $150 \times 150 \times 600$ мм, значения которого принимают по ГОСТу (см. ниже) или устанавливают опытным путем. При этом внутрисерийный коэффициент вариации прочности бетона, вычисленный по формуле (6.24), должен быть не более 15%.

Размеры балочки, мм	Коэффициент γ
200×200×800	0,95
150×150×600	1,00
100×100×400	1,05

Средняя прочность бетона на растяжение при изгибе $\bar{R}_{\text{ри}}$ серии образцов вычисляется с учетом формул (6.26) — (6.28). Средняя прочность бетона серии образцов на осевое растяжение \bar{R}_p по результатам испытаний образцов на изгиб определяется по формуле

$$\bar{R}_p = 0,58\bar{R}_{\text{ри}}. \quad (6.31)$$

Определение предела прочности тяжелого бетона при осевом растяжении по результатам испытаний на раскалывание.

Проведение испытания. Образцы-кубы на раскалывание испытывают по схеме, показанной на рис. 6.2, а, образцы-цилиндры — по схеме рис. 6.2, б. Перед испытанием кубов на плитах пресса устанавливают дополнительные стальные цилиндрические опоры 1 диаметром 150 мм и длиной не менее длины ребра куба. Образцы помещают между двумя прокладками 2 из трехслойной фанеры и тщательно центрируют. Длина прокладок должна быть не менее длины ребра куба или высоты цилиндра, ширина 15 ± 5 мм и толщина 4 ± 1 мм.

Предел прочности бетона при осевом растяжении R_p , Па, по результатам испытаний на раскалывание вычисляют для каждого образца по формулам:

при испытании образцов-кубов

$$R_p = \delta \frac{P}{a^2}; \quad (6.32)$$

при испытании образцов-цилиндров

$$R_p = \delta \frac{P}{dl}, \quad (6.33)$$

где P — разрушающая нагрузка, кгс; a — длина ребра куба, мм; d — диаметр цилиндра, мм; l — высота цилиндра, мм; δ — переходный коэффициент от результатов испытаний на раскалывание к прочности на осевое растяжение, значение которого устанавливают опытным путем.

При установлении переходного коэффициента δ внутрисерийный коэффициент вариации прочности бетона, вычисленный по формуле (6.25), не должен превышать 15%.

По результатам испытаний стандартных балочек на изгиб и образцов-кубов, испытанных на раскалывание, вычисляют переходный коэффициент для каждой серии по формулам:

при раскалывании кубов

$$\delta = \frac{R_p a^2}{P}; \quad (6.34)$$

при раскалывании цилиндров

$$\delta = \frac{R_p dl}{P} \quad (6.35)$$

[R_p определяют по формуле (6.31). Среднюю прочность бетона серии образцов на осевое растяжение вычисляют с учетом формул (6.27) — (6.29)].

Аналогичным образом определяют прочностные характеристики разрушающимися методами ячеистого, дорожного бетона, легкого бетона на пористых заполнителях, а также затвердевшего строительного раствора.

Определение предела прочности асфальтобетона при сжатии. При испытании применяют следующее **оборудование:** испытательную машину с механическим приводом усилием 50—100 кН по ГОСТ 7855—74 (например, УМН-5); термометр химический ртутный стеклянный с ценой деления 1°C по ГОСТ 215—73; сосуды для термостатирования образцов вместимостью 3—5 или 7—8 л.

Подготовка образцов. Физико-механические свойства асфальтобетонных смесей определяют на цилиндрических образцах, полученных уплотнением смеси в стальных формах. Свойства асфальтобетона из покрытия определяют на непереформованных образцах-вырубках или ядрах и на цилиндрических образцах, переформованных из вырубков или ядер. Для испытания на прочность при сжатии (в сухом и водонасыщенном состоянии) применяются образцы следующих размеров: $d=50,5$ и $h=50,5 \pm 1$ мм; $d=71,4$ и $h=71,5 \pm 1,5$ мм; $d=101$ и $h=101 \pm 2$ мм.

Перед определением предела прочности при сжатии асфальтобетона образцы выдерживают при заданной температуре ($50 \pm 2^\circ\text{C}$, $20 \pm 2^\circ\text{C}$ или $0 \pm 2^\circ\text{C}$). Образцы горячего и теплого асфальтобетона выдерживают в течение 1 ч в горячей бане вместимостью 3—8 л (в зависимости от числа и размера образцов); образцы холодного асфальтобетона — 2 ч в воздушной бане той же вместимости. Температуру $0 \pm 2^\circ\text{C}$ создают смешиванием воды со льдом.

Для определения предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии используют образцы, испытанные на водонасыщение и набухание. Насыщенные водой образцы после взвешивания их на воздухе

и в воде снова помещают на 10—15 мин в воду с температурой $20 \pm 2^\circ \text{C}$, а перед испытанием вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой.

Проведение испытания. Предел прочности при сжатии асфальтобетонных образцов определяют на испытательных машинах с механическим приводом при скорости деформирования образца $3 \pm 0,5$ мм/мин. Испытательная машина должна быть снабжена силовым измерителем любого типа, позволяющим определять разрушающую нагрузку с погрешностью 50 кПа для образцов, имеющих предел прочности при сжатии меньше 1,5 МПа, и 100 кПа для образцов, имеющих предел прочности при сжатии больше 1,5 МПа.

Перед испытанием рычаг переключения скоростей испытательной машины устанавливают на скорость подъема нижнего захвата 3 мм/мин. Образец, извлеченный из водяной или воздушной термостатирующей бани, устанавливают строго в центре плиты нижнего захвата, затем опускают плиту верхнего захвата выше уровня поверхности образца на 1—1,5 мм. Это же может быть достигнуто соответствующим подъемом плиты нижнего захвата. После установки образца в требуемое положение включают основной электродвигатель испытательной машины и начинают давать нагрузку на образец. Для сохранения требуемой температуры образца при соприкосновении с металлическими плитами, которыми сжимается образец, последний изолируют от них прокладками из плотной бумаги. Для повышения точности определения предела прочности при сжатии на образцы рекомендуется устанавливать дополнительное шарнирное устройство, которое обеспечивает равномерное распределение напряжений в образце при небольших перекосах (непараллельность оснований образца). Максимальное показание силовым измерителем принимают за разрушающую нагрузку.

Предел прочности при сжатии образца $R_{сж}$, Па, вычисляют по формуле, аналогичной формуле (4.36), с погрешностью 10 кПа, как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов. Расхождение между результатами испытаний отдельных образцов не должно превышать 10%.

При отсутствии испытательных машин с механическим приводом, сохраняющим постоянную скорость деформирования образцов в процессе испытания, прочность асфальтобетона в виде исключения допускается определять на гидравлических испытательных машинах усилием не более 100 кН при скорости холостого хода поршня $3 \pm 0,5$ мм/мин. Не допускается использование гидравлических испытательных машин с ручным приводом.

Определение устойчивости, условной пластичности и показателя условной жесткости асфальтобетона по Маршаллу. При испытании применяют *оборудование* как при определении предела прочности

асфальтобетона при сжатии за одним исключением: в этом определении применяют испытательную машину Маршалла усилием не менее 20 кН (рис. 6.3) или универсальную испытательную машину с механическим приводом усилием 50 кН по ГОСТ 7855—74 с приспособлением для испытания по Маршаллу. Универсальная испытательная машина должна иметь скорость движения нижнего захвата 50 мм/мин.

Подготовка образцов. Перед испытанием образцы выдерживают в течение 1 ч при температуре $60 \pm 2^\circ \text{C}$ в водяной бане.

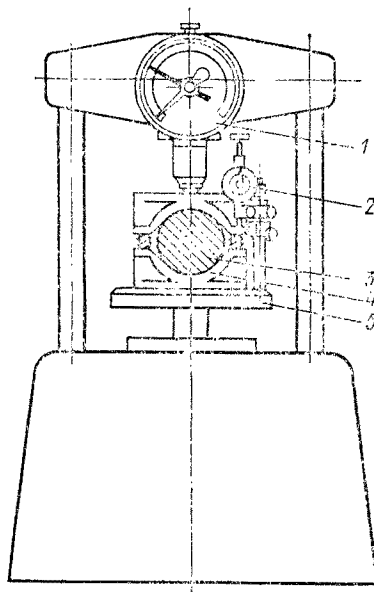


Рис. 6.3. Испытательная машина для определения устойчивости и условной пластичности асфальтобетона

При этой же температуре выдерживают разрушающее устройство испытательной машины. При проведении данного испытания применяют цилиндрические образцы следующих размеров: $d = 101,6$ и $h = 63,5 \pm 1$ мм.

Проведение испытания. Перед испытанием образцов в разрушающее устройство 4 (см. рис. 6.3) вставляют полый металлический цилиндр, диаметр которого точно соответствует диаметру испытываемых образцов. Включив электромотор машины, плиту 5 вместе с нижней частью разрушающего устройства поднимают так, чтобы металлический цилиндр пришел в соприкосновение с его верхней головкой; ножку индикатора 2 устанавливают на выступ верхней головки, а стрелку подводят к нулю. После установки индикатора плиту опускают на 5—10 мм и вместо металлического цилиндра в разрушающее устройство вставляют образец 3, извлеченный из водяной бани. После этого включают мотор испытательной машины и разрушают образец

при скорости движения нижней плиты $50 \pm \pm 1$ мм/мин.

Время от момента извлечения образца из бани до момента его разрушения не должно быть более 60 с. За устойчивость P , кг, принимают максимальное показание силоизмерителя 1.

ной смеси, твердевших в одинаковых условиях и испытанных в одном возрасте.

2. Проба — порция бетонной смеси одного состава, отобранная из одного замеса или из одной транспортной емкости, для изготовления одной или нескольких серий образцов.

Высота образца, мм	29	30	35	40	44	48	54	56
Поправочный коэффициент	4,55	4,17	3,33	2,5	1,92	1,67	1,32	1,22

Продолжение

Высота образца, мм	58	60	62	63,5	64	68	70	72
Поправочный коэффициент	1,17	1,1	1,04	1	0,98	0,94	0,85	0,82

Если высота образца отличается от стандартной (63,5 мм), то значение устойчивости по силоизмерителю умножают на поправочный коэффициент:

За показатель условной пластичности l принимают значение деформации, фиксируемой по индикатору в момент разрушения образца. Условную пластичность выражают в десятых долях мм. Показатель условной жесткости A , Н/мм, вычисляют по формуле

$$A = 10P/l, \quad (6.36)$$

где P — устойчивость (разрушающая нагрузка), Н; l — условная пластичность, мм.

Устойчивость, условную пластичность и показатель условной жесткости вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов; при этом полученные показатели устойчивости округляют: при значениях до 5 кН — до 100 Н; то же, до 5—10 кН — до 200 Н; то же, свыше 10 кН — до 500 Н.

Расхождение между результатами испытаний отдельных образцов не должно превышать 10%.

§ 3. Однородность и прочность (определение статистическим методом)

Контроль и оценка однородности и прочности бетонов при сжатии производятся статистическим методом с целью достижения постоянства принятой при расчете изделий или конструкций обеспеченности нормативных сопротивлений бетонов при прочности на сжатие.

Термины и буквенные обозначения

1. Серия образцов — группа контрольных образцов-кубов из одной пробы бетон-

3. Партия бетона — контролируемый объем бетона одного состава, изготовленный за установленное время и относящийся к одному технологическому комплексу.

4. Технологический комплекс — одна или несколько технологических линий на предприятии по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и товарной бетонной смеси, а на стройплощадках — группа одновременно бетонлируемых монолитных конструкций, выполняемых по единой технологии, для которых контроль и оценка прочности бетона одного состава, приготовленного по одной технологии и твердевшего в аналогичных условиях, производится по общим статистическим характеристикам.

5. Нормируемая прочность R — прочность бетона, заданная в государственных стандартах или технической документации, утвержденной в установленном порядке;

проектная марка — нормируемая прочность бетона в 28-суточном или в другом возрасте — R_{28} , R_{60} и т. д.;

отпускная прочность — нормируемая прочность бетона сборных изделий к моменту отпуска их с предприятия $R_{отп}$;

передаточная прочность — нормируемая прочность бетона предварительно-напряженных изделий к моменту передачи на него предварительного напряжения арматуры (обжатия) — $R_{обж}$.

6. Фактическая прочность R^{Φ} — прочность бетона, определяемая по результатам испытания контрольных образцов:

R_c^{Φ} — фактическая среднеарифметическая прочность бетона в серии контрольных образцов;

R_{cmax}^{Φ} и R_{cmin}^{Φ} — максимальная и минимальная фактические прочности бетона

серий контрольных образцов одного возраста в партии;

R_n^{Φ} — партионная прочность — фактическая среднеарифметическая прочность бетона всех серий контрольных образцов одного возраста в партии;

R_a^{Φ} — фактическая среднеарифметическая прочность бетона всех серий контрольных образцов одного возраста за анализируемый период по технологическому комплексу;

R_k^{Φ} — фактическая среднеарифметическая прочность бетона всех серий контрольных образцов в 28-суточном возрасте за контролируемый период по технологическому комплексу.

7. Требуемая прочность R^T — прочность бетона, устанавливаемая лабораториями предприятий или на строительных площадках, в процентах от нормируемой прочности с учетом фактической однородности и числа серий контрольных образцов, характеризующих прочность бетона в данном возрасте:

R_c^T — требуемая прочность бетона любой серии контрольных образцов в партии;

R_n^T — требуемая среднеарифметическая прочность бетона всех серий контрольных образцов одного возраста в партии (требуемая партионная прочность);

R_k^T — требуемая среднеарифметическая прочность бетона всех серий контрольных образцов одного возраста за контролируемый период.

8. Контролируемый период — период времени, в течение которого производится статистический контроль прочности бетона, принимая коэффициент вариации ее постоянным, определенным за предшествующий анализируемый период.

9. Анализируемый период (базисный период) — период, за который определяются статистические характеристики, необходимые для статистического контроля прочности бетона в контролируемый период.

10. Термины и буквенные обозначения статистических характеристик:

коэффициент вариации V — относительный показатель колеблемости характеристики (прочность бетона на сжатие), определяемый как отношение среднеарифметического отклонения характеристики к среднеарифметическому ее значению;

партионный коэффициент вариации прочности бетона V_n — средний для партий бетона за анализируемый период коэффициент вариации прочности бетона серий контрольных образцов одного возраста по технологическому комплексу;

общий коэффициент вариации прочности бетона V_o — коэффициент вариации прочности бетона всех серий контрольных образцов одного возраста по технологическому комплексу за анализируемый период;

размах фактической прочности бетона серий контрольных образцов одного возраста в партии W_n — разность между максимальной и минимальной фактической прочностью бетона серии контрольных образцов в партии:

$$W_n = R_{\max}^{\Phi} - R_{\min}^{\Phi};$$

m — число партий бетона за анализируемый период; n — число серий контрольных образцов одного возраста в партии; N — число серий контрольных образцов одного возраста за анализируемый период; i — порядковый номер серии в партии; j , k — порядковый номер соответственно партии и серии за анализируемый период.

Подготовка и испытание образцов. Серия образцов должна состоять из трех контрольных образцов-кубов. Допускается применять серии из двух образцов-кубов в следующих случаях:

а) на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и товарного бетона, если коэффициент вариации прочности бетона, рассчитанный по формуле (6.25) и определенный по результатам испытания 12 контрольных образцов, изготовленных из одной пробы бетонной смеси, не превышает 5%;

б) на строительных площадках при возможности сопоставления результатов испытаний контрольных образцов бетона из проб, отобранных у места укладки, с результатом испытаний контрольных образцов, отобранных на предприятиях, представляющих товарную бетонную смесь.

Среднеарифметическое значение прочности бетона контрольных образцов-кубов одной серии, определяемое по формуле (6.24), является единичным значением, учитываемым при статистической обработке результатов испытаний.

Объем партии бетона устанавливается предприятием по производству сборных бетонных и железобетонных изделий или товарной бетонной смеси в зависимости от условий приемки изделий или отпуска товарной бетонной смеси, а на строительных площадках — от условий производства работ. На предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий объем партии бетона следует назначать из условия, чтобы приемка партии осуществлялась только после испытания всех серий контрольных образцов, характеризующих передаточную и отпускную прочность, и оценки полученных результатов.

Продолжительность изготовления партии бетона в течение контролируемого периода должна быть постоянной и не превышать одной недели для бетона сборных бетонных и железобетонных изделий и товарного бетона или одних суток для бетона монолитных конструкций зданий и сооружений.

От каждой партии бетона следует отбирать не менее двух проб бетона из разных замесов и не менее одной пробы за

каждую смену на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий; одной пробы за 1 сут на предприятиях, выпускающих товарную бетонную смесь; двух проб за 1 сут на строительных площадках при бетонировании монолитных конструкций зданий и сооружений. Число проб, отбираемых от каждой партии бетона, должно быть постоянным в течение контролируемого периода.

Пробы бетона от каждого технологического комплекса следует отбирать из произвольно выбранных замесов: на посту формирования — при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий; у места погрузки бетонной смеси в транспортную емкость — при производстве товарной бетонной смеси; у места бетонирования — при бетонировании монолитных конструкций зданий и сооружений.

Число серий образцов, изготавливаемых из одной пробы бетона, на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий должно быть: для сборных бетонных и железобетонных изделий без предварительного напряжения — одна серия для определения отпускной прочности бетона; для предварительно-напряженных железобетонных изделий в тех случаях, когда нормируемые передаточная и отпускная прочности совпадают, одна серия для определения передаточной прочности и в тех случаях, когда нормируемая отпускная прочность превышает нормируемую передаточную, две серии — по одной для определения передаточной и отпускной прочности.

Во всех случаях при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий изготавливают дополнительные серии контрольных образцов для определения прочности бетона в 28-суточном возрасте — не менее одной серии в 1 сут.

На предприятиях по производству товарной бетонной смеси из каждой пробы следует изготавливать одну серию контрольных образцов для определения прочности бетона в 28-суточном или в другом возрасте, установленном проектом зданий и сооружений. При бетонировании монолитных конструкций зданий и сооружений из каждой пробы следует изготавливать одну серию контрольных образцов для определения фактической прочности бетона в заданные лабораторией сроки.

В соответствии с требованиями проектов зданий и сооружений, стандартов или технической документации на изделия, утвержденной в установленном порядке, а также технологических правил производства работ могут быть изготовлены дополнительные серии контрольных образцов для определения прочности бетона в промежуточные сроки его твердения, например при снятии несущей опалубки.

На предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий образцы бетона, предназначенные для контроля передаточной или отпускной

прочности, должны храниться до момента испытаний в условиях, аналогичных условиям твердения изделий, а образцы, предназначенные для контроля прочности бетона в 28-суточном или в ином возрасте, указанном в рабочих чертежах изделий, должны храниться в одинаковых условиях и одновременно с образцами для контроля передаточной и отпускной прочности.

После определения передаточной или отпускной прочности бетона образцы, предназначенные для контроля проектной марки бетона, должны храниться в камере нормального твердения при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительной влажности воздуха не менее 90%. На предприятиях по производству товарного бетона контрольные образцы бетона должны храниться в камере нормального твердения. На строительных площадках контрольные образцы должны храниться в условиях, аналогичных условиям твердения бетона в конструкциях.

Испытание контрольных образцов производится по аналогии с описанным в § 2 гл. 6.

Определение однородности бетонов. При статистическом контроле прочности бетонов на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий или товарной бетонной смеси для каждого контролируемого периода вычисляются партийный и общий коэффициенты вариации прочности бетона V_{Π} и V_0 по каждому технологическому комплексу за предшествующий ему анализируемый период.

Продолжительность контролируемого периода принимается от двух недель до месяца, а анализируемого периода — от одного месяца до двух месяцев. При этом число серий контрольных образцов для определения партийного коэффициента вариации прочности бетона в данном возрасте за анализируемый период должно быть не менее 40. Число серий контрольных образцов за анализируемый период для определения общего коэффициента вариации прочности бетона сборных бетонных и железобетонных изделий в 28-суточном возрасте должно быть не менее 20.

Партийный коэффициент вариации прочности бетона одного возраста по технологическому комплексу (в %) вычисляется по формуле

$$V_{\Pi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{ci}^{\phi} - R_{\Pi j}^{\phi})^2}{n-1}} \cdot \frac{1}{R_{\Pi j}^{\phi}} \cdot 100. \quad (6.37)$$

При числе серий контрольных образцов $n \leq 6$ партийный коэффициент вариации допускается вычислять по формуле

$$V_{\Pi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{W_{\Pi j}}{dR_{\Pi j}^{\phi}} \cdot 100, \quad (6.38)$$

где d — коэффициент, зависящий от числа серий образцов одного возраста n в партии:

Число серий	1	3	4	5	6
d	1,13	1,69	2,06	3,33	2,53

Общий коэффициент вариации V_0 определяется по формуле

$$V_0 = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (R_{ск}^{\phi} - R_a^{\phi})^2}{N}}}{R_a^{\phi}} \cdot 100. \quad (6.39)$$

Однородность прочности бетона признается неудовлетворительной, если за анализируемый период партионный коэффициент вариации прочности бетона V_n , или общий коэффициент вариации V_0 , превышает соответственно 16 и 20%. Возможность использования сборных изделий или загрузки монолитных конструкций и сооружений при неудовлетворительной однородности бетона должна быть согласована с организацией, осуществляющей проектирование или производящей авторский надзор за строительством зданий и сооружений.

Оценку однородности бетона по прочности на сжатие на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и товарной бетонной смеси и на стройплощадках следует производить для каждого технологического комплекса.

На предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий или товарной бетонной смеси в технологический комплекс допускается включать более одной технологической линии при условии, если: партионный коэффициент вариации V_n на каждую из объединяемых линий не превышает 10%; разность между максимальным и минимальным значениями партионных коэффициентов вариации V_n не превышает 2%; разность между максимальным и минимальным значениями фактической средней прочности бетона R_a^{ϕ} за анализируемый период не превышает 5%. При этом партионный коэффициент вариации прочности бетона технологического комплекса определяется как среднеарифметическое (среднее) партионных коэффициентов вариации прочности бетона на технологических линиях, входящих в технологический комплекс.

При определении прочности бетонов в оценке подлежат:

а) на предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий при приеме партии бетона — передаточная и отпускная прочность; при этом должно быть гарантировано достижение

бетоном требуемой прочности в 28-суточном возрасте при твердении контрольных образцов в одинаковых условиях и одновременно с образцами для контроля передаточной и отпускной прочности;

б) на предприятиях, выпускающих товарную бетонную смесь, — прочность бетона в 28-суточном или в другом возрасте, предусмотренном проектом здания или сооружения;

в) на строительных площадках — прочность бетона в заданные сроки ее достижения, а также прочность бетона к моменту снятия несущей опалубки и в другие промежуточные сроки испытаний (к моменту замораживания, при передаче предварительного напряжения и т. д.).

На объектах с общим объемом работ менее 50 м³, получающих товарную бетонную смесь с предприятий, расположенных на расстоянии не более 20 км, допускается оценка прочности бетона по данным лаборатории предприятия — изготовителя бетонной смеси без изготовления контрольных образцов на месте укладки. Это требование не распространяется на случаи оценки прочности бетона при бетонировании каркасных и тонкостенных конструкций, а также при замоноличивании стыков сборных и сборно-монолитных конструкций.

Прочность бетона в партии оценивают по результатам испытаний не менее двух серий контрольных образцов. В порядке исключения на заводах железобетонных изделий, вынужденных по технологическим или организационным причинам осуществлять непрерывный отпуск продукции без промежуточного складирования, а также для контроля передаточной прочности бетона допускается оценивать прочность партии бетона по результатам испытаний одной серии контрольных образцов, при этом продолжительность изготовления партии бетона не должна превышать половины смены.

Прочность бетона при статистическом методе контроля оценивают, сопоставляя фактические средние прочности бетона контрольных образцов в партии и в отдельных сериях соответственно с требуемой средней партионной прочностью и требуемой средней прочностью бетона в серии.

На предприятиях по производству сборных бетонных и железобетонных изделий требуемые средние, отпускная и передаточная прочности бетона в партии R_n^T и в отдельных сериях контрольных образцов R_c^T определяются по табл. 6.1 в зависимости от партионного коэффициента вариации V_n и числа серий контрольных образцов n , характеризующих прочность партии бетона в заданном возрасте.

Если прочность бетона в партии оценивают по результатам испытания одной серии контрольных образцов, требуемое значение передаточной или отпускной прочности бетона в партиях R_n^T определяется по табл. 6.2 в зависимости от партионного ко-

ТАБЛИЦА 6.1

Партионный коэффициент вариации V_{II} %	$R_{II}^T/R \cdot 100\%$ при n , равном					
	$R_c^T/R \cdot 100\%$					
	2	3	4	6	10	30 и более
4	81	81	81	80	80	80
	78	78	78	77	77	77
5	84	83	83	83	82	81
	79	79	79	78	78	78
6	86	85	85	85	84	83
	81	80	80	80	79	78
7	88	88	87	87	86	85
	82	82	81	81	81	79
8	91	90	90	89	89	87
	84	83	83	82	82	80
9	94	93	92	92	91	89
	85	85	84	84	83	81
10	97	96	95	94	94	91
	88	87	86	85	85	82
11	100	99	98	97	96	93
	89	88	88	87	85	83
12	103	102	101	100	99	96
	91	90	89	88	87	85
13	106	105	104	103	102	99
	93	92	91	90	89	86
14	110	108	107	106	105	102
	96	94	93	92	91	87
15	114	112	111	110	108	105
	98	96	95	94	93	89
16	118	116	115	112	112	108
	100	99	97	96	95	91

эффективности вариацн V_{II} . Если требуемая прочность бетона в партии R_{II}^T окажется ниже нормируемой, следует проверить соответствие сниженной прочности бетона изделий технологическим требованиям (возможность немедленного распалубливания, раскалывания бетона при передаче на него предварительного напряжения арматуры и др.).

На предприятиях по производству товарной бетонной смеси требуемые средние прочности бетона в 28-суточном возрасте R_{II}^T и R_c^T определяют по табл. 6.1 в зависимости от партионного коэффициента вариации V_{II} и числа серий контрольных образцов n , характеризующих прочность партии бетона. На стройплощадках при бетонировании монолитных конструкций зданий и сооружений требуемые средняя партионная прочность R_{II}^T и средняя прочность бетона в серии R_c^T в сроки их достижения определяются по табл. 6.1. При этом коэффициент вариации прочности принимается по данным предприятия — изготовителя бетоноиной смеси.

Назначение партионной прочности бетона сборных бетонных и железобетонных изделий или монолитных конструкций зданий и сооружений, а также прочности бетона сборных изделий в 28-суточном возрасте ниже нормируемой допускается только при обеспечении всех других проектных требований к бетону, изделиям и конструкциям зданий и сооружений (водонепроницаемость, морозостойкость, трещиностойкость, жесткость и др.).

Прочность бетона в партии признается отвечающей требуемой, если фактическая средняя прочность бетона в партии не менее требуемой средней партионной прочности $R_{II}^{\Phi} \geq R_{II}^T$ и фактическая средняя прочность любой серии контрольных образцов в партии не менее требуемой для отдельной серии $R_c^{\Phi} \geq R_c^T$. При оценке прочности партии бетона по результатам испытания шести и более серий образцов фактическая прочность бетона в 15% серий контрольных образцов может быть ниже требуемой прочности R_c^T .

Для сборных бетонных и железобетонных изделий в случаях, когда прочность бетона оценивается по результатам испыта-

ТАБЛИЦА 6.2

V_{II} %	$R_{II}^T/R \cdot 100$, %	V_{II} %	$R_{II}^T/R \cdot 100$, %	V_{II} %	$R_{II}^T/R \cdot 100$, %
≤ 4	82	8	93	12	106
5	85	9	96	13	109
6	87	10	99	14	113
7	90	11	102	15	117

ТАБЛИЦА 6.3

$V_0, \%$	$R_K^T/R_{28}, 100, \%$	$V_0, \%$	$R_K^T/R_{28}, 100, \%$	$V_0, \%$	$R_K^T/R_{28}, 100, \%$
≤6	83	11	93	16	108
7	85	12	96	17	111
8	87	13	99	18	114
9	89	14	102	19	118
10	91	15	105	20	122

ний одной серии контрольных образцов ($R_c^\Phi = R_n^\Phi$), его прочность признается отвечающей требуемой, если фактическая передаточная или отпускная прочность не менее требуемой (см. табл. 6.2).

Если передаточная прочность бетона характеризуется прочностью контрольных образцов одной серии, а отпускная прочность — прочностью контрольных образцов двух или более серий, передаточную прочность бетона оценивают каждые полсмены работы предприятия, а оценка отпускной прочности — после испытания всех серий контрольных образцов, характеризующих отпускную прочность партии бетона.

Для контроля прочности бетона сборных изделий в 28-суточном возрасте (после тепловой обработки) испытывают специально изготовленные за контролируемый период серии образцов. По результатам таких испытаний вычисляют фактическую среднюю прочность бетона в 28-суточном возрасте R_a^Φ и R_K^Φ и общий коэффициент ее вариации V_0 по технологическому комплексу. Требуемое значение прочности бетона в 28-суточном возрасте назначается по табл. 6.3.

Прочность бетона сборных изделий в 28-суточном возрасте признается отвечающей требуемой, если фактическая средняя прочность всех серий контрольных образцов за контролируемый период будет не менее требуемой $R_K^\Phi \geq R_K^T$ (см. табл. 6.3). Если это условие не выполняется, то возможность использования таких изделий должна быть согласована с организацией, проектировавшей здание или сооружение или осуществляющей авторский надзор за строительством.

Если на предприятиях и строительных площадках контроль прочности бетона производится без применения статистических методов, прочность бетона оценивают, сопоставляя фактические средние прочности в партиях и в отдельных сериях контрольных образцов с нормируемой прочностью. Прочность бетона признается отвечающей требованиям при условии, если:

а) фактическая среднееарифметическая прочность бетона в партии — не менее 110% нормируемой, $R_n^\Phi > 1,10 R$;

б) фактическая среднееарифметическая прочность бетона контрольных образцов от-

дельных серий (при числе серий более одной) — не менее 95% нормируемой, $R_c^\Phi \geq \geq 0,95 R$.

§ 4. Прочность (определение неразрушающими методами)

Неразрушающие методы применяются для определения прочности бетонов при промежуточном производственном контроле качества бетонов, при проведении научно-исследовательских работ, а также для оценки прочности бетонов непосредственно в изделиях и конструкциях зданий и сооружений. К неразрушающим методам испытания прочности бетонов относятся следующие методы:

а) методы с применением приборов механического действия;

б) ультразвуковой импульсный метод.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНОВ ПРИБОРАМИ МЕХАНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Методы испытания прочности бетонов с применением приборов механического действия подразделяются на склерометрические и совместного отрыва и скалывания. К склерометрическим методам определения прочности бетонов относят методы упругого отскока и пластических деформаций. Для склерометрических испытаний используют молотки (склерометры) и маятниковые приборы различных систем. Склерометрическими методами испытывается только поверхностный слой бетонов.

Если есть опасения, что внутри бетона имеются пустоты или по какой-либо причине прочность внутренних частей бетона отличается от прочности его поверхностного слоя, кроме испытания склерометрическими методами проводятся испытания ультразвуковым импульсным методом.

Подготовка участков для испытаний. Перед испытаниями выбирают и соответствующим образом подготавливают участки испытаний, число которых устанавливают для каждой конструкции или изделия в зависимости от их ответственности и размеров, но не менее 12. При выборе участков испытаний необходимо, чтобы около 2/3 участков приходилось на наиболее на-

груженные зоны конструкции. Остальные участки испытаний должны быть распределены равномерно по всей поверхности конструкций с обязательным охватом тех мест, где бетон по внешнему виду кажется наименее прочным. Если поверхность испытываемого бетона офактурена, расчищают участки испытания, сняв слой штукатурки или облицовки.

При выборочном контроле качества бетона на стройплощадке (например, при определении прочности бетона, поврежденного в результате замораживания, химической агрессии или другой причины) число и расположение участков испытания устанавливают программой обследования сооружения. При этом участки должны охватывать как наиболее, так и наименее поврежденные места конструкции.

Каждый участок испытания должен иметь площадь не менее 100 см² с тем, чтобы можно было провести 5—10 измерений по растворной части без прикосновения к большому зернам крупного заполнителя. При выборе участков испытания используют в первую очередь боковые поверхности конструкции, сопрягающиеся при бетонировании со стенками формы или опалубки. Следует избегать участков у стыков досок опалубки, мест скопления крупного заполнителя и пористых мест. Мелкие неровности, возникшие из-за применения нестроганной деревянной опалубки, удаляют с помощью шлифовального камня.

Для бетонов, возраст которых превышает один год, слишком твердый поверхностный слой удаляют на толщину 3—5 мм при помощи шлифовального камня. При необходимости испытания верхней горизонтальной поверхности с нес удаляют слой затвердевшего цементного камня.

Нормальным состоянием поверхности бетона для проведения склерометрических испытаний является воздушно-сухое, поэтому, как правило, нельзя испытывать бетоны сразу же после распалубки, пропаривания или обильного увлажнения. Подсушивание бетона на открытом воздухе должно продолжаться не менее 48 ч. При необходимости склерометрического испытания бетонов, находящихся во влажном состоянии, пользуются градуировочными кривыми, построенными по результатам испытания образцов, твердевших в тех же условиях, что и бетон в конструкции, и имеющих примерно одинаковую влажность. В целом поверхность испытываемого бетона должна быть такой, какой была поверхность бетонных образцов, использованных для построения градуировочной кривой.

Зависимость между прочностью бетона и твердостью его поверхностного слоя при склерометрических испытаниях устанавливают опытным путем и представляют в виде градуировочной кривой, используя результаты параллельных испытаний бетонных образцов разрушающими и неразрушающими методами. При этом для нанесения на график экспериментальных точек

берут значения средней прочности бетона и соответствующие им средние показатели склерометрических испытаний. Градуировочную кривую признают пригодной для использования, если частые значения прочности, нанесенные точками на график, в 95% случаев не будут отклоняться от средней прочности, характеризуемой кривой, более чем на 15%.

Для построения градуировочной кривой используют результаты испытания не менее чем 36 бетонных образцов размером 200×200×200 или 150×150×150 мм, изготовленных из трех замесов бетонной смеси одинакового состава на одних и тех же материалах и твердевших в одинаковых условиях, что и бетон в конструкции. Для каждого состава бетона строят свою градуировочную кривую. Образцы-близнецы каждой серии испытывают в возрасте 3, 7, 28 и 90 сут по три образца в каждый срок. В зависимости от местных условий допускается испытание образцов в другие сроки.

Перед испытанием на сжатие каждый образец подвергают склерометрическому испытанию. Для этой цели образцы зажимают между опорными плитами прессы или фиксируют их положение специальным приспособлением так, чтобы при испытании образец не мог сместиться. На выбранной для испытания грани образца наносят не менее пяти ударов молотком или пять оттисков гидравлическим штампом до получения примерно равных результатов измерений. При необходимости проведения дополнительных измерений удары (оттиски) наносят на противоположной грани образца. Удары (оттиски) наносят в центре грани образца и по окружности не ближе 20 мм от центра и не ближе 50 мм от края образца.

Для построения градуировочной кривой на график зависимости «прочность — твердость» наносят точки, соответствующие средней прочности бетона, вычисленной по результатам испытания на сжатие в заданном возрасте серии из трех образцов (не менее), и соответствующий ей средний показатель склерометрического испытания тех же образцов. Нанесенные таким образом отдельные точки соединяют плавной кривой.

При отсутствии градуировочной кривой ориентировочное значение прочности бетона в конструкции определяют, используя универсальные градуировочные кривые, приведенные в инструкциях по определению прочности бетона прибором данного типа. При этом параллельно испытывают не менее пяти бетонных контрольных образцов разрушающими и неразрушающими методами для привязки к универсальной градуировочной кривой при последующих неразрушающих испытаниях.

Если на объекте не сохранились контрольные образцы или они сохранились в недостаточном числе, бетонные образцы должны быть **вырезаны** из конструкции. В том случае, когда нет возможности вы-

резать образцы и нет образцов, изготовленных во время возведения сооружения, но известен состав бетона и есть материалы, использованные на объекте для приготовления бетонной смеси, используют результаты, полученные при испытании в 28-суточном и более позднем возрасте специально изготовленных для этой цели образцов из бетона принятого состава.

Сущность определения прочности методом упругого отскока состоит в том, что специальный боек опре-

верхности. Держа его за рукоятку 9, нажимают на ударник 1. Боек 3 при этом взводится, растягивая ударную пружину 2. Держатель 6 с защелкой 7, упираясь в упорный болт 8, освобождает боек из зацепления. Боек под действием ударной пружины ударяет по ударнику и отскакивает от него. Указатель 4 фиксирует на шкале 5 значение отскока бойка, характеризующее прочность бетона.

Вычисляют среднее значение пяти отскоков, измеренных на одном участке ис-

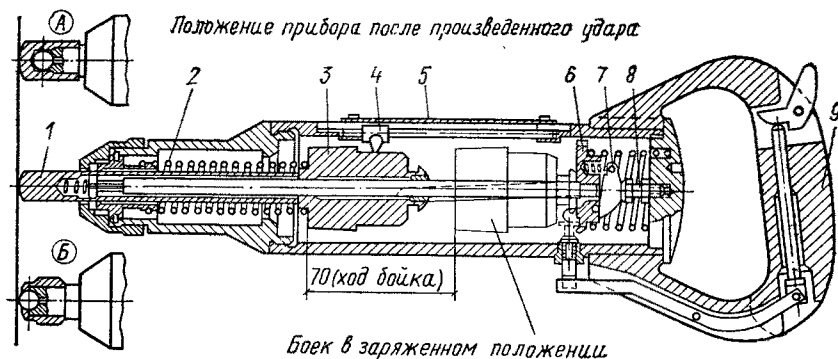


Рис. 6.4. Склерометр КМ со стержневым ударником

деленной массы при помощи пружины с заданными жесткостью и предварительным напряжением ударяет по концу металлического стержня, называемого ударником, прижатого другим концом к поверхности испытываемого бетона. В результате удара боек отскакивает от ударника. Степень отскока зависит от упругих свойств бетона, а следовательно, и от прочности его, и отмечается на шкале прибора при помощи специального указателя. Зависимость между степенью отскока и прочностью бетона устанавливается опытным путем.

Применяемое оборудование. Склерометры, применяемые для испытания методом упругого отскока, по их ударной энергии делятся на:

а) молотки с ударной энергией 0,736 Дж (0,075 кгс·м), применяемые для определения прочности бетона марки М 100 и ниже, а также для тонкостенных конструкций;

б) молотки с ударной энергией 2,207 Дж (0,225 кгс·м), применяемые для определения прочности бетона в железобетонных конструкциях и изделиях средней массивности;

в) молотки с ударной энергией 29,430 Дж (3 кгс·м), применяемые для определения прочности бетона в дорожных покрытиях, мостовых и массивных сооружениях.

Проведение испытания заключается в следующем (на примере работы склерометра КМ со стержневым ударником, показанного на рис. 6.4). Склерометр устанавливают перпендикулярно к испытываемой по-

пытания. Частные значения, отклоняющиеся от среднего результата более чем на $\pm 15\%$, отбрасывают и производят новые испытания, пока не получат пять примерно равноценных частных результатов. Среднее из пяти результатов умножают на соответствующий показатель, выбираемый из инструкции по использованию данного типа склерометра в зависимости от положения ударника. В дальнейшем это приведенное среднее значение называют характерной величиной отскока для испытанного места. Затем по градуировочной кривой определяют прочность бетона на данном участке испытания.

Сущность метода пластических деформаций состоит в том, что о прочности бетона судят по пластическим деформациям (отпечаткам, полученным от вдавливания в поверхность бетона стальных шариков, дисков или штампов).

При испытании применяют следующее оборудование.

1. Ударные молотки с эталонным стержнем — эталонные молотки («молотки, сравнивающие диаметры вдавливаннй») (рис. 6.5); при этом отпечаток на бетоне сравнивают с отпечатком на эталонном стержне; по их отношению судят о прочности бетона. Прибор состоит из корпуса 1 с металлической рукояткой 2, на которую насажена резиновая ручка, стакана 5 с отверстиями для шарика и эталонного стержня, головки 3 с внутренним упором, пружины 4 для прижатия шарика к эталонному стержню и эталонного стержня к

упору головки, шарика 7 диаметром 15 мм от шарикоподшипника, сдвигаемого стального эталонного стержня 6.

Эталонные стержни изготавливают из круглой прутковой чистой от коррозии горячекатаной арматурной стали Ст3, клас-

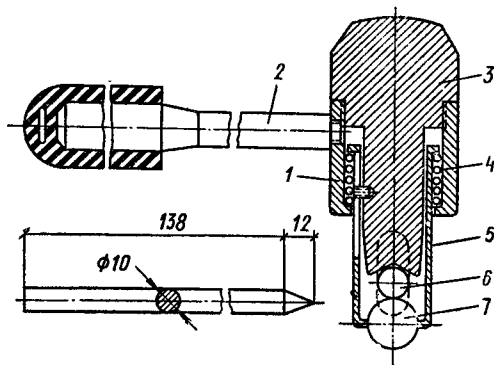


Рис. 6.5. Ударный молоток с эталонным стержнем

са А-1 с твердостью 20 МПа по Майеру без дополнительной обработки поверхности. Один конец стержня заострен для облегчения введения его в молоток (см. рис. 6.5).

боек из зацепления, который под действием ударной пружины ударяет по буртику ударного стержня. При этом шарик на конце стержня вдавливаются в поверхность испытываемого изделия. Переключающим сегментом 2 устанавливается необходимая энергия удара 4,9 Дж (50 кгс·см) — положение 1/1 или 1,22 Дж (12,5 кгс·см) — положение 1/2.

3. Гидравлические штампы (рис. 6.7), которые состоят из сферических штампов радиусом 100—240 мм, гидравлического пресса, развивающего усилие 16—22 кН, и специальной скобы или струбцины для прижатия пресса к испытываемой поверхности. О прочности бетона судят по размеру вмятины на его поверхности, полученной плавным вдавливанием штампа с помощью гидравлического пресса.

4. Маятниковые приборы ударного типа, которые состоят из молотковых головок определенной массы, снабженных шариком или диском, падающих под действием силы тяжести на испытываемую поверхность с определенной высоты и оставляющих на ней отпечаток в виде сферической лунки или вытянутого по длине отиска.

Проведение испытания. При испытании наносят серии ударов или вдавливают штамп в поверхность бетона на выбранных участках конструкции или изделия. Диаметр сферической лунки, образовавшейся в

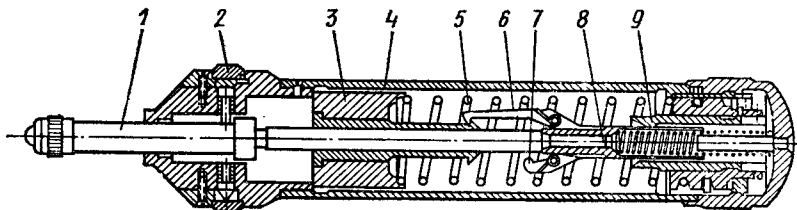


Рис. 6.6. Ударный молоток типа ХПС

2. Ударные молотки с заданной массой и энергией удара — шариковые молотки и маятниковые приборы («молотки, измеряющие вдавливания»); при этом о прочности бетона судят непосредственно по отпечатку на поверхности материала. Ударная часть молотков снабжена шариком диаметром от 10 до 20 мм.

Примером такого молотка служит портативный прибор ХПС, который показан на рис. 6.6 и который является пружинным полуавтоматом ударного действия с двумя заданными энергиями удара. Накопление потенциальной энергии происходит вследствие сжатия ударной пружины при вдавлении ударника внутрь корпуса. При испытании прибор устанавливают перпендикулярно к испытываемой поверхности. При нажатии на корпус 4 прибора ударный стержень 1 входит внутрь, увлекая за собой боек 3, который сжимает ударную пружину 5. Держатель 8 с защелками 6, 7, достигнув конической гильзы 9, освобождает

результате удара или вдавливания штампа, измеряют в двух взаимно перпендикулярных направлениях с погрешностью 0,1 мм. Среднее значение диаметров, измеренных в двух направлениях, принимают за расчетное. Отпечатки на бетоне, получаемые в результате падения диска, а также отпечатки на эталонном стержне измеряют в направлении большой оси.

Для облегчения отсчетов кладут при испытании на поверхность бетона копировальную бумагу и лист тонкой белой бумаги. Это облегчает обработку результатов измерений и служит объективным показателем проведенного испытания. Для измерения отпечатков пользуются увеличителем со шкалой. Допускается использование для этой цели углового масштаба.

При использовании эталонных молотков диаметр лунки, образовавшейся на поверхности бетона, не используют непосредственно, а сравнивают с диаметром отпечатка, получившегося на эталонном стержне.

Показатель твердости поверхностного слоя бетона T , Па, вычисляют по формуле

$$T = H_M \frac{d^2}{D^2}, \quad (6.40)$$

где H_M — твердость эталонного стержня по Майеру, Па; d, D — диаметры вдавливания соответственно на эталонном стержне и бетоне, мм.

Прочность бетона определяют на градуировочной кривой $T-R$, построенной для данного состава бетона на данных материалах.

градуированное значение на эталонной наковальне (дается в инструкции); R_K — действительное значение, измеренное на эталонной наковальне; R — значение отскока, полученное на бетоне.

Стержни эталонного молотка проверяют в течение 15 с аппаратом Бриинеля с помощью шарика диаметром 10 мм, вдавливаемого с усилием 30 кН. Твердость эталонного стержня H_M , Па, вычисляют по формуле

$$H_M = 4P/\pi d^2, \quad (6.42)$$

где P — сжимающее усилие, равное 30 кН; d — диаметр отпечатка, полученного на эталоне, мм.

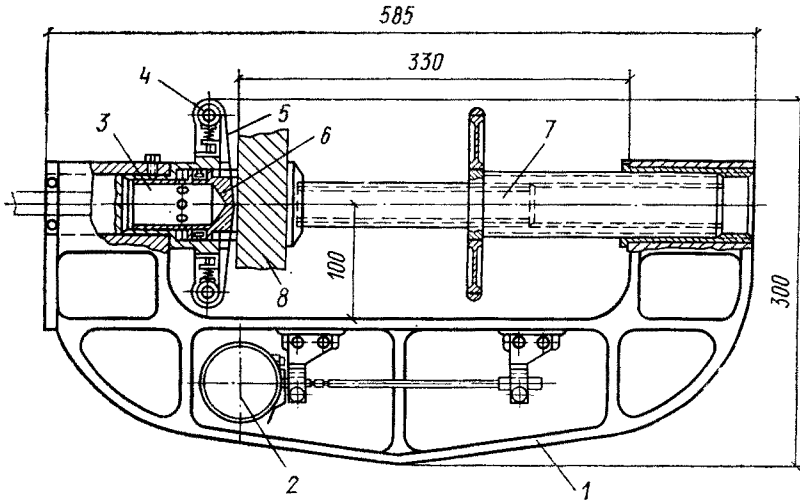


Рис. 6.7. Гидравлический пресс со штампом

При использовании ударных молотков и гидравлических штампов за результат испытания принимают среднее значение пяти отскоков, если частные результаты отклоняются от среднего не более чем на $\pm 25\%$. Отличающиеся более чем на $\pm 25\%$ от среднего результаты во внимание не принимают и продолжают испытание до получения примерно равнорезультативных результатов пяти испытаний. Среднее значение пяти равноценных результатов принимают за результат испытаний (на данном участке поверхности).

Постоянные коэффициенты склерометров X/R_K определяют на эталонной наковальне. Характеристики наковальни, применяемой для градуирования, приводятся в инструкции по ее применению. В случае, если при определении постоянных коэффициентов при помощи эталонной наковальни результаты измерения отклоняются от минимального более чем на $\pm 2,5\%$, то из значения, полученного с помощью молотка, вычисляют действительное значение отскока по формуле

$$R = \frac{X}{R_K} R_t, \quad (6.41)$$

где R — скорректированное значение отскока; X —

После 2000 ударов, но не реже одного раза в месяц, каждый прибор подвергают очистке и контролю, при которых устанавливают отсутствие трещин и деформаций на шариках или ударниках. Для пружинных приборов, у которых усталость пружины влияет на результаты испытаний, проверяют их постоянные. Проверку производят также перед каждой серией испытаний. Если изменение постоянных достигает $\pm 5\%$, то значения, полученные при последнем контроле, не используют.

Методом испытания на отрыв и скалывание определяют прочность бетона в теле конструкции. Сущность метода состоит в оценке прочностных свойств бетона по усилию, необходимому для его разрушения вокруг шпура определенного размера при вырывании закрепленного в нем разжимного конуса или специального стержня. Стержень заделывают в бетон зачеканкой или при изготовлении конструкции. Косвенным показателем прочности служит вырывное усилие $P_{вр}$.

Для испытаний бетона на отрыв и скалывание применяют прибор ГПНВ-5 (рис. 6.8). С его помощью вырывают заделанные в бетон разжимные конусы или стержни. Вырывное усилие $P_{вр}$ определя-

ют по шкале манометра. Этот же прибор применяют и для комплексных испытаний. Для этого вдавливают стальные шарики, размещенные в выдвижных ножках, в поверхность растворной части бетона статической силой, равной 5 кН. По средним диаметрам отпечатков определяют предел прочности бетона в конструкции, пользуясь градуировочной кривой.

Принцип действия прибора ГПНВ-5 (гидравлического пресс-насоса) состоит в

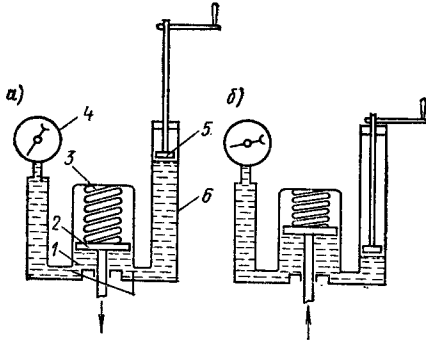


Рис. 6.8. Гидравлическая схема портативного пресс-насоса ГПНВ-5

следующем. При движении вниз поршня 5 насоса 6 масло поступает по каналу маслопровода 7 в нижнюю часть рабочего цилиндра 1 (рис. 6.8, а). Рабочий поршень 2 движется вверх и сжимает возвратную пружину 3. Одновременно масло по маслопроводу 7 поступает к манометру 4, который измеряет давление масла на рабочий поршень. При движении поршня вверх (рис. 6.8, б) происходит вырывание разжимного конуса или стержня.

Подготовка к испытанию. При испытаниях на заводах и полигонах сборного железобетона подготовительные работы заключаются в закреплении вырывных стержней к бортам форм. Вырывной стержень (рис. 6.9, а) имеет на одном конце утолщение в виде усеченного конуса для его анкеровки, а на другом — винтовую нарезку. Нарезка служит для навинчивания муфты держателя, тяги или крышки — «маячка». Крышка цилиндрической формы с внутренней винтовой резьбой имеет шлиц по всему диаметру для отвинчивания отверткой. Она предназначена для предохранения нарезки стержня от засорения и повреждения до испытаний.

Разжимной конус (рис. 6.9, б) применяется для немедленного испытания бетона в конструкциях и сооружениях. Он состоит из штока 2 и трех сегментных щек-секторов 1 с рифлеными наружными поверхностями. С одной стороны шток заканчивается конусом, а с другой имеет резьбу, на которую навинчивается при испытаниях муфта-тяги 4 с шайбами 3. Установленный в шпур разжимной конус прочно закрепляет-

ся в бетоне за счет раздвижки сегментных щек при завинчивании муфты-тяги.

При испытании бетона в тонкостенных конструкциях применяется укороченный разжимной конус (рис. 6.9, в).

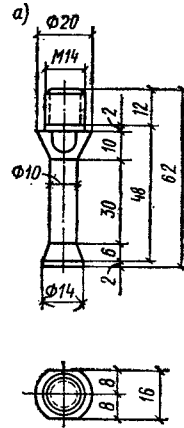
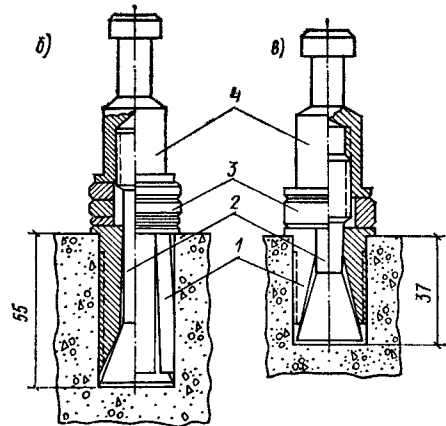


Рис. 6.9. Закладные детали для испытаний бетона прибором ГПНВ-5



Крепление вырывного стержня к деревянной опалубке или металлической форме показано на рис. 6.10. Вырывной стержень 1 устанавливают так. В опалубке 5 или форме 7 просверливают отверстие диаметром 20 мм. С внутренней стороны в него вставляют вырывной стержень 1 с шайбой 2. С наружной стороны опалубки на винтовую нарезку стержня навинчивают крышку — «маячок» 8 (при металлической форме) или держатель 3, 4 (при деревянной опалубке). Держатель снимают на следующие сутки после бетонирования, крышку «маячок» — непосредственно после термообработки перед распалубкой.

Шпур в бетоне пробивают или просверливают следующих размеров: диаметр 25 мм, глубина: для разжимного конуса — 55, для вырывного стержня — 48 мм.

Проведение испытания. Комплексное испытание проводится в такой последовательности: прибор ГПНВ-5 устанавливают

ножками на поверхность бетона и при помощи гайки-штока (подвески), имеющей прорезь, соединяют с муфтой, навинченной на вырывной стержень или разжимной конус; под каждую ножку с шариком подкладывают лист белой, а сверху лист копировальной бумаги, чтобы получить отпечатки; плавно вращая ручку насоса, создают давление, необходимое для получения усилия 10 кН; вращая ручку насоса в противоположную сторону, снимают давление;

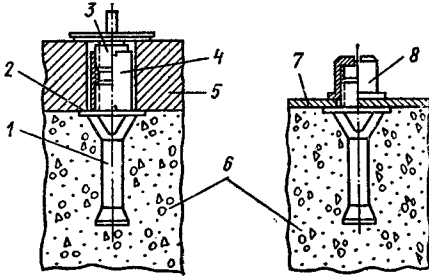


Рис. 6.10. Крепление вырывного стержня к деревянной опалубке и металлической форме

вращая ручку насоса, создают давление, фиксируемое по показанию манометра, при котором вырывается стержень или конус.

Диаметр отпечатка измеряется на бумаге с погрешностью 0,1 мм с помощью мерительной лупы к прибору типа ХПС, углового масштаба или отсчетного микроскопа типа МПБ-2; диаметр одного отпечатка определяется как среднее значение результатов измерений двух взаимно перпендикулярных диаметров. Отпечатки овальной формы, взаимно перпендикулярные диаметры которых отличаются друг от друга более чем на 0,3 мм, отбрасываются. Средний диаметр отпечатка вычисляется с погрешностью 0,1 мм как среднее арифметическое результатов единичных измерений. Если диаметр отпечатка отличается от среднего значения на одном участке испытания более чем на $\pm 10\%$, то он не учитывается.

Среднее значение вырывного усилия определяется как среднее арифметическое единичных вырывных усилий. Результаты, отличающиеся от среднего значения более чем на $\pm 15\%$, не учитываются. По средним значениям вырывного усилия и диаметру отпечатка по градуировочным кривым, построенным или привязанным для конкретных условий производства, определяют предел прочности бетона при сжатии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Этим методом может быть определена прочность тяжелых и легких бетонов сборных и монолитных железобетонных конструкций и сооружений.

Применяемое оборудование. Для определения прочности применяются ультразвуковые импульсные приборы, позволяющие измерять время распространения ультразвука в бетонных образцах, бетонных и железобетонных изделиях и конструкциях. Технические характеристики некоторых приборов* представлены в табл. 6.4.

Скорость ультразвука определяют по результатам измерения времени его распространения на выбранном участке конт-

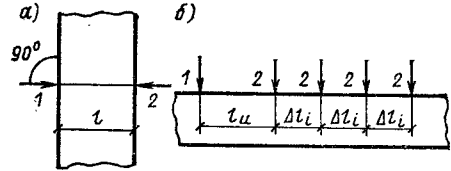


Рис. 6.11. Схема сквозного прозвучивания (а) и продольного профилирования (б) при определении прочности бетонов ультразвуковым импульсным методом

1 и 2 — точки установки соответственно излучающего и приемного преобразователей

ролируемого изделия или конструкции. При измерении обеспечивают надежный акустический контакт между бетоном и рабочими поверхностями ультразвуковых преобразователей, для чего применяют вязкие контактные среды, например технический вазелин, жидкое мыло и др. Контактная среда должна быть одинаковой при проведении измерений в образцах и конструкциях. В контролируемой зоне поверхности бетона не должно быть наплывов и вмятин; допускаются местные раковины и воздушные поры глубиной и диаметром не более 1 и 2 мм соответственно. Не допускается проводить измерения через облицовочные и декоративные слои.

Для измерения времени распространения ультразвука в образцах, изделиях и конструкциях применяют способ сквозного прозвучивания. Допускается вести измерения способом поверхностного прозвучивания или продольного профилирования в тех случаях, когда конструктивные особенности изделия не позволяют осуществить измерения способом сквозного прозвучивания.

При измерении способом сквозного прозвучивания ультразвуковые преобразователи устанавливают с противоположных сторон изделия или конструкции (рис. 6.11, а).

Скорость распространения ультразвука v , м/с, определяют по формуле

$$v = \frac{l}{t} 1000, \quad (6.43)$$

* Известны также и другие импульсные ультразвуковые приборы, применяемые для определения прочности бетонов, например: ПИК-10 (Союздорнии), УП-4 (НИИСК, Киев), ИСИ-66 (трест Оргтехстрой Глазганастрой), УК-10П, ИПА, «Бетон-б», УЗП-65.

ТАБЛИЦА 6.4

Характеристика	Типы приборов		
	«Бетон-транзистор»	УКБ-1	ДУК-20
Диапазон измерения времени, мкс	0—399,8	0—5500	0—10 000
Погрешность измерения времени, %	1		
База прозвучивания, мм	100—1500	100—5000	100—6000
Вид индикации и система отсчета	Лампа АСВР (автоматической сигнализации времени развертки). Шкалы дискретного отсчета $\times 0,1$; $\times 1$; $\times 10$. Гумблер «+200»	ЭЛТ (электронно-лучевая трубка)	ЭЛТ, лампа АСВР, шкалы дискретного отсчета $\times 0,1$; $\times 1$; $\times 10^2$; $\times 10^3$
Масса, кг	8	16	50
Завод-изготовитель	Опытный завод ВНИИЖелезобетона, Москва	З-д «Электроточприбор», Кишинев	

где t — время распространения ультразвука, мкс;
 l — база прозвучивания, мм.

База прозвучивания измеряется металлическим стандартным измерительным инструментом с погрешностью $\pm 0,3\%$ на образцах и $\pm 0,5\%$ на изделиях и конструкциях.

При измерении способом продольного профилирования приемный преобразователь устанавливают последовательно на ряд позиций, расположенных на линии, соединяющей центры установки приемного и излучающего преобразователей (рис. 6. 11, б). Расстояние между излучающим преобразователем и первой позицией приемного преобразователя l_u должно быть в пределах от 100 до 300 мм, а между соседними позициями приемного преобразователя Δl_i — от 100 до 200 мм. Скорость распространения ультразвука $v_{пов}$, м/с, определяют по формуле

$$v_{пов} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{i=N-1} \frac{\Delta l_i}{\Delta t_i} 1000, \quad (6.44)$$

где $\Delta l_i = l_{i+1} - l_i$ — изменение расстояния между центрами установки преобразователей при перемещении приемного преобразователя на соседнюю позицию, мм; $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ — то же, при изменении времени распространения ультразвука, мкс; N — число позиций установки приемного преобразователя.

Измерения могут быть проведены способом поверхностного прозвучивания при установке приемного преобразователя на определенном расстоянии l от излучающего в пределах от 150 до 200 мм. При этом скорость распространения ультразвука определяют по формуле

$$v_{пов} = \frac{l}{t} 1000, \quad (6.45)$$

где l — расстояние между центрами установки преобразователей, расположенных на одной поверхности, мм

Подготовка к испытанию. Прочность бетона определяют по зависимости между прочностью бетона и скоростью распространения ультразвука, получаемой опытным путем, для конкретных условий изгото-

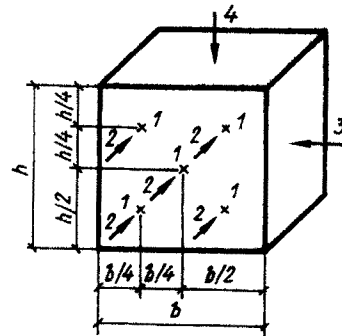


Рис. 6.12. Схема прозвучивания бетонного образца-куба

1, 2 — соответственно точки и направления прозвучивания; 3 — направление испытания при сжатии; 4 — направление уплотнения

товления изделий и конструкций. Зависимость «скорость — прочность» строят по результатам ультразвуковых и механических испытаний бетонных контрольных образцов. Образцы изготавливают из бетона того же состава, по той же технологии и при том же режиме тепловлажностной обработки, что и изделия или конструкции, подлежащие контролю. Образцы должны изготавливаться в разные смены в течение пяти дней не менее. Для получения зависимости «скорость — прочность» в более

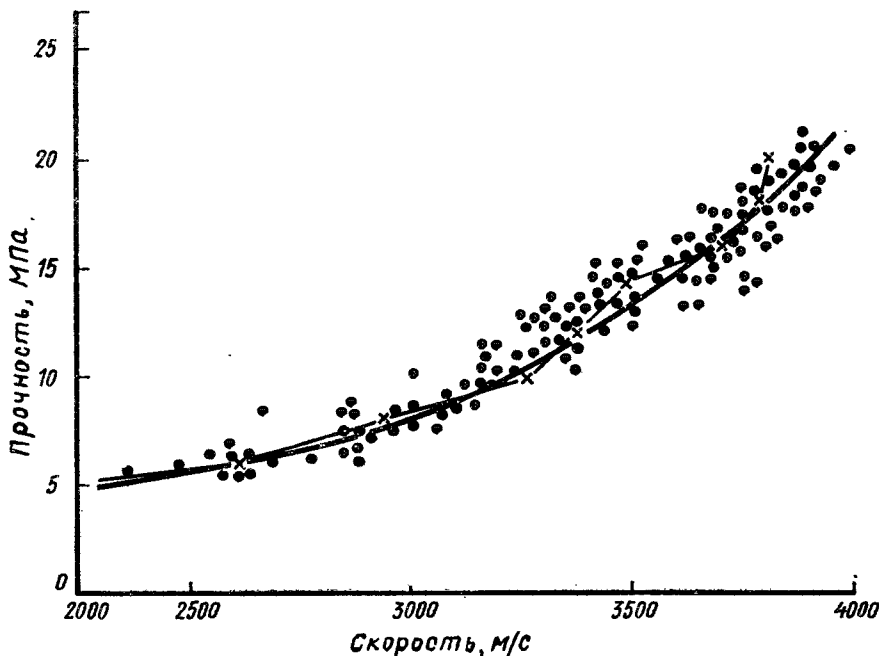


Рис. 6.13. Градуировочная зависимость «скорость ультразвука в бетоне — прочность»

широком диапазоне изменения прочности часть образцов в количестве до 40% общего числа изготавливают с отклонениями по водоцементному отношению (в пределах $\pm 0,2$) и испытывают в различном возрасте.

Определение зависимости «скорость — прочность». Изготавливают не менее 45 образцов размером $200 \times 200 \times 200$ или $150 \times 150 \times 150$ мм, либо 60 образцов размером $100 \times 100 \times 100$ мм. Время распространения ультразвука в образцах измеряют по схеме, показанной на рис. 6.12. Разброс значений времени распространения ультразвука в точках не должен превышать $\pm 5\%$. Образцы, не удовлетворяющие этому условию, бракуют.

Средние арифметические значения скорости распространения ультразвука v вычисляют для каждого образца или трех образцов «близнецов». Прочность образцов на сжатие R определяют механическими испытаниями.

Для определения зависимости «скорость — прочность» по исходным результатам измерений составляют корреляционную таблицу. Путем математической обработки данных корреляционной таблицы строят зависимость «скорость — прочность» (рис. 6.13).

Среднее квадратическое отклонение s прочности по зависимости «скорость — прочность» вычисляют по формуле

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{R_i}{R_{vi}} - 1 \right)^2}, \quad (6.46)$$

где R_i , R_{vi} — соответственно прочность по данным механических испытаний и зависимости «скорость — прочность» для одного и того же значения скорости распространения ультразвука; n — число испытанных образцов.

Зависимость «скорость — прочность» может быть использована для определения прочности бетона, если полученное среднее квадратическое отклонение не превышает 12%. Если измерения проводят способом поверхностного прозвучивания или продольного профилирования, то связь между измеренной скоростью и скоростью при сквозном прозвучивании определяют по формуле

$$v = v_{\text{пов}} K, \quad (6.47)$$

где $v_{\text{пов}}$ — скорость распространения ультразвука, определенная способом поверхностного прозвучивания или продольного профилирования, м/с; v — скорость распространения ультразвука, определенная способом сквозного прозвучивания, м/с; K — переходный коэффициент.

Переходный коэффициент K определяют следующим образом. Изготавливают 5 образцов-балочек размером $100 \times 100 \times 400$ мм. Измеряют скорости распространения ультразвука способами сквозного и поверхностного прозвучивания или сквозного прозвучивания и продольного профилирования (см. рис. 6.11). По средним значениям результатов измерений вычисляют переходный коэффициент K .

Определение прочности бетона на сжатие в готовых изделиях и конструкциях. Прочность бетона в контролируемых участках изделий и конструкций определяют по предварительно установленной зависимости «скорость — прочность» в соот-

ветствии с результатами измерения скорости и распространения ультразвука на этих участках. Расположение и число контролируемых участков указывают в рабочих чертежах конструкций или изделий в зависимости от их вида, назначения и предъявляемых к ним технических требований.

При необходимости оценки прочности бетона изделий и конструкций в строящихся и эксплуатируемых зданиях и сооружениях и отсутствии контрольных образцов или ограниченном числе прочностей бетона R , Па, при отклонении скорости распространения ультразвука v , м/с, в контролируемых участках конструкций не более чем на $\pm 10\%$ среднего значения скорости в испытанных образцах, ориентировочно оценивают по эмпирической формуле

$$R = qv^4, \quad (6.48)$$

где q — коэффициент, определяемый подстановкой в формулу средних значений прочности и скорости распространения ультразвука, полученных по результатам испытаний не менее 9 образцов (по три «близнеца») или трех образцов, вырезанных из конструкции.

или если скорость распространения ультразвука в контролируемом участке конструкции v не превышает значение скорости в образце с наибольшей прочностью v_0 , по формуле

$$R = R_0 \frac{v}{8,87v_0 - 7,87v}, \quad (6.49)$$

где R_0 — наибольшее значение прочности испытанных контрольных образцов, Па.

Такие изделия, как балки, ригели, колонны, прозвучивают в поперечном направлении; плиты — по наименьшему размеру (ширине или толщине); ребристые плиты — по толщине ребра. Ультразвуковые преобразователи устанавливают в участках, где отсутствует арматура или процент армирования минимален. При сквозном прозвучивании по ширине или по длине плит толщиной менее 120 мм измеренную скорость распространения ультразвука умножают на величину, которая принимается соответственно для пропаренного бетона и бетона естественного твердения равной 1,05 и 1,07.

§ 5. Деформация

Деформации бетонных образцов при определении их прочностных характеристик измеряют как с помощью специальных средств измерений (рычажных, оптико-механических, тензорезисторных, емкостных и индуктивных преобразователей), так и с помощью приборов, предназначенных для измерения линейных размеров (микрометрические скобы) и перемещений (индикаторы часового типа и рычажно-зубчатые, прогибомеры и т. п.), приспособленных для измерения деформации. При этом цена деления прибора на выбранной базе измерения должна позволять измерять относительные

деформации с погрешностью не ниже чем $2 \cdot 10^{-5}$, а полная шкала — обеспечивать измерение абсолютных деформаций без перестановок прибора в процессе эксперимента. Усилие, возникающее в приборе для измерения деформаций (рабочее усилие), не должно препятствовать деформированию образца под воздействием внешних усилий, прикладываемых к нему в процессе испытания. Исходя из этих соображений рабочее усилие прибора принимается не больше, чем на 0,1% отличающимся от минимального внешнего усилия, при котором измеряют деформации.

Допускается использование как стационарно устанавливаемых на образец на все время испытания приборов для измерения деформаций, так и «съёмных», при помощи которых в процессе испытания поочередно определяются расстояния между установленными на образце реперами, определяющими базу измерения.

Минимальный размер базы при измерении деформаций принимают из условия, чтобы измеряемую деформацию можно было бы рассматривать как интегральную для бетона данной структуры. Исходя из этой предпосылки и экспериментальных исследований, минимальный размер базы измерения l_{\min} находят из выражения

$$l_{\min} > 5d_s, \quad (6.50)$$

где d_s — средневзвешенный линейный размер неоднородности структуры бетона*.

Максимальный размер базы прибора ограничивается размером зоны образца, напряженное состояние которой можно считать однородным. Согласно этой предпосылке, максимальный размер базы будет равен

$$l_{\max} < h - 2d \text{ или } l_{\max} < h - 2a, \quad (6.51)$$

где h — высота образца; d и a — диаметр и сторона основания образца.

Номинальный размер базы при измерении деформаций принимают кратным 100 мм исходя из удобства расчетов. Для обеспечения измерений деформаций на выбранной базе с помощью имеющихся в наличии измерительных приборов допускается применение различного рода удлинителей. Их конструкция не должна вызывать какие-либо погрешности измерения.

Все виды приборов для измерения деформаций и приборов для измерения линейных размеров должны проходить государственную и ведомственную поверку согласно ГОСТ 8.002—71. Приборы следует градуировать при установленных удлинителях базы измерения, а при использовании «съёмных» тензоизмерительных приборов — с реперами соответствующих видов.

Приборы для измерения деформаций устанавливают на образец при помощи специальных приспособлений, которые не

* В обычных тяжелых и легких бетонах за неоднородность принимают зерна крупного заполнителя, а в ячеистых — крупные поры.

должны препятствовать деформированию образца, вносить искажения в напряженно-деформированное состояние отдельных участков и мешать работе приборов.

Крепежные приспособления должны обеспечивать возможность измерения деформаций в течение всего процесса испытания вплоть до разрушения образца, а если это не требуется программой испытаний, то до определенного предусмотренного ею уровня напряжений. Рекомендуются следующие способы установки приборов для измерений деформаций по виду крепления приборов к образцу.

1. Специальные держатели крепят непосредственно к образцу при помощи приклеиваемых к его поверхности или закладываемых в тело бетона анкеров. Держатели могут составлять одно целое с анкером или, в свою очередь, крепиться к нему на резьбе или при помощи тех или иных зажимов. Если прибор имеет приспособления для фиксации базы (опорные призмы, иглы и т. п.), то его крепят к образцу при помощи только одного держателя, устанавливаемого примерно посередине базы. Если прибор не имеет опорных призм или других аналогичных приспособлений, то анкер с держателем устанавливают по концам базы. В этом случае прибор может крепиться к держателям стационарно или держатели используются как реперы. За базу измерения принимают расстояние между осями анкеров.

Этот способ крепления используют при испытании образцов из бетона с крупным заполнителем. Площадь приклеивания анкера или размер закладываемой в тело бетона его части должны быть соизмеримы со средним размером зерна крупного заполнителя. Для приклеивания анкеров рекомендуется применять клен на основе эпоксидных и акриловых смол. Анкеры в тело бетона закладывают при изготовлении образцов, для чего в конструкцию форм должны быть внесены соответствующие изменения (см., например, рис. 6.15 и 6.16).

2. Приборы можно устанавливать также с помощью специальных рамок, крепящихся к образцу с помощью опорных ножей или игл, сила прижатия которых к бетону регулируется с помощью пружин. Максимальное усилие прижатия не должно превосходить 0,1% минимального значения усилия, которым нагружается образец при измерении деформаций.

Относительную деформацию вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \Delta l / l_0, \quad (6.52)$$

где Δl — абсолютная деформация, измеренная в процессе эксперимента, мм; l_0 — длина базы измерения деформаций, мм.

Погрешность вычисления относительных деформаций зависит от поставленной задачи, но не должна быть выше погрешности измерения абсолютных деформаций или самой базы. Если в процессе испытаний

измеряют деформации по отдельным граням (образующим) образца, то для последующего определения деформационных и структурно-механических характеристик бетонов подсчитывают средние арифметические значения продольной и поперечной деформации для образца в целом.

Деформации измеряют или в процессе непрерывного нагружения (разгружения), или во время выдерживания нагрузки в течение некоторого времени на определенных уровнях. При непрерывном нагружении и дискретном методе отсчета показаний по всем приборам снимают одновременно. При небольшом числе приборов (два-три) допускается снимать по ним отсчеты поочередно с разрывами во времени не более 2—3 с. При разгрузении с выдержками нагрузки (ступенчатое нагружение) допускается проводить поочередные дискретные измерения показаний теизиомерных приборов.

При измерении деформаций бетона принимают, что полная деформация в общем случае состоит из упругой и неупругой частей:

$$\varepsilon_{\text{п}} = \varepsilon_{\text{у}} + \varepsilon_{\text{нп}}, \quad (6.53)$$

где $\varepsilon_{\text{п}}$ — полная относительная деформация; $\varepsilon_{\text{у}}$ — упругая часть полной относительной деформации; $\varepsilon_{\text{нп}}$ — неупругая часть полной относительной деформации, включающая упругое последствие $\varepsilon_{\text{уп}}$ а также остаточную деформацию $\varepsilon_{\text{ост}}$.

Упругую часть полной деформации $\varepsilon_{\text{у}}$ измеряют при деформировании материала со скоростью звука, когда неупругая реакция материала не проявляется сколько-нибудь существенно, а высокая скорость деформирования обеспечивает минимум диссипации энергии деформирования. Однако при статических испытаниях это условие практически невыполнимо, поэтому за «упругую» часть полной деформации принимают деформацию, измеренную при скоростях нагружения не менее 0,4—0,6 МПа в 1 с.

Упругую часть деформации в таком понимании измеряют любым методом нагружения. При ступенчатом и ступенчато-циклическом методах скорость нагружения (разгружения) на ступени должна быть не ниже 0,4—0,6 МПа в 1 с. Показания приборов при измерении деформаций снимают, как минимум, в начале и в конце подъема нагрузки с одного уровня на другой. При дискретном методе отсчета показания всех приборов, измеряющих продольные деформации, снимают одновременно.

За полную деформацию при данном уровне напряжения принимают максимальную деформацию, измеренную при нагружении (разгружении) с минимально возможной скоростью, которую можно достичь при статических испытаниях, т. е. эквивалентной скоростью. Полную деформацию измеряют при любом методе нагружения. В случае ступенчатого и некоторых вариантов ступенчато-циклического метода при опреде-

лении необходимой скорости нагружения рассматривают среднюю скорость испытания, найденную из общей его продолжительности с учетом длительности выдержек нагрузки на ступенях нагружения.

За скорость нагружения, соответствующую эквивалентной скорости деформирования бетона, принимают такую скорость непрерывного нагружения, при которой практически не проявляются неупругие деформации в случае приостановки нагружения и выдерживания достигнутой нагрузки в течение времени, соизмеримого с длительностью процесса кратковременных статических испытаний. Эквивалентная скорость нагружения нелинейно зависит от напряжений и уменьшается с их увеличением.

При напряжениях в бетоне, больших нижней границы микротрещинообразования R_T^0 , эквивалентная скорость нагружения начинает резко уменьшаться и стремится к нулю при напряжениях, соответствующих длительной прочности бетона $R_{дл}$.

При непрерывном и ступенчатом видах нагружения со скоростью более высокой, чем эквивалентная скорость деформирования бетона, измеряемая полная деформация будет зависеть от скорости нагружения. В диапазоне скоростей нагружения, используемых при кратковременных статических испытаниях (0,01—0,6 МПа в 1 с) возможные вариации деформационных характеристик бетона не превосходят 10%. Однако при ступенчатом нагружении от скорости нагружения на ступени и длительности выдержки нагрузки на ней будет зависеть соотношение между упругой ϵ_e и неупругой $\epsilon_{пл}$ частями полной деформации.

При испытании со скоростями, равными или меньшими эквивалентной, всегда можно измерить полную деформацию независимо от вида нагружения (равномерное или ступенчатое).

