НИИСК ГОССТРОЯ СССР НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

МОСКВА 1979

gost.e-ecolog.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГОССТРОЯ СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1979

УДК 691.327:620.179

Рекомендовано к изданию решением Научно-технического совета НИИСК Госстроя СССР.

Руководство по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений / НИИ строит. конструкций Госстроя СССР, НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1979. — 31. с.

Руководство содержит основные требования к неразрушающему контролю прочности бетона при сжатии в возводимых и эксплуатируемых конструкциях зданий и сооружений при их приемке по этому показателю или проверке несущей способности. Предусмотрено определение прочности бетона стандартизованными методами: испытанием образцов, извлеченных из конструкции, отрывом со скалыванием, скалыванием ребра конструкции, пластической деформации и ультразвуковым.

Руководство разработано НИИСК Госстроя СССР (кандидаты техн. наук Д. А. Коршунов, М. В. Сидоренко, инженеры Ю. И. Кураш, А. С. Гончарова) и НИИЖБ Госстроя СССР (кандидаты техн. наук В. А. Клевцов, М. Г. Коревицкая, Г. В. Сизов) при участии института строительной техники ПНР (докторов-инженеров Л. Брунарски, Л. Рункевича).

Руководство рассчитано на инженерно-технических работников научно-исследовательских организаций, архитектурно-строительного контроля и строительных лабораторий, а также экспертов, выполняющих приемку и обследование конструкций.

Замечания и предложения по Руководству просьба направлять по адресам: 252037, Киев, ул. И. Клименко, 5/2, НИИСК; 109389, Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИЖБ.

3203000000

Р $\frac{30213-704}{047\,(01)-79}$ Инструкт.-нормат.—I вып.—53—78. © Стройиздат, 1979

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В настоящем Руководстве даны методы определения и оценки прочности тяжелого бетона в возведенных и эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкциях зданий и сооружений в случаях инспекционного и эксплуатационного контроля при:

приемке конструкций, когда отсутствует необходимая исполнительная документация или возникают сомнения в ее достоверности;

проверке несущей способности конструкций, получивших в процессе эксплуатации повреждения от механических, химических, тепловых и подобных воздействий, а также при аварийных ситуациях;

определении несущей способности в условиях реконструкции с изменением условий эксплуатации по сравнению с проектными (в частности, с увеличением нагрузок).

1.2. Руководство предназначено для использования инженерно-техническими работниками научно-исследовательских организаций, архитектурно-строительного контроля, строительных лабораторий и экспертами, имеющими общую инженерную подготовку в области железобетонных конструкций, опыт проведения обследований и использования неразрушающих методов определения прочности бетона.

1.3. Выполнение работ, предусмотренных Руководством, является составной частью общего комплекса работ по натурным обследованиям и испытаниям конструкций, который осуществляется на основе специальных документов инструктивного характера или программ проведения обследований.

1.4. При определении и оценке прочности бетона необходимо учитывать материалы обследования, в частности, сведения, получаемые на основе:

проектных материалов;

исполнительной технической документации об изготовлении и возведении конструкций, включая данные о составе бетонной смеси, виде заполнителя и цемента, условиях твердения бетона;

выявления фактических условий эксплуатации (нагрузки, воздействия);

технического осмотра конструкций.

1.5. При выполнении испытаний на строящихся и эксплуатируемых объектах необходимо соблюдать требования техники безопасности.

1.6. При контроле прочности бетона необходимо:

сформулировать цели контроля;

назначить объемы и места получения информации;

выбрать методы испытаний для получения информации о прочности бетона;

провести испытания;

обработать полученную информацию и принять решение по результатам контроля.

1.7. План контроля прочности бетона должен быть разработан

в составе методики обследования и может уточняться в процессе контроля.

Цель контроля формулируется согласно п. 1.1. настоящего Руководства с уточнением конкретных задач контроля.

1.8. Объектом контроля прочности бетона может быть зона конструкции, отдельная конструкция или группа конструкций.