Среднюю скорость нагружения, соответствующую эквивалентной скорости деформирования бетона, с достаточной для практических целей точностью определяют по следующей методике. Образец загружают ступенями со скоростью подъема нагрузки на ступени не менее 0,4—0,6 МПа в 1 с. На каждой ступени нагрузку выдерживают до тех пор, пока практически не прекратится приращение деформации. Прекращение развития деформации фиксируют после трехкратного повторения одного и того же значения при измерениях, проводимых через каждые 1—2 мин.

Загружение продолжают до достижения такого уровня нагрузки, при котором длительность стабилизации деформации не превышает 20 мин. Разделив значение напряжений в бетоне, соответствующих установленному уровню нагружения, на время, необходимое для его достижения (за исключением времени, в течение которого не было отмечено развитие деформаций), получают среднюю эквивалентную скорость

нагружения. Она не зависит от значения ступеней нагружения. Однако при эксперименте удобно проводить нагружение ступенями 0,1—0,05 разрушающей нагрузки.

На основе экспериментальных исследований для практических целей рекомендуются следующие параметры нагружения при измерении полной деформации бетона. При ступенчатом и ступенчато-циклическом методах скорость подъема нагрузки на ступени должна быть не менее 0,4—0,6 МПа в 1 с; продолжительность выдержки ее на ступенях, меньших 30% разрушающей нагрузки, принимают равной 3—5 мин. При уровнях нагрузки от 30 до 70% разрушающей ее увеличивают до 10—15 мин. При более высоких значениях нагрузок и соответствующих им напряжениях «эквивалентная» скорость деформирования начинает стремиться к нулю, продолжительность выдержек соответственно — к бесконечности, а измеренная при этих условиях прочность приближается к длительной прочности. Поскольку при статических кратковременных испытаниях определяют призмическую прочность бетона и длительность эксперимента ограничена несколькими часами, при нагрузках, больших 70% разрушающей, продолжительность выдержек на ступени рекомендуется 15—20 мин.

При использовании варианта ступенчато-циклического нагружения без выдержек следует иметь в виду, что число циклов нагрузка-разгрузка, необходимых для измерения полной деформации, при уровнях нагружения, не превосходящих 60—70% разрушающей нагрузки, обычно не больше 5—7. При больших уровнях нагружения процесс прироста неупругих деформаций становится незатухающим, поэтому дальнейшее нагружение ведут ступенчатым методом. Хотя полная деформация не зависит при соблюдении прочих условий от значения ступеней нагружения по напряжениям (и соответственно их числа), для более точного измерения ряда деформационных характеристик бетона ступени нагружения принимают не более чем 0,1 ожидаемой разрушающей нагрузки.

Остаточную деформацию измеряют после разгрузки образца с более высоким до менее высокого уровня нагрузки. Чаще всего ее измеряют при разгрузке до полного или условного нуля. Остаточную деформацию измеряют так же, используя ступенчато-циклический метод. Как и в случае полной деформации, эту деформацию можно рассматривать в общем случае в виде суммы «упругой» и «неупругой» ее частей.

Деформации ячеистого бетона при твердении в воздухе. При твердении в воздухе происходит усадка бетона, обусловленная испарением воды из капилляров цементного камня. Линейную усадку определяют на трех призмах размером 40×40×160 мм, выпиленных из испытуемого изделия, используя прибор, показанный на рис. 3.10.

Проведение испытания. Продольная ось образца при горизонтальном формировании должна быть перпендикулярна к направлению «вспучивания» ячеистого бетона, а при вертикальном формировании — параллельна направлению наибольшей геометрической оси изделия. В середину каждой торцевой стороны образца заделывают металлический репер для закрепления образца в приборе.

Образцы путем капиллярного подсоса насыщают водой, погружая их в горизон-

Деформацию ячеистого бетона при запаривании в процессе автоклавной обработки определяют на трех призмах размером $70 \times 70 \times 210$ мм, которые после предварительной выдержки распалубливают и устанавливают в автоклав на иваровые штативы специального прибора.

Применяемое оборудование. Установка для измерения деформации образцов состоит из преобразователей на штативах, помещаемых в автоклаве вместе с бетонными

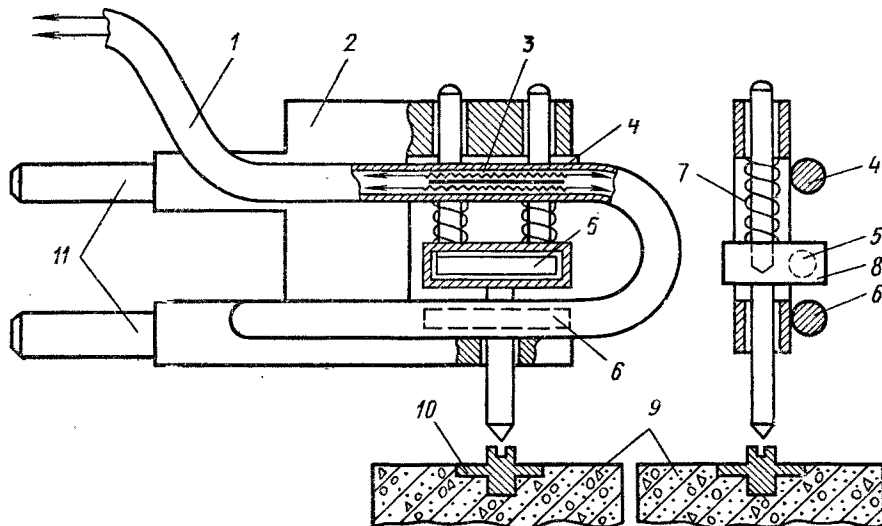


Рис. 6.14. Преобразователь для определения деформации бетонных образцов в процессе автоклавной обработки

тальном положении в воду на глубину 5 мм. Насыщают образцы не менее чем через 6 ч после окончания тепловлажностной обработки изделий.

По истечении трех суток образцы вынимают из воды, устанавливают в прибор, а отсчет по индикатору принимают за начальный. Затем образцы взвешивают и помещают в герметичную емкость (например, в эксикатор) над безводным карбонатом калия (в количестве 200 г) при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и в этих условиях выдерживают в течение 28 сут. Через каждые семь суток проверяют длину и массу образцов, одновременно заменяют увлажненный карбонат калия сухим. После определения усадки образцы высушивают до постоянной массы с целью нахождения конечной и начальной влажности образцов.

По истечении 28 сут для каждой призмы вычисляют изменение длины по формуле, аналогичной формуле (3.1). Усадку вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений. При этом указывают начальную и конечную влажность призм, принимая ее как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

призмами, и прибора-измерителя, установленного вне автоклава. Принцип работы преобразователя основан на изменении магнитной проницаемости ферромагнитных материалов от напряженности внешних магнитных полей.

Преобразователь деформации (рис. 6.14) монтируется в герметичном корпусе 2 из латуни, бронзы или меди и состоит из двух одинаковых трансформаторов 4 и 6 и постоянного магнита 5. Трансформаторы помещены в латунную трубку 1, неподвижно закрепленную на корпусе 2. Расстояние между ними выбирается с таким расчетом, что они находятся в магнитном поле постоянного магнита. Сердечники 3 трансформаторов выполняют из пермаллоя в виде прямого стержня круглого сечения, и их магнитная проницаемость зависит от напряженности магнитного поля.

Направляющие шпильки преобразователя имеют пружины 7, которые прижимают постоянный магнит 5 к нижнему трансформатору 6 и обеспечивают непрерывный контакт упорной шпильки преобразователя с репером 10 бетонной призмы 9. Ножками 11 преобразователь крепят к штативу. Постоянный магнит 5, помещенный в

футляр 8, может перемещаться между трансформаторами под воздействием деформации бетонной призмы. При этом изменяются напряженность магнитного поля постоянного магнита в области трансформаторов, магнитная проницаемость сердечников трансформаторов и напряжение на выходе вторичных обмоток трансформаторов. Изменения указанных характеристик фиксируются прибором-измерителем вне автоклава.

Градуируется прибор по стандартным образцам с известным температурным коэффициентом линейного расширения (например, медным). Чувствительность прибора составляет 0,001 мм.

§ 3. Модули упругости

Статический модуль упругости E_{σ} вычисляют по формуле

$$E_{\sigma} = \sigma / \varepsilon_y, \quad (6.54)$$

где σ — напряжение по формуле, аналогичной (6.23); ε_y — упругая часть полных относительных деформаций, определяемая при напряжении σ по формуле (6.53).

При статических кратковременных испытаниях модуль упругости E_{σ} измеряют в интервале напряжений, нижний уровень которых принимают из условия получения заданной точности измерения модуля. Серийные приборы, предназначенные для измерения деформаций, и испытательные машины обеспечивают погрешность измерения статического модуля при уровне напряжений 0,15—0,25 $R_{пр}$ не ниже $\pm 7\%$ и при 0,3—0,45 $R_{пр}$ — не ниже $\pm 4\%$ ($R_{пр}$ — призменная прочность бетона). Верхний уровень напряжений принимают из условия, что при его достижении в бетоне не начнется интенсивный процесс микротрещинообразования. На основе экспериментальных исследований рекомендуется измерять E_{σ} при значениях $\sigma = 0,3$ —0,4 $R_{пр}$.

Статический модуль упругости E_{σ} может быть также вычислен через динамический модуль упругости $E_{дин}$, определенный акустическими методами. Параметры упругости, полученные непосредственными акустическими измерениями, являются динамическими. Они соответствуют деформированию среды волнами, распространяющимися со скоростью звука. Экспериментальное сравнение динамического модуля упругости со статическим показывает, что статический модуль упругости ниже динамического. Расхождение может быть от нескольких процентов до десятков процентов в зависимости от вида бетона.

Различие в значениях модулей упругости одного и того же материала, найденное статическим и динамическим методами, определяется тем, что в общем случае модуль упругости зависит от уровня механических напряжений σ и скорости деформирования $\dot{\varepsilon}$, т. е.

$$E = E(\sigma, \dot{\varepsilon}). \quad (6.55)$$

Кроме того, модуль упругости отражает и определенные структурные особенности материала. Получение зависимости (6.55) как в теории, так и в эксперименте связано с серьезными затруднениями. Поэтому допустимо определять E_{σ} по $E_{дин}$, учитывая переменуемость только одного из аргументов формулы (6.55). Для этих целей может быть использован ряд эмпирических формул, например формула Г. К. Евграфова

$$E_{\sigma} = E_{дин} \left(1 - \frac{\sigma}{R_{пр}} \right); \quad (6.56)$$

формула Ле Камю для обычных тяжелых бетонов

$$E_{\sigma} = E_{дин} \left(1 - 0,15 \frac{\sigma - 40}{100} \right); \quad (6.57)$$

формула Ж. Даунса и М. Шефдевиля для дорожных бетонов

$$E_{\sigma} = E_{дин} [1 - 0,001 (\sigma - 0,01 R_{пр})]; \quad (6.58)$$

формула Н. А. Крылова и А. М. Полищука для высокопрочных бетонов марки М 600 и выше

$$E_{\sigma} = E_{дин} \left(1 - \frac{\sigma}{R_{пр}} \right)^{1/2}. \quad (6.59)$$

А. С. Дурасов и Н. А. Крылов для бетонов разных марок предложили следующие соотношения между статическим и динамическим модулями упругости:

Марка бетона	$E_{\sigma} / E_{дин}$
150—250	0,87
250—350	0,91
>350	0,95
Марка неизвестна	0,91

Статический модуль упругости не подвергавшегося нагружению бетона может быть подсчитан также по следующим эмпирическим зависимостям, предложенным Ю. С. Уржумцевым и В. А. Латишенко:

при $E_{дин}$ от 20 до 50 ГПа

$$E_{\sigma} = E_{дин} - 8 \text{ ГПа};$$

при $E_{дин}$ от 50 до 60 ГПа

$$E_{\sigma} = (E_{дин} - 15) \frac{6}{5} \text{ ГПа};$$

при $E_{дин}$ от 60 до 74 ГПа

$$E_{\sigma} = (E_{дин} - 22,2) \frac{10}{7} \text{ ГПа}; \quad (6.60)$$

при $E_{дин} > 74$ ГПа принимается $E_{\sigma} \approx E_{дин}$.

Если бетон подвергался длительному нагружению (не менее месяца при нагрузке не менее 0,4 $R_{пр}$), то статический модуль упругости подсчитывают исходя из значения его динамического модуля $E_{дин}$ по следующим зависимостям:

при $E_{\text{дин}}$ от 20 до 60 ГПа

$$E_{\sigma} = E_{\text{дин}} - 2 \text{ ГПа};$$

при $E_{\text{дин}}$ от 60 до 74 ГПа

$$E_{\sigma} = (E_{\text{дин}} - 9,25) \frac{8}{7} \text{ ГПа} \quad (6.61)$$

при $E_{\text{дин}} > 74$ ГПа принимается $E_{\sigma} \approx E_{\text{дин}}$.

Модуль упругости, коэффициент Пуассона и изгибную прочность бетона определяют с помощью специальных приборов, позволяющих посылать в бетон и принимать прошедшие через него импульсы продольных и поперечных акустических волн. Эти приборы должны обеспечивать посылку импульсов акустических колебаний с частотой заполнения 25—150 кГц при частоте повторения импульсов 50 Гц. Время прохождения импульсов должно отсчитываться с погрешностью 0,2 мкс при полной длительности развертки не менее 500 мкс.

Импульсы акустических колебаний передают от прибора в бетон и принимают из бетона с помощью специальных преобразователей. Пара преобразователей, образующих систему «излучатель — приемник», взаимозаменяемы, т. е. излучатель можно использовать в качестве приемника, и наоборот.

Частота заполнения посылаемого в бетон импульса зависит от применяемого преобразователя. Обычно серийную аппаратуру для испытания бетонов комплектуют преобразователями на три-четыре частоты: 25, 60, 80 и 150 кГц. Иногда к ней придают также преобразователи промежуточных частот 40 и 100 кГц.

При испытании образца преобразователи продольных волн ультразвуковой импульсной аппаратуры можно приклеивать к поверхности бетона или прижимать к ней. Приспособление для прижима преобразователей к поверхности бетона должно обеспечивать усилие прижима в пределах 20—30 Н. Конструкция приспособлений должна быть такой, чтобы ультразвуковой импульс от излучателя к приемнику не мог проходить по элементам самого приспособления.

В случае применения при эксперименте преобразователей поперечных волн их крепят к поверхности бетона так же, как и преобразователи продольных волн. Однако контактные смазки между преобразователем и поверхностью бетона должны обеспечивать передачу сдвиговых колебаний нижнего и среднего диапазонов ультразвуковых частот. В этом случае в качестве смазки рекомендуется использовать эпоксидную смолу ЭД-6 без отвердителя и воскоканифольный компаунд.

Для определения модуля упругости, модуля сдвига, коэффициента Пуассона и логарифмического декремента затухания колебаний бетона резонансным методом используют аппаратуру, при помощи

которой в бетонном стандартном образце можно возбуждать вынужденные и собственные колебания основного тона и на гармониках и регистрировать их.

При этом задающие генераторы должны обеспечивать плавную регулировку вырабатываемой частоты в пределах от 50 Гц до 20 кГц с погрешностью отсчета в любом диапазоне шкалы не более $\pm 2\%$. Погрешность поддержания заданной частоты должна быть не более $\pm 1\%$. Выходная мощность генератора не должна превышать 5 Вт и плавно регулироваться от 0 до максимального значения. Из генераторов, выпускаемых нашей промышленностью, в качестве задающих рекомендуется использовать генераторы звуковых частот типа ГЗ-4.

Градуировку частоты генераторов периодически проверяют.

Возбудитель механических колебаний может быть пьезоэлектрического или электродинамического типа; применяют возбудители различной мощности в зависимости от размера и массы испытываемых образцов. Возбудитель электродинамического типа (электродинамический громкоговоритель) может работать как по контактному, так и по бесконтактному способу. Приемник механических колебаний может быть электромагнитного или пьезоэлектрического типа. Масса вибрирующих частей возбудителя и приемника не должна превышать 1% массы образца.

Усилитель и индикатор обычно совмещаются в одном приборе — осциллографе типа С-1-1. Желательно, чтобы диаметр трубки осциллографа был не менее 130 мм. Погрешность отсчетов, получаемых на аппаратуре для определения собственной частоты колебаний образцов, не должна превышать 2%. Аппаратура должна обеспечивать определение ширины резонансного пика с погрешностью, не превышающей 1,5%.

Для измерения механических характеристик бетона резонансными методами рекомендуется использовать серийно выпускаемые приборы типа ИЧМК, ИКВТ и ИРЧ-1, удовлетворяющие перечисленным требованиям.

При измерениях резонансными методами образец устанавливают в специальные приспособления, конструкция которых зависит от вида измеряемой характеристики. При измерении частоты собственных продольных и крутильных колебаний образец укладывают на подушку из пористого упругого материала (например, губчатой резины). Длина подушки должна быть не более четверти длины образца, а ширина — не менее ширины образца. Толщина подушки должна быть не менее 20 мм. Допускается также зажимать образец посередине двумя ножевыми опорами с резиновыми выступами, лежащими в одной плоскости.

При определении частоты собственных изгибных колебаний образец укладывают

ТАБЛИЦА 6.5

Показатель	Проектная марка бетона по морозостойкости							
	Мрз 50	Мрз 75	Мрз 100	Мрз 150	Мрз 200	Мрз 300	Мрз 400	Мрз 600
Число циклов, после которых должно производиться испытание образцов на сжатие	50	50 и 75	75 и 100	100 и 150	150 и 200	200 и 300	300 и 400	400 и 500
Число циклов, после которых должен производиться контрольный осмотр	25	25 и 50	50 и 75	75 и 125	125 и 175	175 и 250	250 и 350	350 и 450
Число основных образцов, подлежащих замораживанию	3				6			
Число контрольных образцов	3				9			

на две ножевые опоры с резиновыми выступами, расположенные на расстоянии 0,224 *l* от торцов образца. Вместо ножевых опор можно использовать две узкие опоры из пористого упругого материала. Ширина верхней грани опоры при этом должна быть не более 10 мм.

При определении динамического модуля упругости ультразвуковым импульсным методом измеряют скорость распространения переднего фронта волн продольных и поперечных деформаций. В этих измерениях (при звуковой скорости распространения) период колебаний равен (5—15)10⁻⁶ с. Это позволяет считать, что измеряются скорости волн деформаций ультразвуковых частот. Скорости распространения ультразвуковых колебаний функционально связаны с модулем упругости $E_{дин}$, объемной массой среды m_V и коэффициентом Пуассона μ .

В общем виде зависимость между скоростью упругих волн и физическими свойствами среды может быть выражена так:

$$c = \left(\frac{E_{дин}}{m_V} r \right)^{1/2} \quad (6.62)$$

Из этой зависимости следует выражение для динамического модуля упругости:

$$E_{дин} = c^2 m_V \frac{1}{r}, \quad (6.63)$$

где $r=1$ — для скорости распространения продольных упругих волн в стержне $c_{ст}$ в одномерной среде; $r = \frac{1}{1-\mu^2}$ — для скорости распространения продольных упругих волн в пластине $c_{пл}$ в двумерной среде; $r = \frac{1}{(1+\mu)(1-2\mu)}$ — для скорости распространения продольных упругих волн в массиве c_M в трехмерной среде.

Динамический модуль упругости может быть вычислен также на основе результатов измерения собственных частот колебаний образца резонансным методом.

В этом случае вычисления проводят по следующему формулам:

по частоте собственных продольных колебаний

$$E_{дин} = \frac{4}{981} l^2 f_{ол}^2 m_V; \quad (6.64)$$

по частоте собственных изгибных колебаний

$$E_{дин} = \frac{0,0789}{981} k l^4 f_{ол}^2 m_V \frac{1}{i^2}, \quad (6.65)$$

где $E_{дин}$ — динамический модуль упругости, Па; l — длина образца, см; $f_{ол}$ — собственная частота продольных колебаний образца, Гц; $f_{ол}$ — собственная частота изгибных колебаний образца, Гц; m_V — объемная масса бетона, кг/м³; i — радиус инерции в плоскости момента сечения образца, равный для квадратного сечения $a/\sqrt{12}$; для круглого сечения $d/4$, см (a и d — соответственно сторона поперечного сечения или диаметр образца, см); k — коэффициент, зависящий от сечения образца.

§ 7. Морозостойкость

Морозостойкость бетонов определяют попеременным замораживанием при минус 15—20°С и оттаиванием в воде при температуре +15—20°С (основной метод), а также ускоренными методами (по накоплению остаточных деформаций, замораживанием при температуре минус 50±2°С и по «компенсационному» фактору). Основной метод применяют при назначении и подборе составов и определении морозостойкости бетонов в сроки, устанавливаемые действующими общесоюзными или отраслевыми стандартами, строительными нормами и техническими условиями, а также при приемке готовых изделий и сооружений из гидротехнических бетонов.

При замене составляющих бетон материалов (цемент, песок, щебень, добавки) подбор составов бетонов и проверку

их на морозостойкость проводят дополнительно.

Ускоренные методы допускаются применять при корректировании составов бетонов и для оперативного производственного контроля их качества, а также при приемке готовых изделий и сооружений из различных бетонов. При этом не реже одного раза в квартал бетон следует испытывать на морозостойкость по основному методу. В случае расхождения результатов, полученных по ускоренному и основному методам, решающими следует считать результаты, полученные по основному методу.

Основной метод определения морозостойкости бетонов. За марку бетона по морозостойкости принимается наибольшее число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает образец устоявленных размеров без снижения прочности на сжатие более чем на 15% по сравнению с прочностью образцов, испытанных в эквивалентном возрасте, а для дорожного бетона, кроме того, без потери массы более чем на 5%.

Образцы изготавливают и испытывают (табл. 6.5) с соблюдением требований стандартов, норм и технических условий на соответствующие виды бетонов и железобетонных конструкций.

Размеры образцов назначаются в зависимости от наибольшей крупности зерна заполнителя:

Наибольший размер зерна заполнителя, мм	Наименьший размер образцов, мм
20	100×100×100
40	150×150×150
70	200×200×200

Более крупные зерна при изготовлении образцов удаляют из бетонной смеси.

Основные образцы испытывают на морозостойкость в 28-суточном возрасте после выдерживания в камере нормального твердения или в 7-суточном возрасте после тепловой обработки по режиму, принятому на производстве, и последующего выдерживания в камере нормального твердения, включая время прогрева. Контрольные образцы, предназначенные для испытания на сжатие в эквивалентном возрасте, хранятся в камере нормального твердения при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ с относительной влажностью воздуха не менее 90%. Контрольные образцы на сжатие испытывают в соответствии с § 2 гл. 6.

Основные образцы бетона, предназначенные для испытания на морозостойкость, и контрольные образцы, предназначенные для определения прочности на сжатие в 7- или 28-суточном и эквивалентном возрасте, перед испытанием насыщают водой без предварительного высушивания путем выдерживания их в течение 96 ч в воде при $15\text{--}20^\circ \text{C}$. При этом над образцами должен находиться слой воды не менее

20 мм. Время насыщения в воде (28 и 7 сут) входит в общий и в эквивалентный возраст бетона.

Образцы из бетона, предназначенного для сооружений, подвергающихся совместно действию отрицательной температуры и морской, болотной или другой минерализованной воды, перед испытанием насыщают минерализованной водой соответствующего состава и в такой же воде оттаивают после каждого цикла замораживания. Допускается применение синтезированной воды. Образцы из бетона дорожных и аэродромных покрытий перед испытанием насыщают 5%-ным раствором хлористого натрия и в таком же растворе оттаивают после каждого цикла замораживания.

Основные образцы, насыщенные водой, помещают в морозильную камеру в специальных контейнерах или устанавливают на сетчатые полки стеллажей; расстояние между образцами, а также между образцами и стенками контейнеров и вышележащими полками, должно быть не менее 50 мм. Образцы замораживают в морозильной установке, обеспечивающей возможность охлаждения камеры с образцами и поддержания в ней температуры $-15, -20^\circ \text{C}$. Температуру измеряют на уровне половины высоты камеры. Камера должна иметь оборудование для непрерывного перемешивания воздуха.

Образцы загружают в камеру после охлаждения воздуха в ней до температуры не выше -15°C . Если после загрузки камеры температура в ней окажется выше, то началом замораживания считается момент установления температуры воздуха -15°C . Продолжительность одного замораживания при установившейся температуре в камере -15°C и ниже должна быть для образцов размерами $100 \times 100 \times 100$ и $150 \times 150 \times 150$ мм — не менее 4 ч, а $200 \times 200 \times 200$ мм — не менее 6 ч. При одновременном замораживании в морозильной камере образцов разных размеров время замораживания принимается для образцов с наибольшими размерами.

Оттаивают образцы размерами $100 \times 100 \times 100$, $150 \times 150 \times 150$ и $200 \times 200 \times 200$ мм после выгрузки из холодильной камеры в ванне с пресной или минерализованной водой, температуру которой поддерживают в пределах $15\text{--}20^\circ \text{C}$ в течение не менее 4 ч. При этом образцы устанавливают так, чтобы каждый из них был окружен со всех сторон слоем воды толщиной не менее 20 мм. Контрольный осмотр образцов проводят в целях прекращения испытания на морозостойкость серий образцов, у которых поверхность двух из трех образцов или четырех из шести разрушена более чем на 15%.

После проведения определения числа циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов (табл. 6.5) основные образцы испытывают на сжатие (см. § 2 гл. 6). Перед испытанием основные

образцы подвергают контрольному осмотру и определяют повреждения граней. При наличии признаков повреждения опорных граней образцов (шелушение и др.) их перед испытанием выравнивают слоем быстротвердеющего состава толщиной не более 2 мм. Образцы в этом случае испытывают через 3 сут после подливки, причем первые сутки образцы должны храниться во влажной среде, а затем в воде при 15—20°С.

Контрольные образцы первой серии (три близнеца) испытывают на сжатие в насыщенном водой состоянии перед началом замораживания основных образцов. Перед установкой на пресс опорные поверхности образцов вытирают влажной тканью. Контрольные образцы оставшейся серии испытывают в возрасте, эквивалентном возрасту основных образцов. Контрольные образцы бетонов автоклавного твердения, испытываемые на морозостойкость до 50 циклов, испытывают на прочность только перед началом замораживания.

Для установления морозостойкости бетона среднюю прочность трех образцов одной серии, подвергшихся замораживанию, сравнивают со средней прочностью трех контрольных образцов в эквивалентном возрасте. Эквивалентный возраст T_0 определяют по следующим формулам:

при одном цикле в сутки (4+20 ч) для кубов с ребрами 100 и 150 мм

$$T_0 = a + 0,8n;$$

при одном цикле в сутки (6+18 ч) для кубов с ребром 200 мм

$$T_0 = a + 0,7n;$$

при двух циклах в сутки (4+8 ч) для кубов с ребрами 100 и 150 мм

$$T_0 = a + 0,35n;$$

при двух циклах в сутка (6+6 ч) для кубов с ребром 200 мм

$$T_0 = a + 0,25n;$$

при трех циклах в сутки (4+4 ч) для кубов с ребрами 100 и 150 мм

$$T_0 = a + 0,20n,$$

где a — продолжительность твердения бетонных образцов до начала их замораживания, сут;
 n — число циклов попеременного замораживания и оттаивания до испытания образцов на сжатие.

Если прочность трех из шести замораживаемых образцов после промежуточных циклов замораживания и оттаивания по сравнению с прочностью контрольных образцов в эквивалентном возрасте снизится более чем на 15%, а для дорожного бетона — более чем на 20%, или потеря массы превысит 5%, то испытание на морозостойкость трех оставшихся образцов прекращают, испыты-

вая их на сжатие для подтверждения результатов испытания предыдущей серии и определяя потерю массы.

Для определения потерь массы насыщенные водой образцы вытирают влажной тканью и перед испытанием на морозостойкость взвешивают. После определенного числа циклов замораживания и оттаивания (см. табл. 6.5) проводят промежуточный осмотр и взвешивание каждого образца.

Потерю массы Δm вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$\Delta m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (6.66)$$

где m_1 , m_2 — масса образца в водонасыщенном состоянии и соответственно после испытания на морозостойкость, кг.

Потерю массы бетона вычисляют как среднее арифметическое результатов взвешивания трех образцов.

Ускоренное определение морозостойкости бетонов по накоплению остаточных деформаций. Остаточные деформации определяют на образцах-призмах. Размеры призм принимают в зависимости от наибольшей крупности заполнителя. Отклонения от средней длины призм не должны превышать ± 2 мм.

Наибольший размер зерен заполнителей, мм	Наименьший размер образцов, мм
20	70,7×70,7×210(280)
40	100×100×300(400)
70	100×100×300(400)

Примечание. Цифры в скобках — допускаемая длина призм.

Для измерения длины образцов применяют упоры, расположенные по торцам образца (рис. 6.15, а), специальные торцовые стенки для трехгнездных форм, настольный и переносный приборы. Упоры изготовляют из нержавеющей стали, латуни или бронзы. Поверхность упоров, контактирующая с бетоном, имеет рифление (рис. 6.15, б, в).

Торцовые стенки (рис. 6.16) к трехгнездным формам имеют центральное отверстие для установки упора и зажимной вилки для его закрепления. Конструкция форм обеспечивает изготовление образцов с допуском по длине ± 2 мм.

Настройка настольного прибора (рис. 6.17, а) на длину образцов осуществляется перемещением консоли с индикатором часового типа после ослабления зажимных винтов. Настройка переносного прибора (рис. 6.17, б) на длину образца осуществляется перемещением опоры, упора и индикатора после ослабления зажимных винтов.

Контрольный стержень (образцовая мера) к переносному или настольному прибо-

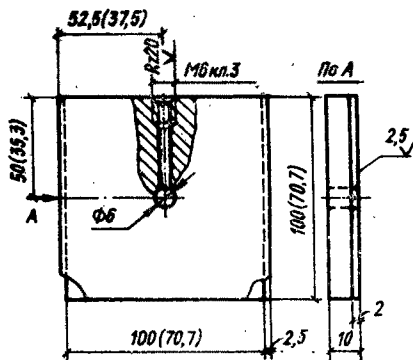
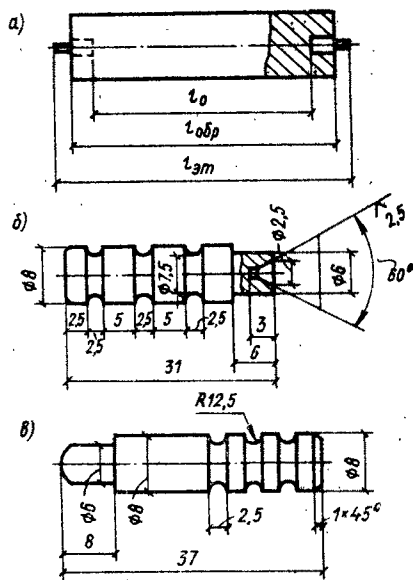


Рис. 6.16. Торцовая стенка формы с отверстием для упора при изготовлении бетонных образцов

Рис. 6.15. Расположение упоров в бетонном образце при измерении его длины

а — образец с упорами; б — упор для настольного измерителя длины образцов; в — упор для переносного измерителя длины образцов

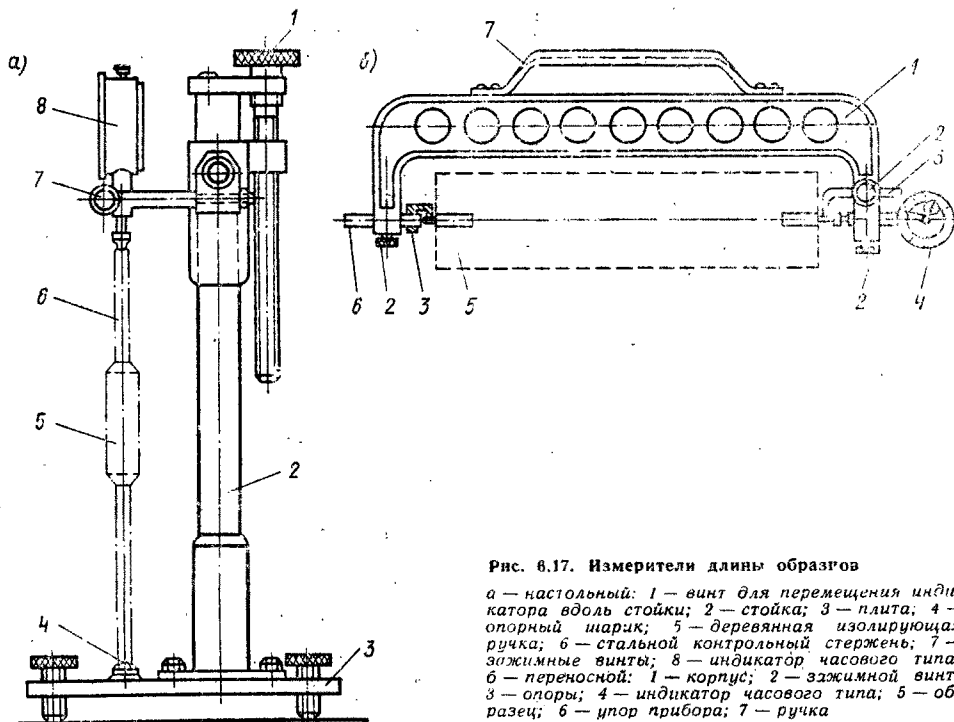


Рис. 6.17. Измерители длины образцов

а — настольный: 1 — винт для перемещения индикатора вдоль стойки; 2 — стойка; 3 — плита; 4 — опорный шарик; 5 — деревянная изолирующая ручка; 6 — стальной контрольный стержень; 7 — зажимные винты; 8 — индикатор часового типа; б — переносной: 1 — корпус; 2 — зажимной винт; 3 — опоры; 4 — индикатор часового типа; 5 — образец; 6 — упор прибора; 7 — ручка

ру (см. рис. 6.17, а) диаметром 8—12 мм должен быть из той же стали, что и прибор, или из материала с малым температурным коэффициентом линейного расширения (например, из инвара). Торцы контрольного стержня должны быть аналогичны торцам упоров образца. Длина контрольного стержня должна быть равна сумме длин образцов и выступающих частей упоров.

Наконечник ножки индикатора, применяемого в переносном приборе, должен иметь плоскую торцовую поверхность.

При укладке бетонной смеси с наибольшей крупностью заполнителя 40 или 70 мм в формы размером 100×100×300 (400) мм частицы крупнее 40 мм удаляют вручную или путем мокрого отсева. Три образца-призмы изготовляют в трехгнездных фор-

мах, используемых для изготовления кубов. Для этого внутренние перегородки форм снимают, а торцовые стенки заменяют специальными с отверстиями для установки упоров и зажимными винтами (см. рис. 6.16). После укладки и уплотнения бетонной смеси в формах зажимные винты торцовых стенок ослабляют.

Перед началом испытаний образцы помещают в ванну с водой на 96 ч. Испытания на морозостойкость проводят в соответствии с описанным для основного метода.

Остаточные деформации образцов определяют не реже чем через 2—3 цикла замораживания и оттаивания. Для определения остаточных деформаций длину образцов сечением 70,7×70,7 мм измеряют настольным, а образцов сечением 100×100 мм — переносным прибором. Приборы оборудуют контрольным стержнем и стандартным индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм (см. рис. 6.17). Перед началом испытаний приборы регулируют по длине образцов и фиксируют установкой контрольного стержня первоначальный отсчет по индикатору. Первоначальный отсчет корректируют поворотом подвижной шкалы индикатора.

Погрешность измерения длины образцов, а также отклонение в первоначальном отсчете по индикатору до и после измерений не должны превышать ±0,005 мм.

При измерении длины образцов необходимо соблюдать следующие правила: не допускаются качание и повороты упоров в образце; все съемные соединения прибора должны быть надежно закреплены; прибор и упоры следует предохранять от ударов; в ходе измерений настольным прибором образец следует поворачивать вокруг оси и брать наименьший отсчет. Переносный прибор, установленный на упоры образца, покачивают, слегка прижимая его вдоль оси к упору образца; длину образцов измеряют в конце периода оттаивания; образцы должны извлекаться из воды не более чем на 15 мин.

При измерении образцов определяют температуру воздуха в помещении t_n и температуру воды оттаивания t_0 . Если указанные температуры отличаются от 20° С, в отсчет по индикатору, характеризующий длину образца, вносят температурные поправки, которые определяют следующим образом.

Поправку на температурную деформацию прибора Δl_n , мм, определяют по формуле

$$\Delta l_n = \alpha l_0 (t_n - 20), \quad (6.67)$$

где l_0 — база измерения, мм (см. рис. 6.15, а); $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ (для стали) K .

При применении контрольного стержня (образцовой меры) из инвара указанная поправка не определяется из-за ее малого значения.

Поправку на температурную деформацию образца определяют по формуле

$$\Delta l_0 = \Delta l'_0 (20 - t_0), \quad (6.68)$$

где $\Delta l'_0$ — изменение длины образца при изменении его температуры на 1° С, мм; t_0 — температура образца (воды оттаивания), °С.

Величину $\Delta l'_0$ следует определять до начала испытания на морозостойкость. С этой целью образцы с упорами, предназначенные для испытания, подвергают двукратному нагреву до 40° С и охлаждению в воде до 15° С. Каждый раз образцы выдерживают не менее 2 ч, после чего измеряют их длину на приборе. $\Delta l'_0$ вычисляют по формуле

$$\Delta l'_0 = \frac{\Delta l_n}{\Delta t_n}, \quad (6.69)$$

где Δl_n — разность между длиной образца по индикатору в нагретом и в охлажденном состоянии, мм; Δt_n — разность между конечной и начальной температурой, °С.

Поправки вычисляют с погрешностью 0,001 мм. При повторных испытаниях, близких по составу и по материалу бетонов, допускается использование ранее определенного значения $\Delta l'_0$.

Первоначальную (перед испытанием) длину образцов подсчитывают с учетом температурной поправки с погрешностью 0,001 мм как среднее арифметическое трех измерений, выполненных с интервалом не менее 1 ч. После каждых 10±2 циклов замораживания и оттаивания анализируют полученные данные для определения морозостойкости каждого образца бетона.

Фактическую морозостойкость образца (число циклов, соответствующее снижению прочности на 15%) определяют при систематическом увеличении положительных остаточных деформаций с начала испытаний. Остаточные деформации $\epsilon_n \cdot 10^5 \geq 1$ наносят на логарифмическую сетку соответственно числу циклов (рис. 6.18). На полученном графике определяют N_0 как число циклов, после которого нанесенные точки располагаются по прямой. Все полученные после N_0 результаты, содержащие значения $\epsilon_n \cdot 10^5 \geq 1$, статистически обрабатывают методом наименьших квадратов для определения коэффициентов a и K уравнения

$$\lg \epsilon_n \cdot 10^5 = K + a \lg N, \quad (6.70)$$

а также для определения коэффициента корреляции r . Число результатов для статистической обработки должно быть не менее 10.

Коэффициент корреляции r вычисляют по формуле

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}. \quad (6.71)$$

Если $r < 0,8$, испытания продолжают для получения дополнительных результатов

измерений деформаций. Если $r \geq 0,8$, вычисляют коэффициенты уравнения (6.70) по формулам:

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad (6.72)$$

$$K = \bar{y} - \bar{x} a, \quad (6.73)$$

где x_i, y_i и \bar{x}, \bar{y} — соответственно текущие и средние арифметические значения $\lg N$ и $\lg \epsilon_N \cdot 10^5$.

После подстановки коэффициентов a и

нее алгебраическое трех измерений после числа циклов $N = 2(3)$, N и $N + 2(3)$ (где $N = 10, 20, 30$ и т. д. циклам) с погрешностью $0,5 \cdot 10^{-5}$.

Минимальную марку по морозостойкости бетона определяют как среднее арифметическое трех полученных результатов (по трем образцам), округляемое в сторону меньшей марки (см. табл. 6.5). Если минимальная морозостойкость равна или более требуемой по проекту, бетон признается соответствующим проектной марке и испытания следует прекратить. Если она

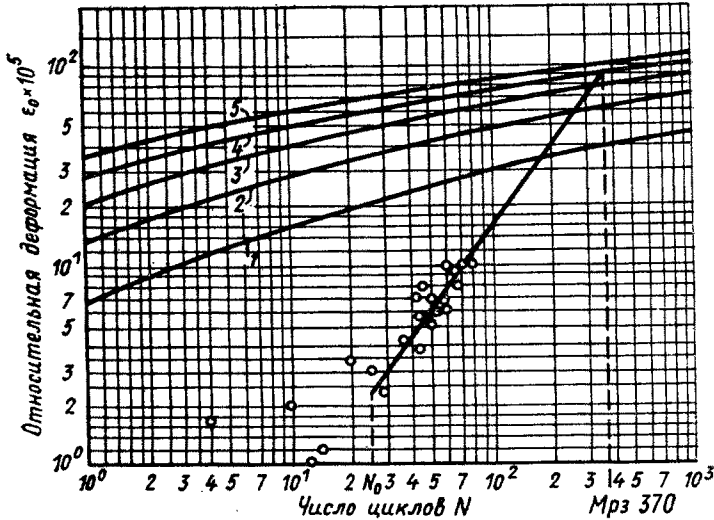


Рис. 6.18. Зависимость остаточных деформаций расширения от числа циклов замораживания и оттаивания (кривые 1—5 — границы предельных деформаций при расходе цемента: 1 — 200 кг; 2 — 300 кг; 3 — 400 кг; 4 — 500 кг; 5 — 600 кг)

K со своими знаками в уравнение (6.70) находят значения $\epsilon_N \cdot 10^5$ при $N = 10$ ($\lg N = 1$) и $N = 100$ ($\lg N = 2$). Результаты наносят на логарифмическую сетку и через полученные точки проводят прямую до пересечения с границей предельных деформаций, соответствующей расходу цемента в испытываемом бетоне. Точку пересечения надлежит спроецировать на ось циклов и определить значение морозостойкости образца.

Расход цемента в испытываемом бетоне для определения границы предельных деформаций округляют до ближайшего числа, кратного 100. Фактическую морозостойкость бетона определяют как среднее из трех полученных результатов, округленное в сторону марки меньшего значения.

При оценке соответствия бетонов проектным требованиям по морозостойкости минимальную марку по морозостойкости бетона определяют по табл. 6.6 в зависимости от остаточной деформации $\epsilon_N \cdot 10^5$ (положительной или отрицательной). Достигающую деформацию вычисляют как сред-

оказывается меньше проектной, испытания на морозостойкость тех же образцов должны быть продолжены.

При наличии данных по остаточным деформациям после нескольких десятков циклов минимальная морозостойкость образца принимается по последнему определению. Если на одном или двух образцах бетона получена фактическая морозостойкость, а на остальных минимальная, то морозостойкость бетона определяется так же, как среднее из трех полученных результатов, и рассматривается как минимальная.

Определение морозостойкости ускоренным методом путем замораживания образцов при $-50 \pm 2^\circ \text{C}$ (только для тяжелого бетона конструкций и сооружений, работающих в пресной воде) производится на таких же образцах, как и в основном методе. Размеры образцов, режим изготовления и хранения их до начала замораживания и методика испытания на сжатие должны соответствовать требованиям основного метода. Перед испытанием на морозостойкость и прочность на сжатие бетонные образцы

ТАБЛИЦА 6.6

Марка по минимальной морозостойкости. циклы	Допускаемая остаточная деформация $\epsilon_N \times 10^3$ после циклов									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50	+0,5	+5	+11	+17	+23	+30	+38	—	—	—
	-5	-9	-15	-23	—	—	—	—	—	—
75	—	+3	+7	+11	+16	+21	+27	—	—	—
	-3	-6	-11	-17	-22	—	—	—	—	—
100	—	+1	+3	+5,5	+9	+12	+16	+21	+25	+30
	-1	-3,5	-7	-11	-15	-20	-25	—	—	—
150	—	+0,5	+2	+3,5	+5	+7	+9	+12	+15	+18
	-0,5	-2	-4,5	-7	-11	-14	-17	-21	-26	—
200	—	—	+1,5	+2	+4	+5	+6	+7	+9	+12
	—	-1	-3	-4	-6,5	-10	-13	-17	-21	-27
250	—	—	+1	+2,5	+3	+4	+5	+6	+7,5	+10
	—	-0,5	-2	-3	-5	-8	-11	-14	-18	-23
300	—	—	+0,5	+2	+2,5	+3,5	+4	+4,5	+6,5	+8
	—	—	-1,5	-2	-3	-5	-7	-11	-15	-19
350	—	—	—	+0,5	+2	+3	+3,5	+4	+5	+6,5
	—	—	-1	-1,5	-2	-4,5	-5,5	-8	-11,5	-14
400	—	—	—	+1	+1,5	+2	+3	+3,5	+4	+5
	—	—	-0,5	-1	-1,5	-3,5	-4,5	-6	-8	-11
500	—	—	—	+0,5	+1	+1,5	+2	+2,5	+3	+4
	—	—	—	-0,5	-1	-2,5	-3,5	-5	-6	-8

Примечание. Цифры над чертой относятся к положительным деформациям, под чертой — к отрицательным.

насыщают водой. Контрольные образцы испытывают на прочность в возрасте 28, 45(60), 90 сут.

Образцы, предназначенные для испытания на морозостойкость, помещают в холодильную камеру морозильной установки. Температуру в камере понижают до $-50 \pm 2^\circ \text{C}$ в течение 3—4 ч, затем выдерживают при этой температуре в течение 1 ч кубы с ребрами 100—150 мм и в течение 2 ч кубы с ребрами 200 мм. Далее в течение 2 ч температуру в камере повышают до -10°C и выгружают образцы. После выгрузки из камеры образцы оттаивают в воде с темпера-

турой 15—20° С в течение не менее 4 ч и выдерживают в воде до следующего цикла замораживания. При организации работы в две смены циклы замораживания по указанному режиму должны повторяться.

Выдержавшими испытание образцы, прочность которых по отношению к прочности контрольных образцов в эквивалентном возрасте снизилась не более чем на 15%. В зависимости от предлагаемой марки бетона по морозостойкости основные образцы испытывают на сжатие после следующего числа циклов:

Проектная марка бетона по морозостойкости	Мрз 50	Мрз 100	Мрз 150	Мрз 200	Мрз 300	Мрз 400	Мрз 500
Число циклов замораживания и оттаивания	5	5 и 10	10 и 15	20 и 30	30 и 50	50 и 80	80 и 100

Прочность бетона в эквивалентном возрасте определяют по графику роста прочности бетонных образцов, твердевших в нормальных температурно-влажностных условиях, который строится по результатам испытания на сжатие образцов в возрасте 28, 45(60) и 90 сут в линейном или логарифмическом масштабах. Эквивалентный возраст определяют по формуле

$$T_э = T - N\tau, \quad (6.74)$$

где T — возраст образцов к моменту испытания на сжатие после замораживания, сут; N — число циклов замораживания и оттаивания; τ — продолжительность одного цикла замораживания, равная: 0,33 сут (8 ч) для образцов-кубов с ребрами 100 и 150 мм и 0,38 сут (9 ч) — для образцов-кубов с ребром 200 мм.

Марку бетона по морозостойкости устанавливают в зависимости от числа циклов замораживания и оттаивания, которое выдержали образцы после испытания при температуре $-50 \pm 2^\circ \text{C}$ и последующего испытания на сжатие без снижения прочности более чем на 15% по сравнению с прочностью контрольных образцов в эквивалентном возрасте:

Минимальная марка бетона по морозостойкости...	Мрз 50	Мрз 100	Мрз 150	Мрз 200	Мрз 300	Мрз 400	Мрз 500
Число циклов замораживания и оттаивания	5	10	20	30	50	80	100

Ускоренный расчетно-экспериментальный метод определения морозостойкости бетона по «компенсационному» фактору (только для бетонов на плотных заполнителях). Морозостойкость бетона по этому методу оценивают в пробах свежееуплотненной бетонной смеси, отобранных непосредственно от изделия или конструкции. Для определения марки бетона по морозостойкости вычисляют «компенсационный фактор» Φ_k , представляющий собой отношение суммы объемов пор в уплотненной бетонной смеси, заполненных воздушным или искусственно введенным водородом или газом V_B , и контракционных пор V_K к объему свободной, замерзающей при -20°C , воды в водонасыщенном при атмосферном давлении бетоне V_L .

Компенсационный фактор Φ_k вычисляют по формулам:

$$\Phi_k = \frac{V_B + V_K}{V_L}; \quad (6.75)$$

$$V_K = 12 \frac{C}{\rho_D}; \quad (6.76)$$

$$V_L = 100 \frac{C}{\rho_B} \left(\frac{B}{C} - 0,27 \right), \quad (6.77)$$

где V_B — объем воздуха или газа в уплотненной смеси, %; V_K — объем контракционных пор в бе-

ТАБЛИЦА 6.7

Проектная марка бетона по морозостойкости, циклы	Компенсационный фактор, не ниже	
	для бетона без добавок	для бетона с воздуховолокающими или газообразующими добавками
Мрз 50	0,35	0,15
Мрз 75	0,45	0,25
Мрз 100	0,55	0,35
Мрз 150	0,70	0,50
Мрз 200	0,85	0,65
Мрз 300	1,05	0,85
Мрз 400	1,20	1,00
Мрз 500	1,30	1,10

тоне, %; V_L — объем замерзающей при -20°C воды в бетоне, %; ρ_D, ρ_B — плотность цемента и воды, принимаемая равной соответственно 3100 и 1000 кг/м³; B/C — содержание воды и цемента в 1 м³ бетона, кг/м³.

Объем воздуха или газа в уплотненной бетонной смеси определяют в соответствии с § 9 гл. 5.

Значения компенсационного фактора в зависимости от марки бетона приведены в табл. 6.7.

Определение морозостойкости затвердевшего раствора аналогично определению морозостойкости бетонов по основному методу.

§ 8. Объемная масса (определение радиоизотопными методами)

Сущность радиоизотопных методов состоит в определении ослабления или рассеяния взаимодействующего с бетоном гамма-излучения.

При определении объемной массы по интенсивности прошедшего через бетонную смесь или бетон гамма-излучения источник 1 и детектор 3 устанавливают с противоположных сторон контролируемой конструкции 2 (рис. 6.19, а). При определении объемной массы по интенсивности рассеянного бетоном гамма-излучения источник 1 и детектор 3 устанавливают на одной поверхности контролируемой конструкции 2 (рис. 6.19, б). Измерения производятся с помощью регистрирующего прибора 4.

Объемную массу уплотненной бетонной смеси или бетона определяют при по-

мощи радиоизотопного плотномера по прилагаемому к нему градуировочному графику «объемная масса — показания прибора» или непосредственно по шкале плотномера, отградуированной в единицах объемной массы. Периодическую проверку градуировочного графика или шкалы плотномера производят в соответствии с утвержденной

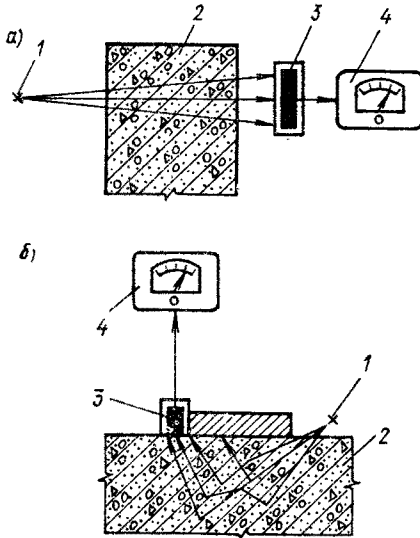


Рис. 6.19. Схема определения объемной массы бетонов радиоизотопными методами

a — метод прямого просвечивания; *б* — метод рассеянного излучения

в установленном порядке инструкцией по эксплуатации плотномера, прилагаемой к нему заводом-изготовителем.

Применяемое оборудование. Радиоизотопные плотномеры, предназначенные для определения объемной массы бетонной смеси или бетона, состоят из преобразователя и регистрирующего прибора. В качестве гамма-излучателей в радиоизотопных плотномерах применяют закрытые радиоактивные источники Cs^{137} или Co^{60} . Основные

технические требования к плотномерам следующие:

диапазон определяемых значений объемной массы бетонных смесей или бетонов — от 400 до 2500 кг/м³ (основная погрешность определения — не больше 2%);

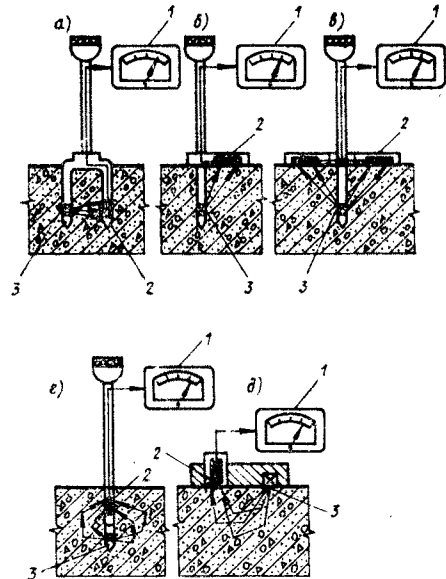


Рис. 6.20. Схемы преобразователей для определения объемной массы уплотненной бетонной смеси

1 — регистрирующий прибор; *2* — детектор; *3* — источник излучения

продолжительность единичного измерения: при контроле объемной массы бетонной смеси — не более 1 мин;

при определении объемной массы бетона в готовых изделиях и конструкциях — не более 3 мин;

стабильность показаний при температуре окружающей среды от -10 до $+40^{\circ}C$, относительной влажности до 90% и колебаниях сетевого напряжения в пределах от $+10$ до -15% .

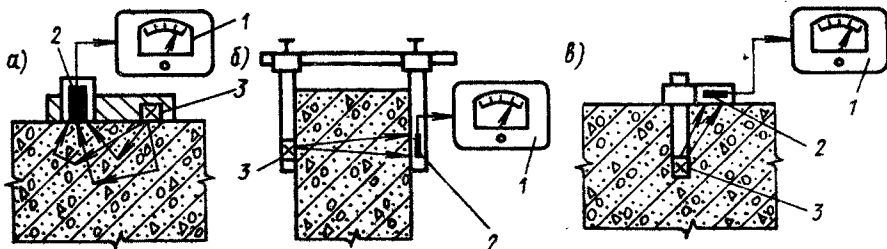


Рис. 6.21. Схемы преобразователей для определения объемной массы бетонов в готовых изделиях и конструкциях (обозначения те же, что и на рис. 6.20)

Плотномеры должны быть безопасны для обслуживающего персонала в соответствии с требованиями санитарных правил работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Рекомендуемые схемы преобразователей для определения объемной массы уплотненной бетонной смеси приведены на рис. 6.20.

Преобразователь типа «вилка» (рис. 6.20, а) применяют для послонного определения объемной массы бетонной смеси, преобразователи типа Г- и Т-образных зондов (рис. 6.20, б, в) — для определения усредненного значения объемной массы по высоте контролируемого слоя бетонной смеси, преобразователь типа глубинного зонда (рис. 6.20, г) — для определения объемной массы бетонной смеси в различных по высоте зонах при изготовлении массивных изделий или монолитных конструкций; преобразователь поверхностного типа (рис. 6.20) — в случае невозможности погружения его в бетонную смесь, а также для бесконтактного определения объемной массы смеси при одностороннем доступе к формуемому изделию.

Схемы рекомендуемых преобразователей для определения объемной массы бетона в готовых конструкциях и изделиях представлены на рис. 6.21. Преобразователь поверхностного типа (рис. 6.21, а) применяют при одностороннем доступе к конструкции или при контроле массивных изделий (толщиной более 500 мм); преобразователь П-образного типа (рис. 6.21, б) — для определения объемной массы бетона в конструкциях толщиной до 500 мм, имеющих параллельные грани. При контроле массивных конструкций допускается применение преобразователей Г- и Т-образных типов, устанавливаемых в специально пробуренные отверстия (рис. 6.21, в).

Типы радионизотопных плотномеров, рекомендуемых к применению, и их основные технические характеристики приведены в табл. 6.8.

Определение объемной массы уплотненных бетонных смесей. Объемную массу бетонной смеси определяют в процессе ее вибрирования или в свежесформованных конструкциях. Число и расположение участков, в которых определяют объемную массу, указывают в рабочих чертежах конструкций и изделий в зависимости от их вида, назначения и предъявляемых к ним технических требований. При определении объемной массы соблюдаются условия, исключаящие влияние граничного эффекта и качества поверхности бетонной смеси на показания прибора.

Преобразователь зондового типа (см. рис. 6.20, а, б, в, г) устанавливают таким образом, чтобы ось, соединяющая центры источника и детектора излучения, находилась на расстоянии не менее 100 мм от края конструкции, борта формы, закладных металлических деталей или армату-

ры диаметром 8 мм и более. Минимальные расстояния от указанных объектов до преобразователя поверхностного типа должны составлять:

в направлении оси преобразователя со стороны источника:

60 мм — при объемной массе смеси до 1800 кг/м³;

40 мм — при объемной массе смеси свыше 1800 кг/м³;

в направлении оси преобразователя со стороны детектора:

90 мм — при объемной массе смеси до 1800 кг/м³,

60 мм — при объемной массе смеси свыше 1800 кг/м³;

в направлении, перпендикулярном к оси преобразователя:

120 мм — при объемной массе смеси до 1800 кг/м³,

80 мм — при объемной массе смеси свыше 1800 кг/м³.

Толщина слоя бетонной смеси при использовании преобразователей поверхностного типа должна быть не менее: 350 мм — при объемной массе смеси до 1000 кг/м³; 250 мм — при объемной массе смеси от 1000 до 1800 кг/м³; 150 мм — при объемной массе смеси от 1800 до 2500 кг/м³.

Поверхность бетонной смеси в контролируемом участке должна быть ровной. Детекторы типа Г- и Т-образных зондов (рис. 6.20, б, в) и преобразователь поверхностного типа (рис. 6.20, д) в процессе измерения плотно прижимают к поверхности бетонной смеси или погружают в смесь на 1—3 мм. Объемную массу бетонной смеси по графику «объемная масса — показания прибора» или по шкале прибора определяют с округлением до 10 кг/м³.

Определение объемной массы бетонов в конструкциях и изделиях. Объемную массу бетонов определяют при их естественной влажности. Число и расположение участков, в которых контролируется объемная масса бетона, устанавливают в зависимости от типа, размера и назначения конструкций и изделий.

Объемную массу бетона определяют на участках конструкций и изделий, свободных от фактурного слоя и облицовочного покрытия. Допускается определять объемную массу бетона через облицовочную керамическую плитку, уложенную непосредственно на бетон. При этом наличие плитки учитывается в процессе проверки градуировочного графика «объемная масса — показания прибора» или шкалы прибора. Объемную массу бетона по графику «объемная масса — показания прибора» или по шкале прибора определяют с округлением до 10 кг/м³.

Степень однородности бетона в конструкциях определяют по результатам измерения объемной массы радионизотопным методом в различных участках конструкций. Места измерения выбирают таким образом,

ТАБЛИЦА 6.8

Тип плотнoмера	Назначение	Вид прo-образoвa-тeля	Вид рeгистрyю-щего при-бора	Диапoнoн нaмeрe-ния, кг/м ³	Пoгрeшнoсть из-мeрeния, %	Габаритные размеры и масса	Источник пита-ния прибора	Организация-разработчик	Завoд-изгoтoви-тель
ИПР-1	Определение объ-емной массы бе-тонной смесн	Зондо-вого ти-па	Перес-четный прибор с отсче-том	600— 2500		Преобразователь 1060×350×50 мм; масса 3,5 кг. Реги-стрирующий при-бор 360×320×300 мм; масса 11 кг	От сети пере-менного тока 220 В, частоты 50 Гц	ВНИИЖеле-зобетон Минн-стерства прo-мышленности строительных материалов СССР	Опытный завод ВНИИЖеле-зобетона
ИПР-3				2100— 2500		Преобразователь 800×400×55 мм; масса 1,5 кг. Изме-рительный пульта 250×120×100 мм; масса 1,5 кг. За-щитный контейнер; масса 6 кг			
ИПР-V	Определение объ-емной массы бе-тонной смеси и бе-тона в готовых конструкциях и из-делиях	Поверх-ностного типа	Интен-симетр со стре-лочным индикатором	400— 1800; 1800— 2500	Не более 2	Преобразователь 180×70×215 мм; масса 2,8 кг. Пре-образователь 225×70×215 мм; масса 3,2 кг. Реги-стрирующий при-бор 345×290×240 мм; масса 10,5 кг	От сети пере-менного тока 220 В, частоты 50 Гц	ВНИИЖеле-зобетон Минн-стерства прo-мышленности строительных материалов СССР	Опытный завод ВНИИЖеле-зобетона
ИПР-бетон				600— 1500		Преобразователь 115×60×200 мм; масса 4 кг. Реги-стрирующий при-бор 500×300×250 мм; масса 21 кг			

чтобы равномерно охватить весь объем конструкции из расчета не менее 4 измерений на 1 м² площади изделия.

Коэффициент вариации объемной массы бетона в изделиях σ_{m_V} вычисляют по формуле

$$\sigma_{m_V} = \frac{\sigma_{m_V}}{\bar{m}_V}, \quad (6.78)$$

где σ_{m_V} — среднее квадратическое отклонение результатов определения объемной массы m_V в отдельных участках от их среднего значения \bar{m}_V , кг/м³; \bar{m}_V — среднее значение объемной массы бетона в конструкциях, кг/м³.

Среднее квадратическое отклонение σ_{m_V} вычисляют по формуле

$$\sigma_{m_V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_{Vi} - \bar{m}_V)^2}{n-1}}, \quad (6.79)$$

где n — число контролируемых участков в конструкции.

Градуировочный график или градуировочную шкалу плотимера проверяют, сравнивая объемную массу контрольных образцов, определенную объемно-весовым методом, с результатами ее измерения радиоизотопным плотимером. Если значения различаются больше чем на 2%, проводят настройку плотимера в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

§ 9. Водопоглощение

Водопоглощение бетонов определяют на трех образцах-близнецах правильной или неправильной формы. При испытании применяют следующее *оборудование*: шкаф сушильный лабораторный по ГОСТ 7365-55; ванны из оцинкованной стали; весы технические с погрешностью 0,2%.

Проведение испытания. Для определения водопоглощения тяжелого бетона образец укладывают в сосуд с водой так, чтобы высота образца не превышала 200 мм (призмы и цилиндры укладывают на бок). После этого в сосуд наливают воду слоем около 30 мм. Каждый час в сосуд равномерными порциями добавляют воду таким образом, чтобы через 3 ч после начала насыщения вода покрывала образец слоем 10 мм. В дальнейшем во время насыщения образца вода должна поддерживаться на указанном уровне. Температура воды, используемой для испытания, должна быть $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

Каждые 24 ч образцы вынимают из воды, вытирают их поверхность влажной тканью и взвешивают. Насыщение образцов водой продолжают до тех пор, пока два последовательных взвешивания не покажут прекращения прироста их массы. После

этого образцы высушивают до постоянной массы. Контрольные взвешивания образцов как во время насыщения водой, так и во время высушивания производят с погрешностью 0,2%.

Водопоглощение образцов в процентах по массе вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной (4.43).

Для определения водопоглощения ячеистого бетона образцы высушивают до постоянной массы, затем выдерживают не менее 4 ч в эксикаторе при $18-20^\circ \text{C}$ и взвешивают. После этого образцы помещают в ванну на подставках, обеспечивающих доступ воды к основаниям образцов, заливают водой до $\frac{1}{3}$ высоты образцов и выдерживают таким образом в течение 8 ч. Затем образцы заливают водой до уровня $\frac{2}{3}$ их высоты и выдерживают еще в течение 8 ч. После этого образцы заливают водой до полного их погружения и выдерживают 56 ч, следя за тем, чтобы образцы не всплывали.

В ванне должно быть обеспечено постоянство заданного уровня воды. Затем образцы вынимают из воды и удаляют влажной тканью с поверхности образцов излишек воды, после чего их взвешивают. Водопоглощение отдельного образца в процентах вычисляют по формуле (4.43). Водопоглощение ячеистого бетона вычисляют как среднее арифметическое результатов определения водопоглощения трех образцов.

Водопоглощение затвердевшего раствора определяют на образцах-призмах размером $40 \times 40 \times 160$ мм или образцах-кубах размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм. Для определения водопоглощения образцы раствора вначале высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при $105-110^\circ \text{C}$. Образцы из гипсовых растворов высушивают при $45-55^\circ \text{C}$. Постоянной массой считают массу образца, при которой разница между двумя последующими взвешиваниями после высушивания не превышает точность взвешивания на 0,2%. Образцы взвешивают после их остывания на воздухе в закрытом помещении. Время между последующим и предыдущим взвешиванием должно быть не менее 4 ч.

Применяемое оборудование аналогично описанному для тяжелого и ячеистого бетонов.

Проведение испытания. Водопоглощение образцов раствора определяют при температуре воды $20 \pm 5^\circ \text{C}$. Высушенные до постоянной массы образцы укладывают в сосуд с водой на подкладки с расстоянием между ними 20 мм так, чтобы уровень воды был выше образцов не менее, чем на 20 мм. Через каждые 24 ч образцы вынимают из воды, вытирают влажной мягкой тканью и взвешивают. Насыщение водой продолжают до тех пор, пока два последовательных взвешивания не покажут прекращения прироста их массы.

Водопоглощение отдельного образца раствора (в % по массе) вычисляют по

формуле (4.43), а водопоглощение образцов раствора вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

Водопоглощение при капиллярном подсосе ячеистых бетонов определяют по высоте, на которую поднимается по капиллярам в образце бетона вода за определенный промежуток времени.

При испытании применяют следующее *оборудование*: весы с погрешностью 1 г, ванну из оцинкованной стали.

Определение капиллярного подсоса проводят на трех образцах размером $100 \times 100 \times 200$ мм.

Проведение испытания. Выпиленные образцы высушивают до постоянной массы (в случае испытания на капиллярный подсос во влажном состоянии образцы не сушат). Затем образцы погружают в воду в вертикальном положении на глубину до 30 мм в ванну, обеспечивающую постоянный уровень воды. Образцы помещают в сосуд на подставках, обеспечивающих доступ воды к основанию образцов.

По истечении 1, 7, 24, 48 и 72 ч с момента погружения образца измеряют с погрешностью 1 мм высоту части образца, увлажненной подсосом воды. Высоту измеряют от линии погружения на середине каждой из четырех боковых поверхностей образца, а затем вычисляют среднее арифметическое. Затем образец взвешивают и из разности массы после проведения испытания на капиллярный подсос и массы образца в сухом состоянии определяют прирост влаги в образце по формуле, аналогичной формуле (4.43). Капиллярный подсос бетона вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов.

Водонасыщение асфальтобетона определяют по количеству воды, поглощенному образцом при определенном режиме насыщения. Водонасыщение выражают в процентах от первоначального объема асфальтобетонного образца (лабораторного, вырубки или керна из покрытия).

При испытании используют следующее *оборудование*: весы гидростатические или технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4); вакуум-прибор; термометр ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°C по ГОСТ 215-73; сосуд для термостатирования образцов вместимостью 2,5—3 л.

Проведение испытания. Определив объемную массу асфальтобетонных образцов, их помещают в сосуд с водой температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Уровень воды над образцами должен быть не менее 30 мм. Сосуд с образцами устанавливают под стеклянный колпак вакуум-прибора, из которого насосом выкачивают воздух до остаточного давления, равного 1,33—2 кПа.

Указанное разрежение поддерживают, в течение 1,5 мин при испытании образцов из горячей и теплой асфальтобетонной смеси и 30 мин при испытании образцов из хо-

лодных смесей; затем давление доводят до нормального, и образцы выдерживают в том же сосуде с водой 1 ч при $20 \pm 2^\circ\text{C}$. После этого образцы вынимают из воды, вытирают мягкой тканью и взвешивают с погрешностью до 0,01 г на воздухе и в воде. Взвешивание в воде позволяет определить объем насыщенных образцов и вычислить набухание.

Взвешенные после водонасыщения в вакууме образцы снова помещают на 10—15 мин в воду с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и затем определяют их прочность на сжатие.

Водонасыщение образца W_1 , % объема, вычисляют по формуле

$$W_1 = \frac{m_3 - m_0}{m_1 - m_2} 100, \quad (6.80)$$

где m_0 — масса сухого (не насыщенного водой) образца, взвешенного на воздухе, кг; m_1 , m_2 — масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного соответственно на воздухе и в воде, кг; m_3 — масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, кг.

Водонасыщение определяют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое результатов трех определений. Расхождение между наибольшим и наименьшим значениями водонасыщения не должно быть более 0,5%.

Набуханием (приращением объема) асфальтобетона после насыщения водой считается приращение его объема после насыщения водой в процентах к первоначальному объему. Для определения набухания используют данные, полученные при определении объемной массы и водонасыщения.

Набухание образца H , % объема, вычисляют по формуле

$$H = \frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{m_1 - m_2} 100, \quad (6.81)$$

где m_1 , m_2 — масса образца, выдержанного 30 мин в воде и взвешенного соответственно на воздухе и в воде, кг; m_3 , m_4 — масса насыщенного водой образца, взвешенного соответственно на воздухе и в воде, кг.

Набухание вычисляют с погрешностью 0,1% как среднее арифметическое результатов трех определений. Расхождение между наибольшими и наименьшими значениями набухания не должно превышать 0,2%.

Коэффициент водостойкости асфальтобетона K_B вычисляют с погрешностью 0,01 по формуле

$$K_B = R_B / R_{20}, \quad (6.82)$$

где R_B — предел прочности асфальтобетона при сжатии после водонасыщения в вакууме (при 20°C), Па; R_{20} — предел прочности сухих образцов асфальтобетона при сжатии при 20°C , Па.

Определение водостойкости асфальтобетона при длительном водонасыщении состоит в подсчете показателей физико-механических свойств (набухания, предела прочности при сжатии и коэффициента водостойкости) после выдерживания образцов в воде в течение 15 сут с предварительным насыщением их водой в вакууме.

При испытаниях применяют следующее оборудование: весы гидростатические или технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4); вакуум-прибор; термометр ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°C по ГОСТ 215-73; испытательную машину с механическим приводом мощностью 50 кН (5000 кгс); сосуды для термостатирования образцов вместимостью 3—5 и 7—8 л.

Асфальтобетонные образцы взвешивают на воздухе и в воде и насыщают водой в вакуум-приборе.

Проведение испытания. Насыщенные водой в вакуум-приборе образцы переносят в другой сосуд с водой, в котором выдерживают их в течение 15 сут. Температуру воды поддерживают в пределах $20 \pm 2^\circ\text{C}$. По истечении 15 сут образцы извлекают из воды, вытирают влажной тканью, взвешивают на воздухе и в воде и вычисляют набухание в процентах от первоначального объема образцов с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной формуле (6.81).

Взвешенные на воздухе и в воде образцы помещают снова на 10—15 мин в воду с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$, затем испытывают на сжатие. По результатам испытаний вычисляют коэффициент водостойкости $K_{\text{вд}}$ асфальтобетона после длительного водонасыщения по формуле

$$K_{\text{вд}} = R_{\text{вд}}/R_{20}, \quad (6.83)$$

где $R_{\text{вд}}$ — предел прочности асфальтобетона при сжатии после насыщения водой в течение 15 сут (при 20°C), Па; R_{20} — предел прочности сухих образцов асфальтобетона при сжатии при 20°C , Па.

§ 10. Коэффициент фильтрации воды

Коэффициент фильтрации воды через бетон определяют на образцах в зависимости от условий работы изделий и конструкций при одном из двух состояний: равновесной влажности — для конструкций, работающих в условиях попеременного увлажнения и высыхания, а также в воздушно-влажных условиях; водонасыщения — для конструкций, работающих постоянно в контакте с водой. Коэффициент фильтрации воды бетонов может определяться на образцах, изготовленных из бетонной смеси или выбуренных из конструкций или сооружений.

Подготовка образцов. Образцы бетонов для определения коэффициента фильтрации при подборе их составов должны иметь форму цилиндра с диаметром 150 мм и высотой, зависящей от наибольшей крупности зерен заполнителя:

Наибольшая крупность зерен заполнителя, мм	Наименьшая высота образца, мм
10	50
20	100
40	150

Допускается применение образцов, имеющих форму усеченного конуса с меньшим диаметром, равным 150 мм, углом конуса не больше 6° . При выбуривании образцов из конструкций зданий или сооружений допускаются в зависимости от размеров конструкции и крупности заполнителя образцы диаметром и высотой от 50 до 150 мм.

Конструкция форм для изготовления образцов должна исключать вытекание цементного теста из них при уплотнении бетонной смеси. Отклонение от внутренних размеров форм, предназначенных для изготовления цилиндрических и конусных образцов, не должно превышать по высоте и диаметрам цилиндра и конуса $\pm 0,5$ мм.

Образцы из бетонной смеси изготавливают сериями. Каждая серия должна состоять из 10 образцов с учетом возможной отбраковки образцов вследствие наличия в них дефектов в виде отдельных крупных фильтрующих каналов. При выбуривании образцов серия должна состоять не менее чем из 6 образцов.

После формирования образцов уложенную в формы бетонную смесь покрывают влажной тканью и хранят двое суток при $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Затем образцы освобождают от форм и хранят в камере нормального твердения (с относительной влажностью воздуха не менее 90% и температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$) до 28 сут или иного возраста испытания, устанавливаемого в технической документации на изделия или сооружения. При ускоренном твердении железобетонных конструкций образцы бетона в формах подвергают тепловлажностной обработке по режиму, применяемому для тепловлажностной обработки образцов при определении проектной марки бетона по прочности.

После распалубки каждый образец осматривают. Если при осмотре на поверхности образца обнаруживаются трещины шириной более 0,1 мм, раковины размером более 5 мм или другие признаки недоуплотнения бетона, такие образцы бракуют. При наличии указанных дефектов более чем на двух образцах одной серии вся серия бракуется и изготавливается вновь. Образцы должны иметь маркировку, которую наносят, как правило, на боковую поверхность образца.

При испытании образцов бетона равновесной влажности образцы после окончания твердения выдерживают в помещении при относительной влажности воздуха $60 \pm 5\%$ и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ до момента, пока изменение массы образца бетона за сутки будет менее 0,1%. При испытании образцов бетона в насыщенном водой состоянии образцы выдерживают после

окончания твердения перед испытанием в воде при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ до постоянной массы, оцениваемой по изменению массы образца за сутки величиной менее 0,1%.

Перед испытанием с торцовых поверхностей образцов тщательно удаляют пленку цементного теста металлической щет-

на основе эпоксидных или других смол (рис. 6.22, г).

Способы крепления и герметизации образцов должны гарантировать возможность проверки герметизации и дефектности образцов до начала их испытания путем пропуска через образец

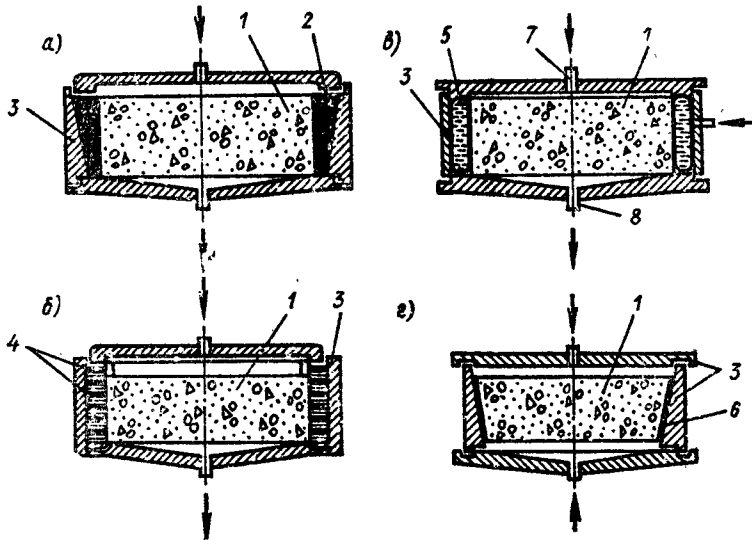


Рис. 6.22. Схемы крепления образцов бетона в гнездах установки для определения коэффициента фильтрации воды

кой или другим инструментом. Крепление и герметизацию образцов для их испытания в установке производят в зависимости от их формы одним из следующих способов: заливкой зазора между образцом и обоймой специальными мастиками; обжатием образца набором чередующихся резиновых и металлических колец; уплотнением образца при помощи резиновой полой камеры с избыточным давлением в ней; приклеиванием образца к обойме.

Образцы цилиндрической формы крепят к металлической обойме (рис. 6.22, а) заливкой в зазор между образцом 1 и обоймой 3 специальных мастик 2 (парафина, битума, смол) или при помощи набора чередующихся резиновых и металлических колец 4 (рис. 6.22, б), при продольном обжатии которых создается герметизация между образцом 1 и обоймой 3. В этом случае боковую поверхность образца покрывают слоем консистентной смазки. Уплотнение образца 1 цилиндрической формы в металлической обойме 3 может осуществляться также при помощи полой резиновой камеры 6, в которой создается давление, в 1,5 раза превышающее давление воды (рис. 6.22, в). Образцы 1, имеющие форму конуса, крепят к металлической обойме 3 клеящими составами 6

инертного газа или воздуха при избыточном давлении 0,1—0,3 МПа.

При удовлетворительной герметизации боковой поверхности образцов в обойме или при наличии в образцах крупных дефектов при фильтрации газа наблюдается его обильное местное выделение в дефектных местах. Дефекты герметизации боковой поверхности устраняются дополнительной обмазкой клеем или другим уплотняющим составом. При наличии отдельных крупных фильтрующих каналов образцы бетона заменяются другими, не имеющими дефектов. При испытании образцов, выбуренных из конструкции, испытанию подвергают все образцы независимо от наличия в них дефектов при условии удовлетворения требованиям по герметизации боковой поверхности их в установке для испытания образцов.

Проведение испытания. После проверки герметичности соединения к торцовой поверхности образцов подают воду через патрубок 7 (рис. 6.22, в). Воду подают гидравлическим насосом или из емкости при помощи сжатого воздуха или газа. Давление воздуха или газа на воду передается через эластичную мембрану, исключающую растворение газа в воде.

Вода под давлением проникает в образцы и через некоторый промежуток времени начинается ее фильтрация через образец. Фильтрат собирается с противоположной стороны каждого образца через воронку прибора в приемный сосуд и отводится через патрубок 8 (рис. 22, в). При этом вода не должна испаряться. Для образцов бетонов, имеющих форму усеченного конуса, давление воды передается на торец с большим диаметром.

Давление воды при испытании образцов поднимают ступенями с выдержкой на каждой ступени. Испытание проводят по следующему режиму: образец в течение 1 ч подвергается давлению воды в 0,1 МПа, а затем давление повышают ступенями на 0,1 МПа через каждый час до появления фильтра. При появлении фильтра подъем давления прекращают и определяют количество фильтра и коэффициент фильтрации при достигнутом давлении. Если в рабочих чертежах или нормативных документах указано испытательное давление $P_{исп}$, то подъем давления ведут до указанного испытательного давления не менее чем за 5 ступеней при ступени не более 0,2 $P_{исп}$. После достижения испытательного давления подъем давления прекращают и определяют количество фильтра.

Количество фильтра, прошедшего через образец бетона, измеряют весовым или объемным методом не менее шести раз на каждом образце. При равновесной влажности образцов бетона измерения производят последовательно через каждые 30 мин. Для образцов бетонов в насыщенной водой состоянии измерение производят последовательно через промежуток времени, за который объем фильтра будет не менее 1 см³.

нарного потока не ранее чем через 4 сут после начала фильтрации. Стационарным считается поток, при котором разница из четырех последовательных измерений при равном времени будет не более 20%.

При определении количества фильтра для отдельных образцов принимают среднее арифметическое значение, вычисленное из пяти наибольших значений частных измерений. При отсутствии фильтра в течение 96 ч при максимальном давлении (не менее 1,3 МПа) для образцов равновесной влажности и 240 ч для образцов в насыщенном водой состоянии испытания прекращают.

В случае необходимости определения коэффициента фильтрации особо плотных бетонов количество влаги, проходящее через образец, измеряют путем поглощения ее силикагелем. Силикагель помещают в закрытый сосуд, который подсоединяют к гнезду испытываемого образца бетона. Порядок проведения измерений и количество определений сохраняют.

Коэффициент фильтрации бетона K_f , см/с, определяют по формуле

$$K_f = \eta \frac{Q\delta}{St\Delta P}, \quad (6.84)$$

где Q — количество фильтра, см³; δ — толщина образца, см; η — коэффициент, учитывающий вязкость воды при различной температуре; S — площадь образца, см²; t — время испытания образцов, в течение которого измеряется объем фильтра, с; $\Delta P = P_1 - P_2$ — разность давлений воды на входе P_1 в образец и выходе P_2 из него, Па (см вод. ст); P_1 принимается равным избыточному давлению в установке; P_2 при свободном истечении фильтра с поверхности образца равно нулю.

Коэффициент η , учитывающий вязкость, принимается в зависимости от температуры воды:

Температура, °С . . .	5	10	15	20	25	30
Коэффициент η . . .	1,51	1,30	1,13	1	0,89	0,80

При определении количества фильтра на образцах, имеющих равновесную влажность, первое измерение проводят не ранее чем через 1 ч после начала фильтрации при условии, что приращение количества фильтра за 30 мин при трех последовательных измерениях не превышает 20%. При определении количества фильтра на образцах, предварительно насыщенных водой, количество фильтра измеряют после установления стадио-

При испытании бетонных образцов, выбуренных из конструкций и имеющих диаметр менее 150 мм, полученный коэффициент фильтрации должен быть приведен к коэффициенту фильтрации образца бетона с диаметром 150 мм; для этого коэффициент фильтрации, полученный по расчетной формуле с учетом фактической площади испытываемого образца, умножают на поправочный коэффициент K_n в зависимости от диаметра образца:

Диаметр образца, мм	150	130	120	100	80	50
K_n	1	1,1	1,4	1,8	2,5	5,5

Для определения коэффициента фильтрации серии образцов, коэффициенты фильтрации, вычисленные для отдельных образцов этой серии, располагают в порядке увеличения или уменьшения их значений, а затем берут среднеарифметическое значение коэффициентов фильтрации средних образцов (третьего и четвертого).

§ 11. Влажность

Сущность определения влажности весовым методом состоит в установлении разности масс образца во влажном и сухом состояниях. Влажность образца W_m , % по массе, вычисляют по формуле

$$W_m = \frac{m_B - m_C}{m_C} 100, \quad (6.85)$$

где m_B — масса образца во влажном состоянии, кг; m_C — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг.

Влажность W_0 , % по объему, вычисляют по формуле

$$W_0 = \frac{m_B - m_C}{V \rho_B} 100, \quad (6.86)$$

где V — объем образца, м³; ρ_B — плотность воды, равная 1000 кг/м³.

Сорбционную влажность ячеистых бетонов характеризующуюся разностью масс сухого и насыщенного парами раствора образца, определяют на трех образцах размером 100×100×15 мм, выпиленных из середины каждого испытуемого изделия.

Применяемое оборудование: весы с погрешностью 0,01 г; сушильный шкаф; эксикатор.

Проведение испытания. Выпиленные образцы высушивают до постоянной массы, охлаждают, взвешивают с погрешностью 0,01 г, а затем помещают в эксикатор. Вид раствора обуславливается заданной относительной влажностью воздуха:

Относительная влажность воздуха, %	Раствор (насыщенный)
32	хлорид магния (MgCl ₂)
54	нитрат магния Mg(NO ₃) ₂
75	хлористый натрий (NaCl)
95	нитрат калия (KNO ₃)
98	вода

Объем образцов не должен превышать 50% всего объема воздуха в эксикаторе над раствором. Испытание проводят при постоянной температуре 20±2°С. Массу образцов проверяют по истечении 1, 3, 7, 14 и 21 сут и затем через каждые 7 сут до стабилизации массы в трех образцах. После стабилизации массы вычисляют массовую сорбционную влажность W_c , % по формуле

$$W_c = \frac{m_B - m_C}{m_C} 100, \quad (6.87)$$

где m_B — стабилизированная при давней упругости паров масса, кг.

Десорбционную влажность ячеистых бетонов определяют аналогичным образом, но образцы берут не сухими, а в состоянии естественной влажности.

Влажность легких и ячеистых бетонов в панелях, блоках и других изделиях в заводских условиях при положительных температурах определяют диэлектрическим методом, который основан на зависимости относительной диэлектрической проницаемости бетона от его влажности. Относительная диэлектрическая проницаемость бетона определяется как отношение емкости конденсатора (первичного измерительного преобразователя), в поле которого находится бетон, к емкости того же конденсатора, в поле которого находится воздух.

Влажность легких и ячеистых бетонов диэлектрическим методом определяют с помощью электронного влагомера ВСКМ-1, который обеспечивает:

диапазон измерения влажности от 0 до 40% абс. при среднеквадратическом относительном отклонении не более ±7% отн; возможность измерения влажности с помощью первичного измерительного преобразователя поверхностного типа; продолжительность единичного измерения не более 1 мин;

возможность питания от сети переменного тока напряжением 220 В⁺¹⁰/₋₁₅%, частотой 50 Гц ±1%, а также от батарей;

возможность измерения влажности при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°С и относительной влажности воздуха до 90% при 25°С.

Проведение испытания и градуировка прибора. Проверку влагомера проводят представители органов государственной или ведомственной метрологических служб в порядке и сроки, установленные нормативной документацией на влагомер. Влагомер подготавливают к работе в соответствии с требованиями инструкции по его эксплуатации. Устанавливают число и расположение подлежащих контролю участков поверхности изделия в зависимости от его типоразмера и изначения (но не менее четырех). Размеры участков должны быть 150×150 мм.

Влажность бетона в изделиях определяют на участках поверхности изделий, свободных от облицовочных и декоративных покрытий. На поверхности участков не должно быть масляных пятен и ржавчины, а также наплывов и вмятин, раковин глубиной более 3 мм и диаметром более 5 мм. В пределах каждого участка проводят не менее 10 измерений, записывая показания прибора при каждом измерении.

По результатам измерений в пределах каждого контролируемого участка изделия

находят среднее арифметическое значение показаний на данном участке, которое округляют с погрешностью 0,5 деления шкалы прибора.

Среднюю влажность бетона в пределах участка определяют по градуировочной зависимости «показания прибора — влажность бетона» и округляют с погрешностью 0,5% абс. Влажность бетона в изделии вычисляют как среднее арифметическое значение средних влажностей всех проконтролированных участков изделия.

Результаты измерения влажности записывают в виде:

$$W; \Delta_{от}; +X \text{ до } -X; P = 0,95,$$

где W — влажность по градуировочной зависимости, % абс.; $\Delta_{от}$ — погрешность измерения влажности; $\pm X$ — верхний и нижний пределы погрешности соответственно, % абс. ($X = WS \cdot 2/\sqrt{n}$; здесь S — среднее квадратическое отклонение градуировочной зависимости; n — число проконтролированных участков изделия); $P = 0,95$ — вероятность, с которой погрешность измерения находится в границах $\pm X$, % абс.

Для составления градуировочной зависимости «показания прибора — влажность бетона» применяют образцы бетона размером $100 \times 100 \times 100$ мм, изготовленные из тех же материалов и в тех же условиях, что и изделия, подлежащие контролю. Образцы, число которых должно быть не менее 10, высушенные до постоянной массы, не должны отличаться между собой по плотности более чем на 10%. Весь диапазон градуировочной зависимости влагомера разбивают на интервалы 3–5% при значениях влажности менее 20% и 5–7% при значениях влажности более 20%.

Образцы увлажняют так, чтобы влажность отдельных образцов соответствовала значениям влажности в отдельных точках диапазона, разбитого на интервалы, и была постоянна по всему объему каждого образца. Для более равномерного распределения влажности по объему образца каждый образец помещают во влагонепроницаемую оболочку из полиэтиленовой пленки и выдерживают в течение 7–10 сут, после чего образец извлекают из оболочки и взвешивают. Образцы измеряют, прикладывая первичный измерительный преобразователь влагомера не менее, чем по 10 раз к каждой поверхности образца, после чего находят среднее арифметическое значение показаний прибора на каждой поверхности образца. Влажность образцов W , % по массе, определяют по формуле, аналогичной формуле (6.85). Относительная погрешность взвешивания образцов не должна превышать $\pm 0,05\%$. Описанные операции повторяют для каждого интервала градуировочной зависимости. По результатам измерений составляют градуировочную зависимость «показания прибора — влажность бетона» в виде графика.

Среднее квадратическое отклонение S определения влажности по градуировочной зависимости вычисляют по формуле

$$S = \pm \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \left(\frac{W_i}{W_{oi}} - 1 \right)^2}, \quad (6.88)$$

где W_i , W_{oi} — влажность образца, полученная соответственно по градуировочной зависимости и весовым методом, % абс.; m — число точек на градуировочной зависимости.

Градуировочная зависимость может быть использована для определения влажности, если полученное по формуле (6.88) среднее квадратическое отклонение не превышает $\pm 0,05$.

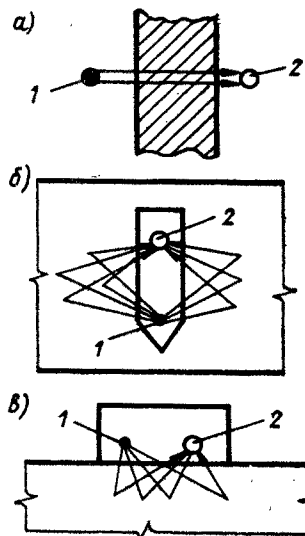


Рис. 6.23. Основные схемы измерения влажности материалов и конструкций нейтронным методом

Нейтронный метод применяют для определения влажности как искусственных, так и естественных каменных строительных материалов. Нейтронный метод может быть использован для определения влажности заполнителей для бетонов, бетонных смесей и бетонов в готовых конструкциях и сооружениях. Этот метод основан на использовании эффекта замедления быстрых нейтронов на легких ядрах, в первую очередь на ядрах водорода. В зависимости от размеров и формы исследуемого объекта в нейтронном методе возможны три основные схемы измерения:

сквозное просвечивание при расположении источника 1 и детектора 2 нейтронов по разным сторонам объекта (рис. 6.23, а);

измерение рассеянного излучения при расположении источника 1 и детектора 2 нейтронов непосредственно в полости объекта (схема приемника в основном для сыпучих материалов) (рис. 6.23, б);

измерение рассеянного излучения при расположении источника 1 и детектора 2 нейтронов непосредственно на поверхности

объекта или на некотором удалении от него (рис. 6.23, в).

Наиболее универсальна для условий строительства схема рис. 6.23, в, так как она позволяет проводить измерения в большинстве случаев строительной практики, а также измерения влажности движущихся объектов. Преобразователи всех трех схем должны содержать следующие элементы: источник быстрых нейтронов, систему биологической защиты, систему детекторов, предварительный усилитель первичного сигнала, различные типы коллиматоров и отражателей.

В качестве излучателей могут применяться плутоний-бериллиевый, полоний-бериллиевый, радий-бериллиевый нейтронные источники, которые должны иметь выход порядка 10^4 — 10^5 нейтр/с, максимальную энергию (16—19) 10^{-13} Дж (10—12 МэВ). Наиболее удобным является плутоний-бериллиевый источник, имеющий незначительный гамма-фон и большой период полураспада.

Конструкция преобразователя, работающего по схеме рис. 6.23, а, представляет собой вилку с жестким положением источника и счетчика относительно друг друга. Конструкцию преобразователя, имеющего схему рис. 6.23, б, выполняют в виде зонда (полной трубы), в которой последовательно размещены источник, экран, детектор и преусилитель. Конструкция преобразователя, схема которого показана на рис. 6.23, в, выполняется в виде блока, содержащего источник с контейнером биологической защиты, детектирующую группу с системой отражателей и преусилитель.

Комплект аппаратуры для измерения влажности материалов и конструкций нейтронным методом включает в себя преобразователь, работающий по одной из трех схем, и регистрирующий прибор. В качестве последнего в настоящее время применяют серийные пересчетные устройства типа СЧ-3 и СЧ-4. Информацию о влажности с погрешностью 3% снимают непосредственно со шкалы прибора, проградуированной в процентах влажности.

При проведении исследований, не связанных со временем измерений, информацию с более высокой точностью (до 1%) можно получить с помощью градуировочного графика (рис. 6.24), на котором представлена зависимость относительного изменения скорости следования импульсов I_n/I_0 от влажности [I_n — скорость сета, соответствующая определенной влажности; I_0 — собственный фон (проверяется перед началом измерений)].

Требования к измерительной аппаратуре. Аппаратура, используемая для нейтронной влагометрии, должна обеспечивать контактное или бесконтактное определение влажности различных строительных объектов. Получаемая при этом информация является интегральной и соответствует средней влажности объема исследуемого материала (конструкции), находящегося в

зоне действия преобразователя. Объем этой зоны равен 30—40 дм³.

Аппаратура должна обеспечивать: диапазон измеряемой влажности от 0 до 40%;

погрешность единичного измерения влажности не более 3% и при многократном измерении не более $\pm 1\%$ по отношению к весовому методу;

время измерения не более 30—60 с; устойчивую работу при колебаниях

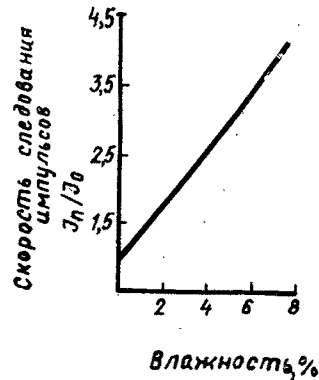


Рис. 6.24. Типовой градуировочный график для нейтронного влагомера

температуры от -20 до $+40^\circ\text{C}$ при относительной влажности до 60% и колебаниях питающего напряжения $\pm 15\%$;

время прогрева аппаратуры не более 30 мин.

Активность применяемого источника должна быть не более 10^5 нейтр/с, а поток быстрых нейтронов на поверхности датчика (при нахождении источника излучения в положении «хранение») не должен превышать 10 нейтр/с.

Аппаратура должна выдерживать вибрации с ускорением 30 м/с², частотой 2—3 Гц. Указанным требованиям удовлетворяет бесконтактный нейтронный влагомер типа НВ-3, разработанный в ЛенЗНИИЭП.

Проведение испытания и градуировка аппаратуры. Процесс определения влажности заключается в следующем. Преобразователь устанавливают на исследуемый объект или помещают в него не ближе 100 мм от его границ. Регистрирующий прибор может быть установлен в любом удобном для оператора месте.

Градуировку аппаратуры производят следующим образом. Изготавливают образцы каменных материалов (размер образцов 500×400×300 мм), причем каждому типу образца задают максимальную влажность. На образец устанавливают преобразователь и многократно измеряют поток медленных нейтронов по всем граням. Затем образец равномерно высушивают (на 1—3% весовой влажности), и процесс измерения повторяют вплоть до постоянной мас-

сы образца. Вслед за этим рассчитывают промежуточные значения влажности.

Показания записывают в журнал, на основании записей в котором строят градуировочный график (см. рис. 6.24). Влажности образцов определяют также стандартным весовым методом.

По результатам измерений строят семейство кривых и анализируют их. Как правило, если по плотностным и гранулометрическим характеристикам исследуемые материалы идентичны, расхождение кривых семейства незначительно и им можно пренебречь, приняв за рабочий график среднюю линию семейства.

В отдельных случаях требуется вводить поправку на плотность, для чего дополнительно измеряют влажность и плотность образцов материала.

§ 12. Коэффициенты паро- и воздухопроницаемости ячеистых бетонов

Определение коэффициента паропроницаемости ячеистых бетонов состоит в измерении количества паров воды, прошедших через образец и поглощенных поглотителем (гелем кремнезема).

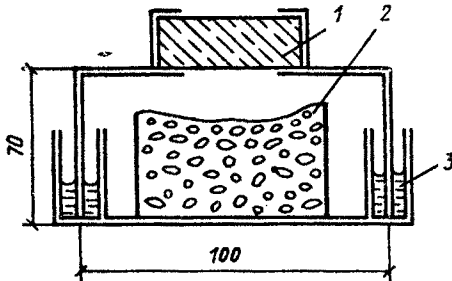


Рис. 6.25. Прибор для определения паропроницаемости бетонов

Паропроницаемость определяют на шести шлифованных образцах размером $70 \times 70 \times 30$ мм, выпиленных из средней части изделия. Перед испытанием образцы выдерживают семь дней в помещении с такой влажностью и температурой, какая будет во время измерения.

Применяемое оборудование. Для определения паропроницаемости бетонов применяют сосуд (рис. 6.25), состоящий из двух частей: крышки и основания с гидравлическим затвором 3 (маслом). В крышке прорезано отверстие 50×50 мм, в котором находится образец 1 испытываемого материала. На дне сосуда находится малый сосуд 2 с силикагелем.

Проведение испытания. Боковые плоскости образцов, а также их стык с крышкой сосуда тщательно уплотняют парафином. Находящийся на дне сосуда силикагель, высушенный при $105-110^\circ \text{C}$, позволяет поддерживать внутри сосуда давление

водяных паров, приблизительно равное нулю.

Затем сосуд помещают в термостат с постоянной, заданной для испытания, температурой и относительной влажностью воздуха (в зависимости от климатических условий). Водяные пары, проникающие внутрь сосуда через испытуемый образец, поглощаются силикагелем. Количество водяного пара, проникающего через образец, определяют из прироста массы силикагеля.

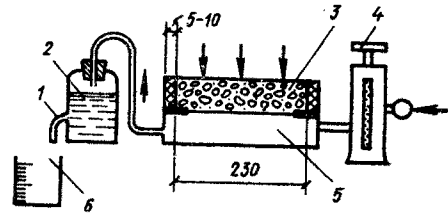


Рис. 6.26. Прибор для определения воздухопроницаемости бетонов

Взвешивание повторяют с интервалами в 24 ч до тех пор, пока прирост массы силикагеля в течение нескольких дней не станет одинаковым, что будет свидетельствовать о стабилизации потока водяного пара. Во избежание ошибки, вследствие слишком сильного отсырения геля кремнезема, его следует менять через каждые трие суток.

Диффузионное сопротивление $R, \text{м}^2 \cdot \text{ч} \times \times \text{Па/кг}$, вычисляют по формуле

$$R = \frac{FP}{M} - R', \quad (6.89)$$

где M — количество водяного пара, проникающего через образец в течение 1 ч, кг; F — площадь поверхности образца, м^2 ; P — разность давлений водяного пара по обемм сторонам образца, Па; R' — сопротивление притока и оттока водяного пара, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$.

Коэффициент паропроницаемости S $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$, вычисляют по формуле

$$S = d/R, \quad (6.90)$$

где d — толщина образца, м.

Коэффициент паропроницаемости бетона вычисляют как среднее арифметическое результатов определений шести образцов.

Определение коэффициента воздухопроницаемости ячеистых бетонов состоит в измерении количества воздуха, проходящего через образец при постоянной разности давлений.

Воздухопроницаемость определяют на шести шлифованных образцах размером $230 \times 230 \times 60$ мм, выпиленных из средней части изделия.

Применяемое оборудование. Для определения воздухопроницаемости применяют прибор, показанный на рис. 6.26. Образец 3 залив парафином с канифолью в кассете 5. В кассете под образцом имеются два отверстия: одно соединено с микроманометром 4, второе — с баллоном 2. Вся система тщательно уплотнена.

Проведение испытания. На микроманометре устанавливают заданную разность давления по отношению к атмосферному давлению, при которой производят измерение. Затем, открыв кран 1, подбирают скорость воды, поступающей из баллона 2, таким образом, чтобы получилась заданная разность давлений (показание на микроманометре) между давлением воздуха, откачиваемого из-под образца, и воздуха, проникающего через образец. После установления равновесия, когда струя вытекающей воды стабилизируется, при помощи калиброванного сосуда 6 секундомером определяют количество воды, вытекающей в единицу времени.

Коэффициент воздухопроницаемости $1/R_w$, кг/м^2 , при установившейся разности давления вычисляют по формуле

$$1/R_w = \frac{V \rho_{\text{воз}}}{t P S}, \quad (6.91)$$

где V — количество воздуха, проходящее через образец за время t , м^3 ; t — продолжительность испытания при установившейся разности давления, ч ; P — разность давлений при установившемся потоке, Па ; S — площадь поверхности образца, м^2 ; $\rho_{\text{воз}}$ — плотность воздуха, кг/м^3 .

Коэффициент воздухопроницаемости вычисляют как среднее арифметическое результатов шести определений.

§ 13. Теплофизические свойства ячеистых бетонов при твердении на воздухе и при автоклавной обработке

Измерение температуры при электропрогреве. Этот вид испытаний выполняют при помощи переносного показывающего прибора ЭТ-2, разработанного Уральским Промстройниипроектом. Прибор дает возможность измерять температуру с погрешностью 2,5% в 10 различных точках в бетоне в двух диапазонах: $0 \div 50$ и $40 \div 90^\circ \text{C}$. Измерения производят с помощью преобразователей из полупроводниковых терморезисторов типа ММТ-4, которые закладывают в специальные скважины в бетоне длиной 150 мм и диаметром 30 мм.

При натуральных обследованиях в условиях строительства и эксплуатации различных сооружений на предприятиях промышленности строительных материалов, при пусконаладочных испытаниях и регулировании отопительно-вентиляционных систем для измерения температуры поверхностей твердых тел, жидкой и воздушной среды применяется семейство приборов ЭТП-1, -2, -3, -3, в которых также используются полупроводниковые терморезисторы. Диапазон измеряемых температур у этих приборов шире, например прибор ЭТП-4 может быть использован до 300°C .

Рабочая часть преобразователя типа ММТ-4 (рис. 6.27) состоит из терморезистора 1, заключенного в медный наконечник, внутренняя часть которого выточена по форме тела терморезистора. Теплоизоляционная втулка 2, выполненная из эбонита, отделя-

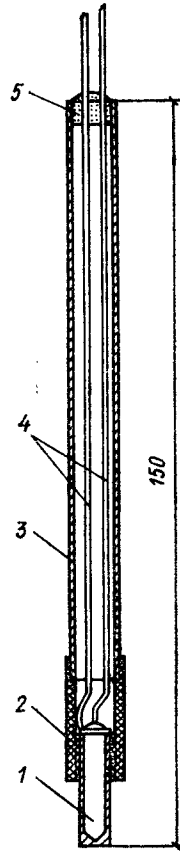


Рис. 6.27. Преобразователь для измерения температуры в бетоне при электропрогреве в строительных условиях

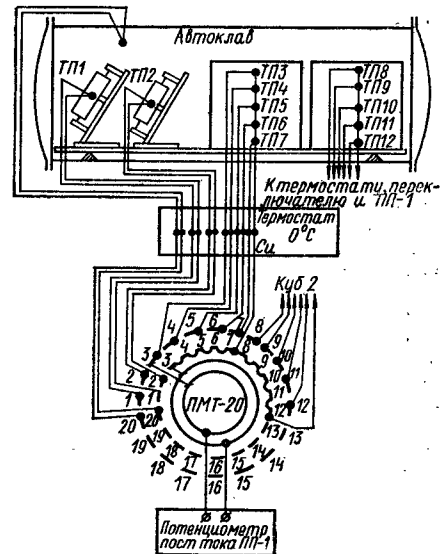


Рис. 6.28. Схема измерения температуры бетонных образцов в процессе автоклавной обработки

ет защитную трубку 3 от медного наконечника. Такая теплоизоляция предусмотрена для локализации участка измерения на дне скважины и позволяет исключить распреде-

ление температуры по всей длине преобразователя. Выводы терморезистора припаяны к соединительным проводам 4. На конце защитной трубки 3 сделана пробка 5 из эпоксидной смолы для крепления соединительных проводов и для защиты тела терморезистора от внешней среды.

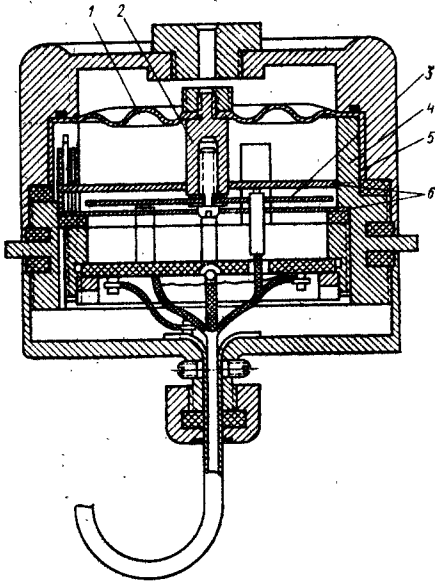


Рис. 6.29. Преобразователь для измерения давления паровоздушной среды в бетоне в процессе автоклавной обработки

Отверстия скважины изолируют от окружающей среды теплоизоляционными материалами (ватой, стекловолоком и др.).

Температуру бетона определяют по градуировочной зависимости прибора $I = f(t)$ (по оси ординат — сопротивление терморезистора, выведенное на шкалу микроамперметра, по оси абсцисс — температура). Сопротивление полупроводникового терморезистора в зависимости от температуры меняется по экспоненциальному закону. Градуировочные зависимости отдельных преобразователей неидентичны.

При измерении температуры бетонных образцов (изделий), находящихся в автоклаве, применяют хромель-копелевые термопары с диаметром электродов 0,5 мм в стекловолокне с пропиткой лаком К-47 и ниппельной резины. Готовые к работе термопары градуируют в масляном термостате типа ТС-24 по образцовой термопаре, отградуированной в метрологической организации. Термопары выводят из автоклава через фланцы с прокладками из вакуумной резины. При ручном измерении термоэ.д.с. термопар с помощью потенциометра постоянного тока ПП-1 свободные концы термопар после вывода из автоклава помещают в сосуд Дьюара с тающим льдом при температуре 0° С.

Схема измерения температуры бетонных образцов (изделий) в лабораторном автоклаве приведена на рис. 6.28. Показаны 12 термопар, две из которых (ТП1 и ТП2) измеряют температуру двух бетонных призм 70×70×210 мм, а остальные — температуру двух бетонных кубов 300×300×300 мм. При одновременном измерении температуры в нескольких точках используют электронный автоматический самозаписывающий потенциометр типа ЭПП-09 на 12 или 24 фиксируемые точки. Запись температуры ведется на стандартную диаграммную ленту шириной 275 мм. Интервал записи соседних точек равен 30 с, класс точности прибора 1,5.

Измерение повышения температуры при твердении бетона заданного состава в адиабатических условиях. Максимально возможное повышение температуры при твердении бетона заданного состава в адиабатических условиях определяется двумя способами: прямым измерением — определенном повышении температуры бетона в адиабатическом калориметре любой конструкции, позволяющей испытывать образцы бетона объемом не менее $1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и расчетным (приближенным) способом по формуле

$$\Delta t = \frac{q}{0,20(1 + P + Kp + B/C)}, \quad (6.92)$$

где q — теплота гидратации цемента; P — количество песка (по массе), приходящееся на единицу массы цемента; Kp — количество крупного заполнителя, приходящееся на единицу массы цемента; B/C — водоцементное отношение.

Измерение давления паровоздушной среды в бетоне в процессе автоклавной обработки. Условия работы измерительной аппаратуры в автоклаве следующие: температура 200° С, давление 1,2 МПа, относительная влажность воздуха 100%, щелочная агрессивная среда. Для измерения давления в автоклаве используют ряд приборов, например прибор ИДБ-2 (рис. 6.29) с емкостным преобразователем давления, разработанный Уральским Промстройини-проектком. Этот прибор измеряет давление до 1,2 МПа с погрешностью 5% и может работать при 180° С.

В преобразователе использован принцип измерения емкости дифференциального конденсатора за счет изменения расстояния между пластинами 3 и 6 при прогибе упругого элемента (мембраны 1) преобразователя. Мембрана 1, жестко защемленная верхней крышкой 5 и корпусом 4, прогибается под действием давления, вызывая перемещение кронштейна 2, на котором укреплена роторная пластина 3 дифференциального конденсатора.

При измерении давления преобразователь закладывают в изделие на глубину до 150 мм и с помощью высокочастотных кабелей соединяют с измерительной схемой. Измеряемое давление определяют по градуировочной зависимости прибора $I = f(t)$ (по оси ординат — деформация мембраны

при задании известного давления в поверочной установке, выведенная на шкалу микроамперметра, по оси абсцисс — измеряемое давление). Градуировочные зависимости отдельных преобразователей (их в приборе ИДБ-2 три) неидентичны.

§ 14. Истираемость

Для испытания бетонов на истираемость применяют образцы-кубы с ребрами длиной 70,7 мм или цилиндры диаметром и высотой 70,7 мм, изготовленные в лаборатории или вырезанные из конструкций. Отклонение от указанных размеров не должно превышать $\pm 2\%$. При применении образцов, вырезанных из конструкций, поверхность истирания их должна соответствовать поверхности конструкции, подвергающейся истиранию при эксплуатации. При испытании в одной серии должно быть четыре образца-близнеца. Перед испытанием образцы, предназначенные для испытания в воздушно-сухом состоянии, выдерживают в течение 48 ч в закрытом помещении при $20 \pm 3^\circ \text{C}$ и относительной влажности воздуха $65 \pm 10\%$. Образцы, предназначенные для испытаний в водонасыщенном состоянии насыщают водой в соответствии с § 9 гл. 6.

Для испытания применяют следующее оборудование: весы с погрешностью 0,1 г; линейку с погрешностью 0,1 мм; прибор для определения истираемости бетонов.

Для испытания применяют круг истирания типа Беме, состоящий из плоского истирающего диска диаметром около 750 мм, насаженного горизонтально на подшипники, и зубчатую передачу. Истирающая часть диска — из серого чугуна твердостью по Шере 30—50* — съемная. Она представляет собой кольцевую поверхность шириной 200 мм, расположенную на расстоянии 120—320 мм от центра диска.

На истирающей части круга в процессе эксплуатации появляются выбоины и углубления. Допускаются выбоины глубиной до 0,2 мм и углубления глубиной до 0,5 мм. При больших выбоинах и углублениях истирающую часть отшлифовывают или заменяют. В случае замены кольца вновь определяют твердость истирающей части.

Скорость вращения диска под нагрузкой составляет 30 об/мин с допусковым отклонением не более ± 1 об/мин. Прибор оборудован счетчиком оборотов с автоматическим выключателем, останавливающим диск через каждые 22 оборота.

Загружающую силу выбирают так, чтобы общая нагрузка, действующая на образец, составляла 300 Н. Допускаемое отклонение не должно превышать $\pm 1\%$.

В качестве абразивного материала применяют шлифзерно № 16 по ГОСТ 3647—71. Для приготовления шлифзерна используют смесь абразивных материалов,

содержащую от 60 до 70% корунда (кристаллического глинозема) и не более 7% кристаллического кремнезема. Плотность шлифзерна должна быть в пределах 3900—4100 кг/м³. Объемная масса шлифзерна должна быть в пределах: рыхлонасыпного 1750—1850 кг/м³, после уплотнения — 2150—2300 кг/м³.

Шлифзерно уплотняют в цилиндрическом сосуде вместимостью 1000 см³. Сосуд заполняют шлифзерном в шесть приемов; после внесения каждой порции ее уплотняют в течение 2 мин постукиванием сосуда о жесткое основание при одновременном вращении его вокруг вертикальной оси. После уплотнения избыток шлифзерна срезают ножом или металлической линейкой вровень с краями сосуда. Другие материалы допускается применять в качестве абразива при знании переводных коэффициентов результатов испытания на истираемость с применением этих материалов к результатам испытания на истираемость с применением шлифзерна № 16.

Проведение испытания. Сопротивление бетона истиранию определяют, как правило, на воздушно-сухих образцах. Водонасыщенные образцы испытывают только в тех случаях, когда этого требуют условия применения данного материала.

Перед испытанием определяют массу образца с погрешностью 0,1 г. Высоту образца измеряют перпендикулярно к истираемой грани по всем четырем боковым граням (или образующим цилиндра), заранее отмеченным карандашом, с погрешностью 0,1 мм. На истирающей поверхности круга наносят равномерным слоем 20 г шлифзерна. На эту часть устанавливают и закрепляют испытуемый образец. Образец нагружают в центре нагрузкой в 300 Н, что соответствует 60 кПа. После каждых 22 оборотов остаток шлифзерна, а также порошок, образовавшийся в результате истирания бетонного образца, удаляют и на истирающую часть диска наносят равномерным слоем 20 г свежего шлифзерна.

После 110 оборотов диска определяют потерю массы образца с погрешностью 0,1 г и измеряют высоту образца в отмеченных местах с погрешностью 0,1 мм. Затем образец поворачивают вокруг вертикальной оси на 90° и проводят следующий цикл испытаний, равный 110 оборотам диска. После каждого цикла испытаний образец вновь поворачивают на 90°. Всего производят четыре цикла испытаний каждого образца.

§ 15. Качество воды для приготовления и поливки бетонов

Химический анализ воды. Вода, применяемая для промывки заполнителей и затворения бетонной смеси, не должна содержать вредных примесей, препятствующих нормальному схватыванию и твердению цемента и способствующих коррозии арматуры. Для приготовления бетона, изготовления железобетонных конструкций,

* Твердость чугуна определяют склероскопом (алмазным молотком типа Шере) не менее чем 10 пробами на совершенно плоских гладких участках истирающей части.

промывки заполнителей, затворения бетонной смеси и поливки бетона, приготовленного на любом виде цемента, рекомендуется применять обычную питьевую воду. Морскую воду с содержанием солей не более 3,7% допускается применять для затворения бетонной смеси на портландцементных и поливки бетона при бетонировании массивных неармированных конструкций в тех случаях, когда на поверхности может быть допущено появление выцветов (высолов).

Для затворения бетонной смеси, поливки бетона и промывки заполнителей при бетонировании любых конструкций не допускается применять:

- болотные и сточные (бытовые и промышленные) воды;
- воды, загрязненные вредными примесями (кислоты, соли, сахара, масла и т. п.);
- воды, имеющие рН менее 4;
- воды, содержащие сульфаты более 0,279 от массы воды в расчете на ионы SO_4^{2-} *.

Отбор проб воды. Для проведения качественного анализа отбирают пробу воды объемом 0,5—1 л, а для количественного анализа — объемом 1—2 л. Пробы воды из скважины или колодца отбирают после предварительного осветления воды путем медленного откачивания не менее двух объемов воды, находившейся в скважине или колодце. Пробу воды отбирают металлическим или стеклянным сосудом, который предварительно тщательно моют и дважды ополаскивают отбираемой водой. Из сосуда воду немедленно переливают в бутылку, которую плотно закрывают промытой пробкой, оставив свободное пространство над водой объемом 10—15 мл. Пробку заливают парафином или другим изолирующим веществом. Бутылку предварительно должна быть тщательно вымыта и дважды сполоснута отбираемой водой.

Качественный анализ включает определение реакции воды на лакмус и наличие ионов Cl^- и SO_4^{2-} .

Проведение испытания. Для определения реакции воды на лакмус 5—10 мл испытуемой воды помещают в небольшую фарфоровую чашку или в пробирку, добавляют несколько капель лакмусовой настойки и фиксируют наличие или отсутствие покраснения лакмуса. Для определения наличия или отсутствия ионов Cl^- 5—10 мл воды помещают в пробирку и добавляют к ней несколько капель 3%-ного раствора соли азотнокислого серебра, подкисленного азотной кислотой (2 мл концентрированной азотной кислоты на 100 мл раствора азотно-серебряной соли). О наличии ионов Cl^- судят по появлению ясно заметной белой мути или осадка.

* Очистку природных и сточных вод в настоящее время производят двумя способами: с помощью реагентов и электрохимическими методами: электролизом, электролизом, электрокоагуляцией и электродиализом.

Для определения наличия или отсутствия ионов SO_4^{2-} 5—10 мл воды помещают в пробирку и добавляют к ней несколько капель 10%-ного раствора хлористого бария, подкисленного соляной кислотой (2 мл концентрированной соляной кислоты на 100 мл раствора хлористого бария). О наличии ионов SO_4^{2-} судят по появлению ясно заметной мути или осадка.

Количественный анализ воды производят в случае, если качественный анализ показал присутствие в воде Cl^- или SO_4^{2-} или же кислую реакцию воды (покраснение лакмуса), а также если имеются основания предполагать загрязненность воды вредными для бетона примесями. Количественный анализ воды для затворения и поливки бетона производят в специализированных лабораториях; он включает следующие определения: общего содержания солей (сухой остаток); водородного показателя (рН); содержания ионов SO_4^{2-} .

При выборе источника воды в результате анализа проб воды определяют ее температуру, запах — качественно и в баллах; прозрачность (по шрифту Снеллена № 1); цветность в градусах (по платиново-кобальтовой шкале); мути и осадок — описательно с указанием их характера; количество взвешенных веществ в мг/л (определяется при прозрачности менее 10 см); рН; щелочность, мг-экв/л; жесткость общую и карбонатную, мг-экв/л; содержание, мг/л: сухого остатка, кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}), железа общего (Fe) и окисного (Fe^{3+}), хлорида (Cl^-), аммонийных солей (NH_4^+), сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_2^- и NO_3^-), сероводорода H_2S (определяется при явном ощущении запаха), а также окисляемость, мг O_2 /л; общее количество бактерий в 1 мл; число кишечных палочек в 1 л воды.

Для открытых водоемов определяют дополнительно: биохимическую потребность кислорода за 5 сут (БПК₅) в мг/л и растворенный кислород в мг/л. В случае вероятности присутствия в воде солей тяжелых металлов, радиоактивных элементов или других влияющих на качество воды вредных веществ, по указанию органов санитарного надзора производится дополнительный анализ на содержание этих веществ.

Контроль качества воды испытанием цементных образцов. При установлении пригодности воды для затворения бетонной смеси проводят параллельное испытание образцов из цементных растворов, затворенных на испытуемой и на питьевой воде.

Изготавливают по 6 образцов-балочек размером 40×40×160 мм на испытуемой и на обычной питьевой воде. Образцы изготавливают из пластичного цементного раствора состава 1:3 нормальной консистенции. После изготовления образцы помещают во влажную среду (с относительной влаж-

ностью 90%), где хранят вплоть до испытания при 15—20° С. Образцы-балочки испытывают на изгиб, а половинки балочек — на сжатие не менее чем через 60 сут со дня их изготовления.

ГЛАВА 7

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТЕНОВЫХ И ОБЛИЦОВочНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Плотность, объемную массу, пористость стеновых и облицовочных материалов определяют аналогично определению этих показателей для заполнителей, а водопоглощение — для бетонов.

§ 1. Проверка размеров и оценка внешнего вида

Размеры асбестоцементных плит проверяют металлическим измерительным инструментом. Длину и ширину плит измеряют с каждой стороны с погрешностью 1 мм стальной рулеткой с делениями в 1 мм. Длину измеряют не ближе 10 мм от продольных кромок, при этом допускаемые отклонения составляют: по длине и ширине $\begin{matrix} +1 \text{ мм} \\ -3 \text{ мм} \end{matrix}$; по толщине $\pm 5\%$.

Толщину плит измеряют с погрешностью 0,1 мм микрометром, толщиномером или штангенциркулем с наклепанными щечками, площадь измерительной поверхности которых должна быть не менее 50 мм². Толщину измеряют в четырех точках посередине каждой стороны плиты, в пределах 20 мм от кромки. За толщину принимают среднее арифметическое четырех измерений.

Искривление плоскости плит измеряют линейкой длиной не менее диагонали плиты и масштабной линейкой с делениями 0,5 мм. Для определения кривизны линейку прикладывают ребром к лицевой стороне параллельно кромке плиты на расстоянии 20 мм от кромки, а также посередине плиты перпендикулярно к краям и по диагонали плиты, и измеряют максимальный зазор между ребрами линейки и поверхностью плиты.

Размеры пиленых плит из природного камня и сколы на их ребрах проверяют с погрешностью 1 мм металлическим инструментом. Отклонение угла между смежными торцевыми гранями плиты от прямого проверяют металлическим угольником со стороны не менее 500 мм, вводя калиброванные пластинки в просвет, образованный между торцевой гранью плиты и угольником. Правильность плоскости лицевой поверхности плиты определяют наложением стальной линейки по периметру и диагоналям плиты. Отклонение измеряют, вводя в просвет между линейкой и плоскостью плиты калиброванные пластинки.

Линейные размеры блоков из природного камня измеряют с погрешностью 10 мм металлическим измерительным инструментом. Правильность плоскости граней блоков определяют в миллиметрах по высоте наибольшего просвета под линейкой, накладываемой на грань блока по диагонали и периметру. Отклонение углов смежных граней блока от прямого определяют в миллиметрах, прикладывая к граням блока угольник и измеряя образовавшийся просвет. Фактический объем блока определяют с погрешностью 0,01 м³ по средним измерениям блока.

Наименьшую толщину лицевых стенок стеклянных пустотелых блоков определяют микрометром или другим точным измерительным инструментом. Кривизну лицевых поверхностей изделий определяют, измеряя шупом наибольший просвет, образовавшийся при наложении поверочной линейки на лицевые поверхности блока, уложенного на гладкую и ровную горизонтальную поверхность.

Размеры керамических плиток проверяют штангенциркулем или шаблоном с погрешностью 0,2—0,3 мм, правильность прямых углов плиток — металлическим угольником. Искривление плитки определяют: при вогнутой поверхности — измерением наибольшего зазора между поверхностью плитки и ребром металлической линейки, поставленной по диагонали плитки; при выпуклой поверхности — измерением зазора между поверхностью плитки и ребром металлической линейки, поставленной по диагонали плитки и опирающейся с одного конца на калибр, равный допускаемому искривлению.

Размеры кирпича и камней, длину трещин и обтисности или притуленности углов и ребер измеряют с погрешностью 1 мм металлическим измерительным инструментом или специальными контрольными шаблонами. Ширину посечек определяют с помощью мерной лупы с четырехкратным увеличением. Искривление поверхностей и ребер определяют измерением с погрешностью 1 мм наибольшего зазора между поверхностью или ребром кирпича и камня и ребром приложенной к нему металлической линейки или угольника. Отклонение стороны кирпича и камней от прямого угла (косоугольность) определяют стальным угольником, прикладывая его к тычку и измеряя наибольший зазор между ложком и внутренним краем угольника.

Длину и ширину облицовочных полистирольных плиток измеряют штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм посередине плитки в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Толщину плитки измеряют в середине каждой стороны по центру ячейки толщиномером ТР-10 по ГОСТ 11358—74. Толщину плитки с бортиком и толщину плитки с рельефной сеткой измеряют микрометром МК-25 (ГОСТ 6507—60) в середине каждой стороны плитки. Толщину плитки вы-

числяют как среднее арифметическое значение результатов четырех измерений.

Прямоугольность плиток проверяют с помощью металлического угольника, который прикладывают, слегка прижимая, к каждому углу плитки, уложенной на плоской металлической плите. Зазор между боковыми гранями плитки и металлическим угольником измеряют щупом.

Отклонение лицевой поверхности плитки от плоскости (стрелу прогиба) определяют, измеряя щупом наибольший зазор между поверхностью плитки и ребром металлической линейки (толщиной 3—4 мм), поставленной по диагонали плитки. Измерение проводят по двум диагоналям.

Отклонение от прямого угла (косуюгльность) листов и плит из прокатного шлакоситалла проверяют угольником с длиной стороны, равной 1 м. Угольник последовательно накладывают на все четыре угла листа или плиты; одну сторону угольника плотно прижимают к кромке листа или плиты и измеряют щупом максимальный зазор между второй стороной угольника и кромкой листа или плиты.

Искривление лицевой поверхности листов и плит определяют, измеряя щупом наибольший зазор между лицевой поверхностью листа или плиты, уложенной на горизонтальную плоскость, и ребром металлической линейки, поставленной по диагонали или по краям листа или плиты. Листы и плиты по показателям внешнего вида проверяют визуально. Ширину фаски и высоту рифления измеряют микрометром с погрешностью 0,5 мм. Размеры отбитых углов, шерби и пузырей измеряют металлической линейкой с погрешностью 1 мм.

Длину и ширину звукопоглощающих облицовочных минераловатных на крахмальном связующем плит вычисляют как среднее арифметическое результатов трех измерений. Толщину плиты измеряют толщномером ТР-50-ШБ по ГОСТ 11358—74 с погрешностью 0,1 мм в центре плиты и в четырех местах на расстоянии 30 мм от каждого края. Толщину плиты вычисляют как среднее арифметическое результатов пяти измерений. Расстояние от лицевой грани плиты до верхней поверхности паза измеряют штангенциркулем, а ширину и глубину паза — с помощью щупов или специальных калибров.

Прямоугольность плит определяют по разности размеров диагоналей. Длину диагоналей плит измеряют с помощью специального приспособления (рис. 7.1, а), состоящего из металлической плиты 1 с ровной поверхностью размерами 500 × 500 мм, толщиной 10 мм с опорными металлическими бортиками 2, укрепленными на плите под прямым углом. Стрелку индикатора часового типа 3 с ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 577—68* устанавливают в нулевое положение с помощью шаблона, равного диа-

гонали плиты. Плиту укладывают на металлическое основание, слегка прижимая ее к опорным бортикам, и затем отмечают показания индикатора. После этого плиту поворачивают на 180° и измеряют длину второй диагонали.

Отклонение лицевой поверхности плит от плоскости (коробление) определяют с

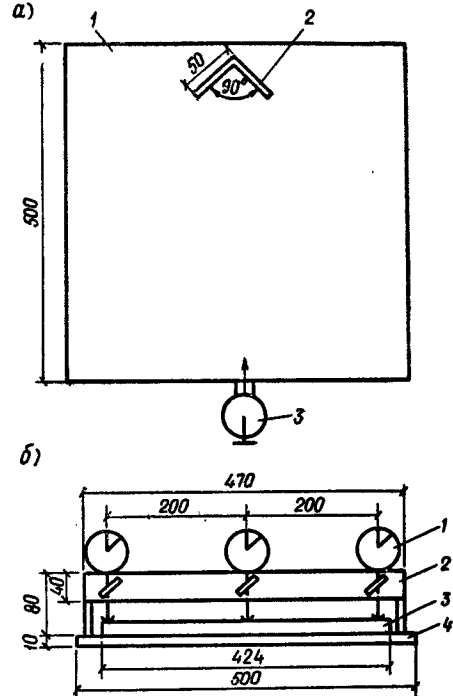


Рис. 7.1. Схема приспособления для измерения прямоугольности и коробления звукопоглощающих облицовочных минераловатных плит на крахмальном связующем

помощью приспособления (рис. 7.1, б), состоящего из металлической плиты 4 и металлической рамы 5 с укрепленными на ней индикаторами часового типа 1 с ценой деления 0,01 мм. Предварительно контактные головки индикаторов заменяют металлическими стержнями диаметром 10 мм и длиной 20 мм, укрепленными перпендикулярно к оси штока этих индикаторов.

Для установки стрелок индикаторов в нулевое положение используют металлическую линейку — шаблон 3 размерами 20 × 20 × 424 мм, которую укладывают на металлическую плиту по линии расположения индикаторов. Затем линейку-шаблон снимают с плиты, и на ее место укладывают испытуемую плиту таким образом, чтобы линия расположения индикаторов совпала с ее диагональю. После этого снимают показания индикаторов по двум диагоналям плиты, и показатель коробления С вычисляют по формуле

$$C = L + (20 - h), \quad (7.1)$$

где L — наибольшее отклонение индикаторов от нулевого положения со знаком плюс или минус, мм; 20 — толщина линейки-шаблона, мм; h — средняя толщина плиты, мм.

Показатель коробления вычисляют по результатам испытаний пяти плит.

Соответствие цвета и тона окраски лицевых поверхностей кирпича и камней стандартному образцу определяют укладкой образцов кирпича и камней на вертикально установленном щите размером не менее 1 м на открытом воздухе попеременно со стандартными образцами и рассмотрением их с расстояния 10 м при прямом освещении щита дневным светом.

Однотонность цвета лицевых поверхностей керамических плиток определяют следующим образом. Квадратные и прямоугольные плитки укладывают на щит вплотную друг к другу на площади в 1 м², а фасонные плитки в ряд длиной не менее 1 м. Щит устанавливают в вертикальном положении на открытом месте. Цвет поверхности, образованной плитками, при рассмотрении ее на расстоянии 3 м от глаза наблюдателя должен быть одного тона и должен соответствовать утвержденному стандартному образцу.

Для определения непросвечиваемости полистирольных облицовочных плиток их накладывают на бело-черную шахматную доску со стороны квадрата 50 мм. Если черные квадраты не просвечивают через плитку, то плитка считается непросвечивающей.

Для определения трещиностойкости полистирольных плиток тщательно осмотренные пять плиток подвешивают в проволочных кассетах в сосуде с керосином и выдерживают их в течение 5 мин, по истечении указанного времени плитки извлекают из сосуда, выдерживают на воздухе в течение 30 мин при $20 \pm 5^\circ \text{C}$, после чего вытирают хлопчатобумажной тканью и тщательно осматривают невооруженным глазом.

§ 2. Прочность

Подготовку и испытание образцов из каменных материалов производят в том положении, в каком эти материалы работают в конструкции. При определении предела прочности на сжатие образцов из слонстых горных пород направление сжимающей силы должно быть перпендикулярно к направлению слоев. Пустотелый кирпич с несвязными пустотами при испытании укладывают отверстиями вниз.

Кирпич глиняный пластического и полусухого прессования обыкновенный, лицевой и пустотелый толщиной 65, 88 и 90 мм испытывают, укладывая два целых кирпича постелями один на другой. Сплошной кирпич допускается испытывать в образцах, состоящих из двух равных половинок, наложенных одна на другую. Поверхности разреза располагают в противоположные стороны. Кирпич делают на равные

половинки способом, позволяющим получить их без разрушения. Целые кирпичи или половинки соединяют в образцы, а также выравнивают их верхние поверхности цементным раствором (рис. 7.2).

Для испытания силикатного и шлакового сплошного кирпича изготавливают образцы из двух равных половинок, а пустотелого — из двух целых кирпичей, наложенных постелями один на другой насухо без применения цементного раствора.

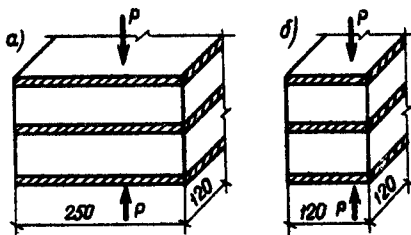


Рис. 7.2. Схемы испытания кирпича на сжатие а — из двух целых кирпичей; б — из половинок

Для испытания керамических, бетонных и природных камней правильной формы изготавливают образцы из одного целого камня или его половины. Верхнюю и нижнюю поверхности образцов выравнивают цементным раствором. Природные камни правильной формы допускаются также испытывать в образцах-кубах или цилиндрах, выпиленных или высверленных из целых изделий.

Для определения предела прочности камней силикатных сплошных и пустотелых правильной формы высотой 138 и 238 мм испытывают целый камень или его половину без выравнивания раствором верхней и нижней поверхностей. Для испытания природных камней неправильной формы (рваный камень), а также крупных блоков, облицовочных плит и архитектурных деталей из них выпиливают кубы или высверливают цилиндры. Из каждого испытываемого изделия высверливают один цилиндр или выпиливают один куб. При необходимости испытаний изделия в сухом и влажном состоянии отбирают от него не менее двух образцов (для каждого вида испытаний по одному образцу).

Для испытаний крупных блоков из горных пород, высота которых превышает толщину более чем в 1,5 раза, высверливают по два цилиндра или выпиливают по два куба: один со стороны верхней и другой со стороны нижней граней.

Размеры образцов определяются пределом прочности горной породы (табл. 7.1).

При геологических разведках горных пород допускается определять предел их прочности испытанием образцов из кернов любых диаметров. Высота образца при этом должна быть равна диаметру керна. Грани образцов из природного камня, соприкаса-

ТАБЛИЦА 7.1

Предел прочности при сжатии		Размеры, мм	
МПа	кгс/см ²	ребер кубов	диаметра и высоты цилиндров
От 0,4 до 4 » 5,1 » 20 » 20,1 и более	От 4 до 50 » 51 » 200 » 201 и более	150 и 200 70, 100 и 150 50 и 70	100 и 150 700 и 100 42, 50 и 70

ющиеся при испытании с плитами пресса, выравнивают шлифованием. У образцов из слонстых горных пород шлифуют грани, параллельные направлению слоев. Отклонение шлифованных граней камней от плоскости должно быть не более 0,07 мм. Грани образцов из горных пород прочностью 10 МПа и менее допускается вместо шлифования выравнивать цементным раствором.

Перед изготовлением образцов из каменных материалов изделия погружают в воду не менее чем на 5 мин. Для выравнивания поверхностей образцов применяют цементный раствор, состоящий из равных по массе частей портландцемента марки не ниже 400 и песка крупностью не более 1 мм. Водоцементное отношение раствора должно быть в пределах 0,34—0,36. Толщина растворного шва и выравнивающих слоев на верхней и нижней поверхностях образцов должна быть от 3 до 5 мм. Образцы после изготовления выдерживают не менее трех суток при температуре воздуха $20 \pm 3^\circ \text{C}$ и его относительной влажности 90—95%.

При необходимости срочного испытания кирпича в каменной опорной поверхности их выравнивают шлифованием. Отклонение шлифованных поверхностей от плоскости не должно быть более 0,07 мм. Взамен шлифования допускается выравнивание поверхностей и соединение кирпичей гипсовым раствором. Образцы, подготовленные на гипсовом растворе, испытывают через 2 ч после их изготовления.

Поверхности кирпича и камней шлифуют на любом шлифовальном станке. Отклонение шлифовальных поверхностей измеряют поверочной лекальной линейкой и шупом в трех поперечных и трех продольных направлениях каждой шлифованной поверхности.

Применяемое оборудование: гидравлический пресс по ГОСТ 8905—73*; штангенциркуль по ГОСТ 166—73*; измерительная металлическая линейка по ГОСТ 427—75; линейка поверочная лекальная ЛТ по ГОСТ 8026—75; шуп по ГОСТ 882—75.

Образцы измеряют с погрешностью 1 мм. Каждый линейный размер образца вычисляют как среднее арифметическое результатов трех измерений: двух измерений параллельных ребер, лежащих в плоскости

одной грани, и средней прямой, лежащей между этими ребрами. Диаметр цилиндра измеряют в каждом торце по двум взаимно перпендикулярным направлениям и величину его принимают как среднее арифметическое результатов четырех измерений.

Проведение испытания. При испытании образец устанавливают в центре опорной плиты и прижимают верхней плитой пресса, которая должна плотно прилегать по всей верхней грани образца. Нагрузка на образец при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20—60 с после начала испытания. Разрушающая нагрузка должна составлять не менее 10% предельно развиваемого прессом усилия.

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ отдельного образца вычисляют по формуле, аналогичной формуле (4.36). Средний предел прочности при сжатии образцов в партии вычисляют с погрешностью 0,1 МПа как среднее арифметическое результатов испытаний. При вычислении среднего предела прочности не учитывают образцы, предел прочности которых превышает более чем на 40% среднее значение предела прочности всех образцов.

ТАБЛИЦА 7.2

Размер ребра куба или диаметра d и высоты h цилиндра ($d = h$), мм	Переводной коэффициент для	
	кубов	цилиндров
200	1	—
150	0,9	0,96
100	0,80	0,85
70	0,70	0,75
50 и 42	0,65	0,70

При вычислении предела прочности образцов из двух целых кирпичей толщиной 88 и 90 мм или из двух их половинок результаты испытаний умножают на коэффициент 1,2. При вычислении пределов прочности образцов-кубов и образцов-цилиндров из природного камня результаты испытаний умножают на переводной коэффициент (табл. 7.2).

При вычислении предела прочности образцов из кирпича и керамических камней со шлифованными гранями результаты испытаний умножают на коэффициент 0,7. Допускается уточнять коэффициент, зависящий от качества шлифования, параллельным определением пределов прочности при сжатии кирпича или камней, отбираемых из одной партии: 10 образцов со швом и поверхностями, выровненными цементным раствором (R_n) и 10 образцов со шлифованными гранями ($R_{шл}$).

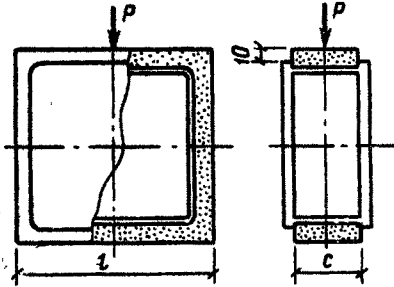


Рис. 7.3. Схема испытания стеклянного пустотелого блока на сжатие

При этом коэффициент принимают по формуле

$$K = \frac{R_n}{R_{шл}} < 1. \quad (7.2)$$

Коэффициент K уточняют не реже одного раза в два месяца.

Блоки стеклянные пустотелые для испытания при сжатии должны иметь по периметру торцовых стенок цементного раствора, выступающую за лицевые стенки на 10 мм (рис. 7.3). Для приготовления цементного раствора применяют портландцемент марки 400 и песок (состав по весу 1:3 при водоцементном отношении 0,6). Блок фиксируют в форме по центру и по периметру блока укладывают цементный раствор, уплотняя его вибрированием. Срок выдержки раствора 7 сут.

Предел прочности стеклянных блоков при сжатии определяют на гидравлическом прессе. Манометр пресса, используемый в качестве силовизмерителя, должен иметь контрольную стрелку, не препятствующую движению осевой стрелки. Подачу масла регулируют таким образом, чтобы нагрузка на образец возрастала непрерывно и равномерно со скоростью 0,1—0,2 МПа в 1 с. Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле, аналогичной формуле (4.36). Площадь торцовой грани блока вычисляют как среднее арифметическое верхней и нижней торцовых площадей испытуемого блока. Предел прочности при сжатии партии стеклянных блоков вычисляют как среднее

арифметическое результатов испытаний пяти образцов.

Сущность определения прочности стеновых материалов при изгибе заключается в испытании целого образца кирпича, уложенного плашмя на двух опорах с расстоянием между ними 200 мм при испытании кирпича и 350 мм при испытании гипсовых облицовочных листов, сосредоточенной нагрузкой, приложенной посередине пролета (рис. 7.4).

Подготовка образцов. Постели кирпича, отобранного для испытания на изгиб, в местах опирания и приложения нагрузки выравнивают слоем цементного или гипсового раствора толщиной не более 3 мм и

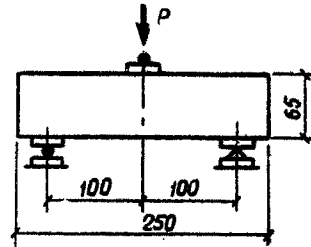


Рис. 7.4. Схема испытания кирпича на изгиб

шириной 25—30 мм. При использовании цементного раствора образцы выдерживают в помещении не менее 3 сут, при использовании гипса — не менее 2 ч. Допускается вместо цементных или гипсовых полосок выравнивать постели в местах опирания образца на опоры и в месте приложения нагрузки шлифованием.

Силикатный кирпич испытывают на изгиб без выравнивания опорных поверхностей раствором или шлифованием. Образцы из пустотелого кирпича с несквозными пустотами испытывают с расположенным пустот в растянутой зоне. На боковых гранях образцов, подготовленных к испытанию, отмечают точки опирания образца и приложения нагрузки.

При испытании используют следующее **оборудование:** гидравлический пресс по ГОСТ 8905—73*, позволяющий регистрировать разрушающую нагрузку с погрешностью 100 Н; измерительную металлическую линейку по ГОСТ 427—75; приспособление для испытаний, состоящее из подвижного и неподвижного опорных катков и катка для передачи нагрузки от пресса на кирпич. Диаметр катков должен быть не более 20 мм, длина катка — не менее ширины кирпича; опоры для испытания гипсовых облицовочных листов могут быть в виде цилиндрических катков диаметром 10 мм или в виде призм с закругленными ребрами; нагрузка на образец передается также через каток или призму, длина каждой опоры должна быть не менее ширины образца.

Размеры образцов определяют с погрешностью 1 мм: высоту — как среднее арифметическое значение двух измерений

боковых граней, ширину — как среднее арифметическое двух измерений верхней и нижней граней.

Проведение испытания. Для испытаний на изгиб образцы кирпича укладывают на опоры. Нагрузку на образец передают непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение не ранее чем через 20 с после начала испытания.

Предел прочности при изгибе $R_{и}$ отдельного образца вычисляют по формуле

$$R_{и} = 3Pl/2bh^2, \quad (7.3)$$

где P — наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н; l — расстояние между осями опор, м; b — ширина образца, м; h — высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя, м.

Предел прочности при изгибе образцов в партии вычисляют с погрешностью 0,1 МПа как среднее арифметическое результатов испытаний установленного числа образцов.

Если при испытании образцов данной партии окажутся образцы, прочность которых отличается от среднего арифметического результатов испытаний всех образцов более чем на 50% в ту или другую сторону, то один образец с наибольшим отклонением не учитывают, и в этом случае средний предел прочности при изгибе образцов данной партии вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний без этого образца. Показатель этого образца является основанием для снижения марки кирпича данной партии.

Образцы гипсовых облицовочных листов загружают равномерно со скоростью не более 10 Н в 1 с. Разрушающим грузом для листов данной партии считают среднее арифметическое результатов испытания шести образцов. Наименьшие разрушающие грузы для отдельных образцов должны быть не менее 90% следующих значений: для листа толщиной 10 мм — 25 кг; для листа толщиной 12 мм — 32 кг. При повторной проверке разрушающим грузом считают среднее арифметическое значение результатов испытаний 12 образцов, взятых от шести листов.

§ 3. Ударная вязкость асбестоцементных изделий

Сущность испытания состоит в определении отношения работы, затраченной на излом образца, к площади его поперечного сечения. Для определения удельной ударной вязкости из асбестоцементной плиты карборундовой пилой выпиливают по одному образцу длиной 60 мм и шириной 25 мм.

Для испытания применяют маятниковый копер типа МК-05 (рис. 7.5).

Проведение испытания. Испытуемый образец укладывают на опоры копра, расстояние между которыми должно быть $50 \pm 0,5$ мм. Маятник копра поднимается в исходное положение и удерживается упором. Затем маятник освобождают, давая ему свободно падать. После излома образца

маятник останавливают и по шкале прибора отсчитывают работу A , затраченную на разрушение образца.

Удельную ударную вязкость $R_{уд}$, НХ/м/см², образца определяют по формуле

$$R_{уд} = A/bc, \quad (7.4)$$

где A — работа, Н·м; b — ширина образца, см; c — толщина образца, см.

Удельную ударную вязкость партии плит вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний образцов от трех плит.

§ 4. Разрушающая нагрузка и сопротивление расслаиванию при испытании облицовочного картона

Разрушающую нагрузку при испытании влажного облицовочного картона определяют следующим образом. Образцы картона шириной 50 мм и длиной 250 мм погружают на 2 мин в воду с температурой $20 \pm 1^\circ\text{C}$, затем извлекают из воды, осушают; поверхность фильтровальной бумагой и испытывают на разрывной машине. Разрушающая нагрузка должна составлять в продольном направлении не менее 640 Н, а в поперечном — не менее 220 Н.

Сущность определения сопротивления расслаиванию состоит в установлении усилия разрывной машины, требуемого для расслаивания склеенных полосок картона (не по месту склейки).

Для испытания применяют следующее **оборудование**: металлическую линейку с ценой деления 1 мм; разрывную машину, имеющую шкалу для нагрузки до 50 Н и скорость движения вжигного захвата машины 60 мм/мин; электронагревательный прибор с прижимным устройством, обеспечивающий температуру $120 - 130^\circ\text{C}$.

Испытанию подвергают не менее трех образцов, склеенных из двух полосок, вырезанных в продольном направлении. Ширина каждой полоски $15 \pm 0,5$ мм, длина — 100 мм. Полоски склеивают между собой лицевыми сторонами на половину их площади, т. е. по длине на 50 мм, остальную часть полосок оставляют свободной и до склеивания изгибают под углом 90° . Склеивают полоски жидким стеклом с плотностью $1440 - 1450$ кг/м³. После склейки изогнутые концы полосок выпрямляют, образец помещают под металлическую пластину размером 150×150 мм с грузом и выдерживают в течение 10 мин. Общая масса пластины и груза составляет 5 кг.

Затем образцы сушат в течение 5 мин при $120 - 130^\circ\text{C}$ на электронагревательном приборе с прижимным устройством. После сушки образцы кондиционируют не менее 15 мин и испытывают на разрывной машине. В зажимы разрывной машины помещают свободные концы склеенных полосок. Образец, расслаивание которого произошло по месту склейки, заменяют.

Сопротивление расслаиванию определяется усилием N , под действием которого

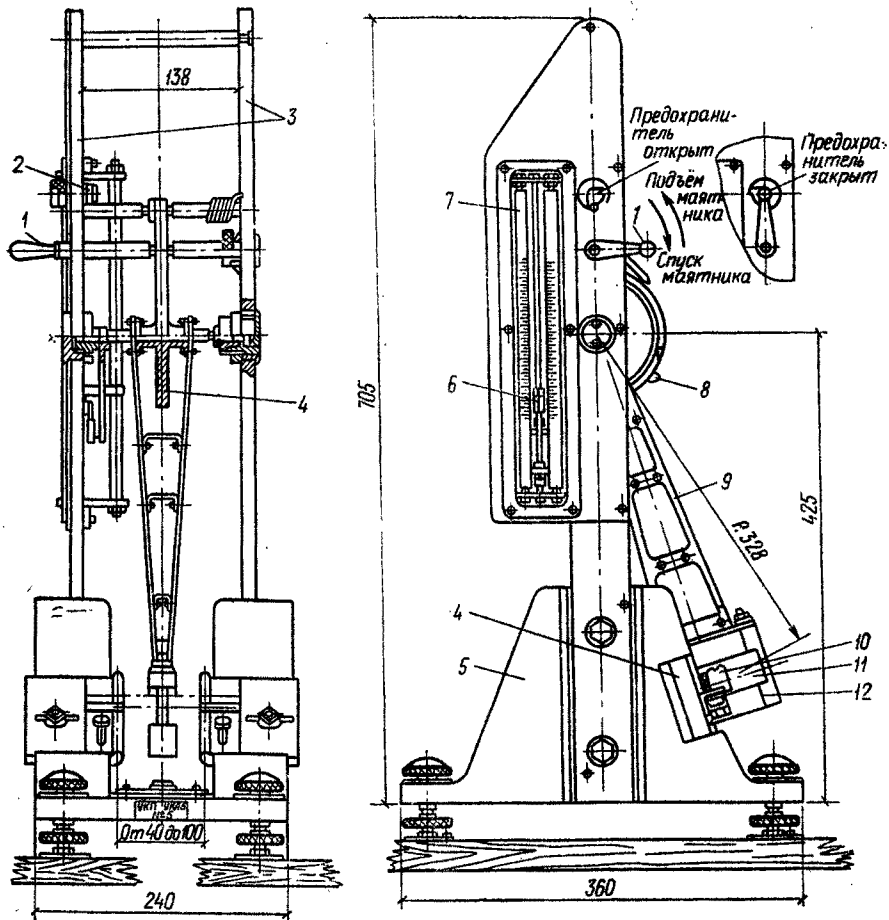


Рис. 7.5. Маятниковый копер МК-0,5 для определения удельной ударной вязкости асбестоцементных плит

1 — ручка; 2 — пусковое устройство; 3 — стойка; 4 — опора; 5 — основание; 6 — указатель; 7 — шкала; 8 — предохранитель; 9 — маятник; 10 — нож; 11 — образец; 12 — молот

сбразец картона полностью расслаивается. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех определений.

§ 5. Сопротивление удару стеклянных блоков

Сущность испытания состоит в разрушении блока сосредоточенной ударной нагрузкой, прикладываемой посередине его лицевой стенки.

Для испытания применяют следующее оборудование: две деревянные опорные призмы длиной не менее ширины испытуемого блока; стальной шарик массой 0,12—0,15 кг; штатив с делениями (в см) для отсчета высоты падения шарика.

Проведение испытания. Блок укладывают лицевой стенкой на две деревянные параллельно установленные опорные призмы, углубленные до вершины грани в сухой пе-

сок без инородных включений. Испытание на сопротивление удару проводят стальным шариком, свободно падающим на центр лицевой стенки блока с высоты 75—55 см. Сопротивлением удару считают работу, произведенную падающим шариком при разрушении блока.

Сопротивление удару $R_{уд}$, Дж, вычисляют по формуле

$$R_{уд} = Ph, \quad (7.5)$$

где P — разрушающая нагрузка, равная массе стального шарика, Н; h — высота падения стального шарика, см.

Сопротивление удару партии блоков вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

§ 5. Прочность сцепления штукатурки

Прочность сцепления штукатурки с основанием определяют на образцах, изго-

товленных из материала, который будут оштукатуривать. Образцы перед нанесением на них штукатурки увлажняют погружением в воду на 10—15 с, затем насухо вытирают и одну из поверхностей образца, подлежащую оштукатуриванию, выравнивают. Для выравнивания применяют растворную смесь, предназначенную для штукатурки, с увеличением содержания в ней вяжущего на 25% и воды на 50%. Непосредственно после схватывания выравнивающего слоя на образец наносят испытываемую растворную смесь ровным слоем заданной

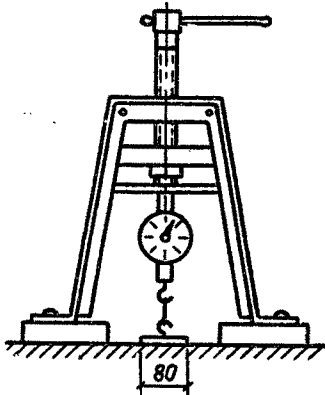


Рис. 7.6. Прибор для определения прочности сцепления штукатурки с основанием

толщины, но не менее 10 мм. Приготовленные таким образом образцы со штукатурным слоем из растворной смеси из воздушных вяжущих хранят в течение 28 сут в помещении с температурой $20 \pm 3^\circ \text{C}$ и относительной влажностью 65±10%. Образцы со штукатурным слоем из растворной смеси на гидравлических вяжущих хранят при $20 \pm 3^\circ \text{C}$ в течение трех суток в камере с относительной влажностью воздуха выше 90%, а остальное время — до испытания в воздушных условиях при относительной влажности воздуха 65±10%.

Для определения прочности сцепления штукатурки с основанием применяют прибор (рис. 7.6), который состоит из металлической пластинки круглой формы площадью 50 см² с захватом; динамометра, присоединяющегося к захвату; и разрывного устройства (шпинделя ручного привода, присоединяемого к динамометру). К прибору относятся еще сверло-коронка, диаметр которой соответствует диаметру металлической пластинки.

Проведение испытания. Сверлом-коронкой прорезают слой штукатурки до основания таким образом, чтобы срезанная часть оставалась в неповрежденном состоянии и сцепление штукатурки с основанием не ослабло. После этого металлическую пластинку наклеивают на срезанную поверхность штукатурки с помощью наплавленной смолы или другого материала. После затвердения смолы диск штукатурки отрывают

от основания. Силу отрыва измеряют динамометром.

Прочность сцепления штукатурки с основанием $R_{сц}$, Па, вычисляют по формуле

$$R_{сц} = P/F, \quad (7.6)$$

где P — разрушающая нагрузка, Н; F — площадь диска, см².

При испытании отмечают характер разрушения (отрыв штукатурки или ее отслоение от основания).

§ 7. Коэффициент светопропускания стеклянных блоков (бесцветных)

Для испытания применяют следующее **оборудование**: шаровой диффузомер диаметром 1,5—2 м, с диафрагмой толщиной 8 мм (рис. 7.7); малую диафрагму-вставку толщиной 8 мм; источники света — лампы накаливания мощностью 60—75 Вт, равномерно расположенные по периметру диафрагмы; светопропускающие экраны для торцовых стенок блоков; рефлектор, люксметр Ю-16.

В центре диафрагмы имеется отверстие, имеющее размеры малой диафрагмы-вставки. Размеры отверстия в центре малой диафрагмы-вставки соответствуют размерам лицевой стенки блока, который устанавливают на откидную полочку, расположенную в отверстиях.

Внутренняя поверхность диффузометра и поверхность всех приспособлений, находящихся в нем (диафрагма, малая диафрагма-вставка, откидная полочка, экран и рефлектор, предохраняющие фотоэлемент и блок от попадания прямых лучей источников света), окрашивают белой диффузиоотражающей краской в соответствии с

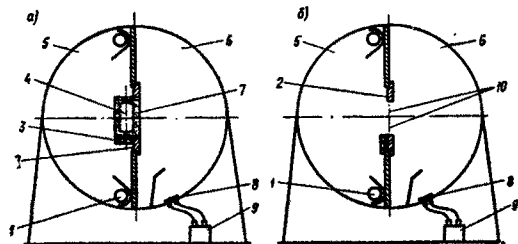


Рис. 7.7. Схема диффузомера для определения коэффициента светопропускания стеклянных пустотелых блоков

a — схема диффузомера при измерении Φ_T ; *b* — схема диффузомера при измерении Φ

ГОСТ 17616—72. Светонепропускающие экраны, плотно прилегающие к торцовым стенкам блока, должны иметь диффузиоотражающую отделку: с внутренних сторон — из упругого материала с коэффициентом отражения 0,5—0,6; с наружных сторон, обращенных в диффузомер, — белой краской с коэффициентом отражения 0,6—0,7.