1.9. Контроль может быть сплошным или выборочным.

1.10. Определения основных терминов, использованных в Руководстве, приведены в прил. 1, а основных обозначений величин в прил. 2.

1.11. Особенности определения прочности бетона в конструкциях, подверженных агрессивным воздействиям, даны в прил. 3.

2. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ

2.1. План контроля определяется программой обследования и зависит от решаемых задач и состояния конструкций.

Сплошному контролю подлежат все конструкции (зоны конструкций), в которых при техническом осмотре выявлены дефекты бетона. Сплошной контроль используют также, если есть опасение, что конструкции могли пострадать от агрессивных воздействий.

Выборочный контроль используют в тех случаях, когда прочность бетона контролируют по причинам, не связанным с наличием местных дефектов.

Группировка конструкций (зон конструкций) может быть уточнена по результатам испытаний.

2.2. Количество n участков испытания должно быть не менее:

трех на одной конструкции (на одной зоне конструкции) при оценке по средней прочности бетона (п. 8.2);

двенадцати для одной конструкции (зоны конструкции) или для группы конструкций (зон конструкций) при оценке по п. 8.3.

2.3. Места расположения участков испытания конструкций назначают в зависимости от:

цели контроля;

вида и конструктивного решения конструкции;

технологических и эксплуатационных особенностей, в том числе наличия и характера повреждений.

Места расположения участков испытаний должны, как правило, располагаться в зонах конструкции, работающих преимущественно на сжатие, и в зонах анкеровки самозаанкеривающейся преднапряженной арматуры.

Примеры мест расположения участков испытания для некоторых наиболее массовых конструкций указаны на рис. 1.

Примечание. При определении прочности бетона методами, основанными на местном (в малом объеме) разрушении бетона, места испытаний не следует назначать в зонах действия максимальных сжимающих напряжений.

2.4. Для определения прочности бетона непосредственно в конструкциях следует преимущественно использовать методы испытаний, основанные на:

местном (в малом объеме) разрушении бетона конструкции — метод извлечения образцов бетона, метод отрыва со скалыванием, метод скалывания ребра конструкции;

определении пластических или упругих свойств бетона — метод

пластических деформаций (при ударном воздействии), ультразвуковой импульсный метод.

Для этих методов могут быть использованы приведенные в настоящем Руководстве универсальные зависимости между косвенным показателем $КП$ и прочностью бетона при сжатии R (с корректировкой их в необходимых случаях согласно п. 2.7 настоящего Руководства).

Допускается использование и других методов, предусмотренных государственными стандартами. Для таких методов на основе специальных исследований должна быть получена зависимость $КП—R$.

2.5. Метод испытаний следует выбирать в зависимости от: конкретных условий проведения испытаний и наличия средств испытаний;

необходимого объема проведения испытаний;

необходимой степени достоверности определения прочности бетона.

2.6. Методы, основанные на местном разрушении бетона конструкции, дают наиболее достоверную информацию о прочности бетона, но более трудоемки, а места испытаний требуют заделки.

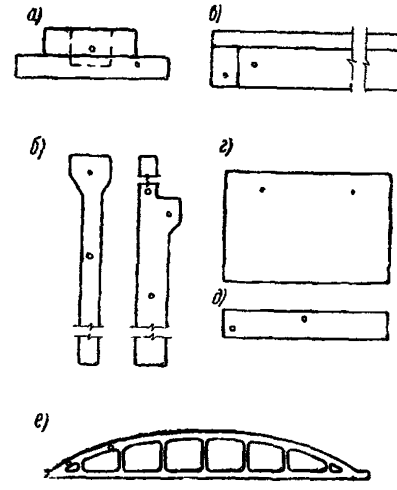

Рис. 1. Примеры расположения участков испытания для основных несущих железобетонных конструкций

а—фундаменты; *б*—колонны; *в*—балки; *г*—стеновые панели; *д*—плиты; *е*—фермы

Эти методы рекомендуется преимущественно использовать:

при контроле ответственных конструкций;

для корректировки зависимости $КП—R$ при использовании методов, основанных на определении упругих или пластических характеристик бетона;

при малом объеме контроля.