Проведение испытания. Подбирают и устанавливают в диафрагму диффузомера малую диафрагму-вставку 2 с отверстием, соответствующим размерам лицевых стенок испытываемых блоков. Торцовые стенки испытываемого блока 4 закрывают плотно прилегающими светонепропускающими экранами. Полусферы диффузомера 5 и 6 раздвигают. Блок устанавливают на откидную полочку 3 в отверстии 10 малой диафрагмы-вставки. Наружная поверхность лицевой стенки блока 7 должна находиться в одной плоскости с малой диафрагмой-вставкой. Устанавливают фотоэлемент 8 люксметра 9 в рабочее положение. Источники света 1 включают в сеть и диффузомер закрывают (рис. 7.7, а). Производят отсчет по шкале люксметра, который показывает величину Φ_{τ} .

Диффузомер открывают, вынимают блок, закрывают (рис. 7.7, б) и по шкале люксметра определяют величину Φ_i .

Каждый блок подвергают не менее чем трехкратным испытаниям, а коэффициент светопропускания каждого блока определяют как среднее арифметическое результатов трех измерений по формуле

$$\tau'_{\text{бл}} = \frac{\frac{\Phi'_{\tau}}{\Phi'_i} + \frac{\Phi''_{\tau}}{\Phi''_i} + \frac{\Phi'''_{\tau}}{\Phi'''_i}}{3}, \quad (7.7)$$

где $\tau'_{\text{бл}}$ — коэффициент светопропускания каждого испытываемого блока; Φ'_{τ} , Φ''_{τ} , Φ'''_{τ} — показания по шкале люксметра при наличии блока в отверстии малой диафрагмы-вставки соответственно при первом, втором и третьем измерениях; Φ'_i , Φ''_i , Φ'''_i — показания по шкале люксметра при открытом отверстии в малой диафрагме-вставке соответственно при первом, втором и третьем измерениях.

Коэффициент светопропускания партии блоков вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

§ 8. Степень отжига стеклянных блоков (бесцветных)

Сущность определения состоит в сопоставлении интерференционной окраски, наблюдаемой при просмотре блока в полярископе в поляризованном свете, с окраской различных участков анизотропного клина, соответствующей определенным остаточным напряжениям.

Для испытания применяют полярископ типа ПКС-500 или полярископ-поляриметр типа ПКС-250 или ПКС-125, анизотропный клин или другой компенсатор.

Блок просматривают в полярископе в поляризованном свете до получения наибольшей яркости интерференционных цветов. Рядом с блоком помещают клин и подбирают окраску, совпадающую с окраской в испытываемом блоке. Окраска различных

участков клина соответствует определенным остаточным напряжениям.

§ 9. Известковые включения (дутики) в кирпиче и керамических камнях

Наличие известковых включений (дутиков) определяют, пропаривая изделия (10 образцов кирпича или 5 камней) в сосуде. Образцы, не подвергавшиеся воздействию влаги, укладывают на решетку, помещенную в сосуд с крышкой. Налитую под решетку воду подогревают до кипения, которое продолжается 1 ч. Затем образцы охлаждают в этом закрытом сосуде в течение 4 ч, после чего их вынимают и осматривают. На испытанных образцах не должно быть трещин, а также отколов на поверхности размером более 5 мм по их наибольшему измерению. Отколы определяют по их наибольшему измерению металлической линейкой с погрешностью 1 мм.

После испытания потерю прочности образцов при сжатии ΔR определяют по формуле

$$\Delta R = \frac{R - R_1}{R} 100, \quad (7.8)$$

где R — прочность в воздушно-сухом состоянии непосредственно после обжига, Па; R_1 — прочность после пропаривания, Па.

Прочность образцов определяют по методике, изложенной в § 2 гл. 7. Испытание кирпича и камней на наличие известковых включений проводят не реже одного раза в месяц и каждый раз при изменении содержания карбонатных включений в исходном сырье.

§ 10. Термическая стойкость

Термическую стойкость глазурованных керамических плиток определяют следующим образом. Отобранные три плитки помещают в воздушную баню и постепенно нагревают до 100° С, после чего быстро погружают в воду температурой 18—20° С, оставая в ней до полного охлаждения. Затем плитки вынимают и осматривают. Чтобы точнее обнаружить наличие цека, на поверхность плиток наносят несколько капель жидкой краски или чернил и протирают мягкой тканью. Плитки считаются термически стойкими, если в результате испытания на их глазурованной поверхности не будет обнаружено трещин, отколов, песочек и цека.

Для определения термической стойкости стеклянных блоков испытываемые образцы помещают в термостат, предварительно нагретый до 60±1° С, выдерживают при этой температуре в течение 30 мин, а затем быстро погружают в ванну с водой, имеющую температуру 20±1° С. При этом образцы, подвергнутые испытанию, не должны разрушаться.

ГЛАВА 8

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
КРОВЕЛЬНЫХ
И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ§ 1. Проверка размеров и выявление
наружных дефектов

Внешний вид асбестоцементных изделий (наличие на изделиях трещин, отколов, пробоин, посторонних включений, налипов и сдиров пленки и др.) проверяют визуально. Внешний вид окрашенной и офактуренной поверхности (цвет, интенсивность и равномерность окраски, рисунок и характер отделки и др.) оценивают визуально на расстоянии 10 м сравнением с утвержденным стандартным образцом.

Для определения линейных размеров и правильности формы асбестоцементных изделий применяют следующее *оборудование*: металлический измерительный инструмент; линейки, рулетки измерительные, штангенциркули, толщиномеры, щупы, угольники и др.

Проведение испытания. Толщину определяют с погрешностью 0,1 мм, остальные размеры и правильность формы — с погрешностью 1 мм.

Для измерения длины волнистых листов рулетку прикладывают по гребням крайних волн с двух сторон листа; для измерения длины плоских листов или других изделий — с двух сторон листа или изделия на расстоянии не менее 50 мм от кромок. Для измерения длины деталей к волнистым листам линейку с упором и движком прикладывают в двух местах на расстоянии 50 мм от долевых кромок. Длину изделия вычисляют как среднее арифметическое результатов двух измерений.

Для измерения ширины изделий и расстояния от гребней крайних волн до продольных кромок (в случае проверки волнистых листов) линейку с упором или движ-

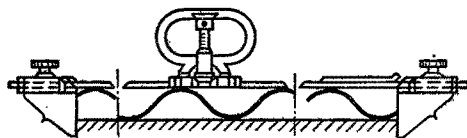


Рис. 8.1. Схема измерения ширины асбестоцементных листов

ком (рис. 8.1) прикладывают с двух сторон изделия на расстоянии не менее 20 мм от торцевой части. Ширину коньковых и переходной деталей измеряют посередине детали. Ширину изделия, а также расстояние от гребней крайних волн до продольных кромок вычисляют как среднее арифметическое результатов двух измерений.

Толщину измеряют в четырех точках, расположенных посередине каждой сто-

роны изделия, штангенциркулем или толщиномером. Толщину изделия вычисляют как среднее арифметическое результатов четырех измерений.

Высоту волн (для волнистых листов и деталей к ним) определяют, укладывая линейку на расстоянии 50 мм от торцевой части листа и волнистого торца деталей на два соседних гребня волны, и измеряя второй линейкой расстояние от

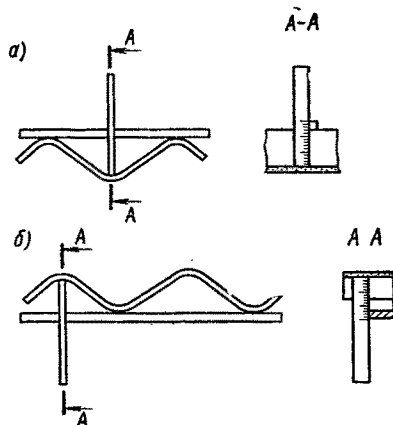


Рис. 8.2. Схема измерения высоты волн асбестоцементных листов

а — рядовой волны; б — перекрываемой волны листа и перекрывающей волны детали

нее до низшей точки впадины волны (рис. 8.2, а).

Высоту перекрываемой волны листа и перекрывающей волны детали определяют следующим образом. Лист или деталь укладывают на ровную горизонтальную плоскость (рис. 8.2, б) и слегка прижимают к ней для достижения плотного прилегания. При этом лист или деталь должны выступать за край плоскости в виде консоли на 50 мм; затем к консоли снизу прикладывают линейку и с помощью второй линейки измеряют высоту перекрываемой волны листа или перекрывающей волны детали.

Высоту волны листа определяют с двух сторон и вычисляют как среднее арифметическое результатов двух измерений.

При определении прямоугольности угольник с размерами одной из сторон не менее 1 м последовательно накладывают на все четыре угла изделия; одну сторону угольника плотно прижимают к кромке изделия и измеряют щупом или клином максимальный зазор между второй стороной угольника и кромкой.

При определении прямолинейности кромок линейку длиной 1 м прикладывают ребром к кромке изделия и щупом или клином измеряют максимальный зазор между ребром линейки и кромкой.

При определении отклонения от плоскости изделие укладывают на ровную горизонтальную поверхность. Линейку длиной 1 м прикладывают ребром к лицевой

стороне изделия и шупом измеряют максимальный зазор между ребром линейки и плоскостью изделия.

Для определения зазора, образующегося между поверхностью изделия и шаблоном номинального профиля изделия, укладывают на ровную горизонтальную плоскость и слегка прижимают к ней, чтобы обеспечить плотное прилегание изделия к плоскости. Правильность профиля проверяют металлическим шаблоном соответствующего профиля с двух сторон на расстоянии 500 мм от торцов изделия. Зазор между изделием и шаблоном измеряют шупом или клином.

Размеры и глубину пазов (фальцев) глиняной черепицы, шиповые отверстия легкой черепицы определяют металлическим измерительным инструментом с погрешностью 1 мм. Число черепиц на 1 м² покрытия определяют с округлением до первого десятичного знака как величину, обратную средней кроющей площади одной черепицы, выраженной в квадратных метрах. Искривление поверхности и ребер черепицы определяют с погрешностью 1 мм путем измерения наибольшего зазора между поверхностью или ребром свободно лежащей черепицы и выверенной поверхностью опорной плоскости.

При оценке внешнего вида рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов проверяют качество намотки рулонов и ровность торцов. Затем рулоны разворачивают на всю длину и устанавливают число полотен в рулоне, наличие или отсутствие на полотне бугорков, проколов, трещин, дыр, разрывов, складок и надрывов кромок. Полотно в каждом рулоне измеряют по длине и ширине металлическим измерительным инструментом с погрешностью 1% и вычисляют площадь в квадратных метрах. Площадь полотна в рулоне проверяемой партии определяют как среднее арифметическое значение результатов измерения площадей всех отобранных для испытания рулонов.

Толщину гидроизола измеряют толщиномерами типов ТН-10-1 и ТР-10-1 по ГОСТ 11358—74 в десяти точках каждого отобранного для испытаний образца по его периметру на расстоянии не менее 20 мм от края. За результат испытания каждого образца принимают среднее арифметическое десяти измерений.

При внешнем осмотре кровельного картона проверяют правильность упаковки отобранных для испытаний рулонов, качество намотки картона в рулон, число стыков, ровность торцов и кромок. Для проверки внешнего вида полотна картона и наличия на нем бугорков, трещин, дыр, разрывов, давленных мест, складок, надрывов кромок и других дефектов рулоны в зависимости от массы разворачивают на длину 20—40 м. Размеры бугорков измеряют микрометром. Разница в толщине картона вблизи бугорка и вместе с бугорком не должна превышать 1 мм.

§ 2. Масса 1 м²

Массу 1 м² кровельного картона определяют взвешиванием образца размером 100×100 мм с погрешностью 0,1 г на технических весах и вычисляют как среднее арифметическое результатов взвешивания трех образцов (в кг). Далее образцы высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при 105—110° С. Влажность картона (в %) вычисляют по формуле, аналогичной формуле (6.85). Влажность картона данной партии определяют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

Массу 1 м² картона M_1 при стандартной влажности вычисляют по формуле

$$M_1 = M \frac{(100 - W)}{(100 - W_1)}, \quad (8.1)$$

где M — масса картона, кг/м²; W — влажность картона, %; W_1 — стандартная влажность картона, %, в зависимости от его марки.

Отношение минимального значения массы к максимальному у образцов, отобранных из одного и того же рулона, должно быть не менее 0,9.

Массу 1 м² покрытия из цементно-песчаной черепицы или массу 1 м² конька в насыщенном водой состоянии определяют следующим образом. Отобранную черепицу укладывают в сосуд с водой температурой 20±5° С в один ряд на подкладки так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха черепицы или конька не менее чем на 20 мм, и выдерживают их до постоянной массы. Образцы в процессе их насыщения взвешивают с погрешностью 1 г. Массу одной черепицы (в кг) определяют как среднее арифметическое результатов взвешиваний пяти образцов.

Массу 1 м² покрытия из черепицы в насыщенном водой состоянии вычисляют путем умножения средней массы черепицы на число черепиц на 1 м² покрытия.

§ 3. Прочность

Прочность при изгибе

Сушность испытания заключается в разрушении образца сосредоточенной нагрузкой, прикладываемой посередине пролета по однопролетной схеме.

Подготовка образцов. Образцы асбестоцементных изделий для испытания должны иметь в плане прямоугольную форму. Размеры образцов принимают в зависимости от вида изделий. От каждого из отобранных для испытания изделий на расстоянии не менее 50 мм от торца выпиливают по два образца: из волнистых листов размером 200±5 мм по длине листа и 2,5 шага волны по ширине листа, из волнистой части деталей размером 180 мм по ширине и 2,5 шага волны. Каждый образец должен иметь в средней части гребень. Из плоских листов и из плоской части фигурных изделий выпиливают образцы длиной 220 мм и шириной 70±2 мм. Вырезанные образцы

перед испытанием выдерживают в помещении лаборатории не менее 24 ч.

При контроле предприятием-изготовителем предела прочности при изгибе плоских непрессованных листов допускается, кроме случаев арбитражных испытаний, отбор образцов в процессе производства вырезанием их из поперечных обрезков, которые образуются при раскрое полуфабриката. Образцы отбирают через равные промежутки времени по одному из обрезка.

Образцы вырезают поочередно на расстоянии $1/4$ и $3/4$ длины обрезка, считая от одного и того же края, не изменяя его плотность. До испытания отобранные образцы хранят в герметической емкости или полиэтиленовом пакете в горизонтальном положении в стопках по 6 шт. на плоских металлических прокладках. На каждый образец каждой стопки также укладывают металлическую плоскую прокладку массой 2—4 кг для исключения деформации образцов. При использовании песчанистого цемента образцы подвергают автоклавной обработке вместе с изделиями контролируемой партии.

Перед испытанием нижнюю поверхность образцов глиняной черепицы выравнивают по уровню двумя поперечными полосоками из гипсового раствора шириной 20—30 мм, уложенного в местах опирания черепицы на опоры. На середине верхней поверхности черепицы таким же образом делают одну поперечную полосу в месте приложения нагрузки.

Для испытания применяют следующее оборудование: прибор МР-0,5-СМ и др. со следующими характеристиками: предельная нагрузка шкалы 1000 Н (100 кгс), цена деления шкалы 2 Н; погрешность $\pm 1\%$, скорость нагружения на образец 50 Н/с; точность измерения до 5 Н (прибор должен обеспечить испытание по однопролетной схеме нагружкой, приложенной равномерно посередине пролета. Металлические опоры, передающие нагрузку на образец, должны иметь длину, превышающую ширину образца. Поверхности опор, соприкасающиеся с образцом, должны иметь закругления радиусом не более 10 мм); штагенциркуль по ГОСТ 166—73*; линейку измерительную по ГОСТ 427—75.

Проведение испытания. При испытании асбестоцементные образцы укладывают лицевой поверхностью в сторону нагрузки, прилагаемой посередине пролета. Расстояние между крайними опорами для образцов, выпиленных из волнистых листов, соответствует удвоенному шагу волны (рис. 8.3, а); для образцов, выпиленных из плоских листов, — 200 мм (рис. 8.3, б) и устанавливается с погрешностью 1 мм.

Каждый испытуемый образец доводят до разрушения. После разрушения образца измеряют его толщину и ширину. Толщину измеряют в трех точках по линии излома образца с погрешностью 0,1 мм. Толщину образца считают среднее арифметическое результатов трех измерений. Ширину разрушенного образца измеряют на двух частях

в направлении, перпендикулярном к краям образца, около линии излома с погрешностью 1 мм. Шириной образца считают среднее арифметическое результатов двух измерений.

Предел прочности при изгибе вычисляют по формуле, аналогичной формуле (7.3). Предел прочности при изгибе партии асбестоцементных изделий вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов партии.

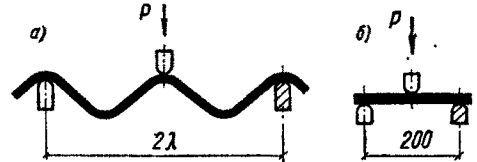


Рис. 8.3. Схемы нагружения асбестоцементных образцов при испытании на изгиб

Испытание глиняной черепицы на излом проводят следующим образом. Черепицу укладывают на две опоры по схеме свободно лежащей балки и прикладывают посередине пролета сосредоточенную нагрузку. Длина пролета при испытании составляет: 300 мм — для пазовой штампованной, пазовой ленточной габаритной шириной 220 и 200 мм, волнистой ленточной, S-образной ленточной черепицы; 180 мм — для плоской ленточной и пазовой ленточной габаритной шириной 165 мм черепицы. Опорами могут служить цилиндрические катки диаметром 20÷30 мм или призмы с закругленными ребрами.

Разрушающая нагрузка при испытании на излом черепицы в воздушно-сухом состоянии должна быть не менее 100 кг для S-образной, 80 кг для пазовой штампованной и 70 кг для всех остальных типов черепицы.

Прочность при сосредоточенной нагрузке от штампа

Сущность определения заключается в испытании на изгиб целых волнистых листов без разрушения путем приложения заданной испытательной (нормативной) нагрузки к определенному участку листа при помощи штампа. Испытательную нагрузку устанавливают стандартами и техническими условиями по видам изделий.

Для испытания в качестве оборудования применяют прибор, обеспечивающий возможность приложения испытательной нагрузки через деревянный штамп с размерами рабочей поверхности 100×100 мм по заданной схеме опирания и загрузки при скорости повышения нагрузки не более 300 Н/с.

Проведение испытания. Листы, предназначенные для испытания, выдерживают в помещении лаборатории не менее 24 ч. Допускается, кроме случаев арбитражных испытаний, выдерживать листы в помещении цеха. Листы укладывают на две параллель-

ные опоры лицевой поверхностью в сторону штампа, в соответствии со схемой испытаний (рис. 8.4).

Расстояние между опорами устанавливается согласно действующим стандартам и техническим условиям по видам изделий. Нагрузку передают через штамп, приложенный посередине пролета к первому от перекрываемой части листа гребню волны. После достижения испытательной (нормативной) нагрузки лист выдерживают под этой нагрузкой не менее 5 с. Лист, выдержавший без признаков разрушения испытательную нагрузку, считают удовлетворяющим требованиям стандарта или технических условий по этому показателю.

Асбестоцементные полые утепленные плиты испытывают четырьмя равными сосредоточенными грузами. Нагрузку с помощью траверсы передают на четыре штампа с размером основания каждого 250×250 мм. Штамп устанавливается по продольной оси плиты (рис. 8.5). Испытание можно проводить только при наличии предохранительных стоек, не доходящих до нижней поверхности плиты на расстоянии 100—150 мм.

На строительных площадках допускается проводить испытание, непосредственно загружая плиты градуированными грузами. При испытании плиту укладывают опорами участками (25 мм) на две параллельные опоры, выверенные по уровню. При непосредственном нагружении плит градуированными грузами последние выкладывают по длине плиты двумя рядами столбиков, симметричных относительно продольной оси плиты. По длине верхнего листа в месте перехода от плоской к фигурной части под столбики помещают прокладки из прорезиненной ткани или резины толщиной 22 мм для выравнивания поверхности. Между столбиками в продольном и поперечном направлениях оставляют промежутки не менее 20 мм по всей высоте столбиков. Грузы укладывают равномерно по ширине плиты в направлении от концов плиты к ее середине.

Суммарная нагрузка на рядовые асбестоцементные плиты зависит от их марки:

Марка плиты	АП-300	АП-250	АП-225	АП-175	АП-150
Нагрузка, Н	10 000	8400	6700—7600	5900	5000

Если ни на одной из трех испытанных плит не будет обнаружено признаков разрушения (трещины, отколов и т. п.), то партия плит считается выдержавшей испытание.

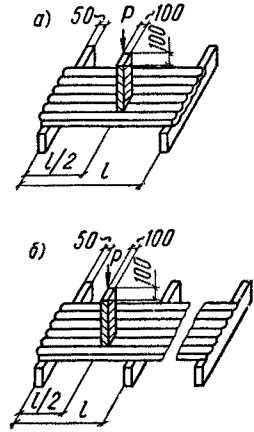


Рис. 8.4. Схема определения прочности асбестоцементного волнистого листа при сосредоточенной нагрузке от штампа а — по однопролетной схеме; б — по двухпролетной схеме

Разрывной груз при растяжении рулонных материалов в продольном и поперечном направлениях

Определение проводят на образцах размером 250×250 мм, предварительно выдержанных в течение 2 ч при $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Образцы помещают в зажимы разрывной машины, расстояние между которыми должно быть 200 мм. Образцы испытывают на разрыв при равномерной скорости перемещения подвижного зажима 50 мм/мин. В случае испытаний на машине с ручным приводом скорость вращения должна соответствовать перемещению стрелки на циферблате в 1 с на 1 кг. Образец устанавливают без перекоса посередине зажима.

В случае разрыва образца на расстоянии менее 20 мм от зажима результаты определения в расчет не принимают и для испытания вырезают другой образец из того же рулона. Разрывной груз при растяжении в продольном и поперечном направлениях вычисляют как среднее арифметиче-

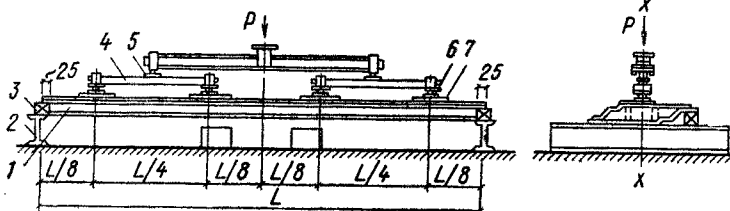


Рис. 8.5. Схема испытания полых асбестоцементных плит на изгиб с помощью сосредоточенных грузов 1 — испытываемая плита; 2 — опоры; 3 — подпорки под верхнюю полку плиты; 4 — траверса; 5 — цилиндрические шарниры; 6 — сферические шарниры; 7 — штамп

ское результатов испытаний всех образцов проверяемой партии.

Разрывной груз для кровельного картона определяют на образце размером 220×50 мм, вырезанном в продольном направлении. Испытание проводят описанным методом.

Снижение прочности на разрыв при растяжении в продольном и поперечном направлениях водонасыщенных образцов рулонных материалов

Проведение испытания. Образец размером 550×450 мм помещают полностью в воду при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ на 24 ч. По истечении этого времени образец извлекают и обтирают фильтровальной бумагой или мягкой тканью. С целью устранения влияния капиллярного подсоса влаги по краям образцов их обрезают до размеров 400×300 мм, срезая с каждой стороны по 75 мм. От приготовленного образца отрезают три полосы размером 250×50 мм в продольном направлении и три полосы в поперечном, на которых определяют разрывной груз. Испытания производят не позже 20 мин после извлечения образцов из воды.

Снижение прочности на разрыв при растяжении влажного образца R , %, вычисляют по формуле

$$R = \frac{R_{\text{сух}} - R_{\text{вл}}}{R_{\text{сух}}} 100, \quad (8.2)$$

где $R_{\text{сух}}$, $R_{\text{вл}}$ — прочность на разрыв при растяжении соответственно сухого и влажного образцов, Н.

Предел прочности полиизобутиленовой строительной мастики УМС-50 при разрыве определяют по растягивающему усилию, воздействию которому в течение установленного времени на мастичный шов между двумя бетонными плитками. При испытании (рис. 8.6) подогретую до 70°C мастику наносят в виде валика посередине бетонной плитки 2 размером 50×50×25 мм, имеющей сухую ровную поверхность без трещин, вмятин и бугров. Нанесенный валик мастики обжимают с двух сторон деревянными ограничительными планками высотой 20 мм и длиной 50 мм до размеров валика в плане 30×50 мм.

Во избежание прилипания мастики к деревянным планкам их смазывают минеральным маслом и присыпают наполнителем, применяемым для изготовления мастики. Сверху мастичный валик прижимают второй бетонной плиткой 6 для придания ему формы прямоугольного сплошного шва 4 размером 30×50×20 мм. Выступившую с торцов образца излишнюю мастику удаляют шпателем или ножом. Подготовленный таким образом образец выдерживают 4 ч при $20 \pm 2^\circ \text{C}$, после чего удаляют ограничительные планки и образец закрепляют в металлических обоймах 3 и 5. Затем образец подвеивают при помощи крючка верхней металлической обоймы 5 к крючку лабора-

торного штатива или к другой опоре. К крючку нижней металлической обоймы 3 прикрепляют расчетный груз 1.

Напряжение в испытуемом мастичном шве 4 (70 кПа) создают растягивающим усилием в 10Н, которое складается из масс расчетного груза 1, нижней бетонной плитки 2 и нижней металлической обоймы 3 с приспособлением для крепления груза, равнодействующая которых должна совпадать

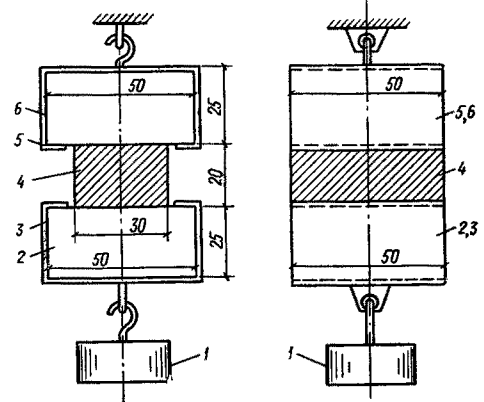


Рис. 8.6. Схема определения предела прочности полиизобутиленовой мастики УМС-50 при растяжении

с вертикальной осью симметрии образца. Образец должен выдерживать приложенное усилие не менее 60 с и иметь при последующей выдержке когезионное разрушение мастичного шва (разрыв по телу шва).

§ 4. Прочность при истирании и адгезия цветного покрытия асбестоцементных листов

Сущность определения прочности при истирании состоит в воздействии на покрытие определенного количества абразивного порошка.

При испытании применяют следующее оборудование: прибор, состоящий из вертикальной стеклянной трубки длиной 1800 мм и внутренним диаметром 22 мм, прикрепленный к деревянному штативу; воронку с внутренним диаметром выходного отверстия 5 мм; ящик для установки образца и сбора порошка; карборундовый порошок № 50.

Проведение испытания. Из листов с цветным покрытием вырезают по два образца размером 200 мм по длине и не менее 150 мм по ширине листа. Образец волнистого листа должен иметь гребень. Допускается испытывать половинки образцов, разрушенных при испытании листов на предел прочности при изгибе.

Испытуемый образец устанавливают в ящике таким образом, чтобы порошок из трубки попадал на гребень волны образца, наклонной к трубке под углом 45° ; расстояние от центра выходного отверстия трубки

до образца должно быть 20 ± 3 мм. В воронку, подвешенную над трубкой, непрерывной струей насыпают 3 кг карборундового порошка № 50, который, проходя через стеклянную трубку, попадает на образец. После испытания на образце не должна быть видна неокрашенная поверхность асбестоцементного листа.

Адгезию цветного покрытия к асбестоцементу определяют по сопротивлению отслаиванию цветного покрытия от асбестоцемента при сквозном надрезе покрытия.

Для испытания используют следующее оборудование: лезвие бритвы; измерительную линейку.

Проведение испытания. Адгезию цветного покрытия к асбестоцементу определяют на целых изделиях. Для этого отбирают от партии из разных стоп три изделия через пять суток после окраски. Лезвием бритвы прорезают насквозь слой пленки цветного покрытия (эмали) на изделиях таким образом, чтобы получилась квадратная сетка размерами 10×10 мм с расстоянием между прорезами, равным 2 мм. При удовлетворительной адгезии покрытия к асбестоцементу пленка при нанесении сетки должна хорошо прорезаться, не отслаиваться и не крошиться.

§ 5. Удлинение, гибкость и коробление

Удлинение (растяжимость) рулонных материалов устанавливают в зависимости от растяжения образца при определении разрывного груза. Вслед за установкой образца в зажимы аппарата указатель шкалы удлинения устанавливают на 0 и после разрыва образца отмечают на шкале удлинение (в %). Если шкала градуирована в миллиметрах, полученное удлинение относят к исходной рабочей длине образца, вычисляют ее в процентах по формуле, аналогичной формуле (3.1).

Остаточное удлинение изола определяют следующим образом: через 3 мин после испытания на растяжение части разорванного образца, освобожденные от зажимов, складывают по месту разрыва на ровной поверхности и измеряют длину образца с погрешностью 0,5 мм.

Остаточное удлинение (в %) вычисляют по формуле, аналогичной формуле (3.1), при этом l_0 — длина рабочего участка до испытания, мм; l_1 — длина рабочего участка двух сложенных вместе частей разорванного образца, мм.

При определении гибкости образец рулонного материала размером 20×50 мм, вырезанный в продольном направлении, помещают в воду на 10—15 мин. После этого образец медленно изгибают по полуокружности стержня и отмечают, появляются ли на полоске трещины или отслаивание посыпчатого материала.

Температура воды, в которую помещают образцы, должна быть:

для рубероида марки РР-250	$18 \pm 2^\circ \text{C}$
то же, марок РК-420 и РЧ-350	25°C
для толя марок ТК-350, ТП-350	
и ТВК-420	$20 \pm 2^\circ \text{C}$

Диаметр стержня, по полуокружности которого изгибают образец, должен быть:

для рубероида марок РК-420 и РЧ-350	30 мм
для подкладочного рубероида марки РР-250	20 »
для толя марки:	
ТК-350	10 »
ТП-350	20 »
ТВК-420	30 »

При определении гибкости стекло-рубероида образец размером 20×50 мм и стержень (диаметром 40 мм) прибора для испытания образцов на гибкость охлаждают в течение 20 мин в воде температурой 0°C . Охлажденный образец оггибают по полуокружности стержня в течение 2 с. Время с момента изъятия образца из воды и оггибания его по полуокружности стержня не должно превышать 10 с. В процессе оггибания образца наблюдают за появлением трещин.

Для определения гибкости изола образец размером 20×60 мм, вырезанный в продольном направлении рулона, выдерживают в криостате 20 мин при -15°C , после чего образец медленно изгибают по полуокружности стержня диаметром 10 мм и отмечают наличие или отсутствие трещин на нем.

Для испытания гибкости гидроизола при изгибании на 180° из каждого рулона вырезают три полоски размером 50×100 мм и помещают их в воду с температурой $18 \pm 2^\circ \text{C}$. Через 15 мин полоски вынимают и изгибают их вручную на 180° до появления сквозной трещины.

При испытании пергамин на образец размером 50×100 мм равномерным слоем толщиной около 2 мм (из расчета 10 г на образец) наносят мастику, разогретую до температуры 140 — 160°C . После охлаждения до $18 \pm 2^\circ \text{C}$, но не ранее, чем через

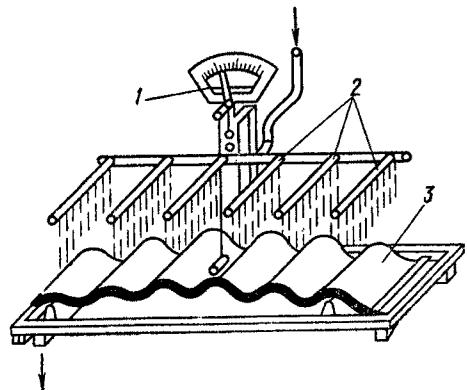


Рис. 8.7. Схема установки для определения коробления асбестоцементных листов

2 ч после нанесения мастики, образец помещают на 15 мин в воду температурой $18 \pm 2^\circ \text{C}$. Затем образец вынимают и медленно, равномерно в течение 2 сгибают по полукружности стержня диаметром:

Марка мастики	МБК-Г-55	МБК-Г-65	МБК-Г-75	МБК-Г-85	МБК-Г-100
Диаметр стержня, мм . .	10	15	20	30	40

Образец считают выдержавшим испытание, если на нем не будет обнаружено трещин.

Коробление асбестоцементных листов определяют по стреле прогиба (деформации) образцов, возникающей в процессе одностроннего непрерывного и равномерного увлажнения.

Подготовка образцов. От каждого из отобранных для испытания кровельных листов на расстоянии не менее 50 мм от торца выпиливают по два образца прямоугольной формы на всю ширину листа размером 200 мм каждый по длине листа. Выпиленные образцы перед испытанием выдерживают в помещении лаборатории не менее 24 ч, после чего торцы образцов покрывают солидолом или другим водостойким материалом.

Для испытания применяют следующие **оборудование и материалы:** дождевальную установку; прогибомер с ценой деления 0,1 мм; штатив для крепления прогибомера; две параллельные опоры цилиндрической формы с радиусом закругления 10 мм; солидол синтетический по ГОСТ 4366—64.

Проведение испытания. Испытуемые образцы 3 укладывают лицевой поверхностью вверх на опоры с расстоянием между ними 835 мм. В центре образца устанавливают штифт прогибомера 1 (рис. 8.7). Образцы увлажняют непрерывно с помощью дождевальной установки 2 при расходе воды 5—8 л/мин в течение 10 мин. Стрелку коробления листа измеряют прогибомером с погрешностью 0,1 мм и вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания шести образцов. Стрелка коробления отдельного образца не должна превышать 6,5 мм.

§ 6. Водопоглощение и водонепроницаемость

Для определения водопоглощения рулонных материалов три образца размером 100×100 мм взвешивают с погрешностью 0,01 г и помещают полностью в воду при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ на 1 мин. По истечении 1 мин образцы извлекают из воды, в течение 30—60 с обтирают мягкой и влажной хлопчатобумажной тканью и взвешивают с погрешностью 0,01 г. Затем образцы снова помещают в воду при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$ так, чтобы высота водяного столба

над ними была не менее 50 мм, и выдерживают 24 ч, после чего образцы извлекают из воды, обтирают влажной хлопчатобумажной тканью и взвешивают с погрешностью 0,01 г.

Водопоглощение W_1 , %, вычисляют по формуле

$$W_1 = \frac{m_2 - m_1}{m} 100, \quad (8.3)$$

где m — масса образца до испытания, кг; m_1 — то же, после односторонней выдержки в воде, кг; m_2 — то же, после ступенчатой выдержки в воде, кг.

При определении водопоглощения образец после испытания перед взвешиванием выдерживают на воздухе в течение 10 мин.

Водопоглощение образцов может быть определено и другим методом, например под вакуумом. В этом случае используют прибор, изображенный на рис. 8.8. Посередине одной из кромок образца размером 100×100 мм прокалывают отверстие, взвешивают образец с погрешностью 0,01 г и помещают в металлическую коробку 2 размером $120 \times 120 \times 120$ мм. Образцы подвешивают на проволочках на общий стержень и опускают в коробку так, чтобы стержень опирался на стенки коробки, а образцы полностью покрывались водой при заполнении коробки и не соприкасались друг с другом.

Коробку с образцами помещают под колпак 1 вакуум-тарелки 4, соединенной с вакуум-насосом 8 при помощи съемного шланга 7. На патрубок 5 вакуум-тарелки надевают резиновую трубку 3, другой конец которой опускают в коробку с образцами. После установки колпака на место открывают кран 6 вакуум-тарелки, включают вакуум-насос и удаляют из-под колпака воздух до остаточного давления, равного 2—3,3 кПа (15—25 мм рт. ст.). Затем закрывают кран, выключают вакуум-насос, отсоединяют шланг от насоса, заливают шланг водой, нагретой до $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$, и погружают его в резервуар с водой температурой также $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$, после чего снова открывают кран. При этом вода засасывается под колпак и по резиновой трубке стекает в коробку с образцами. Заполнив коробку водой, закрывают кран вакуум-тарелки, сливают из шланга избыточную воду и вновь открывают кран, при этом воздух поступает под колпак, и давление под ним становится одинаковым с атмосферным. Вслед за этим колпак снимают, а коробку с образцами помещают на 5 мин в резервуар с водой, нагретой до $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$.

Через 5 мин образцы по одному вынимают из воды, вытирают фильтровальной

бумагой или мягкой тканью и взвешивают с погрешностью 0,01 г. Испытание допускается производить и в иных приборах, обеспечивающих получение необходимого остаточного давления.

При определении водопоглощения асбестоцементных изделий из каждого отобранного для испытания изделия выпиливают (вырезают) по два образца

15 мм, и не менее 48 ч при толщине более 15 мм.

Допускается, кроме случаев арбитражных испытаний, сушить образцы толщиной не более 10 мм при помощи инфракрасных ламп номинальной мощностью до 500 Вт каждая, помещаемых над образцами на расстоянии 40 мм. Под одной лампой одновременно сушат не более 4 образцов, распо-

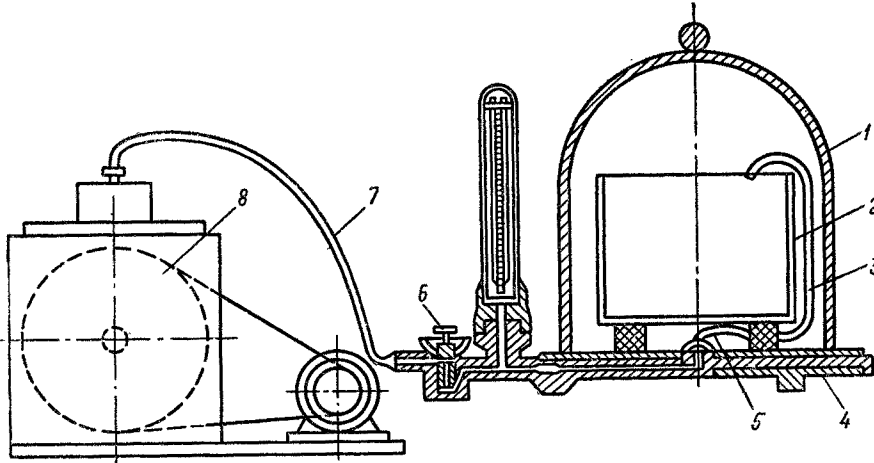


Рис. 8.8. Прибор для определения водопоглощения рулонных материалов под вакуумом

размером 50×50 мм. Образцы для испытания должны иметь ровные кромки, для чего края и углы образцов затачивают карборундовым диском или напильником. Образцы вырезают без изменения их плотности, например вырубкой инструментом в виде полого цилиндра, заточенного с внешней стороны. До испытания отобранные образцы хранят в герметической емкости или в полиэтиленовом пакете.

При использовании песчанистого цемента образцы подвергают автоклавной обработке вместе с изделиями контролируемой партии.

Для испытания применяют следующее оборудование: лабораторный сушильный шкаф, вентилируемый с перфорированными полками, позволяющий автоматически поддерживать температуру в пределах 105—110°С; термометр лабораторный по ГОСТ 2823—73*; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; весы лабораторные.

Проведение испытания. Определение водопоглощения состоит из следующих операций: сушки образцов; охлаждения сухих образцов; взвешивания сухих образцов в воздухе; насыщения образцов водой; взвешивания насыщенных водой образцов в воздухе.

Образцы для сушки помещают на полки сушильного шкафа на расстоянии не менее 3 мм друг от друга и от стенок шкафа. Сушильный шкаф нагревают до 105—110°С и при такой температуре сушат образцы не менее 24 ч, если толщина не превышает

лагая их рядом, симметрично к оси лампы лицевой стороной вверх. Продолжительность сушки при толщине образцов до 6 мм должна быть не менее 40 мин, при толщине до 10 мм — не менее 30 мин.

После 10 мин сушки образцов толщиной до 6 мм и после 15 мин сушки образцов толщиной до 10 мм их переворачивают тигельными щипцами лицевой стороной вниз. Затем охлаждают высушенные образцы в эксикаторе в течение 2 ч. После охлаждения образцы взвешивают на лабораторных весах с погрешностью 0,01 г.

Образцы насыщают водой непрерывно в течение 24 ч в ванне с водой, при этом уровень воды должен быть примерно на 30 мм выше образцов. Допускается, кроме случаев арбитражных испытаний, насыщать образцы в кипящей воде или вакуумированием. При насыщении в кипящей воде образцы помещают в сосуд, заполненный водой и снабженный решеткой для обеспечения свободной циркуляции воды между образцами и дном сосуда. Воду нагревают до кипения и выдерживают образцы в кипящей воде не менее 3 ч, после чего их охлаждают в той же воде до температуры помещения.

При насыщении вакуумированием образцы помещают в камеру, из которой откачивают воздух. Остаточное давление в камере не должно быть более 2 кПа. При этом давлении образцы выдерживают не менее 5 мин, после чего в камеру подают воду. Уровень воды должен быть выше образцов

не менее чем на 30 мм. Насыщение образцов в условиях разрежения должно продолжаться не менее 5 мин, после чего камеру соединяют с атмосферой. После снятия разрежения образцы должны находиться в воде до взвешивания, но не более 30 мин.

После насыщения образцы взвешивают в воздухе на лабораторных весах с по-

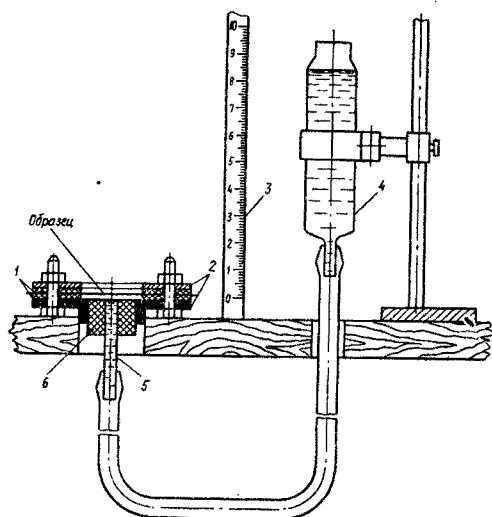


Рис. 8.9. Прибор для определения водонепроницаемости рулонных материалов

грешностью 0,01 г. Перед взвешиванием с каждого образца полотенцем или мягкой тканью удаляют имеющиеся на его поверхности капли воды. Взвешивание каждого образца заканчивают не позднее чем через 5 мин после извлечения его из воды.

Водопоглощение в процентах вычисляют по формуле, аналогичной (4.43). Водопоглощение партии вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов партии.

Сущность определения водонепроницаемости состоит в том, что измеряется время, в течение которого образец не пропускает воду при постоянном гидростатическом давлении, или измеряется гидростатическое давление, выдерживаемое образцом в течение определенного промежутка времени.

Для определения водонепроницаемости рулонных материалов вырезают три образца размером 130×130 мм. При испытании каждый образец в отдельности помещают (рис. 8.9) между резиновыми прокладками 1 во фланце 2, поднимают стеклянный сосуд 4 до тех пор, пока расстояние между верхним уровнем воды в сосуде и нижней поверхностью образца, отмеченной на градуированной линейке 3, станет равным высоте водяного столба, предусмотренной стандартом на испытуемый материал. На внешней поверхности образца не должно появляться признаков проникания воды. На

образцы со стороны, противоположной направлению давления, укладывают металлическую сетку с крупными отверстиями для предохранения образцов от деформации. Стеклянную трубку 5 уплотняют резиновой пробкой 6.

А. ИСПЫТАНИЕ ПО ВРЕМЕНИ

Испытание без применения специальных приборов (для толя и пергамина). Образец размером 300×300 мм осторожно сгибают, придавая ему форму коробки с площадью основания 100×100 мм и высотой 100 мм, и помещают на горизонтальную плоскость, покрытую лакмусовой или другой бумагой, изменяющей окраску в слабокислой среде. В коробку на высоте 50 мм наливают воду температурой $20 \pm 2^\circ \text{C}$, подкисленную соляной или серной кислотой.

Испаряющуюся воду в коробке ежедневно пополняют до первоначального уровня. Коробку с водой выдерживают при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ до появления признаков изменения цвета бумаги, вызванного просачиванием воды через образец, и фиксируют время истекшее от начала испытаний. При изготовлении коробки надо следить за тем, чтобы при изгибании материала не образовывались трещины. Жесткие или толстые материалы следует предварительно слегка подогреть в сушильном шкафу (или термостате) при 40—50° С.

Испытание с применением специальных приборов. Из испытуемого материала вырезают образец, размеры которого определяются конструкцией применяемого прибора. Образец закладывают в обойму прибора, выдерживают при постоянном давлении (указанном в стандарте на испытуемый материал) до появления капель воды на поверхности образца и фиксируют время, в течение которого образец не пропускал воду.

Б. ИСПЫТАНИЕ ПО ГИДРОСТАТИЧЕСКОМУ ДАВЛЕНИЮ

Из испытуемого материала вырезают образец, размеры которого определяются конструкцией применяемого прибора. Образец закладывают в обойму прибора (посыпкой вверх), следя за тем, чтобы исключалась возможность просасывания воды с краев образца. Вслед за этим образец подвергают гидростатическому давлению, постепенно повышая его через равные промежутки времени, и фиксируют давление, при котором образец пропустил воду.

Водонепроницаемость черепицы определяется следующим образом. На лицевой поверхности черепицы приклеивают меделеевской замазкой (представляющей смесь 100 ч. по массе канифоли и 25 ч. по массе воска, к которым после расплавления добавляют 40 ч. по массе мумии) стеклянную трубку диаметром 25 мм и высотой 150 мм. Для приклеивания трубки замазку

расплавляют в чашке и в нее обмакивают конец трубки на глубину 2—5 мм. Если отверстие трубки затянется замазкой, то ее необходимо прорвать. При наличии щелей в месте приклеивания трубки их заделывают подогретой замазкой. После застывания замазки в трубку доверху наливают воду и следят с нижней стороны черепицы за просачиванием воды.

Во все время испытания поддерживают первоначальный уровень воды в трубке, постепенно доливая воду. Черепица считается выдержавшей испытание, если в течение 1 ч, считая с момента заполнения трубки водой, на нижней стороне черепицы не появятся капли воды.

Водонепроницаемость асбестоцементных изделий определяют на целых изделиях. Допускается определять водонепроницаемость на образцах размером не менее 150 мм по длине и вырезанных из листа таким образом, чтобы во впадине профиля могла полностью разместиться в вертикальном положении цилиндрическая прозрачная трубка.

Для испытания используют следующие оборудование и материалы: цилиндрическую прозрачную трубку с внутренним диаметром 35 мм и длиной 300 мм, у которой один из концов имеет форму, соответствующую профилю изделия; штатив для закрепления трубки; пластили; две параллельные опоры высотой не менее 500 мм для укладки испытываемого изделия.

Проведение испытания. Изделие, предназначенное для испытания на водонепроницаемость, укладывают на опоры лицевой поверхностью вверх. Во впадине волны устанавливают цилиндрическую прозрачную трубку, которую закрепляют в штативе. Зазор между краями трубки и поверхностью изделия герметизируют пластилином. Трубку заполняют водой до высоты 250 мм от поверхности листа. По истечении 24 ч осматривают нижнюю поверхность изделия и устанавливают наличие или отсутствие на ней капель воды. Отсутствие капель свидетельствует о водонепроницаемости изделия.

§ 7. Морозостойкость кровельных материалов

При испытании кровельных асбестоцементных изделий из каждого изделия вырезают по 4 образца: из волнистых листов выпиливают образцы размером 200 ± 5 мм по длине листа и 2,5 шага волны по ширине листа, а из волнистой части деталей выпиливают образцы размером 180 мм по ширине и 2,5 шага волны; каждый образец должен иметь в средней части гребень. Из плоских листов и из плоской части фигурных изделий выпиливают образцы длиной 220 мм и шириной 70 ± 2 мм на расстоянии не менее 50 мм от торца.

Два образца из каждого изделия замораживают, а два других являются контрольными. Образцы, предназначенные для испы-

тания на морозостойкость, помещают в кассеты и перемещают только в них.

Для насыщения водой кассеты с образцами погружают в ванну с водой так, чтобы уровень воды был выше образцов не менее чем на 30 мм. Насыщение образцов должно продолжаться не менее 48 ч. После насыщения производят попеременное замораживание и оттаивание образцов по следующему циклу: замораживание — в течение 4 ч (не менее) в морозильной камере при температуре воздуха не менее -17°C ; оттаивание — в ванне с водой в течение 4 ч (не менее).

После проведения установленного государственными стандартами числа циклов попеременного замораживания и оттаивания тщательно осматривают образцы и устанавливают наличие расслоений или других повреждений. Затем эти и контрольные образцы насыщают водой не менее 48 ч, испытывают на прочность при изгибе (в соответствии с § 3 гл. 8) и вычисляют коэффициент морозостойкости по отношению

$$\frac{R_n \text{ образцов, подвергавшихся замораживанию}}{R_n \text{ контрольных образцов}} = 100.$$

§ 8. Объемная масса асбестоцементных изделий

Определение включает следующие операции: сушку образцов; охлаждение сухих образцов; взвешивание сухих образцов; насыщение образцов водой; взвешивание насыщенных водой образцов; взвешивание насыщенных водой образцов, погруженных в воду.

Объемную массу определяют на таких же образцах, что и водопоглощение. Сушку образцов, их охлаждение, взвешивание сухих и насыщенных образцов проводят в соответствии с § 6 гл. 8. Образцы насыщают водой непрерывно в течение 30 мин в ванне с водой; уровень воды при этом должен быть выше образцов не менее чем на 30 мм.

Насыщенные водой образцы, погруженные в воду, взвешивают на гидростатических весах или на лабораторных весах с приспособлением для гидростатического взвешивания (см. рис. 4.4). При взвешивании образец должен быть полностью погружен в воду и не должен касаться стенок сосуда. Взвешивание проводят с погрешностью 0,01 г. Объемную массу с погрешностью 10 кг/м^3 вычисляют по формуле, аналогичной (4.11). Объемную массу партии изделий вычисляют как среднее арифметическое результатов всех испытанных образцов партии.

§ 9. Теплоустойчивость кровельных материалов

Испытание полиизобутиленовой строительной мастики УМ.С-50 на теплоустойчивость заключается в

определении максимальной температуры, при которой мастика не проявляет текучести. Испытание проводят при помощи лотка (рис. 8.10), изготовленного из листовой стали или алюминия толщиной 1—1,4 мм.

Перед заполнением лотка мастику предварительно выдерживают в термостате не менее 1 ч при температуре 70° С. Лоток заполняют мастикой вровень с верхними и торцовыми обрезками боковых стенок. Испытуемый образец устанавливают в термостат в вертикальном положении, выступающей частью лотка вниз, в котором его выдерживают в течение 24 ч при температуре не ниже 70° С. После извлечения образца из термостата спływ мастики по выступающей части лотка, ниже торцовых обрезков его боковых стенок, не должен превышать 2 мм.

Для определения теплостойкости изола вырезают три образца размером 50×100 мм. Один из коротких сторон зажимают между двух полосок картона шириной 10 мм и прибивают в трех местах к деревянной рейке. Подготовленный образец в подвешенном состоянии помещают в термостат с терморегулятором, где выдерживают его в течение 2 ч при 150° С. После испытания образец изола вынимают из термостата, осматривают и устанавливают наличие или отсутствие деформаций.

При испытании пергаминя на образец размером 50×100 мм равномерным слоем толщиной около 2 мм (из расчета 10 г на образец) наносят мастику, разогрев до температуры 140—160° С. Сверху накладывают второй образец пергаминя того же размера и прижимают на 1 ч грузом в 20 Н через шаблон для равномерного распределения нагрузки. После охлаждения до температуры 18±2° С, но не ранее чем через 2 ч после нанесения мастики, склеенный образец помещают на подставку с уклоном 100% (под углом 45°) в предварительно нагретый термостат:

Марка мастики	МБК-Г-55	МБК-Г-65	МБК-Г-75	МБК-Г-85	МБК-Г-100
Температура нагрева термостата, °С . . .	55	65	75	85	100

Образец выдерживают в термостате в течение 5 ч, после чего вынимают и осматривают. Образец считают выдержавшим испытание, если на нем не будут обнаружены признаки вытекания или сползания мастики.

Теплостойкость рубероида определяют после испытания на водопоглощение.

Образцы рубероида, испытанные на водопоглощение под вакуумом, вытирают мягкой тканью и погружают на 1 мин в глицерин, нагретый до 95—99° С, затем вынимают из глицерина и осматривают. При наличии пузырей и вздутый испытание повторяют.

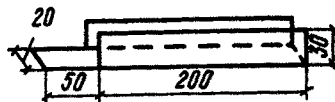


Рис. 8.10. Лоток для определения теплостойкости полиизобутиленовой строительной мастики

§ 10. Потеря массы при нагревании

Сущность испытания состоит в определении разности масс образца материала после выдержки его в сушильном шкафу при заданной температуре в течение определенного времени.

Потерю массы при нагревании определяют на трех образцах размером 100×50 мм. Каждый образец взвешивают с погрешностью 0,01 г и подвешивают в вертикальном положении в регулируемый сушильный шкаф, где выдерживают в течение 2 ч при 80° С, затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают в эксикаторе до температуры 20±2° С и взвешивают с погрешностью 0,01 г.

Потерю массы P , %, вычисляют по формуле

$$P = \frac{m - m_1}{m} 100, \quad (8.4)$$

где m , m_1 — масса образца соответственно до и после испытания, кг.

Потерю массы при нагревании вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов.

§ 11. Масса покровного слоя

При испытании применяют следующие оборудование и материалы: весы лабораторные 3-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 19491—74; насадку стеклянную лабораторную для экстрагирования (типа Сокслет) по ГОСТ 9777—74* с круглодонной колбой вместимостью 500 и 1000 мл по ГОСТ 10394—72*; плитку электрическую с закрытой спиралью типа ПС-80/3-П; термостат с автоматическим регулированием температуры; баню водяную; шпиги или пинцет лабораторные; нож для снятия битума; бумагу фильтровальную лабораторную по ГОСТ 12026—76; бензол по ГОСТ 9572—68.

Образцы материала с пылевидной посыпкой тщательно очищают от посыпки сухой хлопчатобумажной тканью или щеткой и перед испытанием взвешивают их с погрешностью 0,01 г.

Проведение испытания. Образец материала с пылевидной посыпкой размером 50×100 мм берут щипцами или пинцетом лицевой стороной вверх и подогревают над электроплиткой, нагретой до $300 \pm 10^\circ \text{C}$. При подогреве образец должен находиться на расстоянии $30\text{--}40$ мм от поверхности электроплитки. В зависимости от температуры размягчения вяжущего и толщины слоя покровного состава образец нагревают над плиткой в течение $15\text{--}45$ с с таким расчетом, чтобы на поверхности образца, обращенной к плитке, не появились пузыри. Подогретый образец укладывают лицевой стороной на стол и ножом снимают подогретый слой покровного состава материала до основы, не нарушая при этом ее целостности. При снятии слоя нож перемещают параллельно длинной стороне образца.

На поверхности, очищенной от покровного состава основы, допускается наличие отдельных штрихообразных полосок неснятой пленки покровного вяжущего. Образец, очищенный от покровного состава, взвешивают с погрешностью $0,01$ г. Затем таким же способом снимают покровный состав лицевой стороны образца. В этом случае образец поворачивают к плитке лицевой стороной. Образец, очищенный с обеих сторон от покровного состава, взвешивают с погрешностью $0,01$ г.

Слой покровного состава с нижней стороны образца материала с чешуйчатой и крупнозернистой посыпкой снимают, как указано выше, после чего образец взвешивают с погрешностью $0,01$ г. Затем снимают слой покровного состава с лицевой стороны образца вместе с посыпкой и помещают их в сухую предвазвешенную экстракционную гильзу. Под ней условию понимаем высушенный до постоянной массы лист фильтровальной бумаги размерами $100 \times 100\text{--}150 \times 150$ мм, в который заворачивают экстрагируемый образец материала.

Гильзу с покровным составом и посыпкой взвешивают, помещают в экстракционный аппарат и заливают бензолом в полуторном или двукратном количестве от рабочего объема экстрактора и начинают экстрагировать на водяной бане. Экстрагирование ведут в течение 30 мин до момента появления бесцветного раствора (при экстрагировании дегтевых материалов раствор остается слегка окрашенным в желтый цвет).

После экстрагирования гильзу с содержимым подсушивают в вытяжном шкафу до удаления с поверхности образца растворителя, а затем высушивают в термостате при $105\text{--}110^\circ \text{C}$ до постоянной массы, взвешивают с погрешностью $0,01$ г и массу растворимого состава m определяют по формуле

$$m = m_0 - m_1, \quad (8.5)$$

где m_0 , m_1 — масса покровного состава и посыпки с гильзой соответственно до и после экстрагирования, г.

Массу покровного состава с нижней стороны образца M_1 , г/м^2 , вычисляют по формуле

$$M_1 = (m_1 - m_2) 200, \quad (8.6)$$

где m_1 — масса образца с покровным составом, г; m_2 — масса образца после снятия покровного состава с нижней стороны, г; 200 — переводный коэффициент.

Массу покровного состава с лицевой стороны образца M_2 , г/м^2 , вычисляют по формуле

$$M_2 = (m_2 - m_3) 200, \quad (8.7)$$

где m_2 — масса образца после снятия покровного состава с нижней стороны, г; m_3 — масса образца после снятия покровного состава с нижней и лицевой сторон, г.

Массу покровного состава с нижней и лицевой сторон образца M_3 вычисляют по формуле

$$M_3 = M_1 + M_2. \quad (8.8)$$

Массу M_4 покровного состава с нижней стороны образца (в г/м^2) вычисляют по формуле (8.6). Массу покровного состава с лицевой стороны образца M_5 , г/м^2 , вычисляют по формуле

$$M_5 = \frac{200 \cdot 10^4 m}{D(100 - N)}, \quad (8.9)$$

где m — масса растворимого состава с лицевой стороны, приходящаяся на образец размером 50×100 мм, г/м^2 ; D — растворимость битума, %; N — содержание наполнителя в покровном составе, % (определяется в соответствии с § 13 гл. 8).

Массу покровного состава с нижней и лицевой сторон образца M_6 определяют как сумму $M_6 = M_4 + M_5$. За массу покровного состава принимают среднее арифметическое результатов испытания трех образцов, вырезанных из рулона, а за массу покровного состава на 1 м^2 материала в партии принимают среднее арифметическое результатов испытания всех отобранных от партии рулонов. Минимальная масса покровного состава отдельного рулона должна быть не менее $0,9$ средней массы состава в партии. Общее число таких рулонов в партии должно быть не более 10% общего числа отобранных рулонов, а в случае когда количество отобранных рулонов менее 10 — более одного рулона.

§ 12. Масса основы и отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой основы

Сущность метода заключается в определении массы пропиточного состава экстрагированием. Для испытания применяют *оборудование*, описанное в § 11 гл. 8, добавляя только термометр по ГОСТ 2823—73*.

Перед экстрагированием каждый образец взвешивают с погрешностью до $0,01$ г. Образцы дегтевых материалов во избежание засорения сливной трубки экстрактора помещают в экстракционную гильзу.

Проведение испытания. Экстрагированные образцы производят в соответствии с § 11 гл. 8.

По окончании экстрагирования освобожденный от битума или дегтя образец основы извлекают из экстрактора, подсушивают (под тягой) на воздухе, а затем высушивают в термостате при 105—110°С до постоянной массы и определяют массу основы, взвешивая образец с погрешностью до 0,01 г.

Отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой основы вычисляют по формулам:

для материалов, экстрагируемых без гильзы,

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_1 K}, \quad (8.10)$$

где m_1 , m_2 — масса образца соответственно до и после экстрагирования и высушивания, г; K — поправочный коэффициент на содержание в пропиточном составе нерастворимых веществ, не извлеченных из основы при экстрагировании (устанавливается на основании паспорта на данную партию битума или дегтепродукта или вычисляется по действующим стандартам или техническим условиям на нефтяные битумы или дегтепродукты):

$$K = \frac{100 - D}{100} \quad (8.11)$$

(здесь D — растворимость пропиточного состава, которую определяют на основании паспорта на данную партию пропиточного состава);

для материалов, экстрагируемых в гильзе,

$$M = \frac{m - m_1}{m_1 - m_2 - (m - m_2) K}, \quad (8.12)$$

где m , m_1 — масса образца с гильзой соответственно до и после экстрагирования, г; m_2 — масса сухой гильзы до экстрагирования, г; K — поправочный коэффициент на содержание в пропиточном составе нерастворимых веществ, не извлеченных из основы при экстрагировании.

Отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой основы и массу основы по рулону и в целом по партии вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов рулона или партии. Отношение минимального показателя массы основы к максимальному не должно быть менее 0,9, при этом число таких рулонов в партии не должно превышать 10% общего числа отобранных рулонов, а в случае когда число отобранных рулонов менее 10 — более одного рулона.

§ 13. Содержание наполнителя в покровном составе

Определение производят экстрагированием или сжиганием покровного состава.

Для испытания используют следующие **оборудование и материалы:** насадку стеклянную лабораторную для экстрагирования (типа Сокслет) по ГОСТ 9777—74* с круглодонной колбой вместимостью 500, 1000 мл по ГОСТ 10394—72*; электроплитку с закрытой спиралью типа ПС-80/3-П; весы ла-

бораторные 1-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 20 г по ГОСТ 19491—74; тигель по ГОСТ 9147—73*; печь муфельную; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; бумагу фильтровальную по ГОСТ 12026—76; нож.

С образцов размерами 50×100 мм с пылевидной посыпкой перед испытанием тщательно очищают посыпку щеткой или сухой хлопчатобумажной тканью.

Проведение испытания. Метод экстрагирования. С образцов снимают покровный состав, как указано в § 11 гл. 8. Покровный состав, снятый с трех образцов из одного рулона, помещают в сухую предварительно взвешенную экстракционную гильзу, которую с содержимым взвешивают, помещают в экстракционный аппарат и проводят экстрагирование, как описано в § 11 гл. 8.

После экстрагирования гильзу с содержимым подсушивают на воздухе, а затем высушивают в термостате при 105—110°С до постоянной массы и определяют массу наполнителя с погрешностью до 0,0002 г.

Количество наполнителя N , % общей массы, покровного состава вычисляют по формуле

$$N = \frac{m_2 - m_3 (m_1 - m_2) K}{(m_1 - m_2) (1 - K)} 100, \quad (8.13)$$

где m_1 — масса гильзы с покровным составом до экстрагирования, г; m_2 — масса гильзы с наполнителем и нерастворенным составом после экстрагирования, г; m_3 — масса сухой гильзы до экстрагирования, г; K — поправочный коэффициент на содержание в покровном составе нерастворимых веществ, не извлеченных из наполнителя при экстрагировании (устанавливается на основании паспорта на данную партию битума (дегтепродукта), или вычисляется по действующим стандартам, или техническим условиям на нефтяные битумы (дегтепродукты)).

Метод сжигания. Очищенный с образцов покровный состав в количестве не менее 1 г помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель. Тигель с навеской помещают в муфельную печь, температура в которой должна быть 600±50°С, и сжигают до полного озоления остатка. После сжигания тигель охлаждают в эксикаторе, где выдерживают в течение 30 мин, после чего взвешивают с погрешностью до 0,0002 г. Прокаливание, охлаждение и взвешивание тигля повторяют до получения расхождений между двумя взвешиваниями не более 0,0004 г.

Количество наполнителя N , % общей массы покровного состава, вычисляют по формуле

$$N = \frac{(m_5 - m_6) 10^4}{(m_4 - m_6) (100 - A)}, \quad (8.14)$$

где m_4 — масса тигля с покровным составом до прокаливания, г; m_5 — масса тигля с навеской после прокаливания, г; m_6 — масса пустого прокаленного тигля, г; A — содержание сгораемых веществ в наполнителе, %.

Количество наполнителя для одного рулона вычисляют как среднее арифмети-

ческое результатов испытания всех образцов рулона, а для партии — всех отобранных от партии рулонов.

§ 14. Температура размягчения битумных материалов

Сущность метода состоит в измерении температуры подогретого битума в тот момент, когда провисающая битумная масса касается дна стакана или контрольного диска.

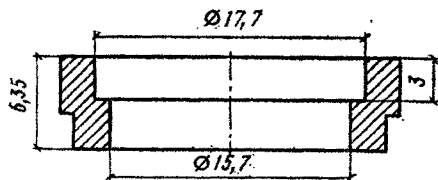


Рис. 8.11. Прибор для определения температуры размягчения битумных материалов

Температура размягчения битумных материалов (асфальтовой и битумно-резиновой изоляционной мастики) определяется по методу кольца с шаром.

Для испытания применяют следующее оборудование: кольцо (рис. 8.11); стальной шар диаметром 9,53 мм; стеклянный стакан диаметром 85 мм и высотой 105 мм.

Проведение испытания. Образец материала расплавляют и хорошо перемешивают, стараясь не ввести в него пузырьки воздуха.

Кольцо, предварительно амальгамированное ртутью, ставят на амальгамированную медную пластинку и наполняют битумом с избытком. По охлаждении избыток счищают горячим ножом вровень с краями. Собирают аппарат: стакан на высоту 82,5 мм наполняют дистиллированной свежепрокипяченной водой с температурой 5° С, шар помещают на битум в кольцо по середине его поверхности, кольцо помещают в стакан так, чтобы нижний его край отстоял от дна стакана на 25 мм или верхний на 50 мм от уровня воды. Оставляют на 15 мин без нагревания. Устанавливают термометр так, чтобы резервуар со ртутью был на уровне обреза кольца, но не соприкасался с кольцом.

Нагревание ведут, равномерно поднимая температуру на 5° С в 1 мин. Температура, показываемая термометром в момент падения битума на дно стакана, принимается за точку размягчения битума. Для битума с точкой размягчения выше 80° С воду заменяют глицерином, и температуру начала опыта принимают 30° С.

§ 15. Пенетрация битумных материалов *

Сущность метода состоит в определении глубины погружения в испытуемый мате-

* Определение пенетрации асфальтовой мастики аналогично.

риал стандартного по форме и размерам тела (иглы или конуса) при определенной нагрузке, температуре и длительности погружения.

Для испытания применяют следующее оборудование: металлическую чашку; секундомер, пенетrometer, в котором пенетрации определяется глубиной проникновения в мастику стандартной стальной иглы (рис. 8.12).

Проведение испытания. Расплавленную и обезвоженную мастику наливают в металлическую чашку так, чтобы поверхность

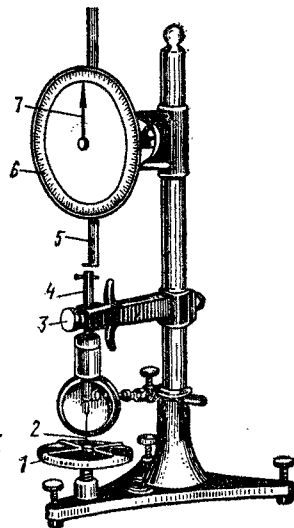


Рис. 8.12. Прибор для определения пенетрации битумных материалов

ее была не более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки. Затем быстрым движением горячей спички над поверхностью мастики удаляют пузырьки воздуха.

Чашку с мастикой в течение 1 ч охлаждают на воздухе при $20 \pm 2^\circ \text{C}$, а затем в течение 1 ч в водяной ванне с температурой $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$. После этого чашку с мастикой помещают в кристаллизатор, наполненный водой с температурой $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$. Высота слоя воды над поверхностью мастики должна быть не менее 10 мм. Кристаллизатор устанавливают на столик 1 (см. рис. 8.12) прибора и подводят острие иглы 2 к поверхности мастики так, чтобы игла только слегка касалась ее.

Кремальеру 5 доводят до верхней площадки стержня 4, несущего иглу, и устанавливают стрелку 7 на нуль или отмечают ее положение, после чего одновременно включают секундомер и нажимают кнопку 3 прибора, давая игле свободно входить в испытуемый образец в течение 5 с, по истечении которых отпускают кнопку. После этого доводят кремальеру 5 вновь до верхней площадки стержня 4 и отмечают показание прибора по шкале 6. Определение повторяют не менее трех раз в различных точках на поверхности образца мастики, отстоящих от краев чашки и друг от друга не ме-

нее чем на 10 мм. После каждого погружения кончик иглы вытирают от приставшей мастики.

Расхождения между результатами параллельных погружений не должны превышать (в градусах пенетromетра):

при проникании от 30 до 60 — 2;

при проникании менее 30 — 1.

Глубину проникания иглы, выраженную в десятых долях миллиметра (или в градусах шкалы прибора), вычисляют как среднее арифметическое результатов трех параллельных определений.

§ 16. Склеивающие свойства кровельной битумной мастики

Сущность метода состоит в склеивании горячей битумной мастикой двух образцов пергаминна и последующем разрывании места склейки руками (метод расщепления) или машинной (метод разрыва).

Метод расщепления образцов. Два образца пергаминна размером 50×100 мм тщательно склеивают мастикой на площади 50×80 мм. Нагретую до 140—160°С мастику наносят на поверхность обоих образцов слоем толщиной 2 мм так, чтобы один конец каждого образца длиной около 20 мм остался не покрытым мастикой. Оба образца после нанесения мастики складывают вместе так, чтобы непокрытые концы находились друг против друга. Затем их прижимают грузом в 20 Н через шаблон.

После охлаждения склеенных образцов до 18±2°С, но не ранее чем через 2 ч после склейки, каждый образец медленно расщепляют вручную, взявшись за несклеенные концы. Образец считают выдержавшим испытание, если расслоение произойдет по материалу пергаминна не менее чем на половине склеенной поверхности.

Метод разрыва образцов. Два образца пергаминна размером 50×140 мм каждый, вырезанные из рулона в продольном направлении, с нанесенной по обоим концам их на площади 50×60 мм мастикой, тщательно склеивают. После охлаждения до 18±2°С, но не ранее чем через 2 ч после склеивания, образцы помещают в зажимы разрывной машины. Образцы испытывают на разрыв при равномерной скорости перемещения подвижного зажима 50 мм/мин. При испытании на машине с ручным приводом скорость вращения должна соответствовать перемещению стрелки на циферблате в 1 с на 1 кг. Образец устанавливают без перекоса посередине зажима. Образец считают выдержавшим испытание, если разрыв произойдет по пергаминну.

§ 17. Расслаиваемость гидрозола

Из каждого рулона на расстоянии не менее 50 мм от кромки вырезают одну полосу размером 50×100 мм и помещают ее в воду с температурой 18±2°С. Через 24 ч полосу вынимают из воды и тотчас рас-

щепляют ее по бумаге. Слой, отделившийся при расщеплении, отрывают и измеряют площадь надрыва с погрешностью 1 мм².

§ 18. Впитываемость и время пропитки кровельного картона

Сущность определения впитываемости состоит в измерении количества керосина, израсходованного на смачивание картона.

Образец картона размером 100×50 мм высушивают в сушильном шкафу при 105—110°С до постоянной массы, после чего охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью 0,1 г на технических весах. Бюретку вместимостью 25 мм со стекляным краем наполняют чистым профильтрованным керосином (ГОСТ 4753—68*) и отмечают его уровень в бюретке по нижнему мениску (первый отсчет h). Взвешенный и высушенный образец картона берут пинцетом, помещают его в слегка наклонном положении под носик бюретки и, начиная с верхнего края, перемещают образец в разных направлениях, равномерно смачивая его тонкой струей керосина.

После смачивания верхней части образца во избежание утечки керосина вдоль пинцета последний переносят с сухой части образца на смоченную, взяв при этом образец свободной рукой за сухой конец. Картой смачивают керосином и над плоской чашкой, предварительно смоченной тем же керосином. После смачивания всего образца край бюретки закрывают, а образец выдерживают в вертикальном положении над чашкой в течение 30 с. Последнюю каплю керосина снимают путем прижатия образца к краю чашки.

Вслед за этим керосин из чашки сливают обратно в бюретку, выдерживая над ней чашку в течение 30 с, и отмечают уровень керосина в бюретке (второй отсчет h_1). Разность между первым и вторым отсчетом ($h-h_1$) выражает количество керосина V , мл, израсходованное на смачивание картона.

Впитываемость картона $V_{вп}$, %, вычисляют по формуле

$$V_{вп} = \frac{V}{m} 100, \quad (8.15)$$

где m — масса высушенного до постоянной массы образца картона, кг.

Впитываемость картона данной партии определяют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов. Отношение минимального показателя впитываемости к максимальному для образцов, отобранных из одного и того же рулона, должно быть не менее 0,9.

Сущность определения времени пропитки состоит в измерении времени, в течение которого керосил поднимается по картону на высоту 30 мм.

На образец картона размером 200×15 мм, вырезанный в продольном направлении, наносят по две отметки с каждого

конца — одну на расстоянии 10 мм, а вторую на расстоянии 40 мм от конца.

Образец высушивают в сушильном шкафу при 105—110°С до постоянной массы, после чего каждый образец погружают в сосуд с ксилолом (ГОСТ 9949—76) сначала одним, а затем другим концом до отметки 100 мм и засекают секундомером время, потребовавшееся на поднятие ксилола по картону с отметки 10 до 40 мм. При этом испытании концы образцов не должны касаться дна сосуда. Испытание проводят при температуре воздуха не выше 25°С.

Скорость пропитки каждого образца вычисляют как среднее арифметическое результатов определения времени подъема ксилола с обоих концов образца. Время пропитки картона данной партии определяют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов.

§ 19. Прочность сцепления крупнозернистой посыпки с покровным слоем материалов

Сущность метода состоит в определении разности масс образца с посыпкой и без посыпки, снятой металлической щеткой.

Прочность сцепления крупнозернистой посыпки с покровным слоем определяют на сухих образцах и на образцах после водопоглощения с помощью прибора, показанного на рис. 8.13.

Три образца размером 150×50 мм взвешивают с погрешностью 0,01 г и по одному помещают в захваты 5 пластинки 2 прибора, а затем вращают ручку 1. При этом пластинка с образцом перемещается в двух взаимно противоположных направлениях под щеткой 3 с грузом 4 массой 2 кг. Тип

щетки — кардолента № 16, число проволок на 1 см² — 28, число перемещений устанавливается стандартом на испытуемый материал. Образец после испытания освобождают встряхиванием от отлетевшей посыпки и взвешивают его с погрешностью 0,01 г.

§ 20. Цветостойкость посыпки

Сущность метода состоит в сравнении образцов-эталонов с образцами, подвергнутыми облучению ртутно-кварцевой лампой.

Для испытания применяют следующие *оборудование и материалы*: облучатель ртутно-кварцевый ОКР-21 на штативе; термометр по ГОСТ 2823—73*; бумагу черную.

Подготовка к испытанию. Образцы располагают под лампой по окружности так, чтобы их поверхность с цветной посыпкой отстояла от центра круга на расстоянии 300 мм. Высоту подъема лампы (350—370 мм) регулируют таким образом, чтобы на поверхности образца температура составляла 60—70°С. Образцы наполовину закрывают 3—4 слоями черной бумаги.

Проведение испытания. Образцы под лампой выдерживают в течение 2 ч, а затем осматривают. Сравнение ведут с эталоном, которым является закрытая от облучения половина образца. Цвет посыпки образцов должен оставаться без изменений.

§ 21. Массы основы при стандартной влажности

Массу основы M_0 устанавливают по результатам экстрагирования образцов, в соответствии с § 12 гл. 8, и вычисляют по формуле

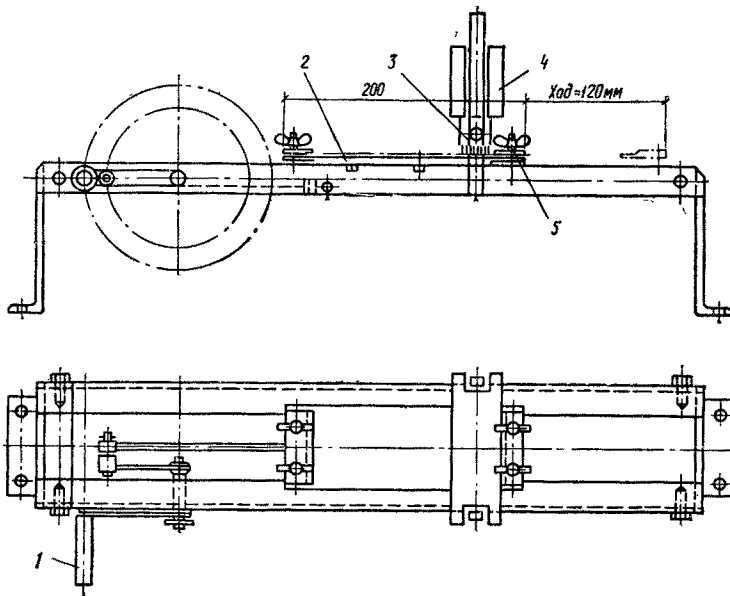


Рис. 8.13. Прибор для определения прочности сцепления крупнозернистой посыпки с покровным слоем

$$M_0 = \frac{m_2}{(1 + MK) K_1} 200, \quad (8.16)$$

где m_2 — масса образца (картона) после экстрагирования и высушивания, г; M — отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой основы; K — поправочный коэффициент на содержание в образце нерастворимых веществ; 200 — переводной коэффициент для перехода от 0,005 к 1 м²; K_1 — коэффициент для приведения массы абсолютно сухой основы к массе основы с влажностью, установленной стандартом для данной марки картона:

$$K_1 = \frac{100 - W}{100} \quad (8.17)$$

(здесь W — влажность картона, установленная стандартом для данной марки).

§ 22. Однородность структуры полиизобутиленовой мастики

Для определения однородности структуры (потери массы при воздействии раствора соляной кислоты) навеску мастики около 10 г наносят ровным слоем на стеклянную пластинку или полиэтиленовую пленку размером 50×5 мм. Подготовленный образец взвешивают с погрешностью 0,01 г, а затем погружают в 10%-ный раствор соляной кислоты, в котором образец выдерживают в течение 24 ч при 18±2° С. По извлечении образца из раствора его промывают проточной водой в течение 2—3 мин, а затем высушивают в течение 3 ч при 70° С. После высушивания образец вновь взвешивают.

Потерю массы X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_2 - m_3}{m_1} 100, \quad (8.18)$$

где m_2 , m_3 — масса образца соответственно до и после испытания, кг; m_1 — навеска мастики, кг.

§ 23. Стойкость к старению рулонных кровельных материалов под воздействием искусственных климатических факторов

Отбор образцов. Для определения стойкости кровельного материала к старению по изменению физико-механических показателей из отобранных рулонов, отступая от кромки не менее 200 мм, в продольном направлении полотна вырезают полосу шириной 200 мм, а из нее — образцы размером 190×230 мм. Длина полосы определяется числом образцов, необходимых для испытания. Число образцов устанавливают исходя из общей продолжительности испытаний и числа промежуточных отборов для определения изменений физико-механических показателей кровельного материала.

Для определения стойкости кровельного материала к старению по изменению внешнего вида из каждого рулона вырезают по три полосы размером 1100×100 мм. На расстоянии 150 мм от кромки расстояние между полосами должно быть 200 мм. Из каж-

дой полосы вырезают по четыре образца размером 70×230 мм, один из которых является контрольным. Контрольный образец упаковывают в бумажный пакет и хранят в помещении при 20±2° С для дальнейшего сопоставления его с испытываемыми образцами.

Для испытания применяют следующее оборудование:

1. Аппарат искусственной погоды (АИП) (рис. 8.14), состоящий из рабочей

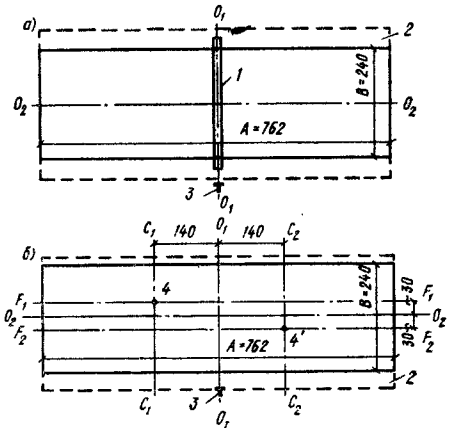


Рис. 8.14. Положение источников света в рабочей камере аппарата искусственной погоды (АИП)

а — схема расположения ксеноновой лампы и зоны облучения; б — схема расположения двух угольных дуговых ламп и зоны облучения; 1 — трубчатая ксеноновая лампа; 2 — экспозиционный барабан; 3 — крестовина вала барабана; 4, 4' — центры угольных дуговых ламп (дуги); А — расстояние между противоположными образцами, расположенными в вертикальных кассетах; В — высота зоны облучения; O_1O_1' — вертикальная ось симметрии зоны облучения; O_2O_2' — горизонтальная ось симметрии зоны облучения; C_1C_1 и C_2C_2' — оси первого и второго источников облучения; F_1F_1 и F_2F_2' — линии центров угольных дуговых ламп

камеры, электрического источника световой радиации с системой для зажигания и постоянного горения и счетчиком времени его работы, держателей образцов с системой перемещения их вокруг источника (источников) света, устройства для дождевания образцов; устройства для поддержания необходимого температурного режима в рабочей камере с погрешностью ±2° С; устройства для поддержания в рабочей камере заданной относительной влажности воздуха (узел увлажнения) в пределах от 10 до 98% с погрешностью ±2%; пульта управления и автоматки.

Допускается применение аппаратов искусственной погоды, не имеющих узла увлажнения, для использования на режимах без нормирования влажности воздуха в процессе испытания. Устройство аппарата искусственной погоды должно обеспечивать создание и поддержание в течение определенного периода времени заданного режима испытания кровельного материала.

В качестве искусственного источника облучения применяют одну газосветную ксеноновую трубчатую лампу типа ДКСТВ с водяным охлаждением или две угольные дуговые лампы закрытого типа, расположенные на разных уровнях.

2. Газосветную ксеноновую трубчатую лампу, которая работает на однофазном переменном токе частотой 50 Гц, напряжением 220 ± 10 В. Допускается применение ксеноновых ламп мощностью от 4,5 до 6 кВт, а также работа применяемых ламп при режимах менее номинальных. Зажигание лампы и ее нормальной эксплуатационный режим обеспечиваются пускорегулирующим устройством. Центром излучения ксеноновой лампы считают точку, лежащую на ее осевой линии и находящуюся в середине разрядного промежутка.

3. Угольную дуговую лампу закрытого типа, которая работает на нейтральных углях типа «Светокопия» диаметром 12,7—13 мм с фитилем или без фитиля (сплошного) или на других углях, равноценных указанным. Длина верхнего угля 300—330 мм, нижнего — 100—130 мм. Если верхний уголь установлен с фитилем, то нижний уголь должен быть без фитиля, и наоборот.

Угольная дуговая лампа работает на однофазном переменном токе частотой 50 Гц, напряжением 220 ± 10 В при напряжении на дуге 120—145 В и силе тока 15—17 А. Колпак угольной дуговой лампы изготавливается из жаростойкого боросиликатного стекла. Края колпака должны быть ровными и не иметь сколов. Центром излучения угольной дуговой лампы считают точку, лежащую по осевой линии лампы на расстоянии 100—130 мм от нижней плоскости нижнего держателя углей.

Зоной облучения образцов искусственными источниками света считают часть поверхности экспозиционного барабана, характеризующуюся достаточно равномерным распределением светового потока. Для выявления общей картины распределения светового потока определяют интенсивность освещения образцов.

Ксеноновую лампу устанавливают вертикально так, чтобы ее осевая линия совпадала с осевой линией вертикального вала крестовины экспозиционного барабана. Зону облучения ксеноновой лампы ограничивают двумя плоскостями, перпендикулярными к ее оси и проходящими через электроды ее разрядного промежутка (рис. 8.14, а).

Две угольные дуговые лампы устанавливают симметрично относительно осевой линии вала крестовины барабана на разных уровнях. Расстояние между центрами ламп принимают согласно рис. 8.14, б. Зону облучения двух угольных дуговых ламп, расположенных на разных уровнях, принимают также по рис. 8.14, б.

4. Устройство для дождевания образцов, которое обеспечивает дождевание водой облучаемой поверхности образцов в течение заданного промежутка времени. Вода, выходящая из сопел, не должна попадать на

образец в виде струи. Для дождевания и замачивания образцов применяют дистиллированную воду, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 6709—72. Температурный режим в рабочей камере аппарата искусственной погоды обеспечивают приточно-вытяжной вентиляцией и орошением наружной (нерабочей) поверхности экспозиционного барабана. Для обеспечения заданных режимов

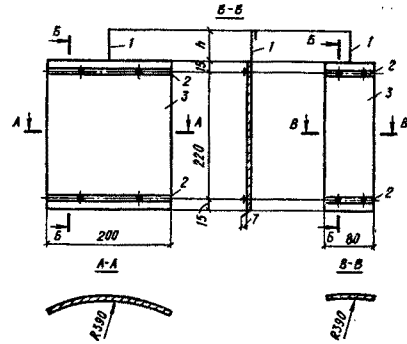


Рис. 8.15. Схема укрепления на металлических кассетах образцов для испытания в АИП

1 — подвеска кассеты; 2 — пластина для крепления образца; 3 — кассета, изогнутая по кривизне барабана; h — высота подвески в соответствии с размерами зоны облучения

испытаний могут применяться установки любого типа.

Подготовка образцов и оборудования. До испытания образцы выдерживают не менее 24 ч при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Образцы размерами 190×230 и 70×230 мм укрепляют на металлических кассеты, размеры которых соответственно 200×240 и 80×240 мм (рис. 8.15). Между образцами и кассетой прокладывают целлофановую пленку. Образцы крепят к кассетам при помощи металлической пластинки. Кассеты имеют подвески (скобы) для установки их в барабане аппарата. Маркировку наносят на поверхность металлической пластинки. Ксеноновую лампу и колпаки угольных дуговых ламп заменяют по истечении гарантийного срока службы, указанного в паспорте. Стекланный колпак угольной дуговой лампы при смене углей мойют теплой водой с мылом и вытирают насухо мягкой хлопчатобумажной тканью.

При установке стеклянного колпака угольной дуговой лампы обеспечивают плотное соединение его к корпусу лампы. Для этого между металлическим корпусом лампы и стекляннным колпаком устанавливают тонкую асбестовую прокладку. Плотного прижима колпака к асбестовой прокладке достигают регулировкой пружинного держателя.

Для контроля температуры в АИП используют термометр с «черной панелью». Фактическую и условную температуру образца в процессе испытания его в АИП определяют следующим образом. При экспо-

нировании образца в АИП температуру его поверхности устанавливают обычно выше температуры воздуха в рабочей камере. Разность температур поверхности образца и воздуха в рабочей камере возрастает с увеличением черноты образца. Различают температуру поверхности образца фактическую и условную.

Фактическую температуру поверхности образца из рубероида определяют при помощи термопар, введенных в покровный слой битума. В качестве преобразователя температуры используют хромель-копелевые термопары. При таких измерениях держатель образцов должен быть неподвижен. Провода, соединяющие термопары с автоматическим потенциометром, выводят через смотровые стверстия, имеющиеся в рабочей камере.

Ввиду сложности этот метод используется только при настройке АИП на определенный температурный режим и не рекомендуется для текущего контроля температуры.

За основную максимальную температуру нагрева образца принимают температуру нагрева «черной панели» с биметаллическим термометром (ГОСТ 17171—71).

При отсутствии биметаллического термометра промышленного изготовления допускается применение стеклянного ртутного термометра со специальной панелью, окрашенной в черный цвет («черная панель»). «Черная панель» имеет размеры $80 \times 35 \times 10$ мм и изготавливается из того же материала, что и кассета. Панель при помощи болтов или заклепок соединяют с кассетой, аналогичной кассете для установок образцов, но имеющей размеры 115×160 мм. При закреплении на кассете «черной панели» под нее подкладывают предварительно образец рубероида размерами 110×150 мм.

Для установки термометра в торце «черной панели» имеется цилиндрическое гнездо глубиной 40 мм. Диаметр гнезд на 2—4 мм больше, чем диаметр термометра в месте расположения резервуара со ртутью. В гнездо перед установкой термометра заливают масло индустриальное по ГОСТ 20799—75. Уровень масла при установленном термометре не должен доходить до верха на 5—8 мм. При установке термометр не должен касаться стенок гнезда. Высота подвески кассеты с термометром выбирается такой, чтобы резервуар ртути располагался на горизонтальной осевой линии зоны облучения.

При соблюдении указанных условий фактическую температуру нагрева T_{ϕ} поверхности рубероида в центре образца при экспозиции его в АИП определяют по формуле

$$T_{\phi} = T_{\text{усл}} + (8 \div 10^{\circ}\text{C}), \quad (8.19)$$

где $T_{\text{усл}}$ — температура, показываемая термометром, $^{\circ}\text{C}$.

При орошении образцов непосредственно в АИП на термометр надевают резино-

вый венчик, препятствующий попаданию воды в масло.

Проведение испытания. Испытание на стойкость к старению образцов кровельного материала в лабораторных условиях может проводиться по двум режимам: один режим испытания предусматривает условия, приближенные ко второму климатическому району территории СССР (метеорологические данные Москвы); другой режим испытания является условным и может быть применен для определения сравнительной стойкости материала к старению. Сравнительную оценку стойкости кровельного материала проводят по результатам испытаний, полученным на одном и том же режиме. Испытания на стойкость к старению образцов кровельного материала в условиях других климатических районов могут проводиться по методике, согласованной с базовой организацией по стандартизации кровельных материалов.

При определении стойкости к старению кровельного материала по режиму 1 испытание проводят по следующему циклу:

а) облучение образцов в течение 360 ч в аппарате искусственной погоды с ксенонной лампой мощностью 6 кВт при температуре «черной панели» $50\text{—}55^{\circ}\text{C}$ с периодическим дождеванием образцов в течение 3 ч через каждый 21 ч. При режиме работы ксенонной лампы мощностью менее 6 кВт продолжительность облучения τ вычисляют по формуле

$$\tau = 360 \frac{6}{W}, \quad (8.20)$$

где W — фактическая мощность работы используемой лампы, кВт.

Разрешается вместо дождевания замачивать образцы в течение 2 ч через каждые 22 ч облучения;

б) замачивание образцов в воде при $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 24 ч с последующей выдержкой в течение 10 мин на воздухе при 20°C для стекания воды;

в) замораживание образцов при -40°C в течение 72 ч;

г) 60 переходов через 0°C по следующему температурному режиму одного перехода: 1 ч выдержки при 10°C и 1 ч — при -10°C .

При определении стойкости к старению кровельного материала по режиму 2 испытание проводят с использованием ксенонной или двух угольных ламп по следующему циклу:

а) облучение образцов при температуре «черной панели» $50\text{—}55^{\circ}\text{C}$ в течение 17 ч;

б) замачивание образцов в дистиллированной воде (или их дождевание) в течение 2 ч;

в) замораживание образцов при $-18\text{—}20^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч;

г) выдержка образцов при $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 3 ч.

Стойкость образцов по изменению внешнего вида материала оценивают по этапам разрушения (табл. 8.1).

ТАБЛИЦА 8.1

Этап разрушения	Виды разрушения
I	На поверхности образца матовые пятна. Поверхность матовая с серыми и коричневыми пятнами. Поверхность матовая с серым налетом и коричневыми пятнами
II	Волосные трещины очень тонкие, едва заметные невооруженным глазом. Волосные трещины распространяются по всей поверхности и образуют сетку. Волосные трещины увеличиваются в глубину и ширину и постепенно переходят в глубокие трещины
III	Точечные исчезающие пузырьки и не исчезающие мелкие каверны
IV	Крупные устойчивые пузырьки диаметром от 1 до 3 мм
V	Крупные устойчивые каверны диаметром от 1 до 5 мм
VI	Глубокие трещины, увеличение размеров каверн. Трещины разрастаются, образуя сетку
VII	Трещины, доходящие до основы материала

Для определения прочности и относительного удлинения при разрыве из образцов размером 190×230 мм, выдержавших определенное число циклов испытаний, вырубается при помощи штанцевого ножа три образца в форме двусторонней лопатки. Образцы испытывают на разрыв со скоростью 30 мм/мин с помощью разрывных машин с постоянной скоростью перемещения нижнего захвата (с маятниковым силоизмерителем) или машины с постоянной скоростью растяжения образца (с малоинерционным силоизмерителем).

Определение стойкости к старению по изменению физико-механических показателей рулонного кровельного материала. За стойкость кровельного материала к старению принимают число циклов, в течение которых физико-механические показатели материала снижаются до значений, указанных в стандартах и технических условиях на каждый вид материала.

За прочность при разрыве \bar{R} и удлинение $\bar{\Delta l}$ принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний образцов-лопаток:

$$\bar{R} = \sum P/n; \quad \bar{\Delta l} = \sum \Delta l/n, \quad (8.21)$$

где \bar{P} — разрывная нагрузка образца-лопатки, Н; Δl — удлинение при разрыве образца-лопатки, определяемое на базе между внутренними гранями захватов, мм; n — число испытанных образцов.

Относительную разрывную нагрузку σ_p , Н/м, определяют по формуле

$$\sigma_p = P/b, \quad (8.22)$$

где b — ширина рабочей части лопатки, мм.

Относительную разрывную деформацию ε_p , %, определяют по формуле

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l}{l} 100, \quad (8.23)$$

где l — расстояние между внутренними гранями захватов, мм.

Стойкость рулонного кровельного материала к старению по внешнему виду устанавливают по этапам разрушения материала (см. табл. 8.1). За стойкость кровельного материала к старению принимают число циклов испытания материала в АИП искусственной погоды, соответствующее пятому этапу разрушения, при котором 50% поверхности образца будет подвергнуто разрушению данного вида.

Степень разрушения образцов на соответствующем этапе выражают в процентах от общей площади образца и определяют следующим образом. Пластинку из прозрачного материала (стекло, оргстекло, целлулоид), на который нанесена сетка со сторонами 10×10 мм, накладывают на поверхность испытуемого образца и подсчитывают количество клеток, в которых наблюдается тот или иной вид разрушения соответствующего этапа. Размер пластинки должен быть меньше размера самого образца по ширине и длине на 10 мм.

Разрушения поверхности образца χ , %, вычисляют по формуле

$$\chi = \frac{n_1}{n} 100, \quad (8.24)$$

где n_1 — число клеток, в которых наблюдается вид разрушения определяемого этапа, а также разрушения, соответствующие более поздним этапам; n — число клеток на прозрачной пластинке.

ГЛАВА 9

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 1. Объемная масса

При определении объемной массы минеральной и стеклянной ваты используют следующее *оборудование*: прибор для определения объемной массы (рис. 9.1); весы технические.

Проведение испытания. Вату массой 0,5 кг укладывают горизонтальными слоями в металлический цилиндр 4 прибора. На вату опускают при помощи устройства 5 металлический диск 3 массой, равной 7 кг, что соответствует нагрузке 2 кПа. Под нагрузкой вату выдерживают в течение 5 мин. Высоту сжатого слоя ваты в цилиндре определяют по шкале 2, находящейся на стержне 1, с погрешностью 1 мм.

Объемную массу ваты m_v , кг/м³, под нагрузкой вычисляют по формулам (4.8) и (4.9).

При определении объемной массы сыпучих материалов используют следующее *оборудование*: весы технические; воронку с верхним основанием конуса диаметром 204 мм и нижним — диаметром 30 мм; сосуд металлический вместимостью 1 л, высотой 108 мм и диаметром 108 мм; линейку металлическую.

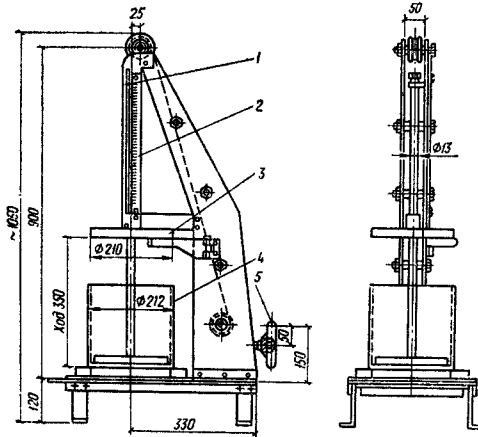


Рис. 9.1. Прибор для определения объемной массы минеральной и стеклянной ваты

Проведение испытания. Подготовленную пробу материала насыпают через воронку с высоты 10 см в предварительно взвешенный сосуд до образования над его верхом конуса, который разравнивают металлической линейкой вровень с краями сосуда (без уплотнения). Сосуд с материалом взвешивают с погрешностью 0,1 г.

Объемную насыпную массу m_v , кг/м³, пробы материала вычисляют по формуле

$$m_v = \frac{m_2 - m_1}{V(1 + 0,01W)}, \quad (9.1)$$

где m_1 — масса мерного сосуда, кг; m_2 — то же, с пробой материала, кг; V — объем мерного сосуда, м³; W — влажность материала, %.

При определении объемной массы мастичных материалов используют следующее *оборудование*: весы технические; шкаф лабораторный по ГОСТ 7365—55; стандартный конус; формы для балочек размером 200×50×25 мм; металлическую пластину; сосуд вместимостью 3 л; линейку металлическую; штангенциркуль по ГОСТ 166—73*.

Изготовление образцов балочек. Отобранную пробу материала затворяют водой до нормальной консистенции, которую определяют при помощи стандартного конуса. Нормальная консистенция раствора соответствует глубине погружения конуса на 10±1 см. Формы для изготовления образцов размером 200×50×25 мм устанавлива-

ют на стальную пластину, предварительно смазанную машинным маслом, и заполняют их приготовленным раствором. Раствор в углах формы уплотняют концом ножа, после чего поверхность раствора заглаживают лезвием ножа заподлицо с бортами формы. Заполненные формы помещают в сушильный шкаф, где образцы высушивают до постоянной массы, затем их вынимают из форм и отшлифовывают.

Проведение испытания. Образцы измеряют с погрешностью 0,1 мм и определяют их объем, затем взвешивают с погрешностью 0,1 г и вычисляют объемную массу m_v , кг/м³, по формуле, аналогичной формуле (4.11).

§ 2. Теплопроводность

Теплопроводность (в сухом состоянии при температурах на горячей поверхности образца от 25 до 700°С) определяют методом измерения стационарного потока тепла, проходящего через плоский испытуемый образец, с помощью малоинерционного тепломера.

Образцы для определения коэффициента теплопроводности имеют в плане форму круга диаметром 250 мм или форму квадрата со стороной 250 мм; толщина образца составляет не более 50 мм и не менее 10 мм. Толщину образца измеряют с погрешностью 0,1 мм и определяют как среднее арифметическое значение результатов четырех измерений. Поверхности образцов должны быть плоскими и параллельными.

При испытании волокнистых, сыпучих, мягких и полужестких материалов отобранные образцы помещают в обоймы диаметром 250 мм, высотой 30—40 мм и толщиной 3—5 мм, изготовленные из асбестового картона, склеенные жидким стеклом. Плотность отобранной пробы, находящейся под нагрузкой, должна быть равномерна по всему объему и соответствовать средней объемной массе материала.

Образцы высушивают при 105—110°С до постоянной массы. Образцы из гипса высушивают при 45—55°С.

При испытании применяют следующее *оборудование*: сушильный шкаф по ГОСТ 7365—55; прибор для определения теплопроводности (рис. 9.2; прибор состоит из плоского электронагревателя 7 и малоинерционного тепломера 9, установленного на расстоянии 2 мм от поверхности холодильника 10, через который непрерывно протекает вода с постоянной температурой. На поверхностях нагревателя и тепломера заложены термомпары 1, 2, 4, 5. Прибор помещен в металлический кожух 6, заполненный теплоизоляцией. Плотное прилегание образца 8 к тепломеру и нагревателю обеспечивается приспособлением 3. Нагреватель, тепломер и холодильник имеют форму круга диаметром 250 мм).

Тепловой поток от нагревателя через образец и малоинерционный тепломер передается холодильнику и измеряется теплом-

ром, представляющим собой термобатарею на паранитовом диске, или тепломером с воспроизводящим элементом, в который вмонтирован плоский электрический нагреватель. В комплект прибора входят: терморегулятор типа РО-1, потенциометр типа КП-59; лабораторный автотрансформатор типа РНО-250-2; переключатель терморпар МГП; термостат ТС-16; амперметр техни-

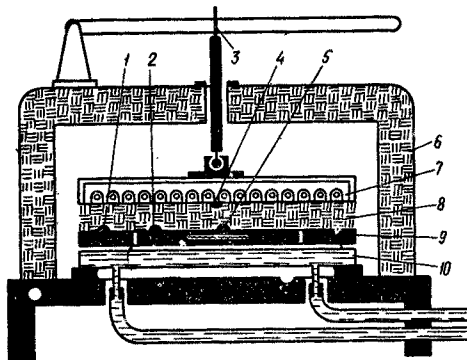


Рис. 9.2. Прибор для определения теплопроводности строительных материалов методом стационарного потока тепла через образец

ческий переменного тока до 5 А и термос. Прибор поверяют периодически по стандартным образцам, представляемым метрологическими институтами Госстандарта.

Проведение испытания. Подготовленный к испытанию образец укладывают на тепломер и прижимают нагревателем. Затем устанавливают терморегулятором нагреватель прибора на заданную температуру опыта и включают нагреватель в сеть. После установления режима, при котором в течение 30 мин показания тепломера будут постоянными, отмечают показания терморпар по шкале потенциометра. При использовании малоинерционного тепломера с воспроизводящим элементом переводят показания тепломера на нуль-гальванометр и включают ток через реостат и миллиамперметр на компенсацию, добываясь при этом положения стрелки нуль-гальванометра на «0», после чего регистрируют показания по шкале прибора в мА.

Коэффициент теплопроводности материалов λ вычисляют по формуле

$$\lambda = \frac{Q\delta}{t_1 - t_2}, \quad (9.2)$$

где δ — толщина образца, м; t_1, t_2 — температура соответственно горячей и холодной поверхности, °С; Q — количество тепла, проходящее через образец в направлении, перпендикулярном к его поверхности, Вт/м² [ккал/(м²·ч)].

При измерении количества тепла малоинерционным тепломером с воспроизводящим элементом расчет производят по формуле

$$Q = \frac{0,86 RI}{F}, \quad (9.3)$$

где R — постоянное сопротивление нагревателя тепломера, Ом; I — сила тока, А; F — площадь тепломера, м².

При измерении количества тепла градуированным малоинерционным тепломером расчет производят по формуле

$$Q = AE, \quad (9.4)$$

где E — электродвижущая сила (э. д. с.), мВ; A — коэффициент, указанный в градуировочном свидетельстве на тепломер.

Температуру поверхностей образца измеряют при условии стационарного состояния с погрешностью 0,1°С. Плотность теплового потока вычисляют с погрешностью 1,2 Вт/м² [1 ккал/(м²·ч)]. Коэффициент теплопроводности вычисляют с погрешностью 0,0012 Вт/(м·К) [0,001 ккал/(м·ч·°С)].

Для определения теплопроводности легких, ячеистых и тяжелых бетонов в панелях и других изделиях применяют метод измерения цилиндрическим зондом, который основан на зависимости изменения температуры помещенного в бетон нагреваемого тела (зонда) от теплопроводности окружающего его материала.

Теплопроводность бетонов указанным методом определяется с помощью установки, состоящей из следующих приборов и устройств: двух одинаковых зондов (рабочего и зонда-термостата), закладываемых в свежее уложенный бетон; источника стабилизированных напряжений ИСН-1; амперметра постоянного тока Д-533 на 5 А по ГОСТ 871:—60; микровольтметра постоянного тока В2-25; секундомера С-1-2а по ГОСТ 5072—72; частотного электрического фильтра.

Установка для измерения теплопроводности бетонов должна обеспечивать:

диапазон измерения теплопроводности от 0,25 до 1 Вт/(м·К) при относительной погрешности не более ±10%;

продолжительность единичного измерения не более 15 мин;

ток нагрева, требуемый для получения прироста температуры зонда, не менее 3°С и не более 5°С за 15 мин;

возможность измерения теплопроводности при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°С и относительной влажности воздуха до 80%; колебания напряжения сети переменного тока частотой 50 Гц ±1% в пределах от +10 до —15% номинального.

§ 3. Проверка размеров и выявление наружных дефектов

Правильность формы теплоизоляционных изделий из вспученного перлита и битумном связующем устанавливают внешним осмотром. Размеры изделий, отбитости и припухлости углов и ребер, а также длину

трещин определяют металлическим измерительным инструментом с погрешностью 1 мм. Искривление поверхностей и ребер определяют, измеряя наибольший зазор между поверхностью или ребром изделия и ребром приложенной к нему измерительной линейки. Все измерения производят с погрешностью 1 мм.

Длину, ширину и внутренний диаметр изделий определяют в трех местах: по краям и посередине изделия. Длиной, шириной и внутренним диаметром изделия считают среднее арифметическое значение результатов трех измерений. Толщину изделий определяют на торцах изделий: в четырех местах по краям изделия и в двух — посередине. Толщину изделия вычисляют как среднее арифметическое значение результатов шести измерений.

Внешний вид мягких и полужестких минераловатных плит на битумном связующем, а также однородность их структуры проверяют осмотром поверхностей и разреза плит. Размеры плит определяют стальным измерительным инструментом с погрешностью 1 мм. Длину и ширину плит измеряют в трех местах на расстоянии 50 мм от каждого края и посередине плиты. Длиной или шириной плиты считают среднее арифметическое результатов трех измерений.

Толщину плит измеряют (рис. 9.3) в четырех местах на расстоянии 50 мм от каждого края и в центре плиты. Для определения толщины плиту укладывают на ровную металлическую площадку и вводят в нее иглу 1 с делениями, скользящую в трубке 2 с диском 3 перпендикулярно к поверхности плиты до соприкосновения с металлической площадкой. Диск с трубкой, масса которых составляет удельную нагрузку 0,5 кПа, опускают на поверхность плиты. Затем измеряют положение делений иглы относительно верхнего обреза трубки с погрешностью 1 мм. Толщиной плиты считают среднее арифметическое результатов пяти измерений.

Длину и ширину теплоизоляционных изделий из стекляного штапельного волокна измеряют в трех местах — на расстоянии 150 мм от каждого края изделий и посередине изделия — металлической рулеткой. Длиной изделия считают среднее арифметическое результатов трех измерений, округленное до 5 мм.

Толщину изделий измеряют при помощи игольчатого толщиномера (рис. 9.4). При измерении изделие укладывают на гладкую твердую поверхность. Толщиномер, установленный на изделие, создает необходимое давление 0,5 кПа. Затем нажимают рукой на стержень толщиномера так, чтобы игла проколола изделие на всю его толщину на расстоянии не менее 50 мм от края. Толщину изделия определяют по делению шкалы, находящемуся на уровне верхнего края трубки толщиномера. Измерения производят с погрешностью 1 мм.

Рис. 9.3. Прибор для измерения толщины минераловатных плит

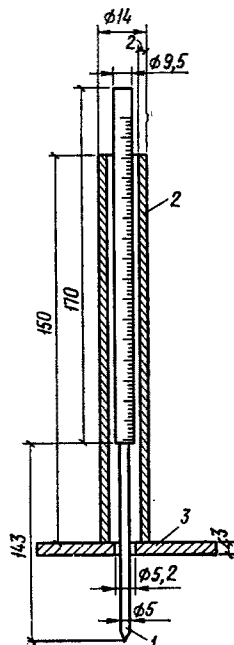
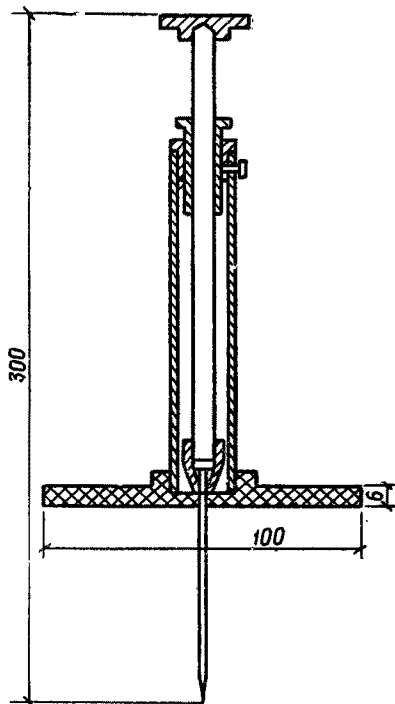


Рис. 9.4. Прибор для измерения толщины теплоизоляционных изделий из стекляного штапельного волокна



Толщину матов в рулонах измеряют в 15 точках: в пяти вдоль каждого края и в пяти по средней линии. Толщину плит измеряют в 6 точках: в двух вдоль каждого края и в двух по средней линии плиты. Толщиной мата или плиты считают среднее

арифметическое результатов всех измерений, сделанных на каждом изделии, округленное до 1 мм.

Средний диаметр волокна стекляной ваты определяют при помощи микроскопа с окуляр-микрометром (увеличение в 450—720 раз). Цена деления окулярной шкалы должна быть не более 5 мкм.

Из каждого мешка, отобранного из партии из разных мест, отбирают по четыре образца ваты массой около 1 г каждый. Все отобранные образцы перемешивают путем встряхивания в коробке, после чего перемешанное волокно разделяют на 10 пучков. Из каждого пучка под микроскопом определяют диаметр десяти волокон. Среднее арифметическое всех 100 измерений, округленное до 1 мкм, представляет искомый диаметр волокон данной партии.

Аналогичным способом определяют диаметр волокон минеральной ваты, только в этом случае применяют микроскоп с погрешностью 0,2 мкм (увеличение в 500—600 раз).

§ 4. Деформативность

Сжимаемость (остаточную деформацию сжатия) определяют на приборе (рис. 9.5), масса подвижной части которого равна 0,5 кг, а суммарная масса подвижных частей 2, 3, 4 и 7 вместе со стержнем 5 — 2 кг. Перед испытанием прибор устанавливают по уровню в строго горизонтальное положение.

Проведение испытания. Для испытания применяют образцы размером в плане 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого вырезаны образцы. Образец укладывают на основание 1 прибора, после чего на его поверхность при помощи винта 4 опускают пластину 2. По масштабной линейке 8 измеряют толщину образца h . Затем при помощи винта 6 опускают пластину 3. Массой пластины 2, 3 и 7, винта 4 и стержня 5 создается удельная нагрузка 2 кПа. Под сжимающей нагрузкой образец выдерживают в течение 15 мин, после чего измеряют его толщину h_1 с помощью масштабной линейки 8.

Сжимаемость $C_{ж}$, %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$C_{ж} = \frac{h - h_1}{h} 100, \quad (9.5)$$

где h — толщина образца под нагрузкой 0,5 кПа, мм; h_1 — то же, под нагрузкой 2 кПа, мм.

При определении упругого сжатия (коэффициента возвратимости) в качестве оборудования применяют прибор, показанный на рис. 9.6. Образцы изготовляют размерами в плане 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого вырезаны образцы.

Проведение испытания. Толщину образца h_2 определяют на приборе под удельной нагрузкой 0,5 кПа. После этого по-

движную часть прибора 5 опускают на пластину 2, лежащую на поверхности образца. Предварительно на верхнюю пластину 7 подвижной части прибора устанавливают груз массой 8 кг, чтобы нагрузка на образец, включая массу подвижной части прибора, была равна 100 Н. Под удельной нагрузкой 10 кПа образец выдерживают в течение 15 мин, после чего пластину 2 и по-

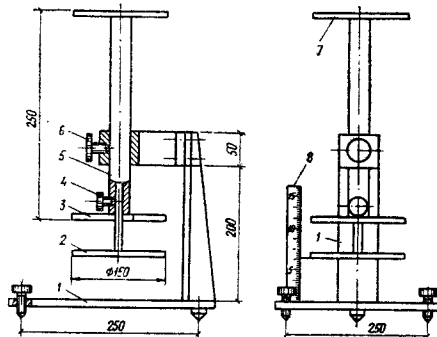


Рис. 9.5. Прибор для определения сжимаемости теплоизоляционных материалов

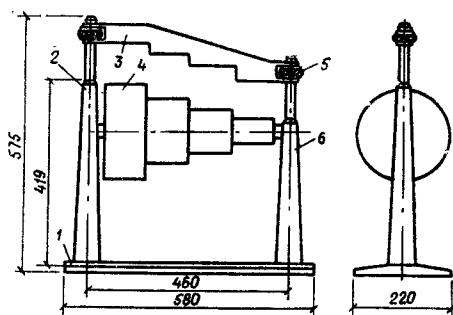


Рис. 9.6. Прибор для определения гибкости теплоизоляционных материалов

движную часть поднимают и закрепляют винтами 4 и 6. Через 15 мин после снятия нагрузки вновь опускают пластину 2 на образец и оставляют ее в этом положении в течение 5 мин, затем по шкале 8 отсчитывают толщину образца h_2 .

Упругое сжатие (коэффициент возвратимости K_B) вычисляют с погрешностью 0,01 по формуле

$$K_B = h_2/h_3, \quad (9.6)$$

где h_2 — толщина образца после снятия нагрузки 10 кПа, мм; h_3 — толщина образца под нагрузкой 0,5 кПа, мм.

Гибкость определяют на приборе (рис. 9.6), который состоит из горизонтального стержня, закрепленного на двух вертикальных стойках 2 и 6, расположенных на основании 1. На стержень насажены четыре валика с размерами по наружному диаметру 57, 108, 159 и 219 мм и длиной 100 мм каждый.

Проведение испытания. Образец размером в плане 300×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого он вырезан, одним концом закрепляют на валике диаметром 219 мм с помощью прижимных устройств 3 и 5, перемещающихся в вертикальной плоскости по стойкам 2 и 6, укрепленным на основании 1. После этого образец медленно изгибают по поверхности валика. Если при этом на образце не появляются трещины, то его закрепляют на смежном валике диаметром 159 мм. Если на образце при изгибании на этом валике не появляются трещины, то испытание продолжают последовательно на валиках диаметрами 108 и 57 мм. Показатель гибкости образца принимается по наименьшему диаметру валика, на котором при изгибании образца не будут обнаружены на его поверхности трещины.

§ 5. Прочность

При определении предела прочности при изгибе могут быть использованы приборы любой конструкции, позволяющие вести отсчет разрушающей нагрузки с погрешностью 5 Н.

Проведение испытания. Образец должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда размером в плане 250×50 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого он вырезан. Допускаются отклонения от параллельности противоположных граней не более 1 мм. Поверхность образца должна быть ровной, без трещин, отбитостей и других дефектов. Измеряют толщину и ширину образца в средней части с погрешностью 1 мм, затем его укладывают на две опоры, имеющие в местах сопряжения закругления. Расстояние между осями опор должно быть 200 мм. Нагрузка на образец передается через валик диаметром 10 мм, уложенный по ширине образца на равном расстоянии от опор. Разрушающей нагрузкой считается нагрузка, при которой образец разрушается. Если образец при испытании прогнулся до 15 мм и при этом не разрушился, то разрушающей нагрузкой условно считают нагрузку, при которой произошёл изгиб образца.

Предел прочности образца при изгибе вычисляют с погрешностью 1 кПа по формуле, аналогичной формуле (7.3).

При определении предела прочности при сжатии используют гидравлический пресс по ГОСТ 8905—73* с усилием $(5-10) \cdot 10^4$ Н и штангенциркуль.

Проведение испытания. Образец должен иметь форму куба с длиной ребра, равной толщине изделия. Допускаются отклонения от параллельности противоположных граней не более 0,5 мм. Грани образца должны быть ровными, без трещин, отбитостей и других дефектов. Образец измеряют с погрешностью 0,1 мм и устанавливают на опорную плиту пресса так, чтобы сжимающая сила была направлена парал-

льно вертикальной оси образца, а ось образца проходила через центр опорной плиты пресса. Нагрузка на образец должна возрастать равномерно без толчков со скоростью 10 Н в 1 с до разрушения образца.

Предел прочности при сжатии вычисляют с погрешностью 10 кПа по формуле, аналогичной (4.36).

При определении предела прочности при растяжении в качестве *оборудования* применяют разрывную машину, у которой погрешность показаний не должна превышать 1% разрывного усилия, точность отсчета должна составлять не менее 1 Н.

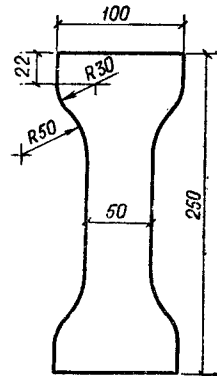


Рис. 9.7. Форма и размеры образца теплоизоляционных материалов для определения предела прочности при растяжении

Проведение испытания. Вырезают по шаблону из материала образец, форма и размеры которого указаны на рис. 9.7. Образец с обоих концов закрепляют в винтовых тисках с обрезиненными губками. Разрывное усилие должно возрастать равномерно до разрушения образца. Предел прочности при растяжении вычисляют с погрешностью 1 кПа по формуле, аналогичной формуле (4.36), где P — разрушающая сила, Н; F — площадь поперечного сечения образца в месте разрыва, м^2 .

§ 6. Структурная прочность минераловатных плит

Структурную прочность определяют по потере массы образцов после воздействия ударных нагрузок. Для испытаний используют полый куб с внутренней стороной размером 190 мм, изготовленный из твердой древесины, с выдвижной крышкой. Куб приводится во вращение вокруг горизонтальной оси с помощью электромотора с частотой 60 об/мин. Для создания ударных нагрузок в куб помещают изготовленные из дуба 24 кубика размером $20 \times 20 \times 20$ мм. Масса кубиков должна проверяться через каждые 50 испытаний. При изменении формы углов, а также при уменьшении массы кубиков более чем на 10% их заменяют новыми.

12 образцов размером $25 \times 25 \times 20$ мм взвешивают с погрешностью 0,1 г и помещают в куб вместе с дубовыми кубиками. Затем куб вращают в течение 10 мин, после

чего образцы извлекают и взвешивают одновременно. Потерю в общей массе образцов определяют по формуле

$$q = \frac{m - m_1}{m} 100, \quad (9.7)$$

где m , m_1 — масса образцов соответственно до и после испытаний, г.

Коэффициент q вычисляют как среднее арифметическое по результатам пяти испытаний.

§ 7. Влажность, гигроскопичность и водопоглощение

При определении влажности используют следующие *оборудование и материалы*: шкаф сушильный лабораторный по ГОСТ 7365—55; весы технические; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; стаканчики для взвешивания по ГОСТ 7148—70 или фарфоровые тигли по ГОСТ 9147—73*; шипцы тигельные; безводный хлористый кальций или серную кислоту плотностью 1,84.

Проведение испытания. В предварительно взвешенный стаканчик или фарфоровый тигель помещают пробу массой около 10 г, снова взвешивают и высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы. Перед повторным взвешиванием стаканчики или тигли закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе с безводным хлористым кальцием или серной кислотой плотностью 1,84 до комнатной температуры. Взвешивание производят с погрешностью 0,01 г. Влажность W , %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной (6.85).

При определении сорбционной влажности (гигроскопичности) применяют следующее *оборудование*: термостат; шкаф сушильный лабораторный по ГОСТ 7365—55; весы технические; эксикатор по ГОСТ 6371—73; бюксы.

Проведение испытания. Образец размером в плане 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого вырезан образец, или пробу сыпучего материала массой около 15 г высушивают до постоянной массы, а затем взвешивают с погрешностью 0,01 г. Взвешенный образец или пробу (в предварительно взвешенном бюксе) помещают над водой, налитой в эксикатор, установленный в термостат, в котором поддерживают температуру 20±3°С. Объем образца или материала не должен превышать 50% всего объема воздушного пространства в эксикаторе. Через 72 ч образец или пробу сыпучих материалов вынимают из эксикатора и взвешивают с погрешностью 0,01 г.

Сорбционную влажность (гигроскопичность) (% по массе образца или пробы сыпучих материалов) вычисляют по формуле, аналогичной (6.85).

При определении водопоглощения используют следующее *оборудование*:

шкаф сушильный лабораторный по ГОСТ 7365—55; весы технические; ванну лабораторную.

Проведение испытания. Для определения водопоглощения изготавливают образцы размером в плане 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого вырезаны образцы. Образец высушивают до постоянной массы и погружают в воду с температурой 20±3°С, затем покрывают сеткой, на которую помещают пригруз из такого расчета, чтобы первые 3 ч образец был погружен в воду до половины толщины, а в остальное время испытания был полностью погружен в воду.

Через 24 ч образец вынимают из воды, удаляют с его поверхности влажной хлопчатобумажной тканью избыточную воду и немедленно взвешивают. Масса воды, вытекающей на чашку весов из пор образца во время взвешивания, включается в определяемую массу водонасыщенного образца.

Водопоглощение (% по массе) вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной (4.43).

§ 8. Морозостойкость изделий из вспученного перлита

Для определения морозостойкости теплоизоляционных изделий из вспученного перлита вырезают три образца размером 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия. Образцы погружают в ванну с водой на 4 ч.

Насыщенные водой образцы помещают в морозильную камеру на сетчатые стеллажи. Расстояние между образцами, а также от образцов до стенок камеры должно быть не менее 20 мм. Образцы замораживают при —15—20°С в течение 4 ч. Если после загрузки образцов в морозильную камеру температура в ней окажется выше —15°С, то началом замораживания считается момент установления температуры —15°С. Перерыв в процессе одного замораживания образцов не допускается. Оттаивают образцы после выгрузки их из камеры в течение 4 ч в ванне с водой, температура которой 20±5°С. При оттаивании образцы располагают в ванне с водой так, чтобы каждый из них был окружен со всех сторон слоем воды толщиной не менее 20 мм. После каждого цикла попеременного замораживания и оттаивания образцы осматривают по внешнему виду.

§ 9. Линейная температурная усадка

При испытании применяют следующее *оборудование*: печь муфельную; штангенциркуль по ГОСТ 166—73*.

Проведение испытания. Для испытания изготавливают образцы размерами в плане 100×100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого вырезаны образцы. Грани образца должны быть ровными и параллельными. Образец прокалывают вблизи

торцов стальными иглами и измеряют штангенциркулем расстояние между иглами с обеих сторон образца.

Затем образец помещают в горизонтальном положении в муфельную печь на керамическую подставку так, чтобы иглы находились на боковых гранях. Подъем температуры в печи до заданной должен быть непрерывным и равномерным (100—120° С/ч). Образец выдерживают в печи при температуре, предусмотренной стандартом на испытываемый материал, в течение 8 ч. После окончания нагревания образца его охлаждают непосредственно в печи до комнатной температуры, после чего вновь измеряют расстояние между иглами.

Линейную температурную усадку вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной (3.1), где l_0 и l_1 — расстояние между иглами соответственно до нагрева и после нагревания и охлаждения образца, мм.

Для определения линейной усадки теплоизоляционных вермикулитовых изделий выпиливают по одному образцу (из трех изделий) размером 150×50 мм и толщиной, равной толщине изделия. Грани образца должны быть ровными и соответственно параллельными. На образец в продольном направлении по центру двух противоположных граней острым предметом или веществом, не выгорающим при испытании, наносят линии-метки, по которым измеряют расстояние между торцовыми плоскостями образца. Измерение производят штангенциркулем с погрешностью 0,05 мм.

Затем образец помещают в горизонтальном положении в печь на керамическую подставку так, чтобы линии-метки находились на боковых гранях. Образец в печи нагревают при 600° С в течение 8 ч. Подъем температуры в печи до 600° С должен быть непрерывным и равномерным (100—120° С/ч). После окончания нагрева образец охлаждают в печи до комнатной температуры. После охлаждения измеряют по линиям-меткам расстояние между торцовыми плоскостями образца и получают среднее значение.

Линейную усадку (в %) вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле, аналогичной (3.1), где l_0 — среднее расстояние между торцовыми плоскостями образца до нагрева, мм; l_1 — среднее расстояние между торцовыми плоскостями образца после нагрева до 600° С, мм.

§ 10. Горючесть торфяных плит

При испытании используют следующие *оборудование и материалы*: прибор типа «огневая труба» (рис. 9.8); секундомер по ГОСТ 5072—72; линейку металлическую по ГОСТ 427—75; горелку газовую с диаметром верхнего отверстия 7 мм или горелку спиртовую металлическую с диаметром трубки для фитиля 5 мм; газ для коммунально-бытового потребления или спирт эти-

ловый технический (гидролизный) по ГОСТ 17299—71.

Проведение испытания. Образец для испытания обрезают до размеров 150×35×10 мм (отклонения более ±2 мм не допускаются) и подвешивают на металлическом крючке 3 в центре стальной трубы 4

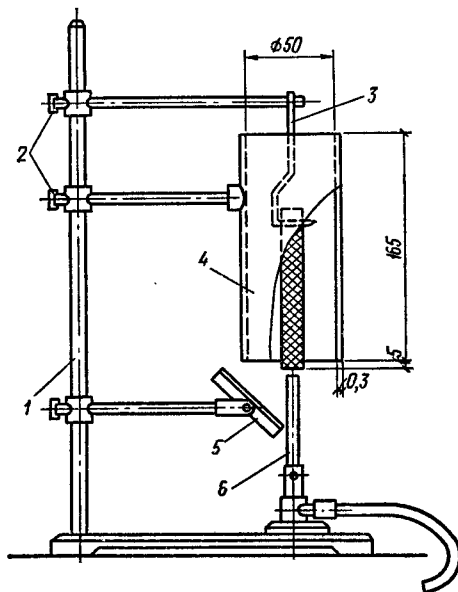


Рис. 9.8. Прибор для определения горючести торфяных плит

прибора таким образом, чтобы нижний конец образца на 5 мм был ниже торца трубы. Трубу перемещают по штативу 1 с помощью зажимов 2. Смотровое зеркало 5 устанавливают так, чтобы удобно было наблюдать за поведением образца в процессе испытания.

Высота пламени горелки 6 должна быть: газовой — 40 мм, спиртовой — 55 мм. Горелку подводят под образец так, чтобы глубина погружения образца в пламя составляла 30—35 мм. Время воздействия пламени на образец 2 мин. Если тление образца после удаления из-под него пламени прекращается в течение 5 мин, то плита является труднотгораемой. Горючесть плит определяют в вытяжном шкафу, но при выключенной вентиляции, которую включают после испытания каждого образца.

§ 11. Содержание органических веществ в минераловатных и стекловолоконных изделиях

Сущность испытания состоит в определении потери массы пробы после прокаливания ее в муфельной печи.

При испытании используют следующие *оборудование и материалы*: печь муфель-

ную; весы технические; тигли фарфоровые по ГОСТ 9147—73*; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; безводный хлористый кальций.

Проведение испытания. Содержание органических веществ в минераловатных и стекловолоконистых изделиях определяют на той же пробе, на которой проводилось определение влажности, путем прокаливании ее в муфельной печи при 500—600° С. Испытание считают законченным, если потеря в массе пробы после повторного прокаливании в течение 15 мин не будет превышать 0,02 г. Для охлаждения пробы до комнатной температуры тигель помещают в эксикатор с безводным хлористым кальцием, затем его взвешивают с погрешностью 0,01 г.

Содержание органических веществ M , % по массе, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (9.8)$$

где m_1 — масса высушенной пробы, кг; m_2 — масса пробы после прокаливании, кг.

§ 12. Содержание законденсированного связующего а изделиях из минеральной ваты

Содержание законденсированного связующего в цилиндрах и полцилиндрах из минеральной ваты определяют методом экстрагирования при помощи экстрактора типа НЭ-3 по ГОСТ 9777—74*. Из трех отобранных изделий пробоборборником диаметром 10 мм берут не менее четырех образцов из разных мест каждого изделия. Образцы перемешивают, делят на две части и помещают в два пакета из фильтровальной бумаги таким образом, чтобы испытуемый материал не мог высыпаться. Фильтровальную бумагу предварительно высушивают при 100° С и взвешивают с погрешностью 0,001 г. Каждая навеска пробы должна быть не менее 15 г.

Навеску пробы помещают в экстрактор, а затем вливают в колбу чистый для анализа ацетон в количестве, превышающем объем экстракционной части прибора приблизительно в полтора раза. Соединив прибор с холодильником, колбу нагревают с таким расчетом, чтобы сифонирование происходило примерно 20 раз в 1 ч. Экстрагирование производят в течение 3—4 ч, после чего навеску пробы извлекают и высушивают сначала на воздухе, а затем в сушильном шкафу при 70—80° С. По окончании высушивания навеску пробы помещают в бюкс с притертой крышкой и после охлаждения взвешивают с погрешностью 0,001 г. Затем навеску пробы переносят в фарфоровый тигель и помещают в муфельную печь, где прокалывают при 500—600° С в течение 2—3 ч. После этого тигель с навеской охлаждают в эксикаторе, а затем взвешивают.

Содержание законденсированного свя-

зующего C_k , %, вычисляют с погрешностью 0,1% по формуле

$$C_k = \frac{m_1 - m_2}{\frac{100m}{100+W} - m_2} 100, \quad (9.9)$$

где m , m_1 , m_2 — масса пробы соответственно до испытания, после экстрагирования и после выжигания связующего, кг; W — влажность цилиндров, %.

Содержание законденсированного связующего в цилиндрах вычисляют как среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений.

§ 13. Содержание битума, серы и незаполимеризованной смолы

Сущность испытания состоит в определении потери массы навески материала в результате экстрагирования и прокаливании.

При определении содержания битума после определения влажности каждую навеску мягких и полужестких минераловатных плит на битумном связующем прокалывают в муфельной печи при 500—600° С. После прокаливании навеску взвешивают с погрешностью 0,01 г. Содержание битума в процентах вычисляют по формуле, аналогичной формуле (9.8).

При определении содержания серы навеску минеральной ваты массой 1—1,5 г помещают в фарфоровую чашку и вливают в нее 25 мл смеси соляной (плотностью 1,19) и азотной (плотностью 1,4) кислот в соотношении 3 : 1. Смоченную навеску ваты выпаривают до суха на водяной бане, затем смачивают соляной кислотой и снова выпаривают. Смачивание соляной кислотой и выпаривание производят 3—4 раза до полного удаления окислов азота. Затем осадок смачивают каплями соляной кислоты и накрывают чашку часовым стеклом: через 10 мин обрабатывают 60 мл кипящей дистиллированной воды и, не отфильтровывая осадка, прибавляют 2—3 капли метилового красного и 2—3 капли 10%-ного раствора аммиака до пожелтения окраски раствора.

Раствор фильтруют через неплотный фильтр, затем фильтр промывают горячей водой до исчезновения реакции на нон-хлора, подкисляют соляной кислотой до розового окрашивания, прибавляют 1 мл соляной кислоты, нагревают раствор до кипения и быстро, в один прием, приливают кипящий раствор хлористого бария (10 мл 10%-ного раствора хлористого бария, разбавленного до 25 мл водой). Раствор кипятят несколько минут, оставляют в покое на 12 ч и затем фильтруют через двойной плотный фильтр. Осадок промывают горячей водой вначале способом декантации, а затем на фильтре до исчезновения реакции на нон-хлора, и прокалывают в открытом предварительно прокаленном и взвешенном фарфоровом или платиновом тигле при тем-

пературе около 800°С. Затем тигель с прокаленным осадком охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокаленные производят до постоянной массы.

Содержание серы S, %, вычисляют по формуле

$$S = \frac{m_2 - 0,1374}{m_1} 100, \quad (9.10)$$

где m_1 — масса навески в высушенном состоянии, кг; m_2 — масса прокаленного осадка, кг; 0,1374 — частное от деления атомной массы серы на молекулярный вес сульфата бария.

При определении количества незаполненной смолы в разных местах изделия из стеклянного штапельного волокна вырезают три образца размером 100×30 мм. Образцы выдерживают в сушильном шкафу при 105—110°С в течение 30—60 мин, а затем взвешивают на аналитических весах с погрешностью 0,002 г, закладывают в фильтровальные пакеты так, чтобы из них не высыпалось стекловолокно, и помещают в прибор для экстрагирования. Через экстрактор вливают в колбу чистый для анализа ацетон в количестве, превышающем объем экстракционной части прибора приблизительно в полтора раза. Соединив прибор с холодильником, колбу нагревают с таким расчетом, чтобы сифонирование происходило порядка 20 раз в 1 ч. Экстрагирование проводят в течение 3 ч.

После этого разбирают прибор и сушат образец сначала на воздухе, а затем в сушильном шкафу при 70—80°С, после чего взвешивают на аналитических весах с погрешностью 0,002 г. Высушенную пробу помещают в муфельную печь при 500°С, выжигают связующее и снова взвешивают до постоянной массы.

Содержание незаполненной смолы X, %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m - m_1}{m - m_2} 100, \quad (9.11)$$

где m , m_1 , m_2 — соответственно первоначальная масса сухой пробы, масса пробы после экстрагирования, масса пробы после выжигания, кг.

Отклонение между параллельными опытами не должно превышать 1,5%.

§ 14. Кислотное число пенопласта на основе фенолформальдегидных смол

Сущность испытания состоит в определении объема раствора едкого натра, израсходованного на титрование водного экстракта пробы. Для испытания используют следующее оборудование: аналитические весы с погрешностью 0,001 г; бумагу наждачную; колбу коническую плоскодонную вместимостью 250 мл по ГОСТ 10994—74*; бумагу фильтровальную по ГОСТ 12026—76; пипетку измерительную по ГОСТ 1770—74*; натр едкий по ГОСТ 4328—77,

0,05 н раствор; воду дистиллированную по ГОСТ 6709—72; фенолфталеин по ГОСТ 5850—72, 1%-ный спиртовой раствор.

Проведение испытания. Пробу вырезают из средней части плиты не позднее чем через 1 сут после окончания вспенивания, затем измельчают вручную при помощи наждачной бумаги до порошкообразного состояния. Навеску образца (около 1 г) взвешивают с погрешностью 0,01 г и переносят в стеклянную плоскодонную колбу вместимостью 250 мл.

Пробу заливают 100 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно взбалтывают в течение 5 мин. После этого раствор отфильтровывают. Из фильтрата отбирают три пробы по 20 мл и переносят каждую пробу в стеклянную колбу вместимостью 250 мл. Водный экстракт с добавлением 2—3 капель фенолфталеина титруют 0,05 н водным раствором едкого натра до появления устойчивой бледно-розовой окраски, сохраняющейся в течение 30 с.

Кислотное число K, мг KOH/г, определяют по формуле

$$K = \frac{ak \cdot 14}{b}, \quad (9.12)$$

где a — объем 0,05 н раствора едкого натра, израсходованный на титрование, мл; k — поправочный коэффициент на титр; 14 — коэффициент пересчета от NaOH к KOH; b — навеска пробы, г.

Титрование проводят три раза. Кислотное число определяют как среднее арифметическое результатов трех определений.

§ 15. Содержание «корольков» в минеральной вате

Проведение испытания. Содержание в минеральной вате «корольков» размером выше 0,25 мм определяют при помощи прибора (рис. 9.9) следующим образом. От каждого из трех упакованных мест берут по одной навеске ваты массой 50 г каждая и взвешивают их с погрешностью 1 г. Навеску ваты прокалывают в муфельной печи при 700—800°С в течение 30 мин, а затем помещают в цилиндр прибора и включают мотор на 15 мин.

В процессе работы прибора измельченные волокна и «корольки» проходят через сетчатое дно прибора и собираются в приемнике, расположенном под цилиндром прибора. Измельченные волокна ваты удаляют из приемника при помощи мехов, а «корольки» выгружают, просят через сито с отверстиями 0,25 мм и остаток взвешивают на сите с погрешностью 0,1 г. Удвоенная масса остатка «корольков» на сите представляет собой содержание в навеске ваты «корольков» размером свыше 0,25 мм в процентах. Содержание «корольков» размером свыше 0,25 мм в вате данной партии вычисляют как среднее арифметическое результатов определений трех навесок ваты.

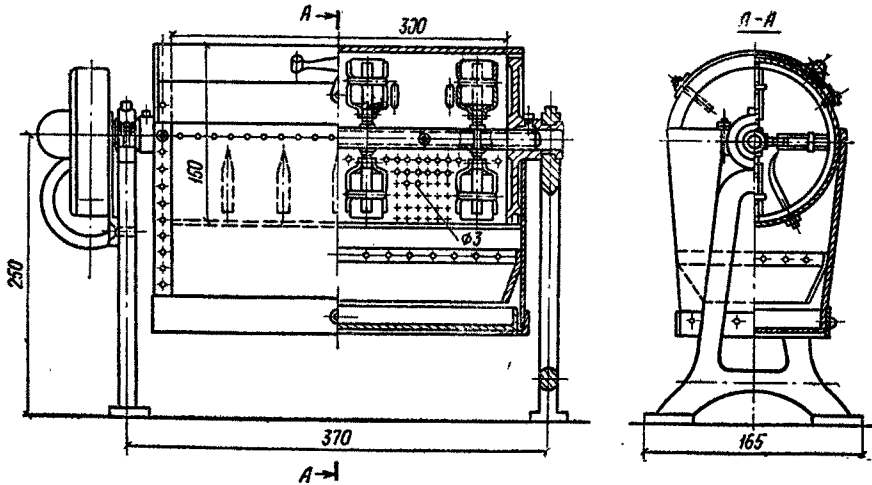


Рис. 9.9. Прибор для определения содержания «корольков» в минеральной вате

§ 16. Содержание неволокистых включений в изделиях из стеклянного волокна

Сущность метода состоит в измельчении пробы, отделении от измельченного стекловолокна, высушивании и взвешивании неволокистых включений.

Проведение испытания. Содержание неволокистых включений определяют, пользуясь контрольной пробой, подготовленной при определении среднего диаметра волокна (рис. 9.10).

В стакан 7 помещают навеску стеклянного волокна массой около 10 г. После этого стакан соединяют с цилиндром 10 при помощи байонетного замка 8. При этом диск 5 вместе с шлицевым валом 6 поднимают на толщину слоя стекловолокна. Пружина 9 прижимает диск к стекловолокну. Грибок 11 приподнимаясь освобождает рычаг 12, который отключает контакт микропереключателя 13. Нажимая на кнопку 16, создают контакт пружинной 15 и включают электромотор 14. При этом начинает вращаться диск 5, истирая стекловолокно на сетке 3, установленной над нижней частью стакана 4. Измельченное стекловолокно с неволокистыми включениями попадает в воронку 2. Струей воды стекловолокно отделяют от неволокистых включений. Последние осаждают в съемном стакане 1. По мере измельчения стекловолокна диск под действием собственной массы и пружины опускается вниз. В момент соприкосновения диска с сеткой 3 грибок 11 нажимает на рычаг 12, замыкая контакт микропереключателя 13.

Электромотор отключается и загорается лампа 17. На этом процесс измельчения стекловолокна заканчивается. После того как измельченное стекловолокно полностью

Электромотор отключается и загорается лампа 17. На этом процесс измельчения стекловолокна заканчивается. После того как измельченное стекловолокно полностью

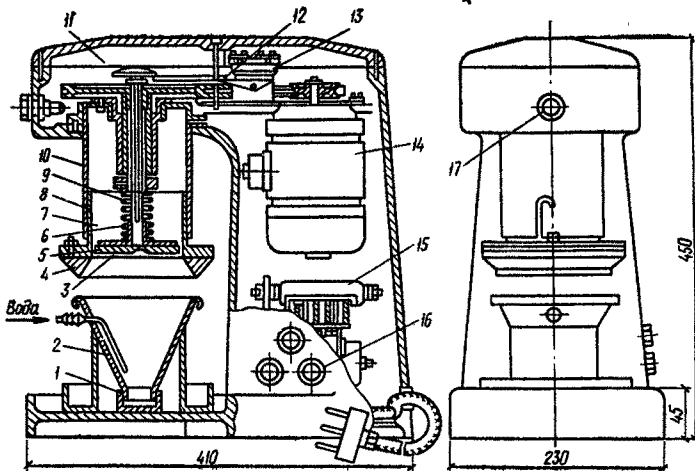


Рис. 9.10. Прибор для определения содержания неволокистых включений в изделиях из стеклянного волокна

отделено от неволоконистых включений, прекращают подачу воды в воронку 2. Неволоконистые включения после сушки высыпают из стакана 7 на мерное сито для отсева частиц размером менее 0,5 мм. Затем неволоконистые включения, оставшиеся на сите, взвешивают и определяют их процентное содержание в стекловолноке. Все взвешивания производят с погрешностью 0,02 г. Производят три определения, округляя результаты до 0,5%.

§ 17. Биостойкость торфяных теплоизоляционных плит

Биостойкость плит проверяют путем воздействия на них дереворазрушающего гриба «Кониофора церебелла». Для испытания плит на биостойкость применяют следующие *оборудование и материалы*: термостат биологический № 3, Т-3; шкаф сушильный ШС-3 по ГОСТ 7365—55; автоклав на давление 0,15—0,2 МПа; весы технические 2-го класса до 200 г — ВТЛ2-200; гири 4-го класса Г-4-210; весы аналитические ВЛА-200-М с комплектом гирь; микроскоп МБН по ГОСТ 8284—67*; эксикатор по ГОСТ 6371—73*; колбы для биологических культур по ГОСТ 10972—64; цилиндры мерные по ГОСТ 1770—74*; пинцет длиной 200—250 мм; крючок бактериологический из проволоки диаметром 0,5—0,8 мм нержавеющей стали Х18Н10Т по ГОСТ 5632—72**; кальций хлористый плавленный по ГОСТ 4460—77; агар-агар по ГОСТ 16280—70**; сусло пивное несмеленное; дрожжи сухие медицинские по ОСТ НКПП-337; витамин В₁₂ (цианкобаламин).

Для проверки биостойкости используют шесть образцов, вырезанных из плиты.

Острым ножом образцы доводят до размера 20×20×90 мм (при этом не допускаются отклонения более ±1 мм) и срезают все отпечатки от сеток; не допускаются также сколы кромок и выкрашивание углов.

Контроль биостойкости плит осуществляют на чистой культуре гриба «Кониофора церебелла». Вырезанные из плиты шесть одинаковых образцов высушивают в сушильном шкафу при 75±5°С до постоянной массы (±0,001 г). Взвешенные образцы завертывают попарно в бумажную кальку и вновь помещают в сушильный шкаф на 2 ч для стерилизации при той же температуре. Подготовленные образцы охлаждают в эксикаторе, а затем закладывают в три колбы с хорошо развитой культурой дереворазрушающего гриба — по два образца в каждую. Колбы закрывают ватными пробками и помещают в термостат с температурой 23±2°С.

Колбы с образцами выдерживают в термостате четыре месяца. В этот период отмечают интенсивность обростания мицелием через 10, 30, 60 и 120 сут после закладки. Через 120 сут образцы вынимают из колб, осторожно очищают от мицелия гриба и взвешивают, а затем высушивают в сушильном шкафу при 75±5°С до постоянной массы.

Разрушение образцов грибом определяют как потери массы сухого вещества Δm , %, по формуле

$$\Delta m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100, \quad (9.13)$$

где m_1 , m_2 — масса сухого образца соответственно до и после испытания, кг.

При потере сухого вещества менее 3% испытуемую плиту считают биостойкой.

РАЗДЕЛ III. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ГЛАВА 10

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

§ 1. Проверка размеров и выявление наружных дефектов изделий и конструкций

Размеры железобетонных и бетонных изделий проверяют с погрешностью 1 мм металлическими измерительными линейками (ГОСТ 427—75) и рулетками 2-го класса типа РС (ГОСТ 7502—69), штапелциркулями (ГОСТ 166—73*), а также специальными металлическими калибрами 11—902

и скобами. При определении отклонений от проектных размеров изделий руководствуются следующими зависимостями (рис. 10.1):

$$\left. \begin{aligned} \delta^+ &= L_{\max} - L_0; \\ \delta^- &= L_{\min} - L_0, \end{aligned} \right\} \quad (10.1)$$

где L_0 — проектный размер изделия; L_{\max} , L_{\min} — соответственно наибольший и наименьший допускаемые размеры изделия; δ^+ , δ^- — предельные допускаемые отклонения от проектного размера.

Размеры, для которых установлены предельные отклонения, проверяют не менее, чем в трех местах, расположенных в середине и вблизи от краев изделия, после устранения всех местных дефектов (околы

бетона, наплывы, вмятины и т. п.) на участках соприкосновения измерительных инструментов с поверхностью бетона.

Неплоскостность δ_p панелей и плит перекрытий и покрытий из-

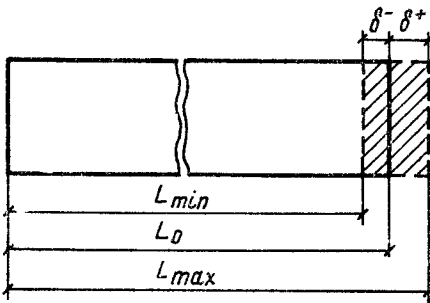


Рис. 10.1. Схема отклонений бетонных и железобетонных изделий от проектного размера

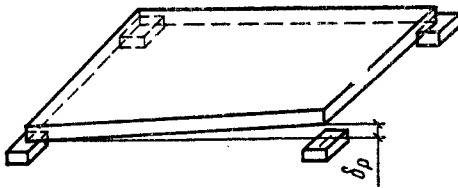


Рис. 10.2. Определение неплоскостности бетонных и железобетонных изделий

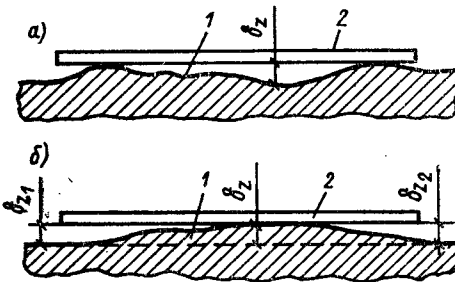


Рис. 10.3. Определение непрямолинейности бетонных и железобетонных изделий

а — общий случай непрямолинейности (волнистость); б — выпуклость; δ_z — наибольшее отклонение от прямолинейности, мм; δ_{z1} , δ_{z2} — отклонения от прямолинейности, мм, измеренные по концам контрольной рейки

меряют на образцах изделий, уложенных в горизонтальном положении на четыре опоры, расположенные в одной плоскости (рис. 10.2), или на две опоры, расположенные в одной плоскости по всей ширине изделия попеременно рабочего пролета, или на поверочную плиту, в соответствии со схемой опирания изделия в здании или сооружении. Неплоскостность стеновых панелей проверяют на образцах изделий, уста-

новленных в вертикальном положении. Непрямолинейность поверхности определяют (рис. 10.3), измеряя наибольший зазор между ребром контрольной металлической рейки 2 длиной 2 м и проверяемой поверхностью 1. Непрямолинейность выпуклой поверхности δ_z определяется при таком положении рейки, когда расстояния δ_{z1} и δ_{z2} от ее концов до проверяемой поверхности равны или отличаются между собой не более, чем на 1 мм.

Отклонения стальных закладных деталей от проектного положения

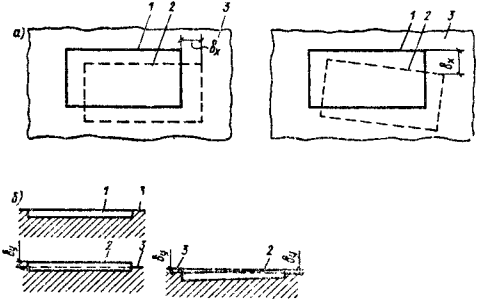


Рис. 10.4. Схемы отклонений стальных закладных деталей от проектного положения

а — в плоскости изделия (δ_x); б — из плоскости изделия δ_y ; 1 — проектное положение закладной детали; 2 — действительное положение закладной детали; 3 — поверхность изделия

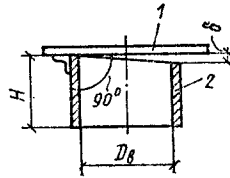


Рис. 10.5. Схема определения перекоса торцевой плоскости железобетонного кольца

в плоскости и из плоскости изделия измеряют металлической измерительной линейкой (рис. 10.4).

Отклонения граней поясов ферм и балок от вертикальной плоскости проверяют, измеряя металлической линейкой наибольший зазор между струной (шнуром), натянутой с усилием не менее 100 Н между концами или опорами изделия, и проверяемой гранью.

Внешний вид изделий и качество лицевых поверхностей, наличие монтажных петель, закладных деталей и выпусков арматуры проверяют наружным осмотром. Размеры раковин и околосов на изделиях проверяют металлическими измерительными линейками или специальными калибрами. Ширину трещин измеряют с погрешностью 0,05 мм при помощи микроскопа с измерительной шкалой или измерительной лупы.

Трещины с раскрытием от 1 до 0,1 мм измеряют также трафаретами, изготовлен-

ными из позитивной пленки размером 80×100 мм с нанесенными на ней линиями толщиной от 0,1 до 1 мм. При измерении трещины в конструкциях трафарет прикладывают к трещине и устанавливают таким образом, чтобы соответствующая линия совпала с размером измеряемой трещины. Трафарет может быть изготовлен на месте по чертежу с нанесенными линиями. Линия в 1 мм на чертеже равна 10 мм. При фотосъемке чертеж, увеличенный в 10 раз, уменьшается на позитивной пленке точно в 10 раз, что соответствует размерам, принятым на трафарете линий.

Наплавленный металл в сварных соединениях с целью выявления наружных дефектов обследуют с помощью лупы пятикратного увеличения. Прямолинейность стержней проверяют с помощью рейки, струны или другим способом. Смещение осей стержней в стыковых соединениях определяют с помощью рейки и линейки. Рейка должна иметь вырез для обхода грата, утолщения наплавленного металла или желобчатой подкладки в месте стыка.

Искривление поверхности железобетонных изделий для смотровых водопроводных колодцев и канализационных сетей определяют, измеряя наибольший зазор между ребром контрольной металлической рейки и проверяемой поверхностью изделия. Длина контрольной рейки должна быть не менее высоты стенового кольца или наружного диаметра плиты.

Перекос торцовой плоскости железобетонного кольца 2 (рис. 10.5) относительно его продольной оси определяют, измеряя зазор между контрольной рейкой 1, установленной под прямым углом к образующей наружного цилиндра кольца, и торцовой плоскостью изделия. Внешний вид изделий для смотровых колодцев, качество поверхностей, наличие и расположение монтажных петель или строповочных отверстий, закладных деталей и ходовых скоб проверяют наружным осмотром.

§ 2. Прочность, жесткость и трещиностойкость изделий и конструкций

Испытание конструкций нагружением

Отбор конструкций для испытаний. Железобетонные конструкции серийного изготовления для текущих контрольных статических испытаний по прочности, жесткости и трещиностойкости отбирают в соответствии с указаниями технической документации на эти изделия, но не менее: 2 шт. перед началом массового изготовления и в дальнейшем при изменении конструкции изделия или технологии его изготовления, а также в случае замены материалов; 1% изделий от каждой партии, но не менее 2 шт., если размер партии составляет менее 200 шт.

Размер партии изделий устанавливается стандартами или техническими условиями на данный вид продукции.

Схемы опирания и загрузки. Испытания на прочность, жесткость и трещиностойкость производят по схемам опирания и загрузки, устанавливаемым в технологической документации на данный вид изделий. Схемы опирания и загрузки изделий подбирают так, чтобы соотношения усилий во всех основных сечениях сплош-

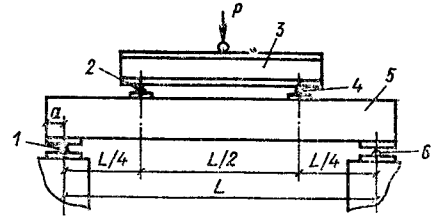


Рис. 10.6. Схема испытания балки на двух опорах

1, 2 — соответственно подвижная и неподвижная опоры распределительной балки; 3 — распределительная балка; 4 — подвижная опора распределительной балки; 5 — испытываемая деталь; 6 — неподвижная опора

ных конструкций, а также в основных стержнях и узлах сквозных (решетчатых) конструкций были близки к соотношениям максимальных расчетных усилий погибающим эпюрам, принятым в расчете. Отклонения не должны превышать $\pm 10\%$ проектных значений. В отдельных случаях, когда при одной схеме загрузки нельзя обеспечить создание указанных условий, предусматриваются испытания конструкций при нескольких схемах загрузки.

Изделия испытывают, как правило, в том положении, в каком они будут работать в сооружении. Допускается испытывать изделия повернутыми на 90° или на 180° при условии, что при переворачивании изделий в них не могут появиться трещины. В этом случае испытания проводят при соответствующем изменении направления прикладываемой нагрузки, т. е. силами, направленными горизонтально или снизу вверх. При испытании в горизонтальном положении силами, направленными горизонтально, изделие укладывают на часто расположенные шары, практически исключая изгиб его в вертикальной плоскости от собственной массы.

Устройство опор для испытания изделий должно соответствовать схеме опирания, принятой при расчете этих изделий. При испытании балок, ферм, балочных плит и настилов, рассеченных как однопролетные свободно опертые балки, их следует опереть на две шарнирные опоры, причем одна из опор должна допускать свободное перемещение вдоль оси изделия (рис. 10.6). При испытании изделий, рассчитанных как консоль, один конец изде-

для должен быть защемлен, а второй свободен (рис. 10.7).