2.7. Методы, основанные на определении пластических или упругих характеристик бетона, отличаются меньшей трудоемкостью, но в ряде случаев позволяют определить прочность бетона лишь с невысокой точностью.

Эти методы рекомендуется преимущественно использовать:

при техническом осмотре для выявления конструкций (зон конструкций) с относительно меньшей прочностью бетона;

при большом объеме контроля. В этом случае используемая универсальная зависимость $КП—R$ должна быть откорректирована для конкретных местных условий путем введения корректирующего множителя k_c, определяемого и используемого в соответствии с прил. 4. Указанная корректировка необходима для учета реальных технологических особенностей, карбонизации поверхностного слоя,

влажности бетона и других факторов, которые могут существенно повлиять на зависимость $КП—R$.

2.8. На участках испытания конструкции должны быть удалены штукатурка или другая облицовка, а также слой бетона с нарушенной структурой.

Испытания следует проводить при положительной температуре бетона.

После проведения испытаний методами, основанными на местном разрушении бетона конструкции, места испытаний должны быть заделаны бетоном или цементным раствором состава 1 : 3.

2.9. Проведение испытаний и определение единичных значений прочности бетона при сжатии R_i на участке испытаний выполняются по правилам, установленным в разделах 3—7 настоящего Руководства.

2.10. Для получения значения R_i на участке проводят n_y испытаний. Минимальное количество испытаний на участке устанавливается для каждого метода. В оговоренных ниже случаях допускается принимать $n_y = 1$.

При проведении на участке трех или более испытаний результаты, значительно отличающиеся от среднего, отбрасывают и вместо них проводят дополнительные испытания. Проверку выпадающих результатов испытаний выполняют в соответствии с прил. 5.

2.11. Для проведения испытаний необходимо использовать средства (приборы), удовлетворяющие требованиям соответствующих государственных стандартов.

Испытания выполняют в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

3. МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА

3.1. Метод установлен ГОСТ 10180—74 и основан на непосредственном определении прочности бетона по результатам испытания до разрушения образцов (кернов, кубов), извлеченных из конструкции.

Прочность бетона на участке допускается определять по результату испытания одного образца.

3.2. Извлечение образца следует, как правило, производить в местах, свободных от арматуры.

При невозможности получения образцов, свободных от арматуры, образцы с арматурой могут быть использованы для испытания на сжатие, если арматура расположена в образце перпендикулярно действию испытательной нагрузки. Диаметр арматуры и ее расположение должны быть отмечены в журнале испытаний.

3.3. Размеры образцов должны удовлетворять следующим требованиям:

диаметр d кернов должен иметь размер 71, 100, 150 или 200 мм, а высота керна должна быть $h_0 = (1 \div 2)\, d$;

сторона ребра a куба должна иметь размер 71, 100, 150, 200 или 300 мм;

размеры образцов бетона должны соответствовать крупности заполнителя, мм:

наибольшая крупность зерен заполнителя . .	10	20	40	70	100;
наименьший размер образца (d, a)	71	100	150	200	300.

3.4. До испытания на прессе измеряют размеры образцов с точностью до 1 мм.

Неплоскостность опорных граней образцов, прилегающих к плитам пресса, характеризуемая величиной наибольшего зазора между проверяемой поверхностью образца и рабочей поверхностью поверочной плиты, не должна превышать 0,05 мм на 100 мм длины. Если опорные грани образцов не удовлетворяют этому требованию, они должны быть отшлифованы или выровнены слоем быстротвердеющего состава толщиной не более 2 мм; прочность состава к моменту испытания должна быть не меньше прочности образцов.

Влажные образцы до испытания выдерживают не менее 2 ч в помещении с относительной влажностью воздуха не более 60% при температуре не ниже 15° С.