Плиты, работающие в двух направлениях и опертые по четырем углам, испытывают по такой схеме (рис. 10.8, а), чтобы были обеспечены возможность свободного поворота конструкции на опорах, а также свободные горизонтальные перемещения трех опор относительно четвертой неподвижной. Плиты и панели, работающие в двух направлениях и опертые по всем че-

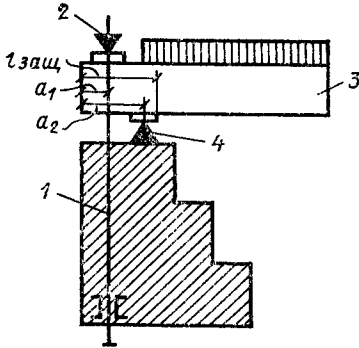


Рис. 10.7. Схема испытания защемленной консоли
1 — анкерная тяга; 2 — верхняя анкерная опора;
3 — испытываемая деталь; 4 — нижняя опора

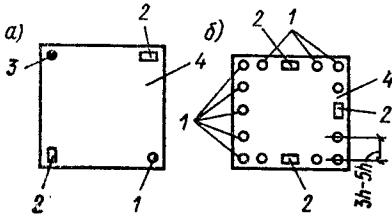


Рис. 10.8. Схема устройства опор плиты

а — плита оперта по четырем углам; б — плита оперта по контуру; 1 — шар; 2 — каток; 3 — неподвижная опора; 4 — испытываемая плита

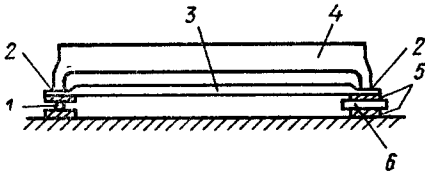


Рис. 10.9. Схема опирания ребристых плит шириной более 1,5 м

1 — шар; 2 — сварные швы; 3 — стальной швеллер; 4 — испытываемая плита; 5 — стальные плиты; 6 — каток

тырем сторонам, испытываются по схеме, приведенной на рис. 10.8, б, чтобы обеспечивались поворот на опорах и свободные горизонтальные взаимные смещения опорных точек.

Ребристые плиты шириной более 1,5 м испытывают по схеме, указанной на

рис. 10.9; опоры должны обеспечивать свободные повороты опорных сечений и перемещения в продольном направлении, а также предотвращать их перемещение в поперечном направлении. Не допускается применять в качестве подвижных опор опоры, смещение которых связано с преодолением трения скольжения (при коэффициенте трения более 0,05). Свободно перемещающаяся опора должна быть в виде стального катка или шара диаметром не менее 50 мм, свободно укладываемых между двумя стальными прокладками. Если загружающее устройство препятствует перемещению конструкции вдоль пролета, обе опоры должны быть подвижными.

Расстояние от концов конструкций до центра шарнирных опор (см. рис. 10.6) принимают равным половине принятой при расчете конструкции наименьшей длины опирания, измеряемой вдоль пролета. На защемленных опорах расстояние от конца конструкции до центра нижней опоры a_2 (см. рис. 10.7) принимают равным $\frac{5}{6}$ минимальной длины защемления $l_{заш}$, указанной в проекте; при этом расстояние от конца конструкции до центра верхней опоры a_1 принимают равным $\frac{1}{6}$ той же длины.

Конструкция должна опираться на стальные плиты, расположенные симметрично относительно оси опирания. Площадь стальных плит должна соответствовать площади опирания, принятой в проекте; при этом длина плит принимается равной наименьшей длине опирания, измеряемой вдоль пролета, а толщина — не менее $\frac{1}{6}$ длины плиты. Опирание конструкции на стальные плиты должно осуществляться через выравнивающий слой цементного раствора, прочность которого должна составлять не менее 50% марки бетона конструкции.

Проведение испытания. Конструкции испытывают на испытательных машинах, универсальных или специальных стендах и установках, обеспечивающих возможность приложения нагрузки по заданной схеме опирания и загрузки с погрешностью не более $\pm 5\%$ контрольной нагрузки. При передаче сосредоточенной нагрузки с помощью распределительных балок последние должны опираться на испытываемую конструкцию не более чем в двух местах, причем одна из опор должна допускать свободное перемещение вдоль распределительной балки (см. рис. 10.7).

Плиты, настилы, панели и другие конструкции испытывают равномерно распределенной нагрузкой сжатым воздухом или штучными грузами, в качестве которых могут служить металлические или бетонные блоки, баки с водой, ящики с сыпучими материалами.

Сжатым воздухом конструкции испытывают по схеме, показанной на рис. 10.10; при этом воздушные баллоны не должны свисать за края загружаемой конструкции, а при вычислении приложенной нагрузки следует учитывать действительную пло-

щадь соприкосновения баллона с загружаемой поверхностью; размер a должен превышать максимальный прогиб. При испытании балочных конструкций штучными грузами длина этих грузов в направлении пролета не должна превышать $1/6$ этого пролета.

Испытуемые конструкции загружают штучными грузами симметрично относительно середины пролета конструкции. Между штучными грузами по всей высоте

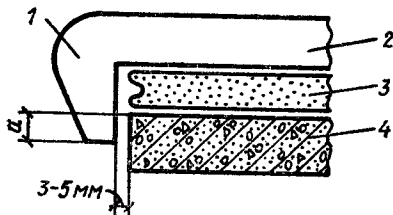


Рис. 10.10. Схема испытания конструкции сжатым воздухом

1 — ограничитель; 2 — упорный щит; 3 — пневматический баллон; 4 — конструкция

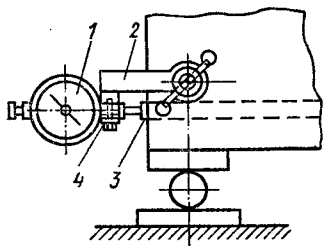


Рис. 10.11. Схема установки индикатора на торце испытываемой панели для измерения смещения концов арматуры

должны быть зазоры не менее 50 мм. При загрузке сыпучими материалами, засыпаемыми в расположенные поверх испытываемой конструкции бездонные ящики вдоль пролета балочных конструкций устанавливают не менее двух ящиков, а для конструкций, работающих в двух направлениях, — не менее четырех ящиков. Между ящиками по всей высоте должны быть зазоры не менее 0,1 пролета конструкции, но не менее 250 мм.

При испытании конструкций контролируют показатели, необходимые для оценки их прочности, жесткости и трещиностойкости; нагрузки, вызывающие заданное предельное состояние, а также прогибы конструкции.

Прочность и трещиностойкость конструкций оценивают по нагрузкам, которые следует определять по показаниям силоизмерителей испытательных установок (по давлению масла в гидравлических домкратах, давлению воздуха в нагружающих баллонах) или по массе штучных грузов.

Жесткость конструкций оценивают по

прогибу, измеренному приборами с погрешностью не более 5% перемещения от контрольной нагрузки при проверке жесткости. При контроле жесткости конструкций, опертых по концам, измеряют перемещения в середине пролета и осадку опор, а при испытании защемленных консолей — прогибы свободного конца консоли, а также осадку и поворот опоры. Действительный прогиб конструкции определяют как разность между перемещением, измеренным в середине пролета или на конце консоли, и полусуммой осадок опор. При ширине испытываемой конструкции менее 1 м прогибы измеряют посередине ширины конструкции, а при большей ширине — по краям конструкции вдоль ее пролета, принимая за прогиб конструкции среднearифметическое этих прогибов.

В ребристых плитах измеряют прогибы каждого продольного ребра; при этом за прогиб конструкции принимают среднearифметическое прогибов продольных ребер.

При испытании конструкций с самоанкерующейся арматурой класса А_т-VI, а также арматурой классов В-II, Вр-II и К-7 диаметром более 6 мм без дополнительных анкеров на торцах конструкции измеряют смещения концов стержней относительно бетона. Смещения концов арматуры измеряют не менее чем на 10% стержней и не менее чем на двух стержнях каждой конструкции. Измерения проводят индикаторами с ценой деления 0,01 мм. Схема установки индикатора на торце испытываемой конструкции показана на рис. 10.11. Во время испытания конструкции нагружением принимают меры к обеспечению безопасности работ. Испытания проводят на специально отведенном участке, куда запрещается доступ посторонним лицам, на установках, обеспечивающих дистанционное нагружение конструкций и измерение показателей. При испытании принимают меры по предотвращению обрушения испытываемой конструкции, загрузочных устройств и загружающих материалов (штучных грузов, сыпучих материалов и т. п.). Для этого:

а) устанавливают страховочные опоры вблизи несущих опор и посередине пролета балочной конструкции или под свободным концом консоли;

б) поддерживают в процессе нагружения минимально возможное по условиям испытания расстояние между конструкцией и страховочными опорами для предотвращения удара в момент разрушения конструкции;

в) раскрепляют у основания, соединяют между собой или подвешивают к установке элементы загрузочных устройств; при этом все предохранительные приспособления не должны препятствовать свободному прогибу конструкции до момента разрушения.

При испытании ферм, балок и других конструкций больших пролетов принимают

меры к обеспечению их устойчивости. Приемлемые для этих целей устройства следует устанавливать в местах фактического закрепления испытуемых конструкций и не препятствовать их перемещению в плоскости действия сил.

Порядок загрузки конструкции указывается в проекте, а при отсутствии такого указания испытание проводят с учетом следующих требований:

а) нагрузку следует прикладывать ступенями (долями), каждая из которых не должна превышать 10% контрольной нагрузки при проверке прочности и трещиностойкости и 20% контрольной нагрузки при проверке жесткости конструкции;

б) при испытании конструкций, в которых не допускаются трещины в стадии эксплуатации, после приложении нагрузки, составляющей 90% контрольной нагрузки при проверке трещиностойкости, каждая последующая доля нагрузки, вплоть до момента появления трещины, должна составлять не более 5% этой контрольной нагрузки;

в) на каждой ступени нагрузка во всех точках ее приложения должна возрастать пропорционально одному параметру;

г) при испытании конструкций вертикальными и горизонтальными силами в заданном соотношении в начале испытания необходимо приложить горизонтальную силу, составляющую вместе с собственной массой конструкции требуемое соотношение.

После приложения каждой доли нагрузки конструкцию выдерживают под этой нагрузкой не менее 10 мин. После приложения контрольной нагрузки при проверке жесткости конструкцию выдерживают под этой нагрузкой не менее 30 мин. Конструкции, в которых не допускаются трещины в стадии эксплуатации, после приложения контрольной нагрузки выдерживают под этой нагрузкой в течение 30 мин.

Во время выдержки тщательно осматривают поверхность конструкции, фиксируют появившиеся трещины, измеряют прогиб в середине пролета и осадку опор, ширину раскрытия трещин и смещение арматуры относительно бетона на торцах конструкции. Ширину раскрытия трещин, нормальных к продольной оси конструкции, измеряют на уровне нижнего ряда арматуры, а ширину раскрытия трещин, наклонных к продольной оси конструкции, — в местах их максимального раскрытия. Ширину раскрытия трещин измеряют измерительными лупами или микроскопами с ценой деления не более 0,1 мм. Для улучшения фиксации момента появления трещин в бетоне поверхности конструкций перед испытанием покрывают жидким раствором мела или известки.

Определение контрольных нагрузок, перемещений, ширины раскрытия трещин. Контрольные нагрузки при проверке прочности, жесткости и трещиностойкости, а

также контрольные прогибы и ширина раскрытия трещин устанавливаются и указываются в стандартах, технических условиях или рабочих чертежах на данный вид конструкций. При испытании конструкций на прочность полная контрольная нагрузка по проверке прочности, включающая собственную массу конструкции, принимается равной нагрузке, вызывающей в основных сечениях сплошных конструкций, элементах и узлах сквозных конструкций усилия, равные максимальным усилиям от расчетных нагрузок, умноженных на коэффициент C .

В случае испытания конструкции в рабочем положении нагрузкой, действующей сверху вниз, указывается также и дополнительно прикладываемая нагрузка, равная полной контрольной нагрузке за вычетом собственной массы. Коэффициент C в зависимости от возможного характера принимают по табл. 10.1.

Полная контрольная нагрузка (включающая собственную массу конструкции) при проверке жесткости принимается равной расчетной нагрузке, при которой вычислены прогибы конструкции.

Для конструкций, которые испытывают в рабочем положении, прикладываемая при испытании нагрузка, действующая сверху вниз, принимается равной полной контрольной нагрузке по проверке жесткости за вычетом собственной массы конструкции и массы загрузочных устройств, а контрольный прогиб от прикладываемой нагрузки — равным разности между прогибом от полной контрольной нагрузки и прогибом от собственной массы конструкции и массы загрузочных устройств. Для конструкций, которые при испытании повернуты на 90 или 180°, необходимо учесть влияние собственной массы конструкции и массы загрузочных устройств как на контрольную нагрузку, так и на контрольный прогиб.

Для конструкций (или их частей), к трещиностойкости которых предъявляются требования 1-й категории, контрольную нагрузку принимают равной нагрузке, вызывающей в проверяемых сечениях конструкции максимальные принятые в расчете усилия от совместного действия постоянных, длительных и кратковременных нагрузок с коэффициентом перегрузки $n > 1$.

Для конструкций (или их частей), к трещиностойкости которых предъявляются требования 2-й и 3-й категории, момент образования и ширину раскрытия трещин контролируют при нагрузке, вызывающей в проверяемых сечениях конструкций максимальные принятые в расчете усилия от совместного действия постоянных, длительных и кратковременных нагрузок с коэффициентом перегрузки $n = 1$.

Проверку жесткости и трещиностойкости предварительно-напряженных конструкций, к трещиностойкости которых предъявляются требования 2-й и 3-й категории, если их испытания выполняют до момента появления в них всех потерь предварительного напряжения арматуры (т. е. в воз-

ТАБЛИЦА 10.1

Характер разрушения конструкций	Характеристика конструкций и вид бетона	Коэффициент
Текущность продольной растянутой арматуры до наступления раздробления бетона сжатой зоны сечения. Разрыв продольной растянутой арматуры	Изгибаемые конструкции (балки, плиты и панели перекрытий и покрытий), элементы и узлы сквозных (решетчатых) конструкций независимо от вида бетона	1,4
Раздробление бетона сжатой зоны сечения до наступления текущести продольной растянутой арматуры или разрушение по сечениям, наклонным к продольной оси конструкции	Изгибаемые конструкции (балки, плиты и панели перекрытий и покрытий), элементы и узлы сквозных (решетчатых) конструкций из бетонов: тяжелого, на пористых заполнителях и плотного силикатного	1,6
	ячееного:	
	вида А — автоклавного на цементном или смешанном вяжущем;	1,6
	вида Б — автоклавного на известковых вяжущих и безавтоклавного	1,8

расте менее 100 сут), проводит при контрольной нагрузке, умноженной на коэффициент *K*. Он равен отношению установленной расчетом нагрузки, вызывающей образование трещин в бетоне конструкции в день испытания, к нагрузке, вызывающей появление трещин при учете всех потерь предварительного напряжения арматуры, но не более 1,25. На чертежах конструкций должны быть приведены контрольные нагрузки при проверке трещиностойкости и жесткости конструкций для испытаний

Предельно допустимая ширина кратковременного раскрытия трещин, мм	Контрольная ширина раскрытия трещин, мм
0,05	0,05
0,10—0,15	0,10
0,20—0,25	0,15
0,30	0,20
0,40	0,25

в возрасте 3, 7, 14, 28 и 100 сут (для конструкций из плотного силикатного бетона — в возрасте 3, 28 и 100 сут); при испытаниях конструкций в промежуточные сроки контрольные нагрузки определяют интерполяцией.

Контрольную ширину раскрытия трещин принимают в зависимости от предельно допустимой ширины кратковременного раскрытия трещин, установленной нормами проектирования конструкций.

Для конструкций и их частей, к трещиностойкости которых предъявляются требования 2-й категории, закрытие (зажатие) трещин специально не контролируют.

Оценка качества конструкций по результатам испытаний нагружением. Партия конструкций признается годной, если результаты испытаний отобранных конструкций удовлетворяют всем требованиям по прочности, жесткости и трещиностойкости.

Прочность конструкций оценивают нагрузкой, вызывающей одно из состояний, которые свидетельствуют, что сопротивление конструкции действию этой нагрузки исчерпано:

а) текущность продольной растянутой арматуры, что в конструкциях с арматурой классов А-I, А-II, А-III, В-I и В-1 характеризуется прогибом, превышающим $\frac{1}{50}$ пролета конструкций, а для консоли — $\frac{1}{25}$ вылета консоли;

б) состояние конструкций с арматурой классов А-IV, А-V, Ат-IV, Ат-V, Ат-VI, В-II, Вр-II и К-7, характеризуемое достижением прогиба, равного $1/\rho$ пролета конструкции, а для консоли — $2/\rho$ вылета консоли, при этом ρ определяют по формуле (но принимают не менее 30):

$$\rho = 80 - 2 \frac{l}{h}$$

где *l* — пролет конструкции; *h* — высота конструкции;

в) раздробление бетона от сжатия до достижения в продольной растянутой арматуре предела текущести или одновременно с ним, что в изгибаемых конструкциях и фермах характеризуется прогибом конструкции, менее чем в 1,5 раза превышающим прогиб при контрольной нагрузке при проверке жесткости, или раскрытием трещин не менее чем на 1 мм;

г) разрыв арматуры, разрушение по сечениям, наклонным к продольной оси конструкции, разрушение из-за выдергивания арматуры или раскола торцов изгибаемых конструкций и ферм, а также разрушение узлов ферм.

Партия конструкций признается годной, если разрушение испытанных конструкций произошло при нагрузке, равной или превышающей контрольную нагрузку при проверке прочности. В случае разру-

шения хотя бы одной из отобранных от партии конструкции при нагрузке, меньшей контрольной (но большей 85% контрольной), повторно испытывают такое же число конструкций.

Если при повторном испытании конструкций разрушающая нагрузка окажется не менее 85% контрольной нагрузки, то партия конструкций считается выдержавшей испытание. Если разрушающая нагрузка хотя бы одной из первоначально или повторно испытанных конструкций будет менее 85% контрольной нагрузки, то партия конструкций приемке для использования по прямому назначению не подлежит, но может быть по согласованию с проектной организацией использована для других целей.

Конструкции с самоанкерующейся арматурой класса АТ-VI, а также с арматурой классов В-II, Вр-II и К-7, диаметром более 6 мм без дополнительных анкеров признаются годными, если при их испытании под нагрузкой, равной 1,4 расчетной, а для конструкций из бетона на пористых заполнителях — 1,6 расчетной, смещение концов арматуры относительно бетона на торцах конструкций не превышает 0,1 мм. Если при испытании этих конструкций под указанной нагрузкой смещения концов арматуры относительно бетона на торцах конструкции будут более 0,1 мм, но менее 0,2 мм, то повторно испытывают такое же число конструкций. Партия конструкций признается годной, если при данном испытании смещения концов арматуры относительно бетона на торцах конструкций не превышают 0,2 мм. Если хотя бы в одной из первоначально или повторно испытанных конструкций при указанной нагрузке смещения концов арматуры относительно бетона на торцах конструкции превысят 0,2 мм, то партия конструкций приемке не подлежит.

Если конструкция разрушилась из-за текучести продольной растянутой арматуры или из-за раздробления бетона от сжатия при нагрузке менее контрольной, но не менее 85% ее, допускается вместо повторного испытания конструкций испытывать арматуру, вырезанную из слабнонапряженных участков испытанной конструкции. Повторно конструкции не испытывают, и партия признается годной, если в результате испытания арматуры окажется, что предел текучести арматуры

$$\sigma_T \geq 1,4 \frac{R_a P_{\text{разр}}}{P_{\text{контр}}}, \quad (10.2)$$

где R_a — расчетное сопротивление арматуры растяжению при предельных состояниях первой группы, Па (кгс/см²); $P_{\text{контр}}$ — контрольная нагрузка при проверке прочности, Н (кгс); $P_{\text{разр}}$ — нагрузка, вызвавшая разрушение конструкции, Н (кгс).

Конструкции, отобранные для повторных испытаний, допускается испытывать под нагрузкой до 85% контрольной нагрузки для проверки прочности. Если при этой

нагрузке в испытуемых конструкциях не будет обнаружено каких-либо признаков разрушения и после разгрузки остаточные прогибы не будут превышать 50% контрольных прогибов при проверке жесткости, а ширина раскрытия трещин 0,2 мм, то конструкция с ненапрягаемой арматурой или предварительно-напряженные конструкции, к трещиностойкости которых предъявляются требования 3-й категории, могут использоваться по назначению.

Конструкции, к трещиностойкости которых предъявляются требования 1-й категории, могут использоваться по назначению при отсутствии трещин в испытанных конструкциях при контрольной нагрузке по образованию трещин; при наличии трещин эти конструкции можно использовать только при меньших нагрузках.

Оценка жесткости конструкций проводится по прогибу $f_{\text{изм}}$, который сопоставляется с прогибом f_k с учетом отношения $f_{\text{длит}}/f_{\text{пред}}$, где $f_{\text{изм}}$ — прогиб, измеренный после выдержки испытуемой конструкции под контрольной нагрузкой для проверки жесткости; f_k — прогиб, вычисленный, согласно указаниям норм проектирования конструкций, от полной контрольной нагрузки для проверки жесткости, принимая ее одновременно действующей, с учетом сроков испытания конструкций; $f_{\text{длит}}$ — прогиб, вычисленный, согласно указаниям норм проектирования конструкций, от полной контрольной нагрузки для проверки жесткости, принимая ее длительно действующей, с учетом сроков испытания конструкций; $f_{\text{пред}}$ — предельно допустимый прогиб, установленный нормами проектирования конструкций.

Величина f_k и отношение $f_{\text{длит}}/f_{\text{пред}}$ указываются в рабочих чертежах конструкций.

Конструкции, для которых прогиб $f_{\text{длит}}$ составляет 85% и более предельно допустимого прогиба $f_{\text{пред}}$, признаются годными, если прогиб $f_{\text{изм}}$ превышает прогиб f_k не более чем на 10%. Если прогиб $f_{\text{изм}}$ хотя бы одной из отобранных конструкций превышает прогиб f_k более чем на 10%, но менее чем на 15%, то повторно испытывают такое же число конструкций.

Партия конструкций признается выдержавшей испытание, если прогиб $f_{\text{изм}}$ при повторном испытании не будет превышать прогиб f_k более чем на 15%. Если прогиб $f_{\text{изм}}$ хотя бы одной первоначально или повторно испытанной конструкции будет превышать прогиб f_k более чем на 15%, то вся партия конструкций приемке не подлежит.

Конструкции, для которых прогиб $f_{\text{длит}}$ составляет менее 85% предельно допустимого прогиба $f_{\text{пред}}$, признаются годными, если прогиб $f_{\text{изм}}$ превышает прогиб не более чем на 20%. Если прогиб $f_{\text{изм}}$ хотя бы одной из отобранных партий конструкций превышает прогиб f_k более чем на 20%, но менее чем на 30%, то повторно испытывают такое же число конструкций

Партия конструкций признается годной, если прогиб $f_{изм}$ при повторном испытании не будет превышать прогиб f_k более чем на 30%. Если прогиб $f_{изм}$ хотя бы одной первоначально или повторно испытанной конструкции будет превышать прогиб f_k более чем на 30%, то вся партия конструкций приемке не подлежит.

Трещиностойкость конструкций оценивают по образованию трещин и ширине их раскрытия.

Конструкции, в которых не допускается появление трещин в условиях эксплуатации (предварительно-напряженные или их части, к трещиностойкости которых предъявляются требования 1-й категории), признаются годными, если нагрузка при появлении первой трещины была равна или более контрольной по образованию трещин. Если хотя бы в одной из отобранных от партии конструкций появятся трещины при нагрузке менее контрольной по образованию трещин, то вся партия конструкций приемке не подлежит.

Конструкции (или их части), к трещиностойкости которых предъявляются требования 2-й и 3-й категории, признаются годными, если при контрольной нагрузке для проверки трещиностойкости ширина раскрытия трещин не превышает контрольной. Если измеренная ширина раскрытия трещин хотя бы в одной из проверенных конструкций превышает контрольную, то вся партия конструкций приемке не подлежит.

Конструкции, не удовлетворяющие требованиям по прочности, жесткости и трещиностойкости, могут быть использованы при меньших нагрузках. Возможность использования конструкций, не выдержавших испытаний по прочности, жесткости и трещиностойкости, должна быть обоснована пресектиной организацией с указанием допустимой нагрузки, подсчитанной с учетом методов оценки результатов испытаний, описанных в настоящем параграфе.

Испытание конструкций неразрушающими методами

При этом контролируют следующие численные значения единичных показателей качества, обеспечивающих заданную проектом прочность, жесткость и трещиностойкость конструкций: геометрические размеры конструкций; прочность бетона конструкций; вид, класс, марку, механические свойства арматурных стержней; качество выполнения сварных соединений арматуры и закладных деталей; диаметр, количество и расположение арматуры; толщину защитного слоя бетона; натяжение арматуры и передаточную прочность бетона (для предварительно-напряженных конструкций).

Непосредственно в конструкциях контролируют прочность бетона и толщину защитного слоя, а также геометрические размеры сечений. Остальные из перечисленных показателей контролируют в процессе входного и операционного контроля.

Число и место расположения участков, в которых определяют показатели, контролируемые в готовых конструкциях, указываются в рабочих чертежах. При этом руководствуются следующим:

в изгибаемых конструкциях, имеющих одно расчетное сечение, участки располагают только в расчетном сечении;

в конструкциях, имеющих несколько расчетных сечений, участки располагают равномерно по поверхности с обязательным расположением части участка в расчетных сечениях;

при назначении места расположения участков учитывают технологические особенности изготовления конструкций (например, для стеновых панелей, изготавливаемых по касетной технологии, участки располагают в верхней зоне).

Контролируемыми геометрическими размерами являются: для конструкций типа плит сплошного сечения — высота сечения; для конструкций типа многопустотных плит — высота сечения, размеры и положение пустот, толщины полок; для конструкций типа ребристых плит — общая высота поперечного сечения ребер и толщина полки; для конструкций типа балок, колонн и т. п. линейных элементов — ширина и высота сечения, а также размеры элементов сечения.

Объем входного и операционного контроля устанавливается государственными стандартами на изделия. Текущий приемочный контроль при испытании неразрушающими методами может быть выборочным или сплошным. При выборочном контроле партию оценивают по результатам испытаний отдельных конструкций, составляющих выборку (объем выборки — 10% числа конструкций в партии, но не менее трех конструкций). При сплошном контроле партию оценивают по результатам испытания всех составляющих ее конструкций, поэтому общее число участков измерений распределяется на все конструкции в партии. Сплошной контроль рекомендуется применять при небольшом числе конструкций в партии (20 и менее).

Геометрические размеры конструкций, а также толщину защитного слоя бетона проверяют измерительными инструментами с погрешностью ± 1 мм; для определения геометрических размеров используют методы и средства, установленные ГОСТ 13015—75. Прочность бетона непосредственно в конструкциях определяют с помощью ультразвукового метода или приборами механического действия (см. § 4 гл. 6). Неразрушающими методами контролируют отпускную прочность бетона, а для предварительно-напряженных конструкций — передаточную и отпускную прочность бетона. При этом отпускную и передаточную прочность бетона путем испытания контрольных кубов можно не контролировать.

Диаметр и расположение арматуры, а также толщину защитного слоя бетона

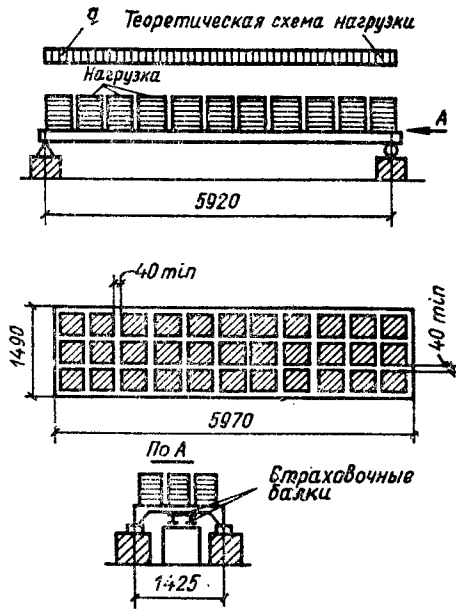


Рис. 10.12. Схема испытания армированной ребристой плиты из ячеистого бетона распределенной нагрузкой

контролируют радиографическим или магнитным методом (см. § 7 гл. 10). Для напрягаемой арматуры и ненапрягаемой в виде плоских или пространственных каркасов, смещение которой во время бетонирования исключено, допускается контролировать толщину защитного слоя бетона перед бетонированием конструкций (на стадии операционного контроля).

Качество арматурных изделий и закладных деталей контролируют до установки в опалубку (на стадии входного контроля), в соответствии с § 1 гл. 11, а также в соответствии со стандартами или техническими условиями на арматуру. Число, диаметр и взаимное расположение арматурных изделий и закладных деталей контролируют в каждой конструкции до ее бетонирования путем осмотра и занесения результатов контроля в специальные журналы. Натяжение арматуры при изготовлении предварительно-напряженных конструкций контролируют в соответствии с технологическими инструкциями по изготовлению конструкций.

Оценка качества конструкций по результатам испытаний неразрушающими методами. Партия конструкций признается годной, если каждый из контролируемых показателей всех испытанных конструкций не отличается от проектных значений больше, чем на предельно допускаемые отклонения. Если хотя бы в одной контролируемой конструкции отклонения контролируемых показателей превышают предельно до-

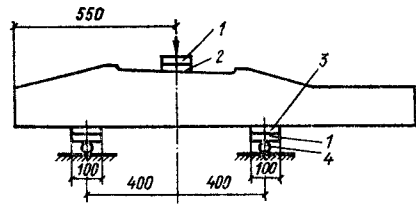


Рис. 10.13. Схема испытания струнбетонной шпалы на трещиностойкость в подрельсовом сечении
1 — стальная пластина; 2 — деревянная прокладка; 3 — угругая прокладка из дерева или резины; 4 — стальной валик диаметром 30—40 мм

пускаемые, то все конструкции в партии проверяют по этому показателю поштучно; при этом конструкции, не удовлетворяющие заданным требованиям, бракуют.

Предельно допускаемые отклонения геометрических размеров, расстояний между арматурными изделиями, толщины защитного слоя бетона, натяжения арматуры определены ГОСТ 13015—75, а также стандартами, техническими условиями или рабочими чертежами на данную конструкцию. По прочности бетона конструкции должны удовлетворять требованиям, изложенным в § 3 гл. 6. Значения остальных показателей, определяемых в процессе входного и операционного контроля, должны отвечать требованиям стандартов, технических условий или рабочих чертежей на данную конструкцию.

Для проверки прочности и жесткости ребристых армированных плит из ячеистого бетона от каждой партии отбирают две плиты.

Плиты испытывают в соответствии с требованиями настоящего параграфа со следующим дополнением: если хотя бы в одном из испытанных образцов полка разрушится раньше разрушения ребер, то независимо от других результатов испытаний вся партия плит приемке не подлежит. Схема испытаний приведена на рис. 10.12.

Железобетонные шпалы на трещиностойкость испытывают сосредоточенной нагрузкой, задаваемой прессом с погрешностью нагрузки в пределах $\pm 2\%$. Каждую шпалу, отобранную для испытания на трещиностойкость, испытывают последовательно в обоих подрельсовых сечениях по схеме, показанной на рис. 10.13, и в среднем сечении. Испытание в каждом сечении шпалы проводят в следующем порядке.

Нагрузку прессы увеличивают равномерно со скоростью 1000 Н/с или ступенями через 10 кН до контрольной нагрузки, равной 130 кН при испытании подрельсовых сечений и 120 кН при испытании среднего сечения, и поддерживают постоянной в течение 5 мин. При этой нагрузке тщательно осматривают шпалы с целью обнаружения волосных трещин в растянутой зоне бетона. Для этого пользуются лупой

Рис. 10.14. Схема испытания железобетонных приставок для деревянных опор воздушных линий электропередачи и связи консольным нагружением

1 — приставка; 2 — клин с упорами для фиксации положения приставки; 3 — металлический лист; 4 — бетонная площадка; 5 — упор (швеллер); 6 — деревянная подкладка (бревно); 7 — труба; 8 — каток (стальная труба); 9 — динамометр; 10 — ручная лебедка

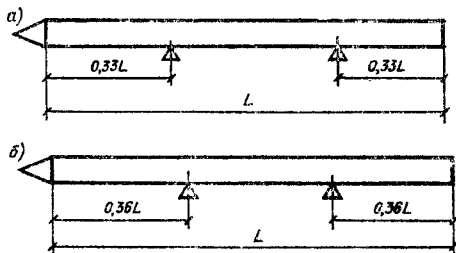
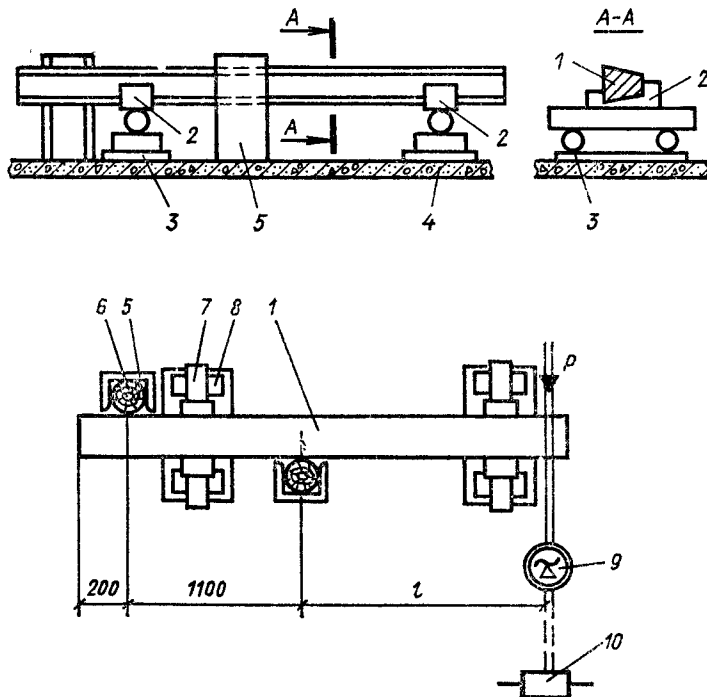


Рис. 10.15. Схема испытания на трещиностойкость железобетонных свай под действием собственного веса

с пятикратным увеличением. Партия шпал считается выдержавшей испытания на трещиностойкость, если все шпалы, отобранные из этой партии для испытаний на трещиностойкость, выдержали без появления волосных трещин нагрузку, равную 130 кН для подрельсовых сечений и 120 кН — для среднего сечения.

Железобетонные приставки для деревянных опор воздушных линий электропередачи и связи испытывают консольным нагружением (лебедкой) только в плоскости, перпендикулярной к оси линии электропередачи по схеме, приведенной на рис. 10.14. Испытание приставки проводят в следующем порядке. Нагрузку на испытываемую приставку передают ступенями,

каждая из которых составляет не более 20% нормативной нагрузки (см. § 2 гл. 6). После приложения каждой ступени нагрузки приставку выдерживают под этой нагрузкой в течение 10 мин и тщательно осматривают с целью обнаружения трещин в растянутой зоне бетона. По достижении нормативной нагрузки (табл. 10.2) приставку выдерживают под этой нагрузкой в течение 30 мин.

Партия приставок считается выдержавшей испытания на прочность и трещиностойкость, если все приставки, отобранные из этой партии, выдержали контрольную разрушающую нагрузку, равную или большую указанной в табл. 10.2, и если при нормативной нагрузке ширина раскрытия трещин не превышает 0,15 мм для приставок, армированных сталью класса А-II, и 0,2 мм для приставок, армированных сталью класса А-III. При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы на одной приставке по одному из перечисленных показателей приставки испытывают повторно на удвоенном числе образцов, взятых из той же партии. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний партия считается не выдержавшей испытания.

Железобетонные сваи, рассчитанные на нагрузку от собственной массы при подъеме на копер испытывают на трещиностойкость, укладывая их на две опо-

ТАБЛИЦА 10.2

Марка приставки	Плечо приложения нагрузки, мм	Нормативная нагрузка $P_{ном}$, Н	Контрольная разрушающая нагрузка $P_{разр}$, Н, не менее	
			при $C = 1,4$	при $C = 1,6$
ПТ.0,6-3,0	1650	3 300	5 600	6 300
ПТ.0,8-3,25	1650	4 300	7 300	8 250
ПТ.1,2-3,25	1650	6 300	10 700	12 200
ПТ.1,7-3,25	1650	8 800	15 000	17 000
ПТ.2,2-3,25	1650	11 100	19 000	22 400
ПТ.2,2-4,25	2650	6 900	11 800	13 900
ПТ.4,0-6,0	2650	12 600	21 400	24 100

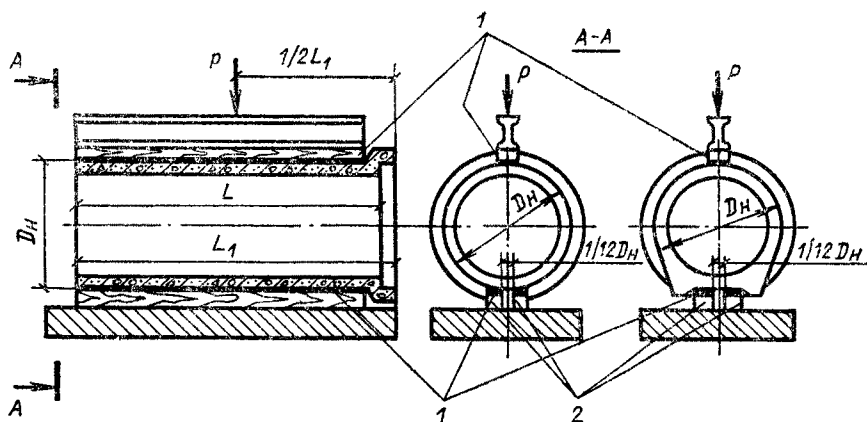


Рис. 10.16. Схема испытания железобетонной фальцевой трубы

1 — резиновая прокладка или цементный раствор; 2 — брусок размером 100×100 мм

ры (рис. 10.15, а — для свай с напрягаемой арматурой и рис. 10.15, б — для свай с ненапрягаемой арматурой). Сваи, рассчитанные на дополнительные нагрузки, испытывают в соответствии с проектом свайных фундаментов.

После укладки сваи на две опоры тщательно осматривают ее верхнюю грань над опорами и измеряют ширину раскрытия появившихся трещин. Сваю с напрягаемой арматурой считают выдержавшей испытание на трещиностойкость, если на ее гранях не появятся трещины. Сваю с ненапрягаемой стержневой арматурой считают выдержавшей испытание на трещиностойкость, если на ее гранях не появятся трещины. Сваю с ненапрягаемой стержневой арматурой считают выдержавшей испытание на раскрытие трещин, если их ширина не превышает 0,2 мм. Ширину раскрытия измеряют с погрешностью 0,05 мм.

Железобетонные безнапорные трубы испытывают на прочность и трещиностойкость по достижении бетоном проектной марки. Отобранную для испытания трубу или вырезанный из нее обра-

зец длиной не менее 1 м устанавливают на два деревянных бруска, расположенных на нижней опорной плите стенда. Трубы с зональным армированием устанавливают в рабочее положение в соответствии с маркировочными знаками, обозначающими лоток и шельгу трубы. Схема установки фальцевых труб для испытания их на прочность и трещиностойкость приведена на рис. 10.16 (схема установки для испытания растресканных труб выглядит аналогично).

На трубу вдоль верхней образующей цилиндра устанавливают деревянный брус, на него — траверсу, обладающую необходимой жесткостью для равномерной передачи нагрузки. Траверсу устанавливают в вертикальной плоскости, проходящей через ось трубы. С целью равномерной передачи нагрузки на трубу под верхний брус и на нижние брусочки укладывают выравнивающий слой цементного раствора или полосы листовой резины. Оборудование стенда силовыми установками и измерительными приборами должно обеспечивать возможность измерения нагрузки на трубу с погрешностью $\pm 3\%$.

ТАБЛИЦА 10.3

Диаметр условного прохода трубы D_y , мм	Контрольные нагрузки P , кН/м, для труб	
	категории Н	категории У
400	33	39
500	34,5	42
600	36	45
800	48	64
1000	60	83
1200	72	102
1400	80	115
1600	100	145
2000	135	—
2400	150	—
3000, 3400, 4000	В зависимости от конкретных условий строительства и эксплуатации трубопровода	

Нагрузку на трубу увеличивают ступенями, равными 0,1 контрольной нагрузки (см. табл. 10.3). На каждой ступени нагрузку равномерно наращивают в течение 2—3 мин и поддерживают постоянной в течение 5 мин.

При достижении нагрузки, равной 0,55 указанной в табл. 10.3, тщательно осматривают трубы и измеряют с помощью градуированной лупы с ценой деления 0,1 мм наибольшую ширину раскрытия трещин на поверхности стенки трубы. Труба считается выдержавшей испытание на трещиностойкость, если наибольшая ширина раскрытия трещин окажется не более 0,2 мм.

Прочность труб оценивают по наименьшей нагрузке, вызывающей хотя бы одно из следующих состояний, при котором труба разрушается или становится непригодной для эксплуатации:

текущее или разрыв спиральной арматуры;

раздробление бетона от сжатия с одновременным раскрытием трещин на величину 1 мм и более;

отрыв арматуры от бетона в шельге или лотке трубы.

Труба считается выдержавшей испытание на прочность, если нагрузка, вызывающая одно из указанных состояний, окажется равной контрольной нагрузке (см. табл. 10.3) или больше ее.

§ 3. Скрытые трещины в бетонных изделиях

В процессе изготовления в крупнозерновых изделиях возникают дефекты в виде скрытых трещин. Для обнаружения

внутренних механических и усадочных трещин применяют прибор, представляющий собой электромагнитный трехполюсный щуп, фиксирующий магнитную проницаемость бетона (рис. 10.17).

При изготовлении бетона в него добавляют магнитный порошок, повышающий магнитную проницаемость бетона. При наложении и перемещении электромагнит-

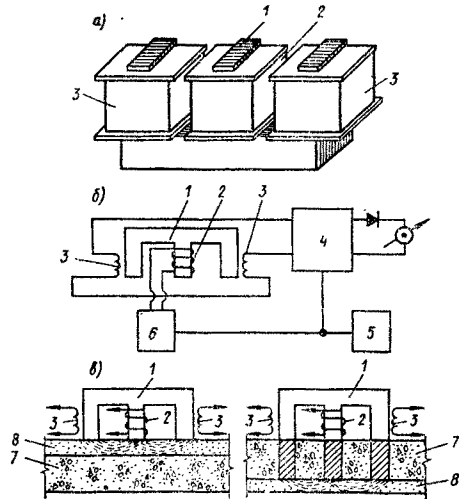


Рис. 10.17. Электромагнитный трехполюсный щуп для определения скрытых трещин в бетонных изделиях

а — внешний вид трехполюсного щупа; *б* — блок-схема прибора для определения трещин; 6 — схема работы прибора; 1 — сердечник электромагнита; 2 — первичная обмотка электромагнита; 3 — вторичная обмотка электромагнита; 4 — усилитель; 5 — источник питания; 6 — генератор; 7 — обычный бетон; 8 — магнитопровод — слой бетона с добавкой магнитной пыли

ного щупа по поверхности затвердевшего изделия бетон с магнитным порошком начинает выполнять роль магнитопровода. В случае образования внутренних трещин магнитопровод прерывается и индикаторный прибор фиксирует резкое изменение тока в цепи.

При наблюдении трещин в изделиях из ячеистого бетона применение электромагнитного щупа в качестве переносного прибора затруднено, так как структура ячеистого бетона неравномерна и крупные поры или дефекты в ней можно принять за внутренние трещины. Для устранения этого недостатка в местах ожидаемых трещин в крупнозерновых ячеистобетонных изделиях делают борозды или полочки, заполняя их плотным раствором с добавкой магниевого порошка. При этом электромагнитный щуп перемещается по поверхности плотного раствора, обнаруживая наличие в нем трещин. Кроме того, электромагнитный щуп можно устанавливать непосредственно на поверхности ячеистобетонной панели в местах ожидаемых трещин и использовать его

в качестве стационарного прибора для определения момента образования трещины в изделии в процессе автоклавной обработки.

Образование в бетонных и железобетонных конструкциях скрытых микро- и макротрещин контролируют также по изменению скорости распространения в бетоне зондирующих импульсов, т. е. с помощью ультразвуковых дефектоскопов.

§ 4. Деформации железобетонных стеновых панелей промышленных зданий

Для измерения деформаций бетонных и железобетонных изделий применяют прогибомеры и тензометры (см. § 5 гл. 6). При-

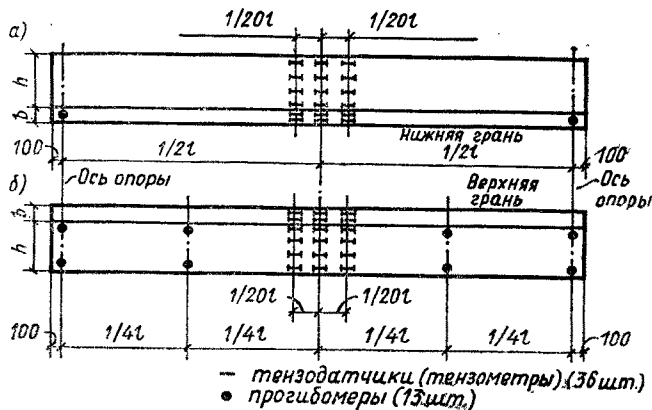


Рис. 10.18. Примерная схема расположения прогибомеров и тензометров при испытании опытных стеновых панелей

а — плоскость сжатой зоны; б — плоскость растянутой зоны; h — высота панели; b — толщина панели

мерная схема расположения указанных приборов при испытании опытных железобетонных стеновых панелей приведена на рис. 10.18. Прогибы при испытании опытной панели в горизонтальной плоскости измеряют прогибомерами, установленными через $1/4l$ и $1/2l$, а в вертикальной плоскости через $1/2l$ по длине панели. Схема расположения приборов и их число могут уточняться в зависимости от цели проводимых испытаний и конструктивных особенностей испытываемой стеновой панели.

Деформации арматуры и бетона измеряют с помощью преобразователей или тензометров*. При испытании стеновых панелей в заводских условиях схема распо-

ного бетона через специальные технологические отверстия, которые впоследствии заделываются. Процесс инъецирования контролируют при помощи специального отверстия, расположенного с противоположной стороны канала, по появлению бетонной массы, прошедшей полость канала. Появление бетонной массы из контрольного отверстия считается критерием хорошего заполнения канала. Качество инъецирования канала определяется с помощью акустического прозвучивания с применением стандартной аппаратуры 1, которая широко используется в практике неразрушающих методов испытания бетона (рис. 10.19).

Преобразователь 2 прикрепляют к концевому срезу анкера 3 при помощи специальной трубины. Для улучшения акустического контакта место стыка преобразователя с анкером густо покрывают солидолом. По боковым поверхностям испытываемой конструкции 5 намечают ось канала 3 и через 200—300 мм проставляют цифры. Пьезоэлектрический приемник колебаний 4 последовательно прикладывают к точкам а, б, в, ..., где и измеряют время прохождения сигнала от преобразователя к приемнику.

* Измерения деформаций с помощью тензометров весьма распространены. В СССР налажено производство различных тензометров с чувствительностью до 10^{-5} — 10^{-6} относительных единиц деформации в диапазоне измерений 10^{-1} — 10^{-3} относительных единиц деформации. Наиболее часто применяются тензорезисторы. Выпускаемые ЭМЗ Госстроя СССР, Томским заводом математических машин, Московским опытным заводом ЦНИИТМАШ (малобазные фольговые тензорезисторы), заводом Тбнлприбор (малобазные микропроволочные резисторы) в других предприятиях.

При расстоянии между преобразователем и приемником более 4—5 м применяют импульсный усилитель из числа серийно выпускаемых промышленностью. Точки переиоса приемника отстоят друг от друга на равном расстоянии, поэтому приращение времени распространения импульсов от точки к точке (при плотно замоноличенном канале) должно иметь линейный характер.

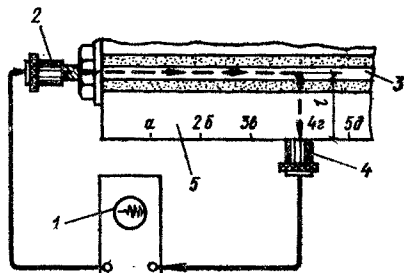


Рис. 10.19. Схема распространения звуковых колебаний от преобразователя к приемнику при контроле качества заполнения каналов

Процесс распространения упругих колебаний от датчика к приемнику в случае хорошего заполнения канала показан на рис. 10.19.

По результатам испытаний строится годограф по осям «время распространения — расстояние». Если в каналах имеются пустоты или рыхлые пробки, годограф будет изломан в направлении оси времени в тех местах, где имеются эти дефекты.

§ 6. Сила натяжения арматуры

Для железобетонных предварительнонапряженных конструкций, изготавливаемых с натяжением арматуры механическим, электротермическим, электротермомеханическим способами, применяются следующие методы измерения силы натяжения арматуры:

- гравитационный;
- по показаниям динамометра;
- по показаниям манометра;
- по удлинению арматуры;
- по поперечной оттяжке арматуры;
- частотный.

Метод измерения силы натяжения устанавливается в рабочих чертежах, стандартах или технических условиях на предварительнонапряженные железобетонные конструкции. Силу натяжения арматуры измеряют в процессе ее натяжения или после завершения натяжения с помощью приборов ПРДУ, ИПН-7, ПИН, прошедших государственные испытания и рекомендованных к массовому выпуску. Допускается применение и других приборов. Приборы, применяемые для измерения силы натяжения арматуры, должны быть проверены по ГОСТ 8.002—71 и иметь градуировочные характеристики, выполненные в виде таблиц или

графиков. Перед применением приборы проверяют на соответствие требованиям инструкции по их эксплуатации. Порядок проведения измерений должен соответствовать порядку, предусмотренному инструкцией.

Гравитационный метод измерения силы натяжения арматуры основан на установлении зависимости между силой натяжения арматуры и массой грузов, осуществляющих ее натяжение. Метод применяется в тех случаях, когда натяжение осуществляется грузами непосредственно через систему рычагов или полиспастов.

Для измерения силы натяжения арматуры измеряют массу грузов, по которой определяют силу натяжения арматуры с учетом системы передачи силы от грузов к натягиваемой арматуре, потерь от трения и других потерь, если таковые имеются. Потери в системе передачи силы натяжения от грузов арматуре учитываются динамометром при градуировке системы. Масса грузов измеряется с погрешностью 2,5%.

Измерение силы натяжения арматуры по показаниям динамометра основано на связи между силой натяжения и деформациями динамометра. Динамометр включают в силоую цепь арматуры между концевыми упорами или за их пределами таким образом, чтобы сила натяжения арматуры воспринималась динамометром. Силу натяжения арматуры определяют по градуировочной характеристике динамометра.

При включении динамометра в цепь из нескольких параллельно расположенных арматурных элементов измеряют суммарную силу натяжения. Для измерения силы натяжения арматуры применяют образцовые динамометры по ГОСТ 9500—75. Допускается применение других динамометров с классом точности не ниже 2,5. Получаемые показания должны находиться в пределах 30—100% шкалы динамометра.

Измерение силы натяжения арматуры по показаниям манометра основано на зависимости между давлением в цилиндре домкрата, измеряемом манометром, и силой натяжения арматуры. Измерение силы натяжения арматуры по показаниям манометра применяют при натяжении ее гидравлическими домкратами. Метрологические характеристики гидравлических домкратов определяют по ГОСТ 8.136—74. Силу натяжения арматуры по показаниям манометра измеряют непосредственно в процессе натяжения и завершают при передаче усилия с домкрата на упоры формы или стейда.

При групповом натяжении арматуры определяют общую силу. Для измерения силы натяжения арматуры применяют образцовые манометры по ГОСТ 8625—77 с гидродомкратами. Класс точности манометров, определяемый по ГОСТ 13600—68, должен быть не ниже 1,5. При измерении силы натяжения по показаниям манометра

получаемые значения должны находиться в пределах 30—90% шкалы манометра. При натяжении арматуры гидравлическими домкратами в гидросистеме устанавливают те же манометры, с которыми проводилась градуировка.

Измерение силы натяжения арматуры по ее удлинению основано на зависимости удлинения арматуры от напряжений, которые с учетом площади поперечного сечения арматуры определяют силу натяжения. Метод измерения силы натяжения арматуры по ее удлинению вследствие относительно невысокой точности применяется не самостоятельно, а в сочетании с другими методами. Относительно невысокая точность метода обуславливается изменчивостью упругопластических свойств арматурной стали, а также деформативностью форм и упоров. Для измерения силы натяжения по удлинению определяют истинное удлинение арматурного элемента при его натяжении и строят диаграмму «напряжение — удлинение» арматуры.

При электротермическом способе натяжения с нагревом вне формы длина арматурного элемента назначается заранее с учетом упругопластических свойств стали, длины формы, потерь напряжений вследствие деформации форм, смещения и смятия упоров арматуры и систематически контролируется. Эти потери устанавливают в начале производства и проверяют периодически. Метод измерения силы натяжения по удлинению арматуры применяют в сочетании с методами измерения силы натяжения по показаниям манометра или динамометра. При этом фиксируют момент начала смещения стрелки манометра или динамометра и после этого измеряют удлинение арматуры.

Для измерения длины арматуры, формы или стейда и удлинений при натяжении арматуры применяются линейки измерительные металлические по ГОСТ 427—75; рулетки металлические измерительные по ГОСТ 7502—69; штангенциркули по ГОСТ 166—73*.

Силу натяжения арматуры по ее удлинению определяют как произведение площади ее поперечного сечения на напряжение. При этом площадь поперечного сечения арматуры, взятой из партии, определяют в соответствии с п. 2.3 ГОСТ 12004—66. Напряжения определяют по диаграмме растяжения арматуры, взятой из той же партии. Диаграмму строят в соответствии с п. 8 ГОСТ 12004—66.

Удлинение арматуры измеряют приборами, установленными непосредственно на арматуру: индикаторами часового типа (ГОСТ 577—68*); тензодатчиками рычажными (ГОСТ 18957—73) или указанными выше измерительными инструментами по рискам, нанесенным на арматуру.

При электротермическом натяжении арматуры с нагревом вне формы удлинения, вызывающие напряжение арматуры, определяют как разность между полными

удлинениями и потерями на смятие анкеров и деформации формы. Полное удлинение арматуры определяют как разность расстояний между упорами силовой формы или стейда и длиной арматурной заготовки между анкерами, измеренных при одинаковой температуре. «Смятие анкеров» определяют по данным испытаний анкеров в соответствии с п. 3.9 ГОСТ 10922—75. Деформации формы на уровне упоров определяют как разность расстояний между ними до и после натяжения арматуры инструментом, указанным выше. Измерять силу натяжения по удлинению можно в процессе натяжения и после его завершения.

Измерение силы натяжения арматуры методом поперечной оттяжки основано на установлении зависимости между силой, оттягивающей арматуру на заданное значение в поперечном направлении, и силой натяжения арматуры. Поперечная оттяжка арматуры может производиться на полной длине арматуры, натянутой между упорами формы (оттяжка на базе формы), и на базе упоров самого прибора (приборы с собственной базой). При оттяжке арматуры на базе формы прибор упирается в форму, которая является звеном цепи измерения. При оттяжке на базе прибора последний контактирует с арматурой в трех точках, но не находится в контакте с формой. При измерении силы натяжения арматуры методом поперечной оттяжки в арматуре не должно быть остаточных деформаций.

При измерении силы натяжения арматуры методом оттяжки применяют механические приборы типа ПРДУ или электромеханические приборы типа ПИН с классом точности не ниже 1,5; цена деления шкалы не должна превышать 1% верхнего предельного значения контролируемого натяжения, а погрешность градуировочной характеристики — $\pm 4\%$.

Устанавливать электромеханические приборы следует на расстоянии не менее 5 м от источников электрических помех. Отношение прогиба арматуры к ее длине не должно превышать 1:150 — для проволоочной, стержневой и канатной арматуры диаметром до 12 мм; 1:300 — для стержневой и канатной арматуры диаметром более 12 мм.

При измерении силы натяжения арматуры прибор с собственной базой устанавливают на арматуре в любом месте ее длины. При этом стыки арматуры не должны находиться в пределах базы прибора. При измерении силы натяжения арматуры приборами без собственной базы (с оттяжкой на базе формы) приборы устанавливают в середине пролета между упорами (рис. 10.20). Место установки приборов не должно смещаться от середины пролета более чем на 2% длины арматуры.

Частотный метод измерения силы натяжения арматуры основан на зависимости между напряжением в арматуре и частотой ее собственных поперечных колеба-

ний, которые определяют в натянутой арматуре через определенное время после выведения ее из состояния равновесия ударом или каким-либо другим импульсом. Для измерения силы натяжения арматуры частотным методом применяют прибор ИПН-7 (без собственной базы). Прибором ИПН-7 измеряют число колебаний натянутой арматуры за определенное время, по

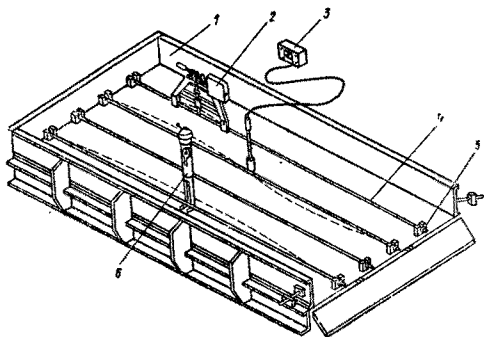


Рис. 10.20. Схема установки приборов при измерении силы натяжения арматуры

1 — форма; 2 — прибор ПИН; 3 — прибор ИПН-7; 4 — арматура; 5 — упоры; 6 — прибор ПРДУ

которым определяют силу натяжения с учетом градуировочной характеристики для данного класса, диаметра и длины арматуры.

Применяемые приборы должны обеспечивать измерение частоты собственных колебаний арматуры с погрешностью, не превышающей $\pm 1,5\%$. Относительная погрешность определения силы натяжения арматуры не должна превышать $\pm 4\%$. Частотные приборы должны быть установлены не ближе 5 м от источника электрических помех. Первичный измерительный преобразователь при измерении силы натяжения арматуры приборами без собственной базы размещают на участке арматуры, отстоящем от середины ее длины на расстоянии, не превышающем 2%. Контролируемая арматура вдоль всей ее длины при колебании не должна соприкасаться со смежными арматурными элементами, закладными деталями и формой.

Градуировочные характеристики приборов определяют, сопоставляя показания прибора с заданной силой, фиксируемой по показаниям динамометра с классом точности не ниже 1, установленного последовательно с натягиваемой арматурой. Градуировочные характеристики манометров допускается определять без арматуры, сопоставляя показания манометра и образцового динамометра, установленного последовательно с гидравлическим домкратом.

При градуировке приборов максимальная сила натяжения арматуры должна превышать номинальную проектную силу на-

тяжения арматуры на допускаемое положительное отклонение. Минимальная сила должна составлять не более 50% номинального проектного значения. Число этапов нагружения должно быть не менее 8, а измерений на каждом этапе — не менее 3. При максимальной силе натяжения арматуры показание образцового динамометра должно составлять не менее 50% его шкалы.

Градуировочные характеристики приборов, применяемых для измерения методом поперечной оттяжки и частотным методом, определяют для каждого класса и диаметра арматуры, а для приборов без собственной базы — для каждого класса, диаметра и длины арматуры. Длина арматурных элементов, силу натяжения в которых измеряют приборами с собственной базой, должна превышать длину базы прибора не менее чем в 1,5 раза.

При измерении силы натяжения арматуры приборами без собственной базы длина арматурных элементов при градуировке не должна отличаться от длины контролируемых элементов более чем на 2%; отклонение места размещения прибора или датчика прибора от середины длины арматуры не должно превышать 2% длины арматуры для механических приборов и 5% — для приборов частотного типа.

Определение и оценка силы натяжения арматуры. Силу натяжения арматуры определяют как среднее арифметическое результатов двух измерений. Силу натяжения арматуры оценивают путем сопоставления значений сил натяжения арматуры, полученных при измерении, с силой натяжения, заданной в стандарте или рабочих чертежах на железобетонные конструкции; при этом отклонение результатов измерений не должно превышать допускаемых отклонений.

Результаты определений силы натяжения арматуры по ее удлинению оценивают, сопоставляя фактическое удлинение с расчетным. Фактическое удлинение не должно отличаться от расчетных значений больше чем на 20%.

§ 7. Толщина защитного слоя бетона, размеры и расположение арматуры (определение электромагнитным методом и ионизирующими излучениями)

Сущность электромагнитного метода состоит в определении зависимости магнитного сопротивления между полюсами преобразователя от положения стальной арматуры относительно этих полюсов.

Применяемое оборудование. Требования к измерительной аппаратуре. Аппаратура, применяемая для контроля положения арматуры и толщины защитного слоя бетона электромагнитным методом, должна обеспечивать:

а) определение толщины защитного слоя бетона не менее 50 мм для диаметра арматуры 6 мм;

б) погрешность измерения глубины при данных температурах не более $\pm 5\%$;

в) возможность нормальной работы при колебаниях температуры окружающей среды от -10 до $+30^\circ\text{C}$, относительной влажности 80% и изменений питающего напряжения $\pm 10\%$ нормальных;

г) такую разрешающую способность поперек продольной оси преобразователя, чтобы при глубине залегания 10 мм арма-

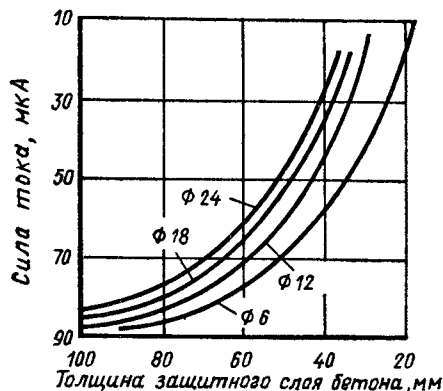


Рис. 10.21. Градуировочные графики для разных диаметров арматуры при определении толщины защитного слоя бетона электромагнитным методом

туры диаметром 6 мм смещение преобразователя параллельно оси арматуры на 10 мм вызвало изменение показаний прибора не менее, чем на $2-3$ мм (по шкале глубины залегания прибора).

Указанным техническим требованиям отвечает прибор ИЭС-2 (завод «Контроль-прибор», Москва). Диапазон измерения защитного слоя бетона этим прибором составляет $5-70$ мм, измеряемый диаметр арматуры $6-20$ мм, основная погрешность прибора составляет 3% .

Градуировка аппаратуры. Толщину защитного слоя арматуры определяют по шкале прибора, градуированной в мм защитного слоя для разных диаметров арматуры. В приборах со шкалой, градуированной в микроамперах, толщину защитного слоя определяют по заранее построенному графику (рис. 10.21).

При необходимости измерения защитного слоя арматуры, диаметр которой не указан на шкале прибора, строят градуировочный график с использованием шкалы прибора для диаметра арматуры 6 мм. График строят для разных диаметров арматуры с помощью специального приспособления. При градуировке меняют расстояние между преобразователем и стандартным стержнем. На горизонтальную ось градуировочного графика наносят расстояния, а на вертикальную ось — отсчет по шкале прибора.

Длина отрезка арматуры, используемого для градуировки, должна быть не менее

$350-400$ мм. Вблизи места градуировки не должно быть металлических изделий. Разброс точек градуировочного графика не должен превосходить $\pm 5\%$ среднего значения глубины залегания арматуры. В противном случае прибор нуждается в ремонте.

Проведение испытания. Для оценки разрушающей способности стандартный стержень укладывают на немагнитическую прокладку толщиной 10 мм, под которой полюсами вверх ставят преобразователь. Первый отсчет производят при установке стержня по продольной оси преобразователя. Отсчеты, характеризующие разрешающую способность, берут при смещении стандартного стержня на ± 10 мм по поверхности прокладки параллельно оси преобразователя. При необходимости разрешающую способность прибора на других диаметрах арматуры или при других глубинах ее залегания оценивают аналогичным способом.

Число контролируемых точек при определении глубины залегания или диаметра арматуры в изделиях и конструкциях, а также места измерения зависят от конструктивных особенностей и требований, предъявляемых к контролируемому объекту. Под контролируемыми изделиями не должны находиться металлические балки (на расстоянии менее 200 мм). Контролируемая арматура не должна быть составной частью узлов.

Для определения направления арматурных стержней и изделий преобразователь перемещают по поверхности контролируемого изделия до тех пор, пока стрелка индикатора не установится на минимальном (или максимальном, в зависимости от конструкции прибора) значении. В этом случае продольная ось преобразователя совпадает с направлением арматурного стержня. Таким образом определяют расположение арматурных стержней в продольном и поперечном направлениях, а также точки их пересечения. Для удобства работы оси арматурных стержней отмечают на поверхности изделий.

Для определения толщины защитного слоя бетона при известном диаметре арматуры пользуются той шкалой индикатора, которая соответствует данному диаметру или градуировочным графикам. Преобразователь передвигают вдоль оси арматурного стержня до минимального (максимального) показания индикатора (ось поперечного арматурного стержня должна совпадать с поперечной осью преобразователя) и отсчитывают толщину защитного слоя бетона или по градуированной в глубинах шкале прибора, или по градуировочному графику (в зависимости от конструкции прибора).

Для определения диаметра арматуры в изделии находят направление арматурных стержней. Затем, когда стрелка индикатора установится на экстремальное (минимальное или максимальное) значение, записывают толщину защитного слоя бетона для

ТАБЛИЦА 10.4

Показатель	Тип аппарата		
	«Бетон»	РИД-21М	РЧД-22
Радиоактивный изотоп (активность источника, г-экв. радия)	Cs-137/0,5; Cs-137/2; Tu-170/0,5; Ir-192/5	Cs-137/0,5; Cs-137/2; Tu-170/0,1; Ir-192/5	Cs-137/20; Ir-192/50
Привод управления	Ручной тросовый		Автоматический автономный
Габаритные размеры, мм; масса, кг:			
радиационной голки	420×227×320; 18	275×280×160; 25	340×420×340; 55
пульта управления	516×442×160; 20	356×296×98; 8,5	—
магазина-контейнера	212×280; 42	323×365×275; 110	364×280×365; 60
транспортной тележки	—	1700×705×560; 60	900×750×1300; 110
Толщина просвечиваемого слоя бетона, мм	До 300		До 500

ТАБЛИЦА 10.5

Показатель	Тип аппарата		
	РУП-130-5-4	РУП-200-5-2	РУП-400-5-1
Напряженье анода трубки, кВ	50—120	70—200	250—400
Максимальный анодный ток, мА	5		
Длительность экспозиции, мин	15	30	
Напряжение питания, В	220/380		
Потребляемая мощность, кВт·А	2	3	4
Масса, кг:			} 600
пульта управления	30		
блока трансформатора	45	82	
Толщина просвечиваемого слоя бетона, мм	До 60	До 170	120—350

всех диаметров арматуры, имеющихся на шкале индикатора. Подложив под преобразователь градуированную по высоте неметаллическую прокладку (толщиной 5—7 мм), записывают новые значения толщины защитного слоя бетона для этих же диаметров в той же точке измерения. К показаниям индикатора при первом измерении прибавляют толщину прокладки, после

чего эти показания сравнивают со вторыми показаниями прибора для каждого диаметра в отдельности.

Диаметр арматуры определяют по тому значению, для которого второе измерение будет равно сумме из показания при первом измерении и толщины прокладки.

Радиационные методы определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры основаны на свойстве ионизирующих излучений проходить через контролируемые конструкции и давать изображение их внутреннего строения на рентгеновской пленке. Наряду с рентгеновской пленкой для регистрации ионизирующих излучений допускается применение других детекторов (ксерорадиографических пластин или сцинтилляционных счетчиков), если их использование обеспечивает определение размеров и расположения арматуры в изделиях с требуемой точностью.

В качестве *оборудования* при контроле железобетонных конструкций просвечиванием ионизирующими излучениями используют гамма-аппараты (табл. 10.4), рентгеновские аппараты (табл. 10.5) и бетатроны (табл. 10.6).

Проведение испытания. Порядок контроля железобетонных конструкций следующий: подготовка конструкции к просвечиванию; выбор аппарата для просвечивания; выбор фотоматериалов и способа зарядки кассет; выбор фокусного расстояния и экспозиции; зарядка кассет и закрепление их на контролируемой конструкции; установка аппарата с источником излучения; просвечивание конструкции; химическая обработка пленок; определение результатов контроля.

Перед просвечиванием размечают конструкцию и маркируют контролируемые участки. Число и расположение контролируемых участков указывают в рабочих чертежах конструкций и изделий в зависи-

ТАБЛИЦА 10.6

Показатель	Тип аппарата			
	ПМБ-3	ПМБ-6	Б-15	Б-30
Максимальная энергия тормозного излучения, пДж	0,5	1	2,5	5
Пределы плавной регулировки энергии, пДж	0,2—0,5	0,5—1	0,5—2,5	0,8—5
Интенсивность тормозного излучения, мкА/кг	0,86	2,2	52	860
Стабильность интенсивности излучения при колебаниях напряжения $\pm 10\%$, %	1			
Потребляемая мощность, кВ·А	0,8	1,2	4	40
Масса электромагнита, кг	23	60—90	300—500	5000
Габаритные размеры электромагнита, мм	$\varnothing 280 \times 160$	$\varnothing 350 \times 350$	$\varnothing 520 \times 550$	$\varnothing 1200 \times 1700 \times 1300$
Исполнение бетатрона	Переносной		Стационарный	
Предельная толщина просвечиваемого слоя бетона, мм	500	750	1200	1800

мости от их вида, назначения и предъявляемых к ним технических требований. Маркировочные знаки, изготавливаемые из свинца, укрепляют на поверхности конструкции, обращенной к пленке. Маркировка каждого просвечиваемого участка конструкции должна быть воспроизведена на снимке.

Аппарат для просвечивания выбирают с учетом толщины контролируемой конструкции и объемной массы бетона. При просвечивании конструкций из тяжелого бетона аппарат выбирают в зависимости от толщины просвечиваемого слоя (табл. 10.7). Допускается применение выпускавшихся ранее промышленностью гамма-аппаратов типа ГУП-Иг-5-2 и ГУП-Со-0,5-2.

При просвечивании конструкций из легкого и ячеистого бетонов значения толщины просвечиваемого слоя, приведенные в таблице, увеличивают пропорционально снижению объемной массы контролируемого бетона относительно тяжелого бетона.

При просвечивании применяют одну из следующих схем зарядки кассет:

рентгеновская пленка 2 в кассете 1 (рис. 10.22, а);

два усиливающих флуоресцирующих экрана 3 и рентгеновская пленка 2 между ними в кассете 1 (рис. 10.22, б);

два металлических экрана 4 и рентгеновская пленка 2 между ними в кассете 1 (рис. 10.22, в);

два металлических экрана 4, два усиливающих флуоресцирующих экрана 3 и рентгеновская пленка 2 между ними в кассете 1 (рис. 10.22, г);

в кассете 1 усиливающий флуоресцирующий экран 3, рентгеновская пленка 2, усиливающий флуоресцирующий экран 3, рентгеновская пленка 2, усиливающий флуоресцирующий экран 3 (рис. 10.22, д).

При просвечивании заряженная кассета с пленкой должна быть защищена от рассеянного излучения материалами, поглощающими это излучение.

Качество снимка оценивают с помощью специального стандартного образца чувствительности, закрепляемого на по-

ТАБЛИЦА 10.7

Толщина просвечиваемого слоя бетона, мм	Рекомендуемые типы аппаратов		
	гамма-аппараты	рентгеновские	бетатроны
До 60	«Бетон» РИД-21М	РУП-120-5-1	—
От 60 до 200	«Бетон» РИД-21М	РУП-200-5-2 РУП-400-5-1	ПМБ-3
» 200 » 500	РИД-22	—	ПМБ-3, ПМБ-6
» 500 » 1000	—	—	ПМБ-6
» 1000 » 1800	—	—	Б-15, Б-30

верхности конструкции, обращенной к источнику излучения. Стандартные образцы чувствительности изготовляют из стальной проволоки диаметром 3 мм. Закрепляют стандартный образец на просвечиваемом участке конструкции при помощи пластилина или резиновой ленты. При невозможности закрепления стандартного образца на обращенной к источнику поверхности

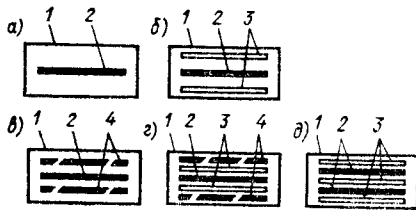


Рис. 10.22. Схемы зарядки кассет при просвечивании ионизирующими излучениями

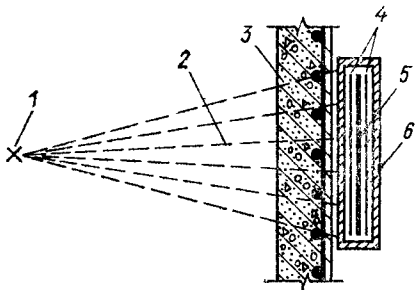


Рис. 10.23. Схема просвечивания ионизирующими излучениями железобетонной конструкции

1 — источник излучения; 2 — поток ионизирующего излучения; 3 — просвечиваемый участок конструкции; 4 — усиливающие экраны; 5 — пленка; 6 — кассета

конструкции допускается установка его непосредственно между конструкцией и кассетой. В этом случае диаметр проволоки стандартного образца не должен превышать 1 мм.

Кассету с пленкой укрепляют непосредственно на участке конструкции, подлежащем просвечиванию. Кассету располагают на той поверхности конструкции, ближе к которой находятся арматурные стержни. Источник излучения располагают с противоположной стороны конструкции таким образом, чтобы ось пучка излучения проходила через центр пленки (рис. 10.23). Для определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры используют способ просвечивания конструкции со смещением источника излучения (рис. 10.24). Примерные схемы просвечивания железобетонных конструкций приведены на рис. 10.25.

Определение результатов испытания. Полученные снимки должны удовлетворять следующим требованиям:

показать весь контролируемый участок конструкции;

иметь четкие изображения маркировочных знаков и стандартного образца чувствительности;

не иметь пятен, полос и поврежденных эмульсионного слоя пленки, затрудняющих определение толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры;

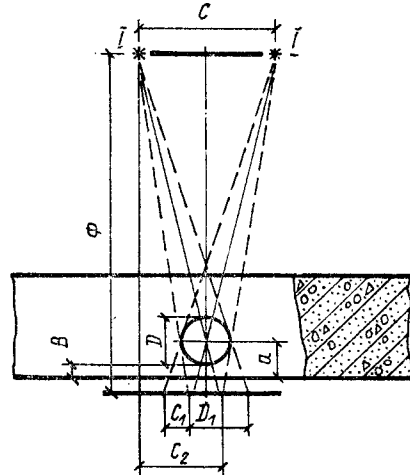


Рис. 10.24. Схема просвечивания железобетонной конструкции со смещением излучения

D — диаметр арматурного стержня; D_1 — проекция арматурного стержня; B — толщина защитного слоя; Φ — фокусное расстояние; C — расстояние между первым и вторым положением источника; C_1 — смещение проекции арматурного стержня на пленку; C_2 — расстояние от оси проекции стержня до прямой, проходящей через источник перпендикулярно к поверхности пленки; a — расстояние от поверхности конструкции до центра арматурного стержня; 1 — источник излучения

плотность потемнения снимка должна быть не менее 1,2 единицы оптической плотности.

Толщину защитного слоя бетона, размеры и расположение арматуры определяют по полученным снимкам измерением размеров и расположения проекций арматурных стержней при помощи стандартного измерительного инструмента, обеспечивающего погрешность измерений 1 мм.

При использовании способа просвечивания конструкции со смещением источника излучения толщину защитного слоя бетона B , мм, рассчитывают по формуле

$$B = \frac{\Phi \cdot C_1}{C + C_1} - \frac{D}{2}, \quad (10.3)$$

где Φ — фокусное расстояние, мм; C — расстояние между положениями источника, мм; C_1 — смещение проекции арматурного стержня на пленку, мм; D — диаметр арматурного стержня, мм.