3.5. Для испытания образцы устанавливают 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 от 2 до 10 кгс/см² в секунду до его разрушения.

3.6. В качестве единичного значения R_i прочности бетона на участке испытания принимают среднее значение прочности образцов, извлеченных из конструкции на этом участке, и определяют его по формуле

$$R_i = \alpha\beta \frac{1}{n_y} \sum_{j=1}^{n_y} \frac{P_j}{F_j}, \qquad (1)$$

где α — переводной коэффициент к прочности бетона куба с длиной ребра 200 мм, значения которого принимают по табл. 1;

Таблица 1

Образцы	Переводной коэффициент α при стороне куба или диаметре керна, мм				
	71	100	150	200	300
Кубы	0,8	0,87	0,95	1	1,05
Керны	1,1	1,1	1,14	1,18	—

β — коэффициент, учитывающий форму образца, значения которого принимают равными: для кубов $\beta=1$; для кернов при h_0/d от 1 до 2 по формуле

$$\beta = 0{,}78 + 0{,}11 h_0/d; \qquad (2)$$

P_j — разрушающая нагрузка для одного образца;
F_j — площадь поперечного сечения того же образца.

4. МЕТОД ОТРЫВА СО СКАЛЫВАНИЕМ

4.1. Метод установлен ГОСТ 21243—75 и основан на наличии зависимости между прочностью бетона R и усилием P, выраженным в кгс, необходимом для вырыва заделанного в теле конструкции анкерного устройства вместе с окружающим его бетоном при глубине заделки h в соответствии с рис. 2.

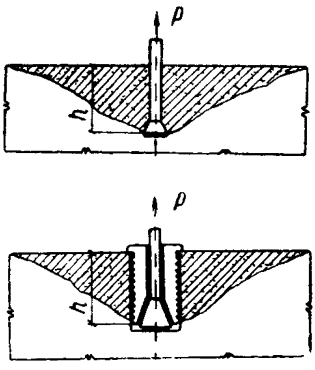

Рис. 2. Схема испытания методом отрыва со скалыванием при использовании анкерных устройств различного типа

Метод используют при прочности бетона от 100 до 1000 кгс/см^2.

Прочность бетона на участке допускается определять по результату одного испытания.

4.2. Участки для испытания следует располагать так, чтобы в зону вырыва не попадала арматура.

На участке испытания толщина конструкции должна превышать глубину заделки анкера не менее чем в два раза. При пробивке отверстия шлямбуром толщина конструкции в этом месте должна быть не менее 150 мм.

Расстояние от анкерного устройства до грани конструкции должно быть не менее 150 мм, а от соседнего анкерного устройства не менее 250 мм.

4.3. Для проведения испытаний рекомендуется использовать анкерные устройства одного из трех типов, приведенных на рис. 3.

Анкерные устройства типа I закладывают, как правило, при бетонировании конструкции, а типов II и III — устанавливают в шпуры, высверленные в бетоне конструкции. Рекомендуемые типоразмеры анкерных устройств приведены в табл. 2.

Таблица 2

Типоразмер (см. рис. 3)	Глубина вырыва h, мм (см. рис. 2)	Рекомендуется при проектной прочности бетона R, *кгс/см*^{2}
I—48	48	500 и менее
I—35	35	Более 500
II—48	48	500 и менее
II—30	30	Более 500
III—35	35	500 и менее

Диаметр шпура в бетоне не должен превышать максимальный диаметр заглубляемой части анкерного устройства более чем на

2 мм. При использовании анкеров других типов в формулу 3 следует ввести коэффициент κ_c *по прил.* 4.

Заделка анкерных устройств в конструкции должна обеспечить надежное сцепление анкера с бетоном.

4.4. Нагрузка на анкерное устройство должна возрастать плавно со скоростью не более 300 кгс/с вплоть до вырыва его вместе с окружающим бетоном.