Диаметр арматурного стержня D , мм, вычисляют по формуле

$$D = D_1 \frac{\Phi - a}{(\Phi^2 + C_2^2)^{1/2}}, \quad (10.4)$$

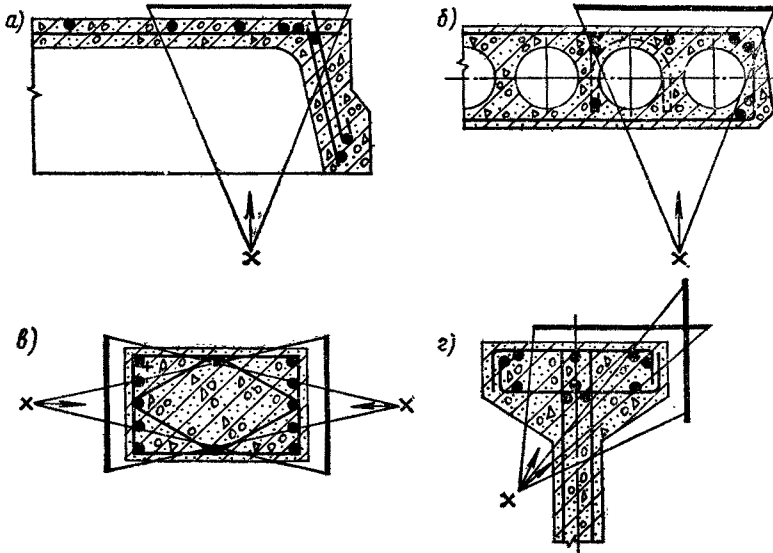


Рис. 10.25. Примерные схемы просвечивания железобетонных конструкций

а — настил ребристый; *б* — настил многопустотный; *в* — колонна; *г* — односкатная балка

где a — расстояние от поверхности конструкции до центра арматурного стержня, мм; D_1 — проекция арматурного стержня на пленку, мм; C_2 — расстояние от оси проекции стержня до прямой, проведенной через источник перпендикулярно к поверхности пленки, мм.

§ 8. Полевые испытания свай и свай-оболочек

Сваи и свай-оболочки в полевых условиях испытывают динамической (ударной) нагрузкой — забивные сваи всех видов; статическими осевыми вдавливающими нагрузками — сваи всех видов и свай-оболочки; статическими горизонтальными нагрузками — сваи всех видов (кроме бетонных) и свай-оболочки; статическими осевыми выдергивающими нагрузками — сваи всех видов (кроме бетонных) и свай-оболочки.

Выбор вида нагрузки и метода испытаний свай и свай-оболочек определяет техническая документация на свайные фундаменты зданий и сооружений.

Цель полевых испытаний свай и свай-оболочек — определение их несущей способности и деформаций (перемещений); проверка возможности их погружения и относительной оценки неоднородности грунтов строительной площадки по плотности; контрольная проверка несущей способности или деформаций (перемещений) погруженных свай и свай-оболочек, принятых в проекте свайного фундамента.

Испытания свай динамической (ударной) нагрузкой проводят для определения возможной глубины их погружения и изменения значения отказов, а также для оценки несущей способности свай. Отказом сваи считают погружение (в см) ее в грунт от одного удара молота, измеряемое

с погрешностью 1 мм. В состав испытаний свай динамической (ударной) нагрузкой входят подсчеты числа ударов молота на каждый метр погружения свай, а на последнем метре — на каждые 10 см погружения; измерения отказов свай при добивке после «отдыха», т. е. после перерыва между окончанием забивки и началом добивки.

Допускается испытывать динамической (ударной) нагрузкой железобетонные квадратные и прямоугольные сваи сплошного сечения с острием, квадратные сваи со сквозной круглой полостью, полые круглые сваи с острием и без острия, а также деревянные и металлические сваи. При забивке свай молотами одиночного действия, подвесными или штанговыми дизель-молотами масса ударной части молота должна быть: при длине свай до 12 м не менее 1,5 массы свай при забивке в плотные грунты и не менее 1,25 массы свай при забивке в грунты средней плотности, а при длине свай более 12 м — не менее массы свай.

При применении штанговых дизель-молотов к массе свай добавляют массу наголовника и неподвижной части молота. Продолжительность «отдыха» перед добивкой свай определяется программой полевых испытаний в зависимости от состава и характера прорезаемых грунтов и грунтов под нижними концами свай, но не менее: при прорезании песчаных грунтов — 3 сут после окончания забивки; при прорезании или залегании под нижними концами свай связных, а также разнородных грунтов (связных и несвязных) — 5 сут после окончания забивки.

Сваи добивают тем же оборудованием, которое применялось при забивке, с наго-

ловником, имеющим обмятую деревянную прокладку.

При применении молотов одиночного действия или подвесных свай добивают последовательными залогом из 1, 3 и 5 ударов. За расчетный принимают наибольший средний отказ из залогов в 3 или 5 ударов. Высота падения ударной части молота при добивке должна быть практически одной и той же для всех ударов. В случаях когда отказы при забивке не зафиксированы или недостоверны, допускается добивать сваи дополнительно 30-ю ударами. Средний отказ от последних 10 ударов принимают за отказ при забивке. Результаты испытаний каждой сваи представляют в виде графика зависимости количества ударов от глубины погружения и графика изменения отказов по глубине.

Испытания свай и свай-оболочек статическими осевыми нагрузками (ступенчато-возрастающими и циклическими) проводят с целью установления несущей способности свай и деформаций (перемещений) в грунте. Сроки проведения испытаний после добивки или забивки (когда добивка не требуется) устанавливают так же, как и при испытании динамической нагрузкой.

В зависимости от способа загрузки испытываемой сваи или свай-оболочки и типа упора установки для испытаний подразделяются на следующие типы:

установки с гидравлическим домкратом и анкерными сваями;

установки с грузом, служащим упором для гидравлического домкрата;

установки с градуированным грузом; установки комбинированные, в которых нагрузка создается как гидравлическим домкратом, так и градуированным грузом.

Набивные железобетонные и бетонные сваи допускаются к испытаниям статическими нагрузками по достижении бетоном проектной прочности.

При испытании свай и свай-оболочек установками с анкерными сваями число последних назначается в зависимости от максимальной нагрузки, ожидаемой при испытании, предельного сопротивления анкерных свай выдергиванию (по грунту) и прочности их материала на растяжение (при железобетонных сваях — расчетное сопротивление продольной арматуры). Во избежание дополнительного уплотнения грунта в зоне острия испытываемой сваи или свай-оболочки глубина забивки анкерных свай не должна превышать глубину забивки испытываемой сваи или свай-оболочки. Расстояние между осями анкерных и испытываемых свай, а также между осями опор реперной установки и испытываемой сваи должно быть не менее $6d$ (где d — большая сторона или диаметр поперечного сечения сваи или свай-оболочки).

При испытании свай-оболочек и набивных свай большого диаметра (более 800 мм) и свай с уширенной пятой, а также винтовых свай расстояние между испытываемой и анкерной сваями в свету долж-

но быть не менее $2d$ [где d — диаметр свай-оболочки, набивной сваи, уширенной пятой (для свай с уширенной пятой) или лопасти (для винтовых свай)].

Максимальный прогиб конструкции, служащей упором для домкрата, должен быть не более $1/250$ ее расчетного пролета. Нагрузка на испытываемую сваю и сваю-оболочку должна передаваться равномерно, центрально, без ударов, ступенями, которые определяются программой испытаний, но не более $1/10$ от предполагаемой нормативной нагрузки на сваю и сваю-оболочку в зависимости от грунтовых условий.

При применении грузозачной платформы массу каждого элемента груза, а также массу самой платформы градуируют и помечают краской. Во избежание передачи нагрузки на испытываемую сваю и сваю-оболочку до установки измерительной аппаратуры и для обеспечения техники безопасности при производстве работ грузозачную платформу монтируют на специальных опорах, как правило, с применением клиньев, удаляемых при передаче нагрузки. При укладке каждой очередной доли груза платформу также закрепляют на опорах при помощи клиньев.

Перемещение свай и свай-оболочек измеряют с погрешностью 0,1 мм специальными приборами. Перемещение свай и свай-оболочек определяется как среднее арифметическое результатов показаний двух приборов, устанавливаемых симметрично. Допускается использование большого числа приборов, если это предусмотрено программой полевых испытаний. Измерительные приборы устанавливают непосредственно перед началом загрузки испытываемой сваи и свай-оболочки.

Реперная установка должна быть изолирована от случайных толчков в процессе работы, а ее конструкция — исключать возможность температурных деформаций установки и влияние лучения грунтов. При испытаниях на акваториях водоемов реперную систему устанавливают в соответствии со специальным проектом. Предельно допустимые расхождения в показаниях двух приборов не должны превышать 50% при осадках менее 1 мм, 30% — при осадках от 1 до 5 мм и 20% — при осадках более 5 мм.

Для струн прогибомеров применяют, как правило, стальную проволоку диаметром 0,3 мм, которую перед началом измерений подвергают предварительному растяжению в течение 2 сут грузом 4 кг. Прогибомеры устанавливают на расстоянии не более 2 м от точки измерения. Измерительные приборы и струны прогибомеров защищают от непосредственного воздействия солнечных лучей, сильного ветра, песчаной пыли и дождя.

При каждой ступени нагрузки на сваю и сваю-оболочку снимают показания всех приборов: первый отсчет — сразу после приложения нагрузки, затем последовательно четыре отсчета с интервалами через 15 мин, два отсчета с интервалами через

30 мин и далее через каждый час до затухания перемещения, характеризующего разницей перемещения не более 0,1 мм за последние 2 ч наблюдений («условная стабилизация»). Нагрузку при испытании свай и свай-оболочек доводят до такой, которая вызывает их осадку не менее чем на 40 мм.

При заглублении нижних концов испытуемых свай и свай-оболочек в скальные и крупнообломочные грунты, плотные гравелистые пески и твердые глины минимальную осадку от максимальной нагрузки при испытании не нормируют. Максимальную нагрузку в этом случае доводят до предусмотренной программой полевых испытаний, но не менее полуторной расчетной нагрузки на сваю, принятой в проекте свайного фундамента.

При испытании свай и свай-оболочек, предназначенных для фундаментов зданий и сооружений, предельные осадки которых не превышают 150 мм, минимальную осадку от максимальной нагрузки при испытании допускается принимать равной 20 мм. При отсутствии «условной стабилизации» в срок, предусмотренный программой (но не ранее чем через 24 ч в глинистых грунтах и 12 ч в песчаных грунтах), испытания прекращают вне зависимости от осадки.

Испытуемые сваи и свай-оболочки нагружают после достижения максимальной нагрузки ступенями, равными удвоенным ступеням нагрузки. Наблюдения за упругой деформацией свай и свай-оболочки ведут на каждой ступени разгрузки в течение 1 ч в глинистых грунтах и 30 мин в песчаных грунтах. Отсчеты по приборам производят соответственно через каждые 30 и 15 мин. Результаты испытаний каждой сваи и свай-оболочки оформляют в виде графика зависимости осадки (перемещения) от нагрузки $S=f(P)$ и изменения осадки (перемещения) во времени по ступеням нагрузки $S=f(t)$.

Испытания свай и свай-оболочек статическими горизонтальными ступенчато-возрастающими нагрузками проводят с целью установления перемещений свай и свай-оболочек и соответствующих этим перемещениям горизонтальных нагрузок. Цена деления применяемых при испытании манометров должна быть не более 250 кг, а грузоподъемность домкратов — не более 50 т. Ступени нагрузок устанавливают программой полевых испытаний в зависимости от вида грунтов в пределах от $1/10$ до $1/15$ предполагаемой нормативной нагрузки на сваю и сваю-оболочку. Сваи и свай-оболочки испытывают с «условной стабилизацией» перемещений во времени при каждой ступени нагрузки.

Прогномеры, измеряющие горизонтальные перемещения, устанавливают в плоскости действия силы не менее двух на каждом уровне: у поверхности грунта (в акваториях — у поверхности воды) и в точке приложения горизонтальной нагрузки. Максимальная нагрузка свай и свай-оболочек при их испытании должна вызы-

вать перемещение не менее чем на 30 мм — для квадратных и прямоугольных забивных свай сплошного сечения и с круглой полостью, а также набивных свай и 50 мм — для полых круглых свай, свай-оболочек и набивных свай с уширенной пятой.

Испытания свай и свай-оболочек статическими осевыми выдергивающими нагрузками (ступенчато-возрастающими и пульсирующими) проводят с целью установления несущей способности свай и свай-оболочек на выдергивание.

Для испытания свай и свай-оболочек выдергивающими осевыми нагрузками допускается использовать сваи и свай-оболочки всех видов (за исключением набивных свай с уширенной пятой и винтовых свай), подвергшиеся ранее испытаниям динамической (ударной) и статической (вдавливающей) нагрузками. При этом испытание на выдергивание проводится после «отдыха» свай и свай-оболочек.

Выход свай и свай-оболочки из грунта при испытании их на выдергивание должен быть не менее 25 мм. При испытаниях свай и свай-оболочек, используемых в дальнейшем в свайном фундаменте, максимальная нагрузка при испытании не должна превышать нагрузку, принятую в проекте свайного фундамента.

Цена деления манометров и грузоподъемность домкратов, используемых при испытаниях свай и свай-оболочек на выдергивание, не должны превышать:

при испытании прямоугольных и квадратных свай сплошного сечения и с круглой плоскостью — 250 кг и 50 т соответственно;

при испытании полых круглых свай и свай-оболочек диаметром менее 800 мм — 500 кг и 100 т соответственно;

при испытании свай-оболочек диаметром 800 мм и более — 1000 кг и 200 т соответственно.

Усилие от домкрата передается строго по оси сваи и свай-оболочки. При отклонении сваи и свай-оболочки от вертикали и при испытании наклонных свай и свай-оболочек конструкцию, служащую упором для домкрата, устанавливают таким образом, чтобы ось нагрузки совпала с осью сваи и свай-оболочки.

§ 9. Контроль качества железобетонных изделий и конструкций с помощью передвижных лабораторий и стационарных стейдов

Передвижная лаборатория на базе электрокара. Передвижная электроинно-акустическая и радиометрическая лаборатория на базе электрокара является автономным мобильным измерительным комплексом, предназначенным для неразрушающего контроля качества бетона и железобетона в цехах и на полигонах заводов ЖБИ и ДСК.

Передвижная лаборатория укомплектована измерительной аппаратурой, распо-

Техническая характеристика передвижной лаборатории на базе электрокара

База лаборатории	электрокар типа ЭК-2 гру- зоподъемностью 2000 кг от сети 220 В, 50 Гц
Электропитание	
Потребляемая мощность, кВт	0,2
Время развертывания комп- лекса, мин	10
Численность обслуживающе- го персонала	2

ложение которой создает благоприятные условия для работы операторов.

Кожух лаборатории предназначен для установки основных приборов: ультразвукового дефектоскопа УКБ-1, предназначенного для определения прочности изделий, и поверхностного гамма-плотнoмера ПГП-1, предназначенного для определения плотности изделий. Каркас кожуха представляет собой сварную ячеистую конструкцию, собранную из уголков. Каждая ячейка каркаса служит гнездом для установки приборов. Каркас устанавливают на четырех резиновых амортизаторах и крепят к верху площадки болтами. Амортизаторы предохраняют установленные в кожухе приборы от действия тряски и толчков при движении электрокара своим ходом.

Блок аккумуляторов установлен в специальном ящике из бакелизированной фанеры и полностью изолирован от внутренней части кузова. Обслуживают аккумуляторы с внешней стороны кузова через дверцу ящика. Контейнер для изотопов предназначен для длительного хранения радиоактивных изотопов и защиты от облучения обслуживающего персонала и окружающих предметов. Контейнер представляет собой сварной кожух, оббитый внутри свинцом. В свинцовой заливке предусмотрены два гнезда для установки малых контейнеров с изотопами. После установки малых контейнеров гнезда закрывают свинцовыми пробками. Устанавливают контейнер под полом кузова в левом заднем углу.

Электропитание аппаратуры может осуществляться от ближайшего источника 220 В, 50 Гц, рассчитанного на подключение нагрузки не менее 1 кВА, или от автономного источника питания — блока аккумуляторов через преобразователь. В действии передвижная электронно-акустическая и радиометрическая лаборатория позволяет оперативно и с достаточной степенью точности определять необходимые характеристики бетонных и железобетонных изделий, что дает существенную экономию материалов и трудовых затрат по сравнению с принятыми в настоящее время механическими методами.

Передвижная лаборатория на базе автомобиля. Передвижная электронно-акустическая и радиометрическая лаборатория ПЛ-68 изготовлена отделом внедрения неразрушающих методов контроля треста Оргтехстрой Главзастроя Министерства строительства СССР. Лаборатория представляет собой автономный мобильный комплекс современной измерительной аппа-

ратуры специального назначения, который обеспечивает экспресс-анализы прочности и объемной массы железобетона, степени натяжения арматуры, влажности песка и проверку качества инъецирования каналов в конструкциях с предварительным натяжением арматуры. Лабораторию используют в ходе строительно-монтажных работ, при приемке вновь построенных объектов, при обследовании старых сооружений, в цехах железобетонных заводов и на полигонах.

Передвижная лаборатория смонтирована в кузове ПАРМ-1, поставленном на шасси автомобиля ЗИЛ-157 высокой проходимости. Оборудование салона отвечает требованиям технической эстетики и обеспечивает персоналу лаборатории необходимые удобства во время работы и отдыха.

Основным оборудованием лаборатории является измерительная аппаратура с выносными элементами и источником автономного питания. В комплект измерительной аппаратуры входят следующие приборы: ультразвуковой дефектоскоп ИСИ-66, разработанный трестом Оргтехстрой на базе ПКЛ-6; радиометр РУ («Бамбук») с выносными элементами и соединительными кабелями; поверхностный гамма-плотномер ПГП-1; измеритель влажности ИВ-1; измеритель предварительных напряжений ИПН-7; широкополосный усилитель УШ-10; вспомогательная и регистрирующая аппаратура. В качестве источника автономного питания в подвижной лаборатории использован агрегат типа АБ-2-0/230.

Все перечисленные приборы смонтированы на главном пульте, который расположен в передней торцовой части кузова. Кроме того, на главном пульте смонтирована система дальней и ближней связи, переговорное устройство, щит управления приборам, щит распределения электропитания, трансляционный радиоприемник, часы и вспомогательное оборудование.

Вдоль бортов кузова расположены мягкие кресла для отдыха персонала. Под креслами размещены катушки с кабелями для работы с выносными элементами, кабели подачи электропитания, запасное имущество и электрорадиоизмерительная аппаратура общетехнического назначения. Транспортное положение передвижной лаборатории соответствует такому комплексу и расположению оборудования, которое обеспечивает возможность ее перебазирования по железной дороге или своим ходом. В транспортном положении все основное и вспомогательное оборудование отключено и размещено в соответствующих отсеках и гнездах. Развертывание передвижной лабо-

ратории из транспортного в рабочее состояние занимает не более 10 мин.

Стационарные стенды для контроля качества железобетонных изделий. Стенд, разработанный и изготовленный Ленинградским инженерно-строительным институтом в содружестве с заводом железобетонных изделий № 4 Главленстройматериалов, предназначен для определения геометрических размеров, выявления кривизны лицевой поверхности, расположения рабочей арматуры, величины защитного слоя бетона и его прочности.

Качество изделий контролируют неразрушающими методами. Конструкция стенда обеспечивает проведение контроля комплексно на одном посту, в условиях эксплуатации. Стенд состоит из системы устройств, смонтированных на общей стационарной металлической раме, которая установлена на фундаменте. Рама имеет центрирующие упоры для установки изделий на опорные поверхности. Изделия устанавливаются на опорные поверхности стенда и снимаются после контроля цеховым крановым оборудованием.

Устройство для контроля геометрических размеров изделий (длины и ширины) основано на преобразовании линейных перемещений в электрические сигналы. Оно состоит из трех пар линейных реохордных преобразователей измерения длины, трех пар линейных реохордных преобразователей измерения ширины, указателей линейных перемещений, которые проградуированы в единицах длины и размещены на пульте управления.

Устройство для определения кривизны лицевой поверхности изделий основано на сопоставлении вертикальных отметок точек поверхности изделия, находящегося на опорных поверхностях стенда, с преобразованием линейных перемещений в электрические сигналы. Это устройство состоит из девяти реохордных преобразователей, а также указателей линейных перемещений, которые представляют собой вольтметры со шкалой. Последние проградуированы в единицах длины и размещены на пульте управления.

Устройство для контроля расположения арматуры и толщины защитного слоя бетона работает автоматически и основано на выявлении и численном определении толщины защитного слоя бетона по сравнению с допустимыми отклонениями. Оно состоит из индуктивных преобразователей, которые установлены на раме стенда по осям расположения рабочей арматуры. В каждой точке измерения представляется возможным получить данные о толщине защитного слоя бетона в изделиях. Устройство для контроля прочности бетона изделий основано на измерении скорости распространения упругих волн. Оно состоит из четырех ультразвуковых преобразователей и прибора для измерения времени прохождения ультразвуковых волн в бетоне. Все кон-

трольные устройства питаются от общей электрической сети завода.

Критерием оценки качества изделий является соответствие фактических контролируемых величин, полученных в результате измерений на стенде, заданным.

Изделие, подвергнутое контролю, плавно опускают на него и с помощью центрирующих упоров устанавливают на опорные поверхности рамы стенда. Все измерительные устройства включаются автоматически. Значения контролируемых величин на стенде определяет оператор на пульте управления.

Ленинградским инженерно-строительным институтом разработана также автоматизированная установка СКИ-2 для контроля качества плоских железобетонных изделий, с помощью которой можно определять перечисленные выше характеристики и, кроме того, массу изделий. Время контроля одного изделия составляет 5—6 мин.

Для массового автоматизированного контроля качества сборных железобетонных деталей и конструкций, изготавливаемых заводами сборного железобетона и домостроительными комбинатами, трестом Оргтехстрой Главзапстрой Министерства строительства СССР разработаны и внедрены в практику стенды типа К-453, К-848, К-1081 и К-1056. Стенд типа К-453 контроля качества дискретным акустическим и радиотехническим методами предназначен для массового контроля качества плит перекрытий на выходе технологической линии. Он включает в себя комплекс приборов неразрушающего контроля качества и механическую часть, снабженную необходимыми приводами.

В состав контрольно-измерительной аппаратуры стенда К-453 входят:

измеритель скорости импульса ИСИ-66, при помощи которого измеряют скорость прохождения ультразвуковых колебаний при определении прочности бетона; измеритель плотности «Бамбук», измеряющий объемную массу бетона путем регистрации рассеянного гамма-излучения; измеритель влажности ИВ-1, работа которого основана на зависимости между влажностью материала и его электрическим сопротивлением.

Техническая характеристика стенда К-453

Число акустических преобразователей	16
Рабочее расстояние между преобразователями (измерительная база)	500 мм
Число преобразователей для измерения влажности	2
Погрешность определения объемной массы	1,2%
Время обследования одного изделия	не более 2 мин
Максимальное расстояние между пультом управления и несущей частью стенда	не более 50 м
Питание стенда	сеть переменного тока 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	0,5 кВт
Число операторов	1

ГЛАВА 11

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
И КОНСТРУКЦИЙ

В данной главе описаны средства и методы испытаний, представляющие общий интерес для строительства: определение прочности сварной арматуры и закладных деталей для железобетонных конструкций, контроль качества сварных соединений и антикоррозионной защиты металлических конструкций и оборудования.

Вопросы испытаний конкретных металлических конструкций и сооружений, например стальных конструкций доменных цехов и газоочисток, цилиндрических и вертикальных резервуаров, газгольдеров, магистральных трубопроводов, мачтовых и башенных сооружений и т. д., в силу большой специфичности в книгу не включены. Не включены также по указанной причине методы испытаний металлов на растяжение, сжатие, кручение, ползучесть, чувствительность к механическому старению и т. д.

§ 1. Прочность сварных арматурных изделий и закладных деталей для железобетонных конструкций

Проверка и подготовка образцов. Линейные размеры арматурных изделий, закладных деталей и сварных соединений измеряют металлическими инструментами, отвечающими требованиям соответствующих стандартов. Допускается применять специальные металлические калибры, скобы и шаблоны, обеспечивающие погрешность измерения 1 мм.

Наплавленный металл в сварных соединениях с целью выявления наружных дефектов обследуют с помощью лупы не менее чем 5-кратного увеличения. Смещение осей стержней в стыковых соединениях определяют с помощью рейки и линейки. Рейка должна иметь вырез для обхода графа, утолщения наплавленного металла или желобчатой накладки в месте стыка. Неплоскостность лицевых поверхностей элементов

закладных деталей из листового, полосового, сортового или фасонного проката проверяют с помощью поверочной плиты, измеряя наибольший зазор между лицевой поверхностью и поверхностью поверочной плиты. Осадка стержней в крестообразных соединениях, выполненных контактной точечной сваркой, измеряют в соответствии с указаниями ГОСТ 14098—68 с погрешностью 0,1 мм.

Контрольные образцы стыковых соединений стержней испытывают на растяжение при расстоянии между захватами разрывной машины не менее 10 диаметров стержня. При разных диаметрах соединенных встык стержней расстояние между захватами машины выбирают по стержню большего диаметра. Размеры контрольных образцов сварных крестообразных соединений приведены на рис. 11.1 и в табл. 11.1.

Проведение испытания. Контрольные образцы сварных крестообразных соединений испытывают на срез в разрывных машинах (рис. 11.2). Сжимы 2 должны обеспечить прочное закрепление стержней, исключающее возможность их поворота.

При испытании должна обеспечиваться возможность свободного перемещения стержня диаметром $d < D$ под действием контрольного усилия P_k и возможность поворота образцов в плоскости, перпендикулярной к чертежу. Вращение стержней образцов диаметром D вокруг своей оси и отгибание ненагруженного конца стержня диаметром d в сторону, противоположную сварному соединению, при испытании не допускаются (для этой цели служат упор 1).

Образцы, выполненные по схеме рис. 11.1, б, испытывают на срез по схеме рис. 11.2, б. Если в образце рис. 11.1, б диаметр среднего стержня больше диаметров боковых стержней, то его испытывают по схеме рис. 11.2, а, при этом нагрузку прикладывают к одному из боковых стержней. Второй боковой стержень обрезают у места сварки.

Контрольные образцы сварных соединений арматурных стержней втавр с плоскими элементами закладных деталей 1 испытывают на отрыв стержня 2 по схеме (рис. 11.3) при расстоянии между сварным

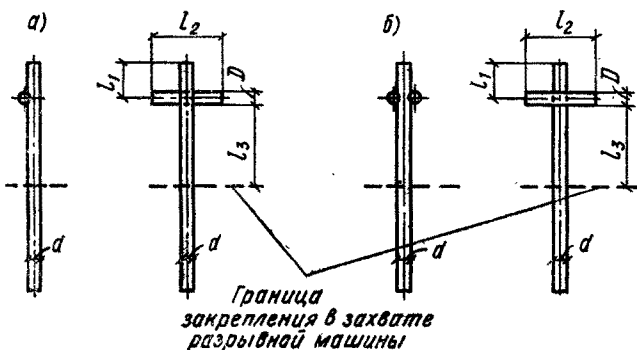


Рис. 11.1. Контрольные образцы сварных крестообразных соединений для испытания на срез

а — с односрезным соединением (из двух стержней); б — с двухсрезным соединением (из трех стержней)

ТАБЛИЦА 11.1

d	l_1	l_2	l_3
До 40	40	80	5
Более 40	100	200	5

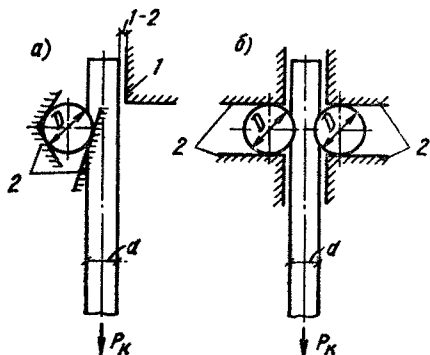


Рис. 11.2. Схема испытания на срез контрольных образцов сварных крестообразных соединений

a — односрезного (из двух стержней); b — двухсрезного (из трех стержней)

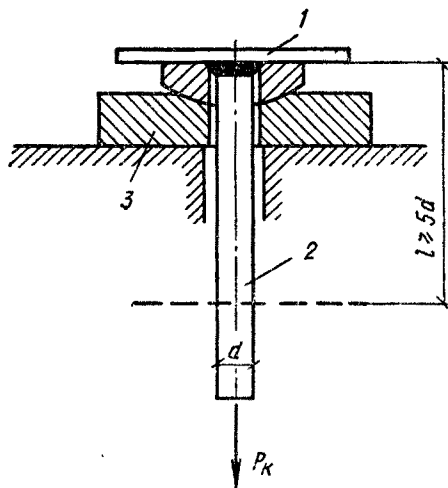


Рис. 11.3. Схема испытания на отрыв контрольных образцов сварных соединений арматурных стержней втавр с плоскими элементами закладных деталей

соединением и захватом разрывной машины не менее пяти диаметров стержня. Сварное соединение опирается на шаровую опору 3. Образцы сварных нахлесточных соединений арматурных стержней с элементами закладных деталей из листового, полового, сортового или фасонного проката испытывают на срез по схеме рис. 11.4.

Для проверки влияния сварных крестообразных соединений на прочность основного металла арматурных стержней вырезают из готовой продукции и испытывают на растяжение контрольные образцы (рис. 11.5). При недостаточной длине испытуемого на растяжение стержня допускается вырезка образца-стержня с двумя и более поперечными стержнями.

Обработка результатов испытания. В результате механических испытаний до разрушения контрольных образцов вычисляют и определяют следующие показатели прочности:

напряжение в арматурном стержне каждого образца, по оси которого действовала испытательная нагрузка, $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$;

среднее арифметическое значение напряжений

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n}{n}; \quad (11.1)$$

размах значений напряжений

$$\omega = \sigma_{\text{max}} - \sigma_{\text{min}}, \quad (11.2)$$

где σ_{max} и σ_{min} — соответственно максимальное и минимальное значения напряжений из $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$.

Напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ независимо от характера и места разрушения образцов вычисляют делением разрушающей нагрузки [в Н/мм² (кгс/мм²)] на площадь поперечного сечения арматурного стержня (в мм²), к которому прикладывалась эта нагрузка. При поставке арматуры с нулевыми или положительными допусками на геометрические размеры поперечного сечения напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ вычисляют по номинальной площади поперечного сечения стержней, а при поставке с отрицательными допусками — по фактической площади сечения. Фактическую площадь поперечного сечения стержней периодического профиля вычисляют по их массе в соответствии с ГОСТ 12004—66. Значения $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n, \sigma_{\text{ср}}, \sigma_{\text{max}}, \sigma_{\text{min}}$ заносят в контрольную карту. Значения $\sigma_{\text{ср}}, \sigma_{\text{min}}$ и ω округляют до ближайшего целого числа.

Партия готовой продукции подлежит приемке при условиях:

$$\sigma_{\text{min}} \geq C_1; \quad \sigma_{\text{ср}} \geq C_2. \quad (11.3)$$

При несоблюдении первого условия партию бракуют. При несоблюдении второго условия повторно выбирают и испытывают шесть образцов. Если в результате повторного испытания не соблюдается хотя бы одно из условий, партию бракуют.

Значения C_1 и C_2 при испытании образцов сварных соединений и при испытании стержней на растяжение после сварки крестообразных соединений принимаются по табл. 11.2 и соответствуют классу стали стержней, по оси которых действовала нагрузка при испытании контрольных образцов. При испытании образцов сварных стыковых соединений стержней из стали разно-

Рис. 11.4. Схема испытания на срез образцов соединений нахлестку арматурных стержней с плоскими элементами закладных деталей

1 — сварной шов; 2 — плоский элемент закладной детали; 3 — арматурный стержень; 4 — шаровая опора; 5 — упоры

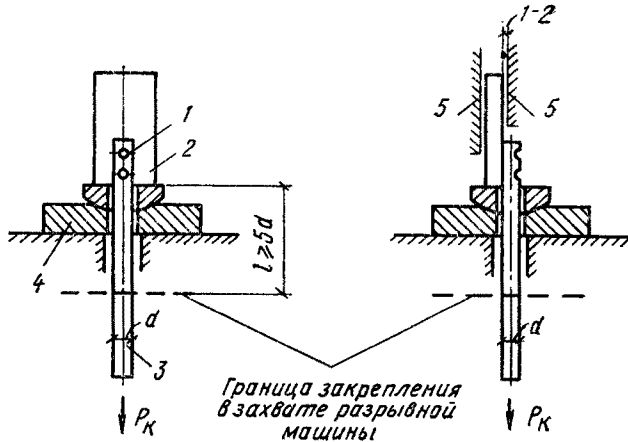


ТАБЛИЦА 11.2

Класс арматурного стержня, по оси которого действует испытательная нагрузка	Браковочные минимумы значения показателей прочности сварных соединений, Н/мм ²	
	наименьшего значения C_1	среднего арифметического значения C_2
A-I	260	350
A-II	410	500
A-III	510	600
B-I	410	550
Bp-I	410	550
A-IV	800	900
A-V	900	1000

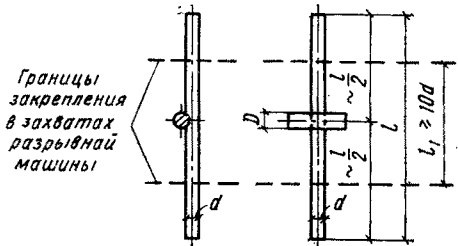


Рис. 11.5. Схема испытания на растяжение контрольных образцов для проверки влияния сварки в узлах изделий на основной металл арматурных стержней

го класса значения C_1 и C_2 должны соответствовать стали с большей прочностью.

Качество сварных стыковых, нахлесточных и тавровых соединений, выполненных дуговой сваркой протяженными швами (не кольцевыми), допускается контролировать только по результатам внешнего осмотра и обмеров.

§ 2. Качество швов сварных соединений (определение ультразвуковыми методами и ионизирующими излучениями)

Для выявления дефектов в швах сварных соединений применяют различные методы и средства (табл. 11.3)*.

Определение качества сварных швов ультразвуковыми методами и. *Применяемое оборудование.* Для контроля качества швов сварных соедине-

ний используют импульсные ультразвуковые дефектоскопы, позволяющие измерять координаты расположения отражающей поверхности. В комплект приборов должны входить стандартные образцы для измерения основных параметров контроля и приспособления для ограничения пределов перемещения искателей и уточнения координат дефектов.

Стандартные образцы показаны на рис. 11.6—11.8. Стандартный образец № 1 (рис. 11.6) применяют для определения условной чувствительности**, проверки разрешающей способности, точности глубиномера дефектоскопа и угла прisms искателя β. Стандартный образец № 1 изготовляют из органического стекла по техническим условиям, утвержденным в установленном порядке. Коэффициент затухания ультразвука в стандартном образце при частоте $2,5 \pm 0,2$ МГц должен быть равен $0,45 \pm 0,01$ см⁻¹. Расстояние L выбирают в зависимости от угла ввода ультразвукового луча α :

* Весьма перспективным для контроля качества сварных и клеевых соединений, а также для контроля за возникновением и ростом трещин и других дефектов структуры в силовых элементах конструкций в процессе эксплуатации является применение эмиссии волн напряжений. Этот метод усиленно развивается в различных организациях нашей страны и за рубежом.

** Определения терминов даны в конце данного раздела.

α , град	30	35	40	45	50	55	60
L , мм	11,5	14	16,8	20	23,8	28,6	34,6

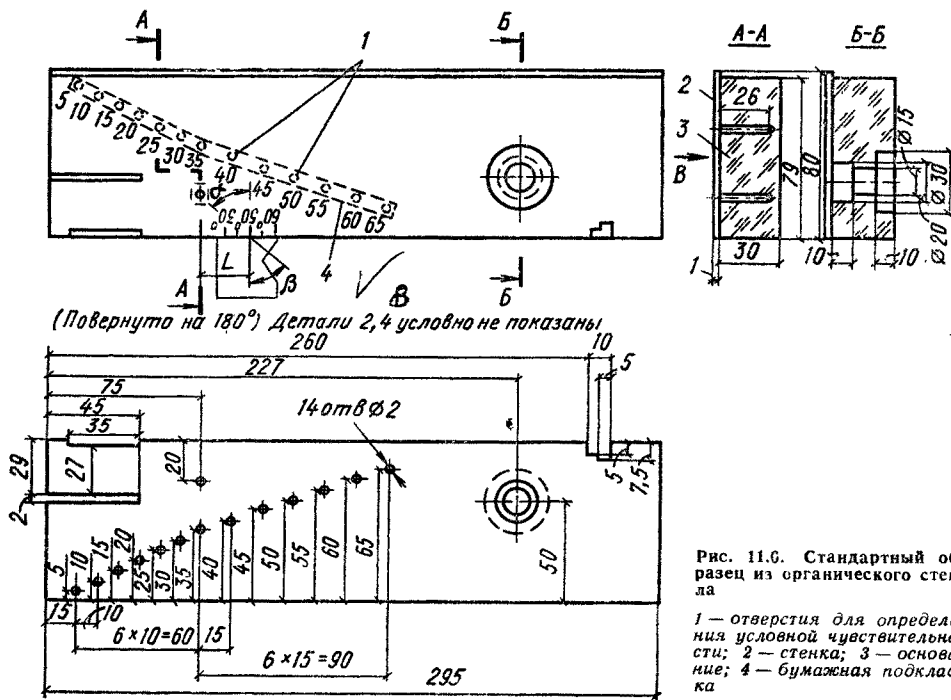


Рис. 11.6. Стандартный образец из органического стекла
 1 — отверстия для определения условной чувствительности; 2 — стенка; 3 — основание; 4 — бумажная подкладка

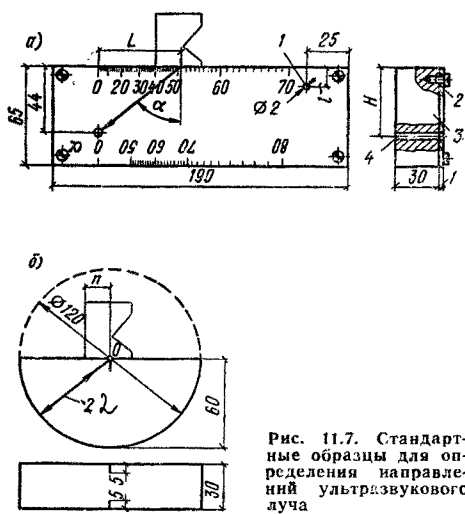


Рис. 11.7. Стандартные образцы для определения направления ультразвукового луча

Стандартный образец № 2 (рис. 11.7, а) применяют для определения угла ввода ультразвукового луча α в контролируемый металл и проверки мертвой зоны дефекто-

скопа с искателем. Шкалу 2 стандартного образца 3 градуируют, используя выражение:

$$L = H \operatorname{tg} \alpha. \quad (11.4)$$

Диаметр отверстия 4 должен быть не более 8 мм. Отверстие 1 для проверки размера мертвой зоны располагают на расстоянии l от рабочей поверхности. Это l задается техническими условиями, утвержденными в установленном порядке.

Стандартный образец № 3 (рис. 11.7, б) применяют для определения точки выхода 0 ультразвукового луча 1 и стрелы искателя n и изготовляют из малоуглеродистой стали по ГОСТ 380—71*. На боковых и рабочей поверхностях стандартного образца выгравировывают риски, проходящие через центр полуокружности.

Подготовка к испытанию. Ультразвуковому контролю подвергают швы сварных соединений, форма и протяженность зоны которых позволяет перемещать искатели в пределах, обеспечивающих прозвучивание всего сечения шва акустической осью ультразвукового луча. Поверхность сварного соединения, по которой перемещают искатель, не должна иметь вмятин и неровностей, должна быть защищена от брызг ме-

талла, грязи и отслаивающейся окалины и покрыта слоем жидкой контактирующей среды. Требования к подготовке поверхности оговариваются техническими условиями.

При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим про-

ли вместо образцов с отверстием с плоским дном применять образцы с угловым отражателем (рис. 11.8, б) или образцы с сегментным отражателем (рис. 11.8, в). Такие образцы изготавливают из металла, аналогичного по акустическим свойствам и чистоте поверхности металлу контролируемого сварного соединения.

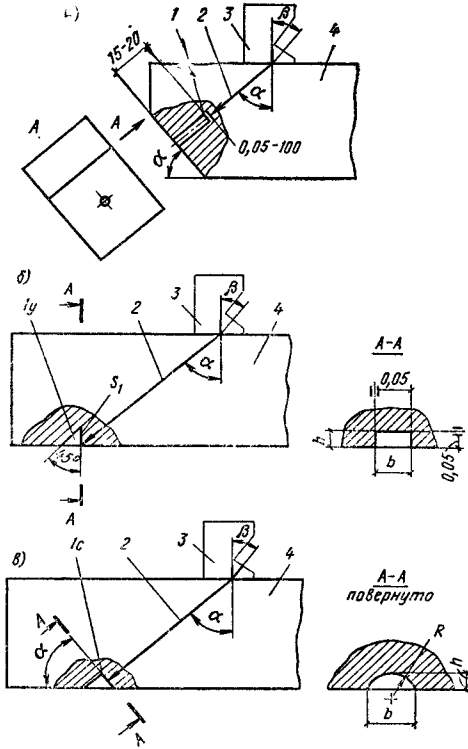


Рис. 11.8. Образцы для проверки основных параметров контроля

цессом на изготовление сварной конструкции, шероховатость поверхности должна быть не ниже 4-го класса чистоты по ГОСТ 2789—73. Трубы и резервуары перед прозвучиванием отраженным лучом освобождают от жидкости. Проверяют соответствие основных параметров контроля требованиям технических условий.

Основными параметрами контроля являются: а) частота ультразвуковых колебаний; б) условная и предельная чувствительность прибора; в) угол ввода ультразвукового луча в металл шва сварного соединения; г) стрела искателя; д) точность глубиномера; е) мертвая зона; ж) разрешающая способность прозвучивания; з) размеры преобразователя в искателе.

Для проверки основных параметров контроля в соответствии с подпунктами «б—ж» применяют стандартные образцы № 1—3 и образцы с отверстием с плоским дном (рис. 11.8, а). Допускается при дефектоскопии швов сварных соединений из ста-

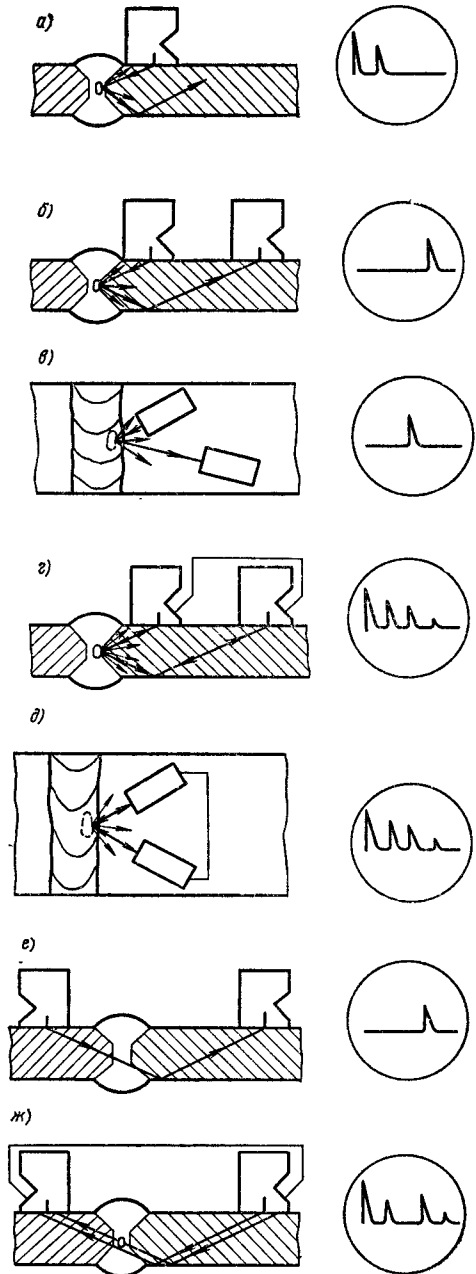


Рис. 11.9. Схемы включения искателей

ТАБЛИЦА 11.3

Метод контроля	Вид дефекта	Размеры дефекта, мм	Расположение дефекта	Тип сварного соединения	Способ сварки	Свариваемые материалы	Толщина свариваемых материалов, мм
Наружные дефекты							
Визуальный осмотр и измерение	Напльвы, прожоги, незавершенные кратеры, подрезы, наружные трещины шва и околошовная зона, выплески, непровары корня шва и неответственные конструктивных элементов сварного шва	Выявляемые невооруженным глазом или с применением оптических приборов с увеличением не более 10*	Любое	Все типы	Все способы сварки	Все свариваемые металлы и сплавы	Не ограничиваются
Магнитно-порошковый	Наружные трещины, подрезы, поры, непровары, выявляемые внешним осмотром	Не менее 0,100	Перпендикулярно к потоку намагничивания	Стыковые	Все способы плавлением	Стали аустенитного класса, нержавеющие стали, титан и его сплавы	Не более 8
Внутренние дефекты							
Металлографический	Непровары, перегрев металла шва и несплавление кромок Дефекты структуры шва сварного соединения и зоны термического влияния, внутренние и наружные трещины, непровары, шлаковые и газо-	Не ограничиваются	Любое	—	—	—	Не ограничиваются

	Все типы	Все способы сварки	Все свариваемые металлы и сплавы	
Ионизирующие излучения	Любое, кроме трещин, распложенных под углом не более 5° по направлению центрального луча	То же	Не более 100	
Ультразвуковой дефектоскопии	Не менее 0,500	То же	Не менее 6	Малоуглеродистые и низколегируемые стали, алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы
Магнитно-рошковый	Эквивалентная площадь не менее 3 мм ²	Стыковые	Не более 8	Стали ферритного класса
Магнитно-индукционный	Трещины шириной не менее 0,1; остальные дефекты площадью не менее 2 мм ² каждый	Перпендикулярно к потоку намагничивания	Не более 20	
Магнитно-графический	Площадь не менее 2 мм ²	Перпендикулярно к потоку намагничивания	Не более 16	Стали ферритного класса
Вскрытие	Площадь не менее 3 мм ²	Стыковые	Не более 16	Стали ферритного класса
	Трещины, непровары, газозовые и шлаковые включения	Все способы сварки	Не ограничиваются	Все свариваемые материалы и сплавы

Продолжение табл. 11.3

Метод контроля	Вид дефекта	Размеры дефекта, мм	Расположение дефекта	Тип сварного соединения	Способ сварки	Свариваемые материалы	Толщина свариваемых материалов, мм
Смачивание керосином	Свдщн, прожоги, трещины, сплошные непровары	Не менее 0,100	Любое	Стыковые, тавровые, угловые	Все способы сварки плавлением	Все свариваемые стали и их сплавы	Не более 10
		Не менее 0,500					
		Не менее 0,001		Все типы		Все свариваемые материалы и сплавы	Не более 10
		Не менее 0,500		Стыковые, угловые, тавровые			
		Не менее 0,001		Все типы		Все способы сварки	Не ограничивается
		Не менее 0,001		Все типы		Все способы сварки	Не ограничивается

Сквозные дефекты

* Выявление трещин и несплавленне кромок методом не гарантируется.

** Метод определяет размер и место расположения дефекта; вид дефекта не устанавливает.

Предельная и условная чувствительность может быть переведена одна в другую при помощи стандартного образца № 1 и образца с отверстием с плоским дном или стандартного образца № 1 и образца с угловым отражателем, или стандартного образца № 1 и образца с сегментным отражателем. Предельную чувствительность по отверстию с плоским дном для сварных соединений толщиной менее 15 мм и условную чувствительность для искателей с криволинейной рабочей поверхностью не определяют.

Отверстие с плоским дном 1 (см. рис. 11.8, а) и сегментный отражатель 1с (рис. 11.8, в) делают в образце 4 контролируемого металла таким образом, чтобы плоскость дна отверстия и плоскость сегмента были перпендикулярны к акустической оси 2 искателя 3. Отверстие с плоским дном и сегментный отражатель в образце допускается выполнять под углом α ввода луча.

Площадь S дна отверстия образца, устанавливаемая техническими условиями, равна площади сегментного отражателя и связана с эквивалентной площадью углового отражателя S_1 соотношением

$$S = NS_1, \quad (11.5)$$

где N — коэффициент, зависящий от угла ввода ультразвукового луча.

Значения коэффициента N для сталей при различных углах призм β приведены ниже:

β , град	30—32	37—40	49—50
N	2,5	1,5	0,5

Ширина b и высота h углового отражателя должны быть больше длины поперечной ультразвуковой волны; отношение h/b углового отражателя должно быть не менее 0,5 и не более 4. Высота h сегментного отражателя должна быть больше длины поперечной ультразвуковой волны; отношение h/b сегментного отражателя должно быть не менее 0,4.

Угол ввода луча α при дефектоскопии швов сварных соединений толщиной более 150 мм измеряют непосредственно на образце контролируемого соединения, в котором предварительно высверливают отверстия диаметром 5 мм через каждые 10 мм толщины контролируемого шва. Углы ввода луча более 70° по стандартному образцу № 2 определяют при температуре проведения дефектоскопии. Угол ввода луча при использовании искателей с криволинейной поверхностью по стандартному образцу № 2 не определяют. При отсутствии приспособлений для ограничения пределов перемещения искателей на поверхность околошовной зоны сварного соединения наносят ограничивающие линии.

Проведение испытания. При дефекто-

скопии швов сварных соединений применяют эхо-импульсный, теневой или эхо-теневой метод. Схемы включения искателей приведены на рис. 11.9 слева, а изображения развертки на экране дефектоскопа, соответствующие указанным схемам включения искателей. — справа.

При эхо-импульсном методе применяют совмещенную (рис. 11.9, а), отдельную (рис. 11.9, б, в) и раздельно-совмещенную (рис. 11.9, г, д) схемы включения искателей, причем раздельную и раздельно-совмещенную схемы включения искателей применяют, если контроль по совмещенной схеме не обеспечивает достаточную надежность и достоверность. При теневом методе применяют раздельную (рис. 11.9, е) схему включения искателей. При эхо-теневом методе применяют раздельно-совмещенную схему (рис. 11.9, ж) включения искателей.

Швы сварных соединений, размеры усиления которых позволяют осуществлять прозвучивание всего сечения шва акустической осью ультразвукового луча, контролируют прямыми однократно и двукратно отраженными лучами. Допускается контролировать швы сварных соединений многократно отраженным лучом, акустическая ось которого не прозвучивает все сечение шва.

Для обеспечения дефектоскопии всего наплавленного металла швы стыковых сварных соединений контролируют по схемам, приведенным на рис. 11.10, а, швы тавровых соединений — по схемам, приведенным на

рис. 11.10, б, и швы нахлесточных соединений — по схемам, приведенным на рис. 11.10, в. Акустический контакт создают контактным или иммерсионным способом ввода ультразвуковых колебаний. Основные параметры контроля, схема включения искателей, способ прозвучивания и способ ввода ультразвуковых колебаний оговариваются в технических условиях.

Обработка результатов испытаний. Качество швов сварных соединений оценивают в соответствии с требованиями, приведенными в технических условиях. Основными измеряемыми характеристиками дефектов являются: амплитуда эхо-сигнала при заданной чувствительности; условная протяженность дефекта при заданной чувствительности; условная высота дефекта при заданной чувствительности; условное наименьшее расстояние между дефектами при заданной чувствительности; число дефектов на определенной длине шва; расположение дефекта по длине, высоте и ширине шва.

Порядок измерения амплитуды эхо-сигнала и режим работы аппаратуры при измерении условной протяженности и условной высоты дефектов оговариваются техни-

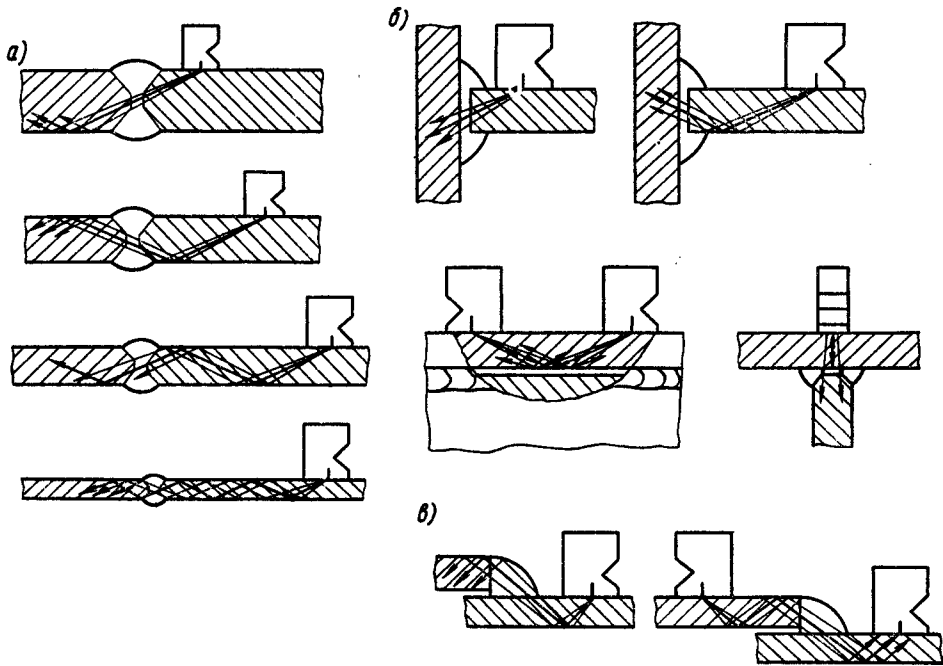


Рис. 11.10. Схемы испытания швов сварных соединений

ческими условиями. Для сокращения обозначения протяженности дефектов по длине шва применяют следующие обозначения:

- А — дефекты, условная протяженность которых не более условной протяженности, указанной в технических условиях, утвержденных в установленном порядке;
- Б — дефекты, условная протяженность которых более протяженности дефектов типа А;
- В — дефекты, отстоящие друг от друга на расстоянии не более установленной условной протяженности для дефектов типа А.

Основные термины и их определения при испытании швов сварных соединений ультразвуковыми методами

Предельную чувствительность определяют наименьшей площадью отверстия с плоским дном, ориентированным перпендикулярно к акустической оси искателя, выполненного в образце сварного соединения данного вида и уверенно фиксируемого индикаторами дефектоскопа.

Условную чувствительность измеряют по стандартному образцу № 1 и выражают наибольшей глубиной расположения цилиндрического отражателя, уверенно фиксируемого индикаторами дефектоскопа.

Угол ввода ультразвукового луча в контролируемый металл определяют углом между нормалью к поверхности, на которой

установлен искатель, и линией, соединяющей центр цилиндрического отражателя с точкой ввода луча, при установке искателя в положение, при котором амплитуда эхосигнала от отражателя наибольшая. При измерении по стандартному образцу № 2 угол ввода ультразвукового луча α отсчитывают по шкале против точки ввода луча при установке искателя в положение, при котором амплитуда эхосигнала от отверстия наибольшая.

Стрела искателя представляет собой расстояние от точки выхода акустической оси ультразвукового луча до передней грани искателя.

Точка выхода ультразвукового луча должна быть расположена на призме искателя против риски стандартного образца № 3 при установке искателя в положение, при котором амплитуда эхосигнала от цилиндрической поверхности наибольшая. Точка выхода и точка ввода ультразвукового луча при контактном способе ввода колебаний в контролируемый материал совпадают.

Мертвую зону при контроле наклонным искателем характеризуют наименьшей глубиной расположения уверенно выявляемого индикаторами дефектоскопа цилиндрического отражателя, выполненного в стандартном образце № 2 или любом другом образце, аналогичном по акустическим свойствам контролируемому; диаметр отражателя 2 мм, длина — не менее ширины преобразователя.

Разрешающую способность дефектоскопа в направлении прозвучивания характери-

зуют наименьшим временем между эхосигналами, отраженными от двух поверхностей, расположенных одна за другой по направлению распространения ультразвукового луча, и различимыми на экране электронно-лучевой трубки.

Условную протяженность дефекта измеряют длиной зоны перемещения искателя вдоль шва, в пределах которой фиксируется эхосигнал от выявления дефекта при заданной чувствительности дефектоскопа. Условную протяженность менее 5 мм не измеряют.

Условную высоту дефекта определяют разностью глубин, измеренных в крайних положениях искателя при перемещении его перпендикулярно к оси шва. Крайними положениями искателя являются положения, соответствующие появлению и исчезновению эхосигнала от выявленного дефекта. Условную высоту протяженных дефектов измеряют в месте, где эхосигнал от дефекта имеет наибольшую амплитуду.

Условное наименьшее расстояние между дефектами измеряют длиной зоны вдоль шва, в пределах которой не фиксируются эхосигналы от выявленных дефектов.

Определение качества сварных швов ионизирующими излучениями. Методы контроля просвечиванием ионизирующими излучениями применяются для выявления внутренних дефектов швов сварных соединений. Характер выявляемых дефектов указан в табл. 11.3. Вид и размеры допускаемых дефектов, их комбинация и объем контроля устанавливаются правилами, инструкциями или техническими условиями на данные сварные изделия. Вид контроля (просвечиванием на экран или изготовлением снимков на рентгеновской пленке) оговаривается техническими условиями на изделие. В качестве источника проникающего излучения чаще всего используется гамма-источник.

Подготовка к испытанию. Конструкция сварного соединения и изделия в целом должна позволять производить контроль проникающими излучениями. Перед просвечиванием шов сварного соединения очищают от шлака, брызг, окалины и других загрязнений и подвергают внешнему осмотру. При обнаружении недопускаемых наружных дефектов шва сварного соединения (выходящие наружу трещины, пористость, подрезы и др.) просвечивание производят после устранения указанных дефектов.

Швы сварных соединений при просвечивании на пленку размечают на отдельные участки в соответствии с длиной снимка. Длина участков устанавливается такой, чтобы обеспечивалось выявление дефектов без существенных искажений. Смежные участки снимков должны перекрывать друг друга на длине не менее 20 мм. Контролируемые участки шва сварного соединения маркируются условными обозначениями. Система маркировки устанавливается техническими условиями, утвержденными в установленном порядке на данное изделие.

Маркировка каждого участка шва сварного соединения должна быть воспроизведена на снимке. Ширина снимка должна обеспечивать получение изображения шва сварного соединения и прилегающих к нему участков шириной не менее 20 мм с каждой стороны. При просвечивании применяется одна из схем зарядки кассет, показанных на рис.

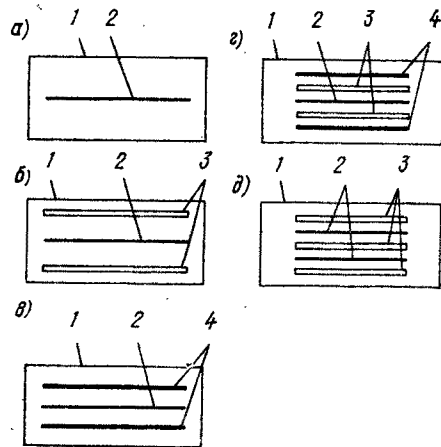


Рис. 11.11. Схемы зарядки кассеты рентгеновской пленкой

1 — кассета; 2 — рентгеновская пленка; 3 — усиливающий флюоресцирующий экран; 4 — металлический экран

11.11. В отдельных случаях допускается использование других комбинаций схем зарядки кассет. При просвечивании заряженную кассету защищают от вторичного и рассеянного излучения материалами, поглощающими эти излучения.

Чувствительность контроля оценивают с помощью стандартных образцов, помещаемых на поверхность металла, обращенную к источнику излучения. Допускаются и другие способы оценки чувствительности, определяемые техническими условиями.

Стандартные образцы чувствительности изготавливают из металла, аналогичного контролируемому изделию. Применяют пластинчатые стандартные образцы с канавками или проволоочные стандартные образцы чувствительности. Все они маркируются свинцовыми знаками шрифтом размером 5 мм по ГОСТ 2.304—68, нанесенным на чехле стандартного образца. Форма и размеры пластинчатых стандартных образцов чувствительности с канавками должны соответствовать указанным на рис. 11.12, а и в табл. 11.4.

Чувствительность контроля K , %, при использовании пластинчатых стандартных образцов с канавками оценивают по выявлению наименьшей видимой канавки стандартного образца и вычисляют по формуле

$$K = \frac{h \cdot 100}{S + S_1}, \quad (11.6)$$

ТАБЛИЦА 11.4

Номер стандартного образца	$b_1=h_1$	$b_2=h_2$	$b_3=h_3$	$b_4=h_4$	$b_5=h_5$	$b_6=h_6$	L	h	a	a_1
1	$0,5 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,07$	$0,1 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,02$	30	1	4	2
2	$0,14 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,05$	40	2	6	3
3	$0,5 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,05$	$1 \pm 0,01$	$1,4 \pm 0,10$	$2 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	50	4	8	4
4	$1,4 \pm 0,1$	$2 \pm 0,10$	$2,7 \pm 0,01$	$3,7 \pm 0,20$	$5 \pm 0,2$	$7 \pm 0,2$	70	8	10	5

ТАБЛИЦА 11.5

Номер стандартного образца	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6
1	0,05	0,063	0,08	0,10	0,125	0,16	0,20
2	0,10	0,125	0,16	0,20	0,250	0,32	0,40
3	0,32	0,400	0,50	0,63	0,800	1,00	1,25
4	1,00	1,250	1,60	2,00	2,500	3,20	4,00

где h — глубина наименьшей видимой канавки стандартного образца, мм; S — толщина контролируемого основного металла в месте установки стандартного образца, мм; S_1 — толщина стандартного образца, мм.

Форма и диаметры проволочных стандартных образцов чувствительности должны соответствовать указанным на рис. 11.12, б (где 1 — вкладыш; 2 — чехол) и в табл. 11.5.

Чувствительность контроля K , %, при использовании проволочных стандартных образцов оценивают по выявлению проволоки наименьшего диаметра и вычисляют по формуле

$$K = \frac{d \cdot 100}{S + d}, \quad (11.7)$$

где d — диаметр наименьшей видимой проволоки стандартного образца, мм; S — толщина контролируемого основного металла в месте установки стандартного образца, мм.

Чувствительность контроля должна обеспечивать выявление дефектов шва сварного соединения, имеющих размеры, вдвое меньше наибольших размеров, допускаемых технической документацией на контролируемую сварную конструкцию.

Проведение испытания и оценка его результатов. Швы сварных соединений контролируют с направлением центрального луча по схемам, приведенным на рис. 11.13—11.17.

При просвечивании шва сварного соединения на снимке должно быть изображение стандартного образца чувствительности и маркировочных знаков; потемнение снимка должно быть не менее 1, 2 единиц оптической плотности. Снимок не должен иметь пятен, полос и механических повреждений эмульсионного слоя пленки, затрудняющих выявление дефектов. При просвечивании определяют вид, характер, число и

размеры внутренних дефектов сварного соединения околошовной зоны и составляют заключение.

Глубину дефектов по сечению шва сварного соединения ориентировочно определяют при помощи пластинчатого стандартного образца чувствительности. Глубину дефекта определяют, сравнивая затемнение на снимке с затемнением соответствующей канавки пластинчатого стандартного образца чувствительности; при этом следует учитывать условие равенства высоты усиления шва сварного соединения с толщиной стандартного образца.

В заключение указывают условное обозначение шва сварного соединения, чувствительность снимка в процентах, длину проконтролированного участка шва сварного соединения в миллиметрах, вид и характер дефектов, число дефектов и протяженность их в миллиметрах.

Для сокращенного обозначения дефектов применяют следующие условные обозначения: Т — трещины; Н — непровар; П — поры; Ш — шлаковые включения; В — вольфрамовые включения; Пд — подрез; См — смещение кромок; Р — разностенность; О — ослабление корня шва. Обязательными для указания в заключении являются трещины, непровары, шлаковые включения и поры.

По характеру распределения дефекты объединяют в следующие группы: А — отдельные; Б — цепочка дефектов; В — скопление дефектов. По группам дефекты распределяют по следующим признакам. К цепочке дефектов относят дефекты, которые расположены на одной линии числом не менее трех с расстоянием между ними, равным или меньшим трехкратного размера дефекта. К скоплению дефектов относятся дефекты с кучным расположением числом не менее трех с расстоянием между ними,

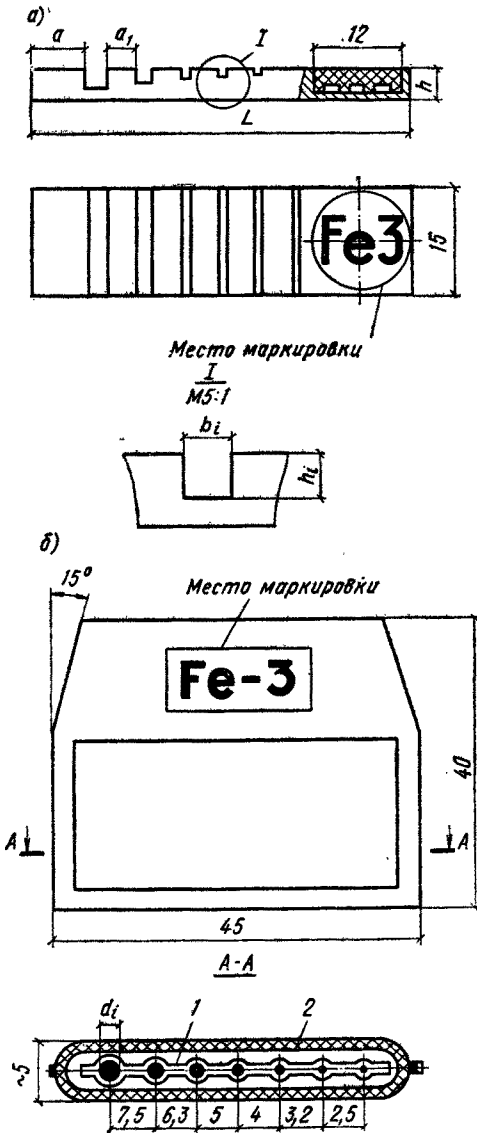


Рис. 11.12. Стандартные образцы чувствительности

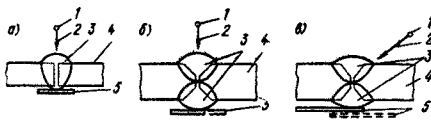


Рис. 11.13. Схемы испытания швов стыковых сварных соединений с различным направлением центрального луча

1 — источник излучения; 2 — центральный луч; 3 — шов сварного соединения; 4 — основной металл; 5 — кассета

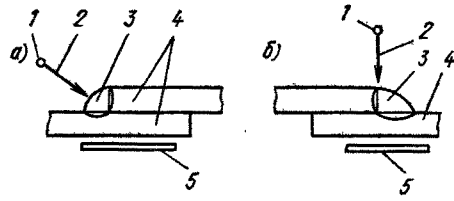


Рис. 11.14. Схемы испытания швов нахлесточных сварных соединений с различным направлением центрального луча (обозначения те же, что и на рис. 11.13)

равным или меньшим трехкратного размера дефекта.

Размером дефекта считается наибольшая длина его изображения на снимке в миллиметрах. При наличии группы дефектов разных размеров одного вида указывают средний или преобладающий размер дефектов в группе: для группы А — число дефектов по всей длине снимка; для групп Б и В — протяженность дефекта и расстояние в миллиметрах между крайними дефектами, образующими цепочку или скопление.

§ 3. Качество антикоррозионной защиты металлических строительных конструкций и оборудования

Контроль качества защиты от коррозии подземных трубопроводов. Почвенной коррозии и коррозии, вызываемой блуждающими токами, подвержены магистральные стальные трубопроводы, городские стальные газовые и водопроводные сети, теплотрассы, кабели связи (слабого и сильного тока), стальные резервуары и сварные трубопроводы промышленных площадок.

Подземные трубопроводы от почвенной коррозии защищают с помощью изоляционных покрытий. Для этого применяют битумные мастики, покрытия на основе липких полимерных пленок и лакокрасочные покрытия.

Контролируют качество изоляционных покрытий пооперационно в процессе производства изоляционных работ. При контроле приготовляемой на трассе битумной изоляционной мастики контрольный пост лаборатории строительного-монтажной организации проверяет правильность технологического процесса разогревания битумных материалов, введения в состав мастики наполнителей и пластификаторов, дозировки составляющих и соответствие физико-механических свойств исходных материалов и мастик требованиям соответствующих стандартов. Для этого не реже одного раза в день отбирают контрольную пробу мастики с целью определения температуры размягчения (см. § 14 гл. 8). Растяжимость и пенетрацию (см. § 5 и 15 гл. 8) определяют периодически по требованию заказчика.

Качество очистки поверхностей стальных конструкций и сооружений перед их изоляцией проверяют визуально. При контроле качества нанесения грунтовок и лако-

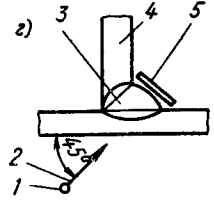
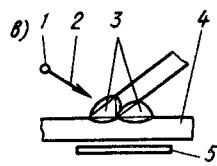
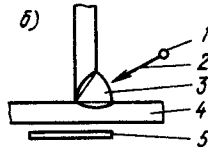
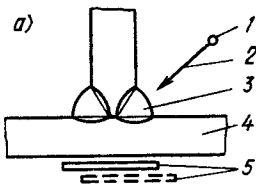


Рис. 11.15. Схемы испытания швов тавровых сварных соединений (обозначения те же, что и на рис. 11.13)

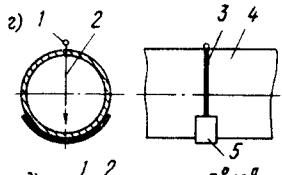
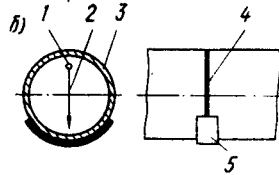
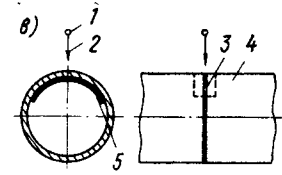
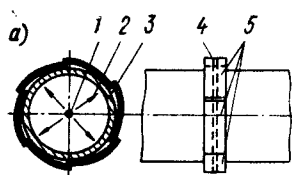


Рис. 11.17. Схемы испытания швов сварных цилиндрических и сферических изделий при различном размещении источника излучения

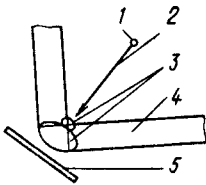
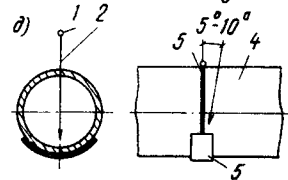


Рис. 11.16. Схема испытания швов сварных угловых соединений (обозначения те же, что и на рис. 11.13)



а — на оси изделия (кассеты снаружи); б — не на оси изделия (кассета снаружи); в — центральный луч перпендикулярен к оси шва (кассета внутри); г — центральный луч перпендикулярен к оси шва (кассета снаружи); д — центральный луч имеет смещение $5-10^\circ$ (кассета снаружи); 1 — источник излучения; 2 — центральный луч; 3 — шов сварного соединения; 4 — труба; 5 — кассета

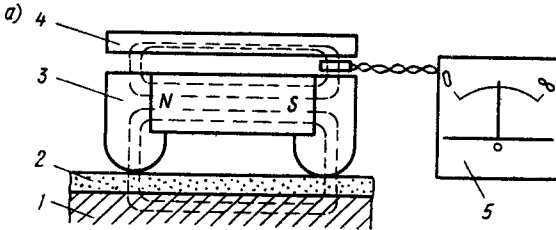
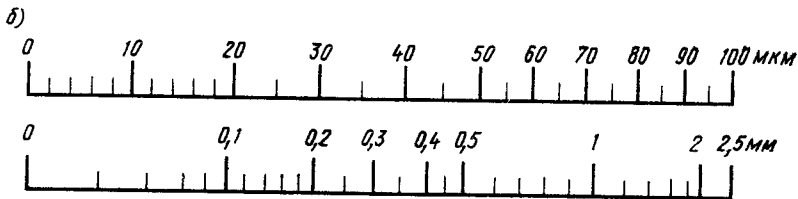


Рис. 11.18. Схема определения толщин антикоррозионного покрытия на стали прибором «Электротест ФП»



красочного покрытия следят за отсутствием пропусков, сгустков и пузырей. Качество нанесенного изоляционного покрытия контролируют по мере его наложения внешним осмотром, измерением толщины покрытия, а также его сплошностью и прилипае-

мостью к металлу. При внешнем осмотре покрытия проверяют отсутствие трещин, бугров, вздутий, впадин, расслоений, а также степень сцепления изоляционного слоя с поверхностью защищаемого сооружения.

Для измерения толщины гальваниче-

ских покрытий может быть рекомендован, например, прибор типа ВИГП-1Ф (высокочастотный измеритель гальванических покрытий), разработанный Физико-энергетическим институтом АН Латвийской ССР. С помощью этого прибора измеряются гальванические покрытия толщиной 30—40 мкм. Покрытия измеряются только на участках с плоской поверхностью размером не менее 8×8 мм.

Толщину покрытия определяют индукционным или магнитным толщиномером через каждые 100 м, а также в местах останки изоляционной машины не менее чем в четырех точках по окружности трубопровода и во всех местах, вызывающих сомнения. На рис. 11.18 показана схема работы магнитного толщиномера типа «Электротест ФП» для измерения толщины покрытия на стали, выпускаемого «Электро-Физик» (ФРГ, Кельн). Прибор «Электротест ФП» может быть применен для измерения толщины как диэлектрических покрытий (краски, лаки, пластики), так и электропроводящих (например, гальванические покрытия).

Принцип работы прибора основан на применении постоянного магнита 3, магнитный поток которого зависит от приближения магнитопродвигавшей базы 1 (стальной трубы). Внешний магнитный поток течет через магнитную систему к магнитопродвигавшей базе, внутренний — через шунт 4, частично ослабевая при этом. По ослаблению внутреннего магнитного потока судят о толщине антикоррозионного покрытия 2 (рис. 11.18, а). Измеряемое покрытие должно быть немагнитным, но может быть электропроводящим. Шкалы толщин контролируемых покрытий показаны на рис. 11.18, б. Погрешность прибора составляет 5%.

Сплошность покрытий проверяют электрическими дефектоскопами высокого или низкого напряжения. Сплошность покрытий трубопроводов проверяют искровым дефектоскопом с напряжением: для изоляции нормального типа 12 кВ, для усиленной изоляции 24 кВ, для весьма усиленной изоляции 36 кВ. Степень прилипаемости (адгезию) покрытия к металлу проверяют адгезиометром или вырезая из покрытия треугольник под углом 45—60° и отдирая изоляцию от вершины угла надреза через каждые 500 м. Изоляция считается прилипшей к металлической поверхности, если покрытие отрывается отдельным куском и часть его остается на металле. Сопротивление покрытия отрыву, определяемое адгезиометром при температуре до 25°С, должно быть не менее 0,5 МПа.

Выявленные дефектные места и повреждения изоляции исправляют методами, обеспечивающими монолитность и однородность изоляционного покрытия. После исправления дефектов ремонтируемые места проверяют вторично. Наисосить второй слой битумного покрытия по крафт-бумаге не разрешается.

Контроль качества электрической защиты подземных сооружений. Для защиты подземных сооружений от электрокоррозии применяют следующие средства: дренажные установки; протекторные установки; катодные установки; дополнительные заземления (токоотводы); изолирующие муфты и фланцы. Для контроля наложенных потенциалов от катодных установок применяют измерительные приборы (компенсационные или стрелочные) с внутренним сопротивлением не менее 10 кОм и 1 В шкалы. Для контроля наложенных потенциалов в зоне блуждающих токов применяют высокоомные вольтметры с внутренним сопротивлением не менее 10 кОм и 1 В со шкалой, имеющей посередине ноль.

Правильность установки протекторов проверяют, измеряя потенциал, который должен быть для цинковых протекторов 1,1 В, а для протекторов из магниевого сплава 1,5—1,6 В по медно-сульфатному электроду. Степень влияния защищаемого сооружения на соседние является допустимой лишь в тех случаях, когда, во-первых, на соседних подземных металлических сооружениях не появляется опасность электрокоррозии; во-вторых, уменьшение (по абсолютной величине) минимального или увеличение максимального допустимого защитного потенциала на соседних металлических сооружениях, имеющих электрозащиту, не превышает 0,1 В.

Контроль качества защиты от коррозии технологического оборудования. Различное технологическое оборудование, подверженное действию агрессивных сред, защищают от коррозии оклейкой специальными резинами (гуммированием); нанесением лакокрасочных покрытий; футеровкой штучными химически стойкими материалами; обкладкой листовыми пластмассами; газопламенным напылением полиэтилена.

При подготовке защищаемых поверхностей контролируют:

по стальным поверхностям: качество очистки от ржавчины, окалин и загрязнений; отсутствие в сварных швах наплывов, прожогов, прерывов и трещин (см. § 2 гл. 11); плотность сварных швов по всей длине и плавность переходов к основному металлу;

по бетонным поверхностям: правильность подготовки защищаемых поверхностей; отсутствие отслоений и пустот, трещин, выступающей арматуры и следов опалубки; просушку поверхности.

При выполнении работ по гуммированию резиновую обкладку проверяют как перед вулканизацией покрытия, так и после ее окончания. При этом контролируют прочность сцепления резиновой обкладки с металлической поверхностью, а также отсутствие в обкладке отверстий, вздутий, проколов, трещин и пор. Отсутствие отверстий и проколов в резиновой

обкладке определяют наружным осмотром, а сцепление с металлической поверхностью — простукиванием обкладки легким молотком. Сплошность резинового покрытия, а также отсутствие в нем пор и трещин проверяют, испытывая резиновую обкладку искровым высокочастотным дефектоскопом.

Допускаемые отклонения по толщине обкладки при гуммировании не должны превышать:

при толщине покрытия 0,5 мм	. 2—3 мм
то же, 1	> . 4—6 >
> 1,5	> . 10 >

В отдельных местах допускаются утолщения обкладки до ее двойной толщины за счет швов, выполненных внахлестку, до тройной толщины в местах сопряжения обкладки стенки и днища. В отдельных местах допускаются царапины, углубления, шероховатости на поверхности гуммировки глубиной не более 0,5 мм. Отставания резиновой обкладки от металла допускаются на концах бортов и фланцев аппаратов в пределах не более 10% площади покрытия. Трещины в резиновой обкладке не допускаются. Площадь исправляемого дефекта резиновой обкладки аппаратов не должна превышать 5% общей площади обкладки.

Вздутия резиновой обкладки внутри труб и соединительных частей трубопроводов допускаются диаметром не более 25 мм и высотой до 3 мм числом не более двух на 1 м длины трубы или на одну фасонную деталь. Исправление дефектов внутри труб и фасонных деталей при внутреннем диаметре их менее 50 мм не допускается. При внутреннем диаметре труб и фасонных деталей более 50 мм разрешается ремонт обкладки, причем площадь ремонтируемой поверхности не должна превышать 5% общей площади гуммирования. Вздутия и отставания эбонита от металлов в пробковых краях не допускаются.

При окрасочных работах контролируют равномерность нанесенного грунтовочного слоя и покровных слоев покрытия, отсутствие неокрашенных мест, трещин, потеков, брызг, пузырей, загораний; сплошность лакокрасочной пленки; толщину покрытия и его сцепление с основанием. Лакокрасочные составы, требующие горячего отверждения и полимеризации, проверяют на полную полимеризацию, протирая еще не остывшую поверхность лакового покрытия чистым тампоном, смоченным в растворе (для бакелитового лака — в этиловом спирте, для фуриловых лаков — в ацетоне).

При промежуточной приемке футеровки проверяют качество и толщину слоев; соблюдение допусков в размерах по отдельным слоям покрытий; сцепление между слоями; ровность и полноту заполнения швов футеровки, непроницаемость всего покрытия. Поверхность силикатных шпатлевок проверяют на сцепление с защищаемой по-

верхностью и полноту затвердевания кислотоупорной силикатной замазки; битумных грунтовок или шпатлевок — на сцепление и сплошность покрытия. Поверхность битумной грунтовки или шпатлевки не должна иметь пропусков, сгустков, посторонних включений, расслоений и вздутий.

Подслой из рулонных материалов на нефтестойкой основе проверяют внешним осмотром на отсутствие вздутий, сквозных отверстий, проколов и механических повреждений. Сцепление подслоя с поверхностью аппарата или нижележащим слоем контролируют, простукивая деревянным молотком.

Непроницаемость покрытия определяют в металлических аппаратах — искровым дефектоскопом или на пробой (при наливке в аппарат электролита), а в железобетонных — наливом воды и выдержкой ее в течение 48 ч. Сырые пятна на наружной поверхности железобетонных сооружений не допускаются.

Подслой из полиизобутиленовых пластин марки ПСГ проверяют на отсутствие вздутий, проколов и пропусков в сварных швах, на непроницаемость покрытия. Непроницаемость покрытия в аппаратах, предназначенных под налив, проверяют, наливая в аппарат воду и выдерживая ее при температуре наружного воздуха в течение 48 ч, в остальных случаях — внешним осмотром.

При контроле футеровки из кислотоупорных штучных материалов проверяют отсутствие пустот и трещин в швах футеровки, полноту заполнения и толщину швов; полноту схватывания кислотоупорной силикатной замазки в швах футеровки. Качество кислотоупорных штучных материалов в кладке контролируют визуально. Пустоты в швах не допускаются; пустоты и полноту схватывания замазки в толще кислотоупорной кладки определяют, простукивая футеровку стальным молотком. Швы кладки, разделенные арзамит-замазкой или пластозамазкой, дополнительно проверяют на полноту полимеризации замазки.

При контроле футеровки аппаратов кислотоупорным бетоном проверяют прочность сцепления кислотоупорной футеровки с защищаемой поверхностью; степень твердения бетона; соответствие проекту толщины бетонного слоя; кислотостойкость и плотность бетона (отсутствие пустот и трещин). Сцепление бетона с основанием определяют простукиванием поверхности, степень твердения бетона — прочерчиванием линий. Толщину слоя бетонной футеровки измеряют непосредственно. Отсутствие пустот и трещин устанавливают наружным осмотром, а кислотостойкость и плотность — лабораторными испытаниями.

Промежуточную приемку работ по обкладке аппаратуры винилпластом осуществляют по мере выполнения отдельных листов, а окончательно — после окончания всех работ. Герметичность сварных швов обкладки из винилпласта контролируют в каждом узле, подготовленном под сборку.

Непригодность сварных швов проверяют электронным способом при помощи искрового высокочастотного дефектоскопа. Сварные швы не должны иметь надрывов, пузырей и пережогов. Оклеенные поливинилхлоридным пластиком или виниловым пленкой поверхности аппарата проверяют на непровар сварных швов и отсутствие воздушных пузырей и неприсоединенных участков.

При защите конструкций газопламенным напылением полиэтилена контролируют: сплошность покрытия; толщину покрытия и отсутствие приставшего порошка полиэтилена; сцепление покрытия с основанием. Сплошность покрытия определяют электроискровым, электромагнитным или электролитным дефектоскопом ТЭД-1 и ПЭД-2. Толщину покрытия и ее соответствие проекту проверяют при помощи электромагнитного толщиномера АТП-1.

ГЛАВА 12

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ПРИЕМКЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Современный уровень развития измерительной, испытательной и вычислительной техники позволяет организовать наиболее точный и полный, или, как принято называть, объективный и активный контроль качества работ. В этом направлении приобретает первостепенное значение оценка качества работ и приемка в эксплуатацию построенных зданий и сооружений. Система инструментальной оценки разработана Академией коммунального хозяйства им. Памфилова и получила широкое распространение при приемке жилых домов в Москве, Ленинграде, Орле и других городах. Оценку качества осуществляют передвижные лаборатории, специально оборудованные современной приборной техникой и укомплек-

тованные специалистами по видам измерений. Внедрение прогрессивных средств и методов контроля дает возможность своевременно предотвращать брак в работе, вскрывать резервы повышения эффективности и качества труда на всех стадиях строительного производства.

Материалы инструментального обследования зданий служат основой для выработки решений Государственных комиссий, оценки работы строителей, а также основанием для предъявления строительным организациям перечней дефектов, подлежащих устранению, и дают исходные данные для дальнейшей правильной эксплуатации зданий.

Инструментальное обследование крупнопанельных зданий при приемке в эксплуатацию проводится, как правило, методами неразрушающего контроля.

§ 1. Порядок подготовки и проведения работ по обследованию крупнопанельного здания при приемке его в эксплуатацию

Перед выездом на объект обследующая группа получает комплект чертежей проекта здания со всеми внесенными в него изменениями. В результате детального ознакомления с проектом группа должна обратить внимание на конструктивную схему здания; шаг несущих стен; типы примененных конструкций; размеры стеновых панелей и плит перекрытий; устройство кровли и технического подполья; полы и вид внутренней отделки, в также предусмотренные проектом мероприятия по обеспечению долговечности конструкций.

Число квартир, подлежащих инструментальному обследованию, определяют исходя из этажности здания и числа секций в нем. Квартиры выбирают на первом, среднем и последнем этажах (табл. 12.1).

В зданиях сложной конфигурации должны быть обследованы квартиры, расположенные в наиболее характерных участках здания, которые при эксплуатации находятся в наиболее тяжелых условиях (под

ТАБЛИЦА 12.1

Число квартир		В том числе					
в доме	для инструментального контроля	торцовых			рядовых		
		первый этаж	средний этаж	последний этаж	первый этаж	средний этаж	последний этаж
60—80	4	1	—	1	1	—	1
81—100	5	1	1	1	1	—	1
101—120	6	1	1	1	1	1	1
121—150	7	1	1	2	1	1	1
151—200	10	2	1	2	2	1	2
201—250	12	2	2	2	2	2	2
251—300	14	2	2	3	2	2	3
301—350	16	3	2	3	3	2	3
350—400	18	3	3	3	3	3	3

ТАБЛИЦА 12.2

Характер деформаций	Для песчаных и глинистых грунтов $B < 0$	Для глинистых грунтов $B > 0$
Разность осадков фундаментов колонн зданий (доли расстояния между осями колонн)	0,002	0,002
Относительный прогиб (перегиб) несущих стен многоэтажных зданий (в долях от длины изгибаемого участка стены):		
а) в крупнопанельных бескаркасных зданиях	0,0005	0,0007
б) в крупноблочных и кирпичных иерармированных зданиях	0,0007	0,0010

арками, примыкающие к помещениям магазинов и т. д.). Выбор квартир для обследования должен быть произвольным, без учета каких-либо дополнительных факторов.

Все измерения, связанные с жилыми помещениями, балконами и внутренними конструкциями, проводят только в выбранных квартирах. Секцию здания, где проводят измерения на лестничной клетке, на кровле, чердаке и в техническом подполье, выбирают произвольно. Порядок проведения измерений определяет руководитель группы, принимая во внимание лишь наименьшую затрату труда при перемещении приборов и оборудования по зданию и целесообразность одновременного проведения отдельных работ, в особенности связанных с длительными измерениями.

Для домов с общим числом квартир меньше 60 обследуют 3 квартиры; в домах с числом квартир большим 400 число обследуемых квартир устанавливают экстраполяцией.

§ 2. Неравномерность осадки здания

Для определения разности уровней фундаментов для каркасных зданий S_A и прогиба (перегиба) несущих стен бескаркасных зданий $f_{отн}$ применяют нивелир и рейку.

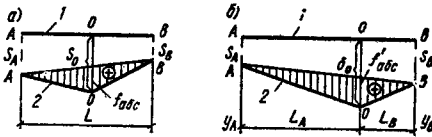


Рис. 12.1. Схема определения прогиба фундаментов

а — симметричного; б — несимметричного; 1 — линия нулевой отметки; 2 — линия прогиба фундамента

касных зданий $f_{отн}$ применяют нивелир и рейку.

Проведение испытания. Все работы, связанные с определением неравномерности осадки здания, проводит инженер-геодезист. Измерения выполняют геометрическим нивелированием III класса точности в соответствии с «Инструкцией по нивелированию I, II, III и IV классов». Нивелирование выполняют короткими лучами при расстоянии от нивелира до рейки от 4 до 30 м и ведут не по маркам, а по выбранной на здании горизонтальной линии — цоколю, карнизу или плоскости оконных переплетов. Точки выбранного элемента нивелируют через 1—3 м, а отметки относительно наивысшей точки наносят на схему.

При этом методе первоначальное положение выбранной конструктивной части здания не может повлиять на результаты, так как начальный наклон или неровность конструктивной части и опасные для здания перемещения имеют различный порядок.

Места установки рейки отмечают краской на фасаде здания и наносят на схематический план здания. Одна из точек нивелирования должна быть привязана к существующему реперу.

Абсолютный прогиб — перегиб (рис. 12.1) определяют по формулам:

для симметричного прогиба

$$f_{абс} = \frac{S_O - (S_A + S_B)}{2}, \quad (12.1)$$

где S_O , S_A , S_B — отметки точек O, A, B относительно наивысшей (нулевой) точки;

для несимметричного прогиба

$$f'_{абс} = \frac{y_A - y_B}{L_A + L_B} (L_B + y_B), \quad (12.2)$$

где $y_A = S_O - S_A$; $y_B = S_O - S_B$; L_A , L_B — расстояние до точки максимального прогиба.

Относительный прогиб (перегиб)

$$f_{отн} = \pm (f_{абс}/L), \quad (12.3)$$

где L — длина изогнувшейся части стены.

Отрицательное значение соответствует перегибу стены.

Предельные деформации основания приведены в табл. 12.2.

Полученные в результате обработки материалов нивелирования максимальный относительный прогиб или разность осадок (для каркасных зданий) сравнивают с предельно допустимыми деформациями. Учитывая относительно короткое время существования здания, вопрос о наличии и развитии неравномерности осадок должен решаться в каждом конкретном случае исходя из грунтовых условий, глубины заложения

ния фундаментов и наличия внешних неблагоприятных воздействий. В случае установления тенденции к неравномерным осадкам здания необходимо позаботиться о закреплении опорных точек для повторного нивелирования.

§ 3. Уклоны отмостки

Для определения уклонов и качества выполнения отмостки применяют уклономер. Уклоны отмостки измеряют по всему периметру здания. Отмостка должна перекрывать стенки бывшего котлована, примыкать к цоколю здания и отделяться от покрытия тротуара. Уклон отмостки должен быть $i_{отм} \geq 3\%$. Уклоны отмостки измеряют не менее чем в пяти сечениях по каждой стороне здания.

§ 4. Выявление и измерение трещин в стенах и перекрытиях

Для выявления трещин в стенах технического подполья, определения их характера и ширины раскрытия $\delta_{тр}$ применяют толщиномер и фонарь.

Проведение испытания. Трещины выявляют путем визуального осмотра цоколя здания по всему его периметру и осмотра стен технического подполья изнутри. Обнаруженные трещины зарисовывают, определяют приблизительно их характер (усадочные, осадочные, температурные). Ширину раскрытия трещины измеряют с помощью толщиномера в трех местах по ее длине. в том числе в наиболее широкой ее части. Измерению подлежат наиболее крупные (на глаз) трещины.

Ширина раскрытия трещин $\delta_{тр}$ в железобетонных панелях технического подполья не должна превышать 0,3 мм. При наличии трещины снаружи (в цоколе) этот участок подлежит осмотру и изнутри.

Для выявления наличия трещин в наружных и внутренних несущих стенах, определения их характера и измерения ширины раскрытия трещин $\delta_{тр}$ применяют следующее **оборудование**: толщиномер; лупу; измеритель сечения металла ИСМ; бинокль.

Проведение испытания. С помощью визуального осмотра выявляют трещины на поверхностях наружных и внутренних несущих стен, определяют их характер — усадочные, температурные, от смятия при опирании перекрытий, осадочные, от воздействия вертикальных и горизонтальных нагрузок, фиксируют расположение трещин на схематическом чертеже, уделяя особое внимание трещинам в перемычечных и простеночных участках панелей. Ширину раскрытия трещины измеряют толщиномером, накладывая его на трещину. Предельная ширина раскрытия трещин для железобетонных конструкций стен, в которых арматура не имеет антикоррозионной защиты, не должна превышать 0,3 мм.

Снаружи визуальному осмотру подвергают 10 панелей по 3 из первого, среднего и последнего этажей (до 8 этажей осмотр проводят с помощью бинокля, выше — при выходе на балконы и лоджии). Наиболее заметную на глаз трещину, расположенную в перемычечной или простеночной части обследованной панели, измеряют в трех точках по ее длине. Трещины на внутренних поверхностях панелей выявляют на всех видимых поверхностях стен каждой обследуемой квартиры.

Для выявления трещин в перекрытиях, определения их характера и измерения ширины раскрытия $\delta_{тр}$ применяют то же оборудование, что и при контроле несущих стен.

Проведение испытания. Визуально выявляют трещины по поверхности потолков, расположение их фиксируют на схематическом плане. Примерно определяют их характер — от нагрузки, усадочные, в швах настила, а также направление — вдоль или поперек пролета, по ребрам или вблизи них (в ребристых панелях можно с помощью прибора ИСМ по расположению рабочей арматуры определить местоположение ребер). Ширину раскрытия трещины измеряют пеллулоидным толщиномером, который накладывают на трещины. Перекрытия здания, сдаваемого в эксплуатацию, не должны иметь трещины. Выявленные трещины подлежат устранению.

Для выявления трещин осматривают все потолки обследуемой квартиры. При наличии усадочных трещин (в виде сетки) или трещин вдоль рабочего пролета плит измеряют ширину раскрытия трещин в наиболее заметных на глаз 4—5 участках. В случае обнаружения трещин поперек рабочего пролета указывают их длину и измеряют ширину раскрытия через каждые 30—50 см по длине.

§ 5. Качество монтажа стен и перекрытий

При контроле качества монтажа стен определяют ширину шва между наружными стеновыми панелями C , при этом измеряют относительное смещение вертикальных и горизонтальных граней торцов панелей в крестообразном шве δ_1 ; относительное смещение лицевых граней панелей, сопрягаемых в одной плоскости для фасадной поверхности δ_2 и для поверхности со стороны помещений δ_3 ; отклонение верхних углов стен по вертикали Δ .

При определении используют следующее **оборудование**: теодолит; рейку со светящейся шкалой; оптическую насадку к теодолиту; отвес; штангенциркуль; шаблон Ш-1.

Проведение испытания. Измерения проводят снаружи и внутри помещений. Снаружи измеряют параметры C , δ_1 , δ_2 . Ширину шва C измеряют по наружному шву между панелями в трех точках по высоте стыка в пределах одной панели.

вверху, в средней части и в нижней с погрешностью 0,01 мм — штангенциркулем (рис. 12.2, а). Относительное смещение вертикальных и горизонтальных граней панелей в крестообразном шве δ_1 измеряют, накладывая на него целлулоидный шаблон Ш-1 и совмещая его вертикальные и го-

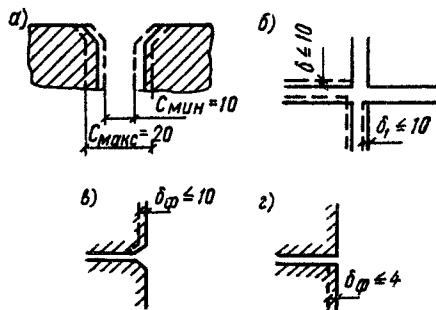


Рис. 12.2. Допускаемые отклонения при монтаже стеновых панелей

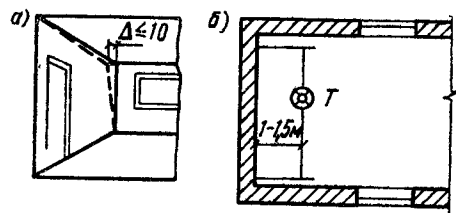


Рис. 12.3. Измерение отклонения верхних углов стен от вертикали

а — схема измерения; б — установка теодолита

ризонтальные оси с вертикальной и горизонтальной кромками панелей. Отсчет берут по шкалам шаблона с погрешностью 1 мм (рис. 12.2, б). Относительное смещение лицевых граней панелей, сопрягаемых в одной плоскости на фасадной поверхности δ_{ϕ} , измеряют штангенциркулем с погрешностью 1 мм в трех точках по длине горизонтального и вертикального стыка в пределах одной панели (рис. 12.2, в).

Внутри помещений измеряют параметры δ_v и Δ . Относительное смещение лицевых граней панелей, сопрягаемых в одной плоскости по внутренней поверхности δ_v , измеряют на лестничных клетках (рис. 12.2, г). Отклонение верхних углов стен по вертикали Δ определяют для всех несущих и самонесущих стен в пределах обследуемой квартиры. Измерения проводят по одной поверхности наружной стены и по обсем поверхностям поперечных несущих стен, к которым имеется доступ из данной квартиры.

Теодолит устанавливают на расстоянии 1—1,5 м от стены в средней части по ее длине (рис. 12.3). Трубу теодолита располагают параллельно стене, а при закрепленном горизонтальном лимбе берут

отсчет по рейке, которую располагают перпендикулярно к плоскости стены так, чтобы опорный шарик касался стены в верхней, а затем в нижней точках углов комнаты. Разность полученных отсчетов в верхней и нижней точках составляет отклонение стены от вертикали.

Измеряемые параметры не должны превышать следующих значений: $10 \leq C \leq 20$ мм; $\delta_{\phi} \leq 10$ мм; $\delta_1 \leq 10$ мм; $\delta_v \leq 4$ мм; $\Delta \leq 10$ мм.

Ширина шва и смещение граней панелей e , δ , δ_{ϕ} должны измеряться во всех стыках, проверяемых на герметичность. Смещение панелей по внутренней поверхности δ_v проводят на лестничной клетке на уровне первого, среднего и последнего этажей не менее чем в трех точках по длине стыка. Отклонение верхних углов стен по вертикали Δ определяют для двух углов каждой несущей и самонесущей стеновой панели в пределах обследуемых квартир.

При оценке качества монтажа перекрытий для определения разности отметок потолка в углах комнаты $h_1 - h_2$ применяют следующее оборудование: нивелир; оптическую насадку; рейку со светящейся шкалой.

Нивелир устанавливают посередине комнаты и определяют отметки всех четырех углов. Затем вычисляют разность отметок между углами по каждой стороне, которая должна быть $h_1 - h_2 \leq 1/300 L$ (где L — расстояние между этими углами). Разность отметок потолка определяют по четырем углам в каждом помещении каждой обследуемой квартиры.

§ 6. Герметичность стыков наружных стеновых панелей

Определяют коэффициент воздухопроницаемости швов ζ , адгезию тиokolовых герметиков к фаскам панелей A и относительное удлинение герметиков при разрыве ϵ_p .

При испытании используют в качестве оборудования прибор ИВС-2 для определения воздухопроницаемости стыков и адгезиометр АГ.

Проведение испытания. Стыки обследуют не ранее, чем через семь дней после окончания герметизации тиokolовыми герметиками и через два дня после окончания герметизации полиизобутиленовой мастикой. Перед испытанием на воздухопроницаемость визуально осматривают наружную поверхность стыков при помощи лупы Бринелля (в верхних этажах — с балконов или телескопической вышки). Особое внимание обращают на качество герметизации стыков, имеющих дефектные участки: отслоения пленки тиokolового герметика от оснoвания, трещины, наплывы, комковатость или темные пятна, выступающие на цементно-песчаном растворе, защищающем полиизобутиленовую мастику в стыке, а также разрушение такого защитного слоя и др.

Воздухопроницаемость измеряют на участках стыков с наибольшим числом дефектов. Особое внимание уделяют контролю воздухопроницаемости угловых торцовых стыков, а также мест заделки балконных плит в горизонтальные швы. Каждый испытуемый стык проверяют на воздухо-

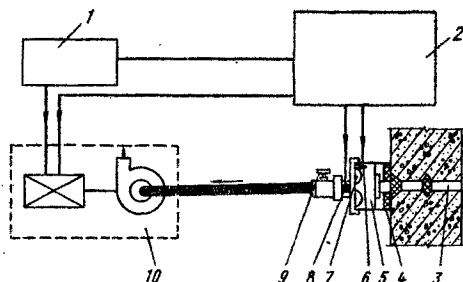


Рис. 12.4. Схема переносного дефектоскопа ИВС-2 для определения воздухопроницаемости стыков

проницаемость в трех местах по его длине; за окончательную оценку принимают худший результат из трех измерений.

Схема прибора ИВС-2 показана на рис. 12.4. К стыку 3 плотно прижимают испытательную камеру 5. Вентилятором 10 через дроссельный клапан 9 отсасывают воздух через стык. Преобразователи 6 и 8, установленные внутри коллектора 7, измеряют расход воздуха и температуру потока.

В блоке измерения и регулирования 2 применен электрический анемометр-термометр типа ЭАТ-2 со встроенным регулятором напряжения питания вентилятора. Источником питания в блоке являются щелочные аккумуляторы 1. При измерении расхода воздуха ЭАТ-2 включается как термоанемометр. По току измерителя определяют расход воздуха и разрежение в испытательной камере. Для измерения температуры фильтрующегося потока ЭАТ-2 включают как термометр, и по измеренному току определяют температуру.

Корпус прибора в вертикальном положении с находящимся в нем блоком питания и отсасывающим устройством надевают на спину оператора. Блок измерения и регулирования ЭАТ-2 закрепляют на его груди и включают в цепь. Испытательную камеру, находящуюся в руке, присоединяют к коллектору. По форме стыка подбирают уплотнитель 4. Продолжительность измерения воздухопроницаемости, включая время, необходимое для приведения прибора в рабочее состояние, составляет 4—5 мин; само испытание длится 1—1,5 мин.

Адгезию тиоколовых герметиков к бетонным (цементно-песчаным) поверхностям стыков определяют при помощи адгезиометра АГ. Для определения адгезии на герметик 20—25 стыков из числа испытуемых на воздухопроницаемость устанавли-

вают по одному штампу* после проверки стыков на воздухопроницаемость.

Штампы устанавливают равномерно по периметру здания на верхнем, среднем и нижнем этажах; обязательной проверке подлежат адгезия герметиков в вертикальных угловых, торцовых стыках, а также вблизи мест пересечения вертикальных и горизонтальных стыков. Штампы приклеивают к затвердевшему герметику синтетическим клеем (например, № 88 Н для герметиков марок У-30М и ГС-1). В местах приклейки штампов не должно быть трещин, комков, наплывов и т. д. Адгезию герметика А определяют после затвердевания клея, но не ранее, чем через сутки после приклейки штампов (при температуре наружного воздуха не ниже -5°C).

Относительное удлинение при разрыве тиоколовых герметиков ϵ_r определяют путем испытаний проб на разрывной машине типа РМИ-250 в соответствии с ГОСТ 270—75. Пробы тиоколового герметика (20—25 шт.) отбирают вблизи участков стыков, где определяется адгезия. Проба герметика представляет собой полоску длиной 110—115 мм, шириной 15—20 мм, осторожно срезаемую острым ножом. Все участки стыков, с которых был проведен отрыв штампов и отбор проб, герметизируют вновь этим же герметиком с соблюдением всех правил технологии герметизации.

Измеренный при помощи прибора ИВС-2 коэффициент воздухопроницаемости стыка i_{ϵ} не должен превышать нормативного значения $i_{\text{норм}}$, определяемого на основании СНиП II-A. 7-62 и МРТУ—20-8-66 и подсчитываемого по формуле

$$i_{\text{норм}} = \frac{\Delta t_{\text{н}}}{0,143 V^2 (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) n b R_{\text{в}}}, \quad (12.4)$$

где V — расчетная скорость ветра, м/с, для данного климатического района, принимается по СНиП, но не менее 5 м/с; $t_{\text{в}}$ — расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{н}}$ — расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху; b — коэффициент качества теплоизоляции наружного ограждения; $R_{\text{в}}$ — сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ($\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$); $\Delta t_{\text{н}}$ — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, $^{\circ}\text{C}$.

В табл. 12.3 даны значения $i_{\text{норм}}$ для некоторых городов.

Адгезия герметика должна быть больше его предела прочности при разрыве: $A > R_p$. Значения R_p для отечественных тиоколовых герметиков приведены ниже:

* В случае расположения герметика в глубине стыка и невозможности установки штампов и отбора проб адгезию и относительное удлинение при разрыве не определяют.

Т А Б Л И Ц А 12.3

Город	$t_{\text{норм}}$ кг/(м·ч·Па), при высоте зданий, м												
	до 15				от 15 до 30				от 30 до 50				
	легкие стены			Массивные стены	легкие стены			Массивные стены	легкие стены			Массивные стены	
	$b=1$	$b=1,1$	$b=1,2$	стены средней массивности	$b=1$	$b=1,1$	$b=1,2$	стены средней массивности	$b=1$	$b=1,1$	$b=1,2$	стены средней массивности	
Москва	0,027	0,024	0,022	0,028	0,021	0,019	0,017	0,021	0,014	0,012	0,011	0,014	0,015
Ленинград	0,029	0,026	0,024	0,030	0,022	0,020	0,018	0,023	0,014	0,013	0,012	0,015	0,016
Киев	0,033	0,030	0,027	0,034	0,025	0,022	0,021	0,026	0,016	0,015	0,014	0,017	0,019
Горький	0,024	0,022	0,020	0,025	0,018	0,016	0,015	0,019	0,012	0,011	0,010	0,013	0,014
Свердловск	0,020	0,018	0,016	0,021	0,015	0,014	0,012	0,016	0,010	0,009	0,008	0,011	0,011
Красноярск	0,016	0,015	0,014	0,017	0,012	0,011	0,010	0,013	0,008	0,008	0,007	0,009	0,009
Мурманск	0,022	0,020	0,018	0,023	0,017	0,015	0,014	0,018	0,011	0,010	0,009	0,012	0,012
Владивосток	0,008	0,008	0,007	0,009	0,007	0,006	0,006	0,007	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Тбилиси	0,101	0,092	0,084	1,004	0,077	0,070	0,064	0,080	0,051	0,046	0,042	0,053	0,055
Ашхабад	0,185	1,069	1,054	2,000	1,047	1,033	1,022	1,056	0,097	0,089	0,074	1,000	1,006

П р и м е ч а н и е. Степень массивности стены определяется в соответствии со СНиП II-A.7-62, п. 2.2.

Марка герметика	AM-2	AM-0,5	КБ-0,5 (ГС-1)	КБ-1	СМ-0,5	СМ-0,1	ТБ-0,5	ТМ-0,5	ТМ-1
R_p , МПа	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5

Среднее значение относительного удлинения ϵ_p не должно быть меньше 100%, причем разность максимальной и минимальной величины ϵ_p в серии испытаний не должна превышать 10%.

Воздухопроницаемость измеряется во всех горизонтальных и вертикальных стыках каждой обследуемой квартиры, в трех точках каждого стыка. Адгезия и относительное удлинение определяются в 20—25 местах, выбранных в горизонтальных стыках, как сказано выше.

§ 7. Прогобы перекрытий

Для оценки деформативности перекрытий определяют прогиб относительно участков опирания перекрытий на несущие стены. При использовании геодезических приборов определяют отклонение поверхности плиты от горизонтальной плоскости, проведенной через ось трубы нивелира. Разность отметок опорных участков плиты и ее середины в направлении пролета, отнесенная к длине, составляет искомый относительный прогиб $f_{отн}$. При испытании применяют следующее оборудование: нивелир; оптическую насадку к нивелиру; рейку со светящейся шкалой.

Проведение испытания. Нивелир устанавливают в углу помещения или в дверном проеме так, чтобы с одной стоянки определить отметки наибольшего числа точек. Для крупноразмерных плит «на комнату» определяют отметки в трех сечениях вдоль рабочего пролета плиты по три точки в каждом сечении. Для определения прогиба плит шириной 1—1,5 м (типа пустотного настила) отметки определяют в среднем сечении вдоль рабочего пролета в трех точках (на опорах и в средней части) (рис. 12.5). Рейку в вертикальном положении помещают в намеченные точки потолка так, чтобы опорный шарик касался этой точки. В каждой из них отсчеты берут два раза и вычисляют среднюю величину. Прогиб определяют относительно сторон опирания панелей перекрытия на несущие стены, чем исключается влияние разности отсчетов по крайним точкам, которые могут иметь место из-за разности отметок опорных плоскостей стен. На рис. 12.5 изображен случай, когда панель перекрытия опирается на разных отметках. Тогда, принимая отсчеты в точках А и В за нулевые, определяют прогибы плиты относительно прямой АВ, соответствующей профилю непрогнувшейся панели. Полученный прогиб, отнесенный к рабочему пролету плиты L, составит $f_{отн}$.

14—902

Максимальный вычисленный относительный прогиб в середине рабочего пролета плиты не должен превышать с учетом действия неполной нормативной нагрузки в незаселенном доме [отсутствует полезная нагрузка $P^H = 1,5$ кПа (150 кг/м²)] и не-

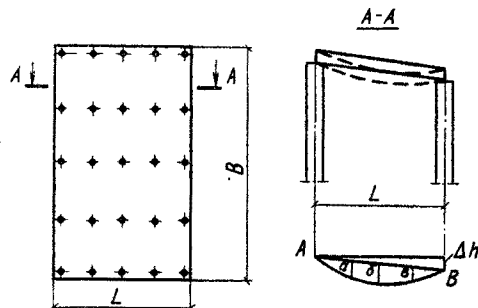


Рис. 12.5. Схема измерения прогибов плит перекрытия

большого срока действия нагрузки $f_{отн}^{max} \leq \leq L/400$. Прогобы определяют в каждой плите всех обследуемых квартир.

§ 8. Температурно-влажностный режим помещений

Для определения температуры в различных помещениях квартиры, а также на лестничных клетках применяют термометр и штативы.

Температуру воздуха в помещениях определяют на уровне 1,5 м от пола в средние комнаты; на лестничных клетках и на первом и последнем этажах — на уровне 1,5 м от пола площадки, в техническом подполье — в каждом из помещений в пределах обследуемого участка. Для удобства термометры подвешивают на штативах. Значения расчетных температур* (в °С) воздуха в помещениях жилых зданий приведены ниже:

Жилая комната	18
Кухня	15
Ванная	25
Уборная	16
Объединенный санузел	25
Лестничная клетка	16

Температуру воздуха измеряют во всех помещениях каждой обследуемой кварти-

* Температуры даны на уровне 1,5 м от пола в середине помещений. Расчетную температуру воздуха в ванных и объединенных санитарных узлах при наличии в них водонагревателей на газообразном или твердом топливе надлежит принимать 18° С.

ры, а также на лестничной клетке в пределах одной, произвольно выбранной секции.

Для определения перепадов температуры внутреннего воздуха и поверхности наружной стены $\Delta t_{ст}$, пола $\Delta t_{п}$, потолка чердачного перекрытия или покрытия (для бесчердачной крыши) $\Delta t_{ч}$ применяют термощуп ЦЛЭМ; лабораторный термометр; штатив.

Термометром измеряют температуру воздуха в середине помещения на уровне 1,5 м от пола. Измерение температур поверхностей производят переносным электроприбором — термощупом с полупроводниковым термосопротивлением (предел измерения температуры 0÷90°С, цена деления шкалы 1°С).

При измерении температуры поверхности требуется, чтобы преобразователь измерительного прибора плотно соприкасался с поверхностью. В каждой точке температуру измеряют три раза. Производящий измерения должен находиться возможно дальше от исследуемой поверхности, держа термощуп на вытянутой руке, чтобы не нарушать установившегося теплообмена между этой поверхностью и окружающим воздухом. Во время измерений следует избегать сквозняков, так как случайные потоки воздуха могут повлиять на показания прибора.

Измеряют температуру внутренней поверхности наружной стены $t_{ст}$ на уровне 1,5 м от пола в середине простенка или сухой части стены; поверхности пола — в середине помещения $t_{п}$; поверхности потолка — в его середине $t_{ч}$.

Предусматриваются следующие предельные перепады между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой поверхностей (при нормальной влажности):

$$\Delta t_{ст}^{расч} = 6^{\circ}\text{С}; \Delta t_{п}^{расч} = 2,5^{\circ}\text{С}; \Delta t_{ч}^{расч} = 4,5^{\circ}\text{С}.$$

Для сравнения с нормативными перепадами температур $\Delta t_{ст}$ и $\Delta t_{ч}$, измеренные при температурах наружного и внутреннего воздуха, отличающихся от расчетных, пересчитывают. Приведенный перепад температур $\Delta t_{ст}^{прив}$ и $\Delta t_{ч}^{прив}$ вычисляют по формулам:

$$\Delta t_{ст}^{прив} = \Delta t_{ст}^{изм} \frac{\Delta t_{расч}}{\Delta t_{изм}};$$

$$\Delta t_{ч}^{прив} = \Delta t_{ч}^{изм} \frac{\Delta t_{расч}}{\Delta t_{изм}}, \quad (12.5)$$

где $\Delta t_{ст}^{изм}$, $\Delta t_{ч}^{изм}$ — измеренный перепад для наружных стен и чердачного перекрытия; $\Delta t_{расч}$, $\Delta t_{изм}$ — перепады температур внутреннего и наружного воздуха, соответственно, расчетный и измеренный.

Приведенный перепад между температурой внутреннего воздуха и поверхностью пола равен

$$\Delta t_{п}^{прив} = \Delta t_{п}^{изм} \frac{t_{в}^{расч}}{t_{в}^{изм}}.$$

Перепады не должны превышать указанных нормативных; их определяют на каждое помещенне всех обследуемых квартир.

Для обследуемых квартир последнего этажа определяют также $\Delta t_{ч}$.

Относительную влажность воздуха в помещениях — в квартирах, на лестничной клетке, в техническом подполье и на чердаке — определяют по аспирационному психрометру (Ассмана). Влажность воздуха определяют при закрытых окнах и дверях, в середине помещения, в стороне от отопительных приборов и вентиляционных решеток. Влажность внутреннего воздуха в жилых помещениях должна быть 40—60%; ее измеряют в каждом помещении всех обследуемых квартир.

Для определения воздухообмена в помещениях различного назначения — кухнях, ванных комнатах и санузлах — применяют ручной крыльчатый анемометр, секундомер, линейку.

С помощью крыльчатого анемометра и секундомера определяют скорость воздушного потока. При дальнейших подсчетах среднего значения скорости воздушного потока измеренное крыльчатым анемометром значение умножают на коэффициент 0,8. Измерения выполняют три раза в одной и той же точке в середине вентиляционной решетки. Живое сечение $F_{ж.с}$ вентиляционной решетки измеряют или определяют по формуле

$$F_{ж.с} = 0,7 F, \quad (12.6)$$

где F — площадь вентиляционной решетки, м².

Расход воздуха W , м³/ч, проходящего через вентиляционную решетку за 1 ч, определяют по формуле

$$W = 3600 v F_{ж.с}, \quad (12.7)$$

где v — скорость воздушного потока, проходящего через эту решетку (с учетом $K=0,8$), м/с.

Воздухообмен (количество воздуха, подлежащего удалению из помещений при вытяжке) в м³/ч устанавливается в следующих пределах:

Жилая комната (на 1 м ² площади)	3
Кухня:	
при двухконфорочной плите	не менее 60
» трехконфорочной »	75
» четырехконфорочной »	90
Ванная	25
Уборная	25
Совмещенный санузел	30

Воздухообмен определяют в каждом вентилируемом помещении каждой обследуемой квартиры.

§ 9. Уклоны балконов и кровли

Для определения уклона применяют уклономер. Уклоны определяют в трех ме-

стах по длине балкона или каждого скоса кровли.

Уклоны балконов должны быть не менее 2%. Проверяют все балконы каждой обследуемой квартиры, при отсутствии в этих квартирах балконов — 8 случайно выбранных балконов по два на каждом из фасадов здания. Из них три балкона должны быть расположены на последнем этаже.

Уклоны кровли не должны иметь отклонений от проектных более чем 1—2% для плоских кровель и 5% — для скатных. Уклоны измеряют на каждом скосе кровли в пределах одной секции. Заливку водой проводят также в пределах одной секции. Качество приклейки гидронзоляции проверяют не менее чем в 10 местах, выбранных произвольно.

§ 10. Гидроизоляция полов в санузлах и ванных комнатах, балконов и кровли

Это испытание осуществляется путем заливки пола водой слоем 1—2 см и выдержки в течение 1 ч. При заливке используют шланги, которые подключают к водопроводным кранам. Спустя 1 ч осматривают потолки в нижележащих помещениях и выявляют протечки. Заливку полов в санузлах и ванных комнатах проводят во всех обследуемых квартирах.

Водонепроницаемость балконных плит проверяют, поливая их водой в течение 30 мин (при положительной температуре наружного воздуха). Для этой цели к водопроводному крану присоединяют шланг и выводят его на балкон. Через 1 ч после окончания поливки осматривают балконные плиты снизу для обнаружения протечек. Плоскую кровлю заливают водой при закрытых водоприемных воронках водосточков и выдерживают в течение 1 ч. Скатные кровли поливают водой в течение 1 ч. Для выявления протечек помещения осматривают через 1 ч после окончания поливки.

Водопроницаемость сопряжений внутренних водосточков проверяют заливкой водой. Внутренние водостоки наполняют водой при закрытых выпусках и выдерживают в течение 15 мин.

§ 11. Качество наклейки обоев, малярных и облицовочных работ

Для испытаний применяют линейку, метр, рейку длиной 2 м и штангенциркуль.

Отделанные поверхности осматривают для выявления дефектных участков и оценивают в соответствии с требованиями, приведенными в табл. 12.4.

В каждой обследуемой квартире проверяют качество отделочных работ во всех помещениях. Наиболее заметные на глаз дефекты измеряют (2—3 измерения в одном помещении).

ТАБЛИЦА 12.4

Работы	Дефекты	Допуск
Малярные	Местные искривления линий, закраски в сопрягаемых поверхностях Искривление линий филенок и закраска	2 мм (для улучшенной окраски)
		5 мм (для простой окраски) 1 мм на 1 пог. м филенки
Обойные	Несовпадение рисунков на стыках обоев	0,5 мм
Облицовочные	Просветы между облицованной поверхностью и контрольной рейкой длиной 2 м Выщербины, зазубрины в кромках плиток	2 мм
		0,5 мм

§ 12. Качество полов и столярных изделий

Испытание проводят с помощью электронного влагомера ЭВ-2М (см. § 11 гл. 6); рейки длиной 2 м, грузов массой 100 кг и площадью 30×30 мм² или массой 50 кг размерами $l = 15$ мм, $d = 30$ мм.

Неровность пола определяют прикладыванием рейки длиной 2 м и измерением просвета между полом и рейкой. Просадку покрытия пола (из паркета, линолеума, поливинилхлоридных плиток и др.) определяют установкой сосредоточенных грузов массой 100 кг и 50 кг и выдерживанием их в течение 24 и 48 ч при 30°С (для средней полосы РСФСР).

Просвет между поверхностью пола и рейкой не должен превышать: для дощатого, паркетного полов, а также полов из линолеума, поливинилхлоридной плитки — 2 мм; для мозаичных, бетонных, керамических полов — 4 мм. Просадка покрытий под сосредоточенным грузом должна составлять: для дощатых полов, из паркетных досок при $P = 100$ кг — не более 1 мм; для покрытия из линолеума, поливинилхлоридных плиток при $P = 50$ кг — не более 1 мм.

Влажность столярных изделий дощатых и паркетных полов, определяемая с помощью электронного влагомера в трех точках каждого элемента, не должна превышать: для дощатых полов — 12%; для паркетных полов — 10%; окон, балконных дверей, переплетов, фрамуг, полотен — 12%; коробок — 18%; дверей деревянных щитовых: глухих — 10%, остекленных — 12%, коробок — 18%.

Просадки покрытия пола под нагрузкой определяют в одной комнате и кухне каждой обследуемой квартиры; влажность деревянных полов — в трех точках пола каждой комнаты во всех обследуемых квартирах; влажность древесины столярных изделий — для трех окон и дверей в каждой из обследуемых квартир.

§ 13. Звукоизолирующая способность перегородок и перекрытий

Для определения показателей звукоизоляции — звукоизолирующей способности перегородок и перекрытий от воздушного E_v и ударного E_u звуков применяется следующее оборудование.

1. Генератор напряжения шума (генератор «белого шума»). Неравномерность спектрального уровня «белого шума» в диапазоне 20—2000 Гц $\pm 0,5$ дБ без нагрузки и ± 1 дБ при максимальной нагрузке (в $1/3$ октавных полосах), распределение мгновенных значений — нормальное с коэффициентом амплитуд, равным 4.

2. Усилитель мощности. Диапазон частот — не уже 20—10 000 Гц, номинальная мощность — не менее четырехкратной мощности, необходимой для проводимых испытаний. Модуль выходного сопротивления — не более $1/3$ номинального электрического сопротивления громкоговорителя. Коэффициент гармоник, измеренный при нагрузке на громкоговоритель при мощности, необходимой для проводимого вида испытаний, — не более 2%. Неравномерность частотной характеристики, определяемая в этих же условиях — не более ± 1 дБ. Уровень собственного шума — не выше —60 дБ от номинального значения напряжения на выходе усилителя.

3. Октавный фильтр для воспроизведения звука в октавных полосах в диапазоне частот 100—3200 Гц.

4. Громкоговоритель.

5. Шумомер типа Ш-60-Н.

6. Ударная машина.

7. Анализатор типа АШ-2М-ЛИОТ.

Проведение испытаний. Звукоизолирующая способность перегородок и перекрытий от воздушного звука в зданиях измеряют следующим образом: выбирают такое время суток, когда внешний шум, проникающий в здание (транспортный, работающих строительных и других механизмов), минимален. Окна и двери в помещениях, где проводят измерения, плотно закрывают. До начала измерений обмеряют помещения низкого уровня — КНУ (определяют площадь и высоту).

В помещениях высокого уровня (КВУ) монтируют передающий тракт, состоящий из генератора белого шума, усилителя, октавного фильтра и громкоговорителей, воспроизводят октавные полосы звука в диапазоне частот от 100 до 3200 Гц; измеряют уровни звукового давления в каждой полосе. Затем измеряют и записывают в октавных полосах уровни звукового давления

по другую сторону ограждений в КНУ. Принципиальная схема измерения звукоизолирующей способности ограждений от воздушного звука показана на рис. 12.6.

Для получения усредненных уровней звукового давления все измерения проводят для шести различных положений микрофона, причем микрофон следует располагать не ближе чем на 1 м к ограждающим конструкциям и громкоговорителям. Частотную характеристику R звукоизолирующей способности исследуемой конструк-

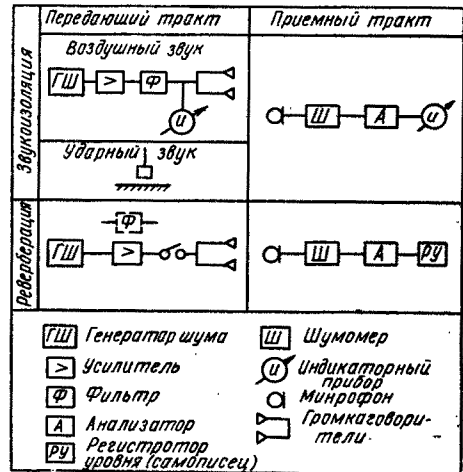


Рис. 12.6. Скелетные схемы трактов для измерения звукоизоляции ограждающих конструкций от воздушного и ударного звуков и для измерения реверберации

ции площадью S подсчитывают по формуле

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}, \quad (12.8)$$

где L_1 и L_2 — усредненные уровни звукового давления в КВУ и КНУ для отдельных октавных полос; A — звукопоглощение в КНУ.

$$A = \frac{0,164 V}{T} \quad (12.9)$$

[здесь V — объем помещения, m^3 ; T — время реверберации (затухания звука) в помещении].

Время реверберации измеряют с помощью тех же приборов, что и при измерении звукового давления в октавных полосах: в КНУ воспроизводят октавные полосы звука, затем источник звука выключают и отмечают спад звукового давления. По этой записи определяют время реверберации. Для ограждений площадью менее $10 m^2$ или со встроенными шахтами и каналами, а также для стен и перекрытий, площади которых различны в разделяемых ими помещениях, частотную характеристику подсчитывают по формуле

$$D = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{A_0}{A}, \quad (12.10)$$

где D — разность уровней, приведенная к стандартному звукопоглощению в КНУ (приведенная разность уровней); A_0 — стандартное значение звукопоглощения в КНУ (10 м^2).

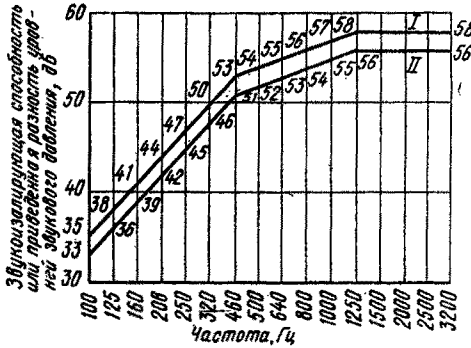


Рис. 12.7. Нормативные кривые звукоизолирующей способности от воздушного звука или приведенной разности уровней звукового давления I — для сравнения с кривой, полученной в лабораторных условиях; II — то же, полученной в натурных условиях

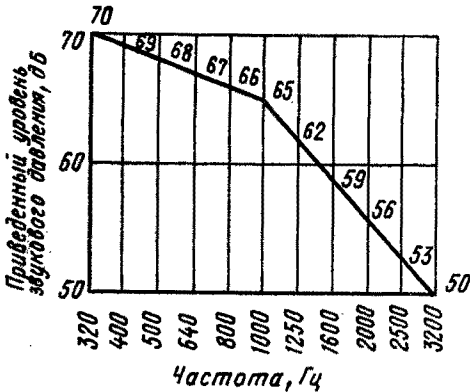


Рис. 12.8. Нормативная кривая приведенного уровня ударного звука под перекрытием

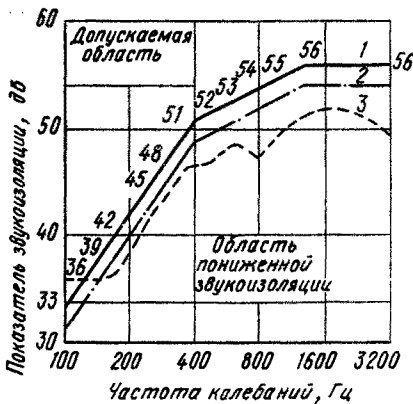


Рис. 12.9. Определение показателя звукоизоляции от воздушного звука межквартирной перегородки 1 — нормативная кривая; 2 — смещенная нормативная кривая; 3 — частотная характеристика звукоизолирующей способности исследуемой межквартирной перегородки

ТАБЛИЦА 12.5

Тип и расположение ограждающих конструкций	Показатель звукоизоляции, дБ, не менее	
	E_v	E_y
Перекрытия между помещениями квартиры	0	+3
Перекрытия между помещениями квартиры и неиспользуемыми чердачными помещениями	0	—
Перекрытия между помещениями квартиры и ресторанами, холлами, лестничными клетками и используемыми чердачными помещениями	0	+3
Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными внизу (вверху) ресторанами, кафе, магазинами, АТС и другими шумными помещениями	+10	+20
Перекрытия между комнатами в двухэтажной квартире	-9	-5
Стены и перегородки между квартирами	0	—
Стены между помещениями квартиры и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями	0	—
Стены между помещениями квартиры и ресторанами, кафе, магазинами и другими шумными помещениями	+10	—
Перегородки без дверей между комнатами в квартире	-9	—
Перегородки между комнатами, кухней и санитарными узлами одной квартиры	-5	—
Входные двери квартир, выходящие на лестничные клетки, в холлы, вестибюли и коридоры	-20	—

Звукоизолирующую способность перекрытий от ударного звука определяют с соблюдением тех же требований в отношении внешних шумов. На испытуемом перекрытии в трех точках по диагонали устанавливают ударную машину, которая имеет пять молотков массой по 500 г каждый, свободно падающих с высоты 4 см. Машина должна производить 10 ударов в 1 с (два оборота вала в 1 с). Под исследуемым перекрытием с помощью микрофона, шумомера, октавного фильтра измеряют уровни ударного звука в октавных полосах от 100 до 3200 Гц. Для получения усредненных результатов измерения проводят в нескольких точках помещения для каждого положения ударной машины.

Приведенный уровень ударного звука под перекрытием определяют по формуле (для каждой октавной полосы):

$$L_y = L + 10 \lg \frac{A}{A_0}, \quad (12.11)$$

где L — средний уровень звукового давления в полосе частот шириной в одну октаву.

Если средний уровень звукового давления определяют с помощью полуоктавного или третьоктавного фильтров, то полученные значения приводят к полосе частот шириной в одну октаву путем добавления к значению $10 \lg n$, если был применен $1/n$ октавный фильтр (например, при третьоктавном фильтре поправка равна $10 \lg 3$).

Показатель звукоизоляции от воздушного звука E_v численно равен целому числу децибел, на которое нужно сместить нормативную кривую (рис. 12.7) для того, чтобы среднее неблагоприятное отклонение кривой измеренной частотной характеристики звукоизолирующей способности испытуемого ограждения не превышало 2 дБ.

Показатель звукоизоляции от ударного звука E_y определяют аналогично, применительно к нормативной кривой для ударного звука (рис. 12.8). Нормативные значения показателя звукоизоляции от воздушного звука E_v для перекрытий и перегородок приведены в табл. 12.5.

Пример определения показателя звукоизоляции E_v для межквартирной перегородки представлен на рис. 12.9. Как видно из графика, сумма неблагоприятных отклонений кривой измеренной частотной характеристики от нормативной кривой составляет 60 дБ (крайние на частотах 100 и 3200 Гц значения от нормативной кривой берутся в половинном размере; отклонения звукоизоляции в расчет не принимаются).

Среднее отклонение, определяемое делением сумм отклонений на 15 (число полос), составляет 4 дБ. Чтобы среднее отклонение было не более 2 дБ, нормативную кривую следует сместить на 2 дБ ниже. Следовательно, показатель звукоизоляции от воздушного звука для рассматри-

ваемой межквартирной перегородки равен (—2) дБ, т. е. ниже нормативного. Показатели E_v и E_y определяют для одной перегородки и одного перекрытия каждой обследуемой квартиры.

§ 14. Составление технического заключения

На основании данных выборочных обследований, проведенных в соответствии с изложенными методиками, составляют техническое заключение о состоянии здания, принимаемого в эксплуатацию. При оценке результатов обследований все измеряемые параметры разбивают на четыре группы. При обнаружении отклонений измеренных параметров от допустимых предусматривается осуществление мероприятий, изложенных в табл. 12.6.

При составлении технического заключения по каждому виду измерений указывают, какой процент измеренных параметров имеет отклонения от допустимых значений, в делают вывод о необходимости дополнительных выборочных обследований, которые оформляют отдельным актом, после чего делают окончательный вывод об объемах работ по устранению выявленных дефектов.

При наличии дефектов, отнесенных к III группе, в решении приемочной комиссии указывается на низкое качество монтажных работ. При выявлении дефектов IV группы приемочная комиссия должна обеспечить возможность дальнейшего периодического наблюдения за состоянием конструкций (организовать установку марок, маяков или отметку точек измерения при помощи красок); составить в двух экземплярах схему измерений с подробным описанием мест измерений.

В техническом заключении при этом указывают, что эксплуатирующая организация должна обеспечить периодические наблюдения специалистов за дефектной конструкцией.

ТАБЛИЦА 12.6

№ Группы дефектов	Характеристика группы дефектов	Измеряемые параметры	Мероприятия по устранению дефектов		
			>20% случаев	<20% случаев	
I	Дефекты, влияющие на прочность и долговечность зданий и подлежащие устранению:	а) до заселения дома	1. Температура воздуха в помещениях	Устранение имеющихся дефектов наружных ограждений и регулирование системы отопления в пределах обследованных квартир	Регулирование систем отопления в здании
			2. Температура внутренних поверхностных ограждений	—	—
			3. Влажность воздуха	Сушка помещений с повышенной влажностью	Измерение влажности во всех квартирах и устранение повышенной влажности
			4. Воздухообмен помещений	Прочистка каналов в помещениях с недостаточным воздухообменом	Определение воздухообмена во всех квартирах с устранением выявленных дефектов
			5. Звукоизоляция перекрытий и перегородок	Заделка трещин, неплотностей примыкания конструкций в обследованных случаях	Осмотр перекрытий и перегородок во всех квартирах и устранение дефектов примыкания конструкций
	б) в процессе заселения		1. Трещины в стенах и перекрытиях	Выявление причин возникновения трещин, их заделка с последующей окраской поверхности	Осмотр всех конструкций здания; заделка всех трещин с последующей окраской поверхностей
			2. Герметичность стыков	Обследуется выборочно такое же число стыков; если дефекты обнаруживаются менее чем в 20% случаев, то проводят повторную герметизацию всех обнаруженных дефектных стыков	Повторная герметизация всех стыков
			3. Уклоны и гидроизоляция балконов	Устранение обнаруженных дефектов	Проверка всех балконов и устранение всех выявленных дефектов

Продолжение табл. 12.6

№ группы дефектов	Характеристика группы дефектов	Измеряемые параметры	Мероприятия по устранению дефектов	
			>20% случаев	<20% случаев
		4. Гидроизоляция полов в санузлах	Устранение дефектов гидроизоляции на выявленных участках	Проверка гидроизоляции полов в санузлах всех квартир и устранение всех выявленных дефектов
		5. Уклоны и гидроизоляция кровли	Исправление местных дефектов	Обследование всей кровли и ремонт дефектных участков
		6. Уклоны отмостки	Исправление дефектных участков отмостки	—
II	Дефекты, влияющие на прочность и долговечность конструкций здания, но подлежащие устранению	1. Качество отделочных работ 2. Качество полов и столярных изделий	Устранение местных дефектов в обследованных квартирах (частичная перекраска, переклейка обоев, укрепление облицовки, переделка участков пола, сушка древесины рам и дверей)	Проверка качества отделочных работ во всех квартирах и устранение всех выявленных дефектов
III	Дефекты монтажа и изготовления конструкций	1. Точность монтажа стен (ширина стыков, относительное смещение вертикальных и горизонтальных граней торцов и лицевых граней панелей) 2. Точность монтажа перекрытий (перепад отметок углов потолка)	Проводятся дополнительные измерения указанных параметров в тех же объемах. Если при этом обнаружатся дефекты более, чем в 20% случаев, монтаж стен и перекрытий считается выполненным на оценку «удовлетворительно»	Монтаж стен и перекрытий оценивается удовлетворительно

Продолжение

№ группы дефектов	Характеристика группы дефектов	Измеряемые параметры	Мероприятия по устранению дефектов	
			>20% случаев	>20% случаев
I V	Дефекты, за развитием которых необходимы длительные наблюдения	1. Неравномерные осадки здания (при отсутствии аварийных повреждений)	Организация наблюдений за развитием осадок (установка марок на здании, периодическое nivelирование). В случае выявления роста осадок и выявления новых повреждений конструкций эксплуатирующая организация должна принять меры по устранению причин развития осадок и необходимому ремонту несущих конструкций	—
		2. Прогибы перекрытий (если они не достигли аварийных)	Организовать периодические измерения прогибов дефектных плит. В случае выявления интенсивного роста прогибов, дефектные плиты подлежат ремонту, усилению или замене	—

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Академия коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова. Методические указания по инструментальному обследованию крупнопанельных зданий при приеме в эксплуатацию. М., 1971.
- Академия коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова. Методические указания по техническому обследованию полносборных зданий. М., 1974.
- Арнон С. И. Испытание сооружений. М., 1974.
- Атаев С. С. и др. Об автоматизации контроля уплотнения бетонной смеси. — Бетон и железобетон, 1972, № 12.
- Ахвердов Н. Н., Маргулис Л. Н. Неразрушающий контроль качества бетона по электропроводности. Минск, 1975.
- Баженев Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов. М., 1975.
- ВНИИЖелезобетон. Рекомендации по проведению операционного контроля качества при изготовлении и изготовленных бетонных и железобетонных изделий неразрушающими методами. М., 1970.
- Волков М. И. Методы испытания строительных материалов. М., 1974.
- Волосов С. С., Марков Б. Н., Педь Е. И. Основы автоматизации измерений. М., 1974.
- ГОСТ 1.0—68 «Государственная система стандартизации. Основные положения».
- ГОСТ 1.25—76 «Государственная система стандартизации. Метрологическое обеспечение. Основные положения».
- ГОСТ 8.000—72 «Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения».
- ГОСТ 16263—70. «ГСИ. Метрология. Термины и определения».
- ГОСТ 8.001—71 «ГСИ. Организация и порядок приведения государственных испытаний средств измерений».
- ГОСТ 8.002—71 «ГСИ. Организация и порядок проведения поверки, ревизии и экспертизы средств измерений».
- ГОСТ 8.010—72 «ГСИ. Общие требования к стандартизации и аттестации методов выполнения измерений».
- ГОСТ 8.011—72 «ГСИ. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений».
- ГОСТ 8.042—72 «ГСИ. Требования к построению, содержанию и изложению стандартов методов и средств поверки мер и измерительных приборов».
- ГОСТ 8.054—73 «ГСИ. Метрологическое обеспечение подготовки производства. Общие положения».
- ГОСТ 8.103—73 «ГСИ. Организация и порядок проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации».
- ГОСТ 15467—70 «Качество продукции. Термины».
- ГОСТ 17341—71 «Качество продукции. Основные понятия управления. Термины и определения».
- ГОСТ 16504—74 «Качество продукции. Контроль и испытания. Основные термины и определения».
- ГОСТ 16431—70 «Качество продукции. Показатели качества и методы оценки уровня качества продукции».
- ГОСТ 17102—71 «Качество продукции. Классификация продукции по качеству и виды дефектов».
- ГОСТ 15895—70 «Качество продукции. Статистические методы управления качеством».
- Государственная аттестация качества продукции. ВНИИКИ, М., 1969.
- Государственная аттестация качества продукции за рубежом. ВНИИКИ, М., 1972.
- Дзенис В. В., Лапс В. Х. Ультразвуковой контроль твердеющего бетона. Л., 1971.
- Защита от коррозии арматуры и закладных деталей для крупнопанельного строительства. Обзор ЦНИИИ и технико-экономических исследований стройматериалов. М., 1967.
- Измерение качества продукции. М., 1971.
- Инструкция по испытаниям железобетонных стеновых панелей промышленных зданий, М., 1970.
- Контроль качества продукции машиностроения/Под ред. Артеся А. Э. М., 1974.
- Контроль качества железобетонных конструкций неразрушающими методами: Обзор/Оргтехстрой, М., 1970.
- Крылов Н. А., Глуховский К. А. Испытание конструкций сооружений. Л., 1970.
- Кудинов А. И. Приборы для технического контроля при производстве бетонных и железобетонных работ и сборных железобетонных конструкций. М., 1971.
- Комплексная система управления качеством продукции. М., 1976.
- Контроль — гарантия качества. М., 1969.
- Методика входного контроля качества комплектующих изделий, полуфабрикатов и материалов. Основные положения. М., 1973.
- Методика оценки уровня качества промышленной продукции. М., 1972.
- Методика применения экспертных методов для оценки качества продукции. М., 1975.
- Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. М., 1974.
- Методика по определению прочностных и деформационных характеристик бетонов при основном кратковременном статическом сжатии. МИ 11-74. М., 1975.
- Методы неразрушающего контроля качества железобетонных конструкций. Киев, 1972.
- Максимов Л. С., Шейнин И. С. Измерение вибрации сооружений. Л., 1974.
- Метрология и качество. Обзор/ВНИИКИ, М., 1970.
- Неразрушающие испытания как средство контроля качества продукции. ВНИИКИ, 1972. М.
- Неразрушающие методы контроля качества бетона и железобетона, ОНТИ Института ОМТПС Минстроя СССР, Ярославль, 1974.
- НИИСК. Рекомендации по использованию аппаратуры КАТБ-1 для контроля тепловлажностной обработки бетона. Киев, 1973.
- Новгородский М. А. Испытания материалов, изделий и конструкций. М., 1971.
- Оборудование лабораторий строительно-монтажных организаций и предприятий стройиндустрии. Справочник. М., 1973.
- Общество «Знание» РСФСР. Повышение качества жилищно-гражданского строительства: материалы семинара. М., 1973.
- Оргэнергострой. Руководство по статистическим методам контроля и оценки прочности бетона с учетом его однородности по ГОСТ 18105—72*. М., 1973.
- Основные системы повышения качества строительства. Саратов, 1968.
- Пиненов В. В. Ультразвуковой метод контроля виброуплотнения бетонных смесей. — В кн.: Вопросы строительства. Рига, 1971.
- Приборы для геодезических измерений в строительстве: Обзор/ЦНИИ по строительству и архитектуре. М., 1974.
- Регулирование качества продукции средствами активного контроля. М., 1973.
- Система стандартизации в США: Обзор/ВНИИС. М., 1969.
- Современные методы и средства контроля геометрических параметров железобетонных изделий: Обзор/ВНИИНТИ и экономики стройматериалов, М., 1975.

СССР. Министерство строительства. Временная инструкция по контролю качества готовых железобетонных изделий, деталей и конструкций неразрушающими методами. ВКН 6630-72. Л., 1972.

СССР. Министерство строительства. Инструкция по организации и проведению лабораторного контроля в строительстве в системе Министерства строительства СССР. И 03-69. М., 1969.

СССР. Министерство промышленного строительства. Инструкция по организации и проведению лабораторного контроля в строительстве. ВСН-71. М., 1971.

СССР. Министерство строительства предприятий тяжелой индустрии. Указания по определению эталонным молотком прочности бетона и раствора в изделиях и сооружениях. ВСН 02-69. М., 1969.

Типовые положения о ведомственных метрологических службах. РДТП-54-65—РДТП-57-75. М., 1976.

Трегубов А. Н. Метрологическое обеспечение народного хозяйства. Тезисы докладов, 1975, т. 7, г. Горький.

Указания по испытанию прочности бетона в конструкциях и сооружениях неразрушающими методами с применением приборов механического действия. РУ 171-67. Киев, 1968.

Указания по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций. СН 393-69. М., 1970.

Уралнистройпроект. Инструкция по измерению динамических характеристик звукоизоляционных материалов. Челябинск, 1969.

ЦНИИОМТП. Рекомендации по испытаниям бетонов и растворов для тонкостенных конструкций на водопроницаемость. М., 1969.

Предисловие	3
РАЗДЕЛ I. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
<i>Глава 1. Взаимосвязанное развитие метрологии и стандартизации — главное условие повышения качества строительной продукции</i>	5
§ 1. Основные положения и задачи метрологии, метрологического обеспечения и метрологических служб в строительстве	5
§ 2. Основные положения и задачи стандартизации и направления ее развития в строительстве	8
<i>Глава 2. Контроль качества в строительстве</i>	10
§ 1. Основные понятия о качестве, его показателях и видах контроля; комплексная система управления качеством продукции	10
§ 2. Испытания в строительстве; роль и задачи строительных лабораторий	12
РАЗДЕЛ II. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ	
<i>Глава 3. Контроль качества минеральных вяжущих материалов</i>	14
§ 1. Тонкость помола цемента, гипса и извести	14
§ 2. Время гашения и содержание непогасившихся зерен воздушной извести	14
§ 3. Активность минеральных добавок к вяжущим материалам	14
§ 4. Нормальная густота цементного и гипсового теста	16
§ 5. Сроки схватывания цементного и гипсового теста	18
§ 6. Равномерность изменения объема цемента	18
§ 7. Коиссистенция цементно-песчаного раствора	19
§ 8. Прочностные характеристики цемента, гипса и гидравлической извести	20
§ 9. Усадка и набухание цемента при твердении	22
§ 10. Коррозионная стойкость цемента	23
§ 11. Кислотостойкость цемента по прочности образцов при растяжении	25
§ 12. Абсорбционная способность цементного камня по поглощению керосина	25
<i>Глава 4. Контроль качества неорганических заполнителей для бетонов</i>	26
§ 1. Петрографический состав щебня (гравия)	26
§ 2. Содержание пылевидных, илстых и глинистых частиц	26
§ 3. Содержание органических примесей	29
§ 4. Плотность	29
§ 5. Объемная масса (определение объемно-весовым методом)	31
§ 6. Объемная насыпная масса	33
§ 7. Пористость	34
§ 8. Объем межзерновых пустот	34
§ 9. Зерновой состав	34
§ 10. Коэффициент формы зерен крупного пористого заполнителя	37
§ 11. Удельная поверхность песка	37
§ 12. Содержание в щебне (гравии) дефектных зерен	39
§ 13. Стабильность показателей качества щебня (гравия) (определение статистическим методом)	40
§ 14. Прочность при сжатии исходной горной породы и природных заполнителей	41
§ 15. Прочностные характеристики при сдавливании в цилиндре	42
§ 16. Истираемость	44
§ 17. Ударная прочность на копре ПМ	44
§ 18. Морозостойкость	45
§ 19. Влажность	46
§ 20. Водопоглощение	47
§ 21. Потери массы крупного заполнителя при прокаливании	48

	Стр.
§ 22. Потери массы крупного заполнителя при кипячении	48
§ 23. Равномерность изменения объема крупного заполнителя	49
§ 24. Стойкость крупного заполнителя против силикатного и железистого распада	49
§ 25. Содержание зерен обсидиана в природном крупном заполнителе	50
§ 26. Содержание серы в пористом крупном заполнителе	50
§ 27. Свойства минерального порошка для асфальтобетонных смесей	51
<i>Глава 5. Контроль качества бетонных и растворных смесей</i>	<i>55</i>
§ 1. Объемная масса	55
§ 2. Подвижность	56
§ 3. Жесткость бетонных смесей	57
§ 4. Виброуплотняемость бетонных смесей	58
§ 5. Расслаиваемость	59
§ 6. Водоотделение бетонных смесей	60
§ 7. Водоудерживающая способность растворных смесей	60
§ 8. Отделимость цементного теста в смеси для крупнопористого бетона	60
§ 9. Объем вовлеченного пустот (пустотность) в уплотненной легкобетонной смеси	61
§ 10. Объем вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси	61
§ 11. Состав бетонной смеси (определение методом обратного титрования)	64
§ 12. Свойства асфальтобетонных смесей	65
<i>Глава 6. Контроль качества бетонов</i>	<i>70</i>
§ 1. Структура (определение методом микроскопического количественного анализа)	70
§ 2. Прочность (определение разрушающими методами)	73
§ 3. Однородность и прочность (определение статическими методами)	78
§ 4. Прочность (определение неразрушающими методами)	83
§ 5. Деформации	92
§ 6. Модули упругости	96
§ 7. Морозостойкость	98
§ 8. Объемная масса (определение радионуклидными методами)	105
§ 9. Водопоглощение	109
§ 10. Коэффициент фильтрации воды	111
§ 11. Влажность	114
§ 12. Коэффициенты паро- и воздухопроницаемости ячеистых бетонов	117
§ 13. Теплофизические свойства ячеистых бетонов при твердении на воздухе и при автоклавной обработке	118
§ 14. Истираемость	120
§ 15. Качество воды для приготовления и поливки бетонов	120
<i>Глава 7. Контроль качества стеновых и облицовочных материалов</i>	<i>122</i>
§ 1. Проверка размеров и оценка внешнего вида	122
§ 2. Прочность	124
§ 3. Ударная вязкость асбестоцементных изделий	127
§ 4. Разрушающая нагрузка и сопротивление расслаиванию при испытании облицовочного картона	127
§ 5. Сопротивление удару стеклянных блоков	128
§ 6. Прочность сцепления штукатурки	128
§ 7. Коэффициент светопропускания стеклянных блоков (бесцветных)	129
§ 8. Степень отжига стеклянных блоков (бесцветных)	130
§ 9. Известковые включения (дутики) в кирпиче и керамических камнях	130
§ 10. Термическая стойкость	130
<i>Глава 8. Контроль качества кровельных и гидроизоляционных материалов</i>	<i>131</i>
§ 1. Проверка размеров и выявление наружных дефектов	131
§ 2. Масса 1 м ²	132
§ 3. Прочность	132

	Стр.
§ 4. Прочность при истирании и адгезия цветного покрытия асбестоцементных листов	135
§ 5. Удлинение, гибкость и коробление	136
§ 6. Водопоглощение и водонепроницаемость	137
§ 7. Морозостойкость кровельных материалов	140
§ 8. Объемная масса асбестоцементных изделий	140
§ 9. Теплоустойчивость кровельных материалов	140
§ 10. Потеря массы при нагревании	141
§ 11. Масса покровного слоя	141
§ 12. Масса основы и отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой основы	142
§ 13. Содержание наполнителя в покровном составе	143
§ 14. Температура размягчения битумных материалов	144
§ 15. Пенетрация битумных материалов	144
§ 16. Склеивающие свойства кровельной битумной мастики	145
§ 17. Расслаиваемость гидроизола	145
§ 18. Впитываемость и время пропитки кровельного картона	145
§ 19. Прочность сцепления крупнозернистой посыпки с покровным слоем материалов	146
§ 20. Цветостойкость посыпки	146
§ 21. Масса основы при стандартной влажности	146
§ 22. Однородность структуры полиизобутиленовой мастики	147
§ 23. Стойкость к старению рулонных кровельных материалов под воздействием искусственных климатических факторов	147
Глава 9. Контроль качества теплоизоляционных материалов	150
§ 1. Объемная масса	150
§ 2. Теплопроводность	151
§ 3. Проверка размеров и выявление наружных дефектов	152
§ 4. Деформативность	154
§ 5. Прочность	155
§ 6. Структурная прочность минераловатных плит	155
§ 7. Влажность, гигроскопичность и водопоглощение	156
§ 8. Морозостойкость изделий из вспученного перлита	156
§ 9. Линейная температурная усадка	157
§ 10. Горючесть торфяных плит	157
§ 11. Содержание органических веществ в минераловатных и стекловолоконистых изделиях	157
§ 12. Содержание законденсированного связующего в изделиях из минеральной ваты	158
§ 13. Содержание битума, серы и незаполномеризованной смолы	158
§ 14. Кислотное число пенопласта на основе фенолформальдегидных смол	159
§ 15. Содержание «корольков» в минеральной вате	159
§ 16. Содержание неволоконистых включений в изделиях из стеклянного волокна	160
§ 17. Бностойкость торфяных теплоизоляционных плит	161
РАЗДЕЛ III. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Глава 10. Контроль качества бетонных и железобетонных изделий и конструкций зданий и сооружений	161
§ 1. Проверка размеров и выявление наружных дефектов изделий и конструкций	161
§ 2. Прочность, жесткость и трещиностойкость изделий и конструкций	163
§ 3. Скрытые трещины в бетонных изделиях	173
§ 4. Деформации железобетонных стеновых панелей промышленных зданий	174
§ 5. Качество заполнения каналов в конструкциях с последующим натяжением арматуры	174
§ 6. Сила натяжения арматуры	175

	Стр.
§ 7. Толщина защитного слоя бетона, размеры и расположение арматуры (определение электромагнитным методом и ионизирующими излучениями)	177
§ 8. Полевые испытания свай и свай-оболочек	182
§ 9. Контроль качества железобетонных изделий и конструкций с помощью передвижных лабораторий и стационарных стендов	184
<i>Глава 11. Контроль качества металлических изделий и конструкций</i>	<i>187</i>
§ 1. Прочность сварных армированных изделий и закладных деталей для железобетонных конструкций	187
§ 2. Качество швов сварных соединений (определение ультразвуковыми методами и ионизирующими излучениями)	189
§ 3. Качество антикоррозионной защиты металлических строительных конструкций и оборудования	199
<i>Глава 12. Инструментальный контроль качества при приемке в эксплуатацию жилых зданий</i>	<i>203</i>
§ 1. Порядок подготовки и проведения работ по обследованию крупнопанельного здания при приемке его в эксплуатацию	203
§ 2. Неравномерность осадки здания	204
§ 3. Уклоны отмостки	205
§ 4. Выявление и измерение трещин в стенах и перекрытиях	205
§ 5. Качество монтажа стен и перекрытий	205
§ 6. Герметичность стыков наружных стеновых панелей	206
§ 7. Прогибы перекрытий	209
§ 8. Температурно-влажностный режим помещений	209
§ 9. Уклоны балконов и кровли	210
§ 10. Гидроизоляция полов в санузлах и ванных комнатах, балконов и кровли	211
§ 11. Качество наклейки обоев, малярных и облицовочных работ	211
§ 12. Качество полов и столярных изделий	211
§ 13. Звукоизолирующая способность перегородок и перекрытий	212
§ 14. Составление технического заключения	214
Список литературы	218

Иван Степанович Лифанов,
Николай Григорьевич Шерстюков

**МЕТРОЛОГИЯ, СРЕДСТВА И МЕТОДЫ
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Редакция литературы по строительным материалам и конструкциям
Зав. редакцией М. И. Бобылев
Редактор И. Г. Захарова
Мл. редактор Л. А. Табачник
Технический редактор Г. В. Климушкина
Корректоры О. В. Стигнеева, Т. Г. Бросалина
ИБ № 1397

Сдано в набор 23.02.79. Подписано в печать 31.07.79. Т-12182. Формат 70×108^{1/16} д./л. Бумага типогр.
№ 1. Гарнитура «Лигературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 19,6. Уч.-изд. л. 26,28. Тираж
30.000 экз. Зак. № 902. Цена 1 р. 40 к.

Стройиздат, 193006. Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7