Наибольший и наименьший размеры вырванной части бетона, равные расстоянию от анкерного устройства до границ разрушения на поверхности конструкции, не должны отличаться один от другого больше чем в два раза.

4.5. Единичное значение R_i прочности бетона на участке испытаний определяют по прил. 6 в зависимости от напряжений сжатия в бетоне $\sigma_б$ и значения R_{io}.

Сжимающие напряжения в бетоне $\sigma_б$, действующие в период испытаний, определяют расчетом конструкции с учетом действительных размеров сечений и величин нагрузок (воздействий).

Единичное значение R_{io} прочности бетона на участке в предположении $\sigma_б = 0$ определяют по формуле

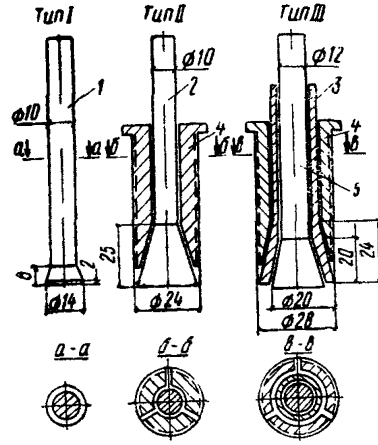

Рис. 3. Рекомендуемые типы анкерных устройств

1—рабочий стержень с анкерной головкой; *2*—рабочий стержень с разжимным конусом; *3*—рабочий стержень с полым разжимным конусом; *4*—щеки сегментные рифленые; *5*—опорный стержень

$$R_{io} = m_з m_h A \frac{1}{n_у} \sum_{j=1}^{n_у} P_j, \qquad (3)$$

где $m_з$ — коэффициент, учитывающий крупность заполнителя, принимаемый равным: при максимальной крупности заполнителя менее 50 мм — 1, при 50 мм и более — 1,1;

m_h — коэффициент, вводимый при фактической глубине $h_ф$, отличающейся от h более чем на 5%.

$$m_h = h^2/h_ф^2. \qquad (4)$$

При этом $h_ф$ не должно отличаться от номинального значения, принятого при испытании, более чем на ±15%;

A — коэффициент пропорциональности, значение которого при использовании анкерных устройств по п. 4.3 настоящего Руководства принимается по табл. 3.

Таблица 3

Типоразмер анкерного устройства по табл. 2	Значение A, $см^{-2}$, для бетона	
	естественного твердения	прошедшего тепловую *обработку*
I—48	0,1	0,12
I—35	0,23	0,25
II—48	0,085	0,1
II—30	0,24	0,25
III—35	0,14	0,17

5. МЕТОД СКАЛЫВАНИЯ РЕБРА КОНСТРУКЦИИ

5.1. Метод установлен ГОСТ 22690.4—77 и основан на наличии зависимости между прочностью бетона R и усилием P, выраженным в кгс, необходимым для скалывания ребра конструкции при определенных параметрах нагружения согласно рис. 4.

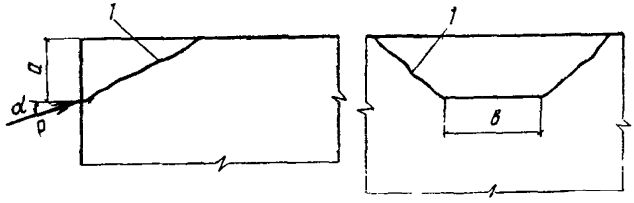

Рис. 4. Схема испытания при скалывании ребра конструкции:
а, в, α, P—параметры скалывания; *1*—поверхность скола

Параметры нагружения следует принимать:

a=20 мм; b=30 мм; $\alpha=18°$ ($tg\alpha=1:3$).

Метод используется при прочности бетона от 100 до 700 кгс/см².

На участке испытания необходимо провести не менее двух сколов бетона.

5.2. На участках испытания толщина конструкции должна быть не менее 50 мм.

Расстояние между сколами (в осях) должно быть не менее 200 мм.

5.3. Нагрузочный крюк должен быть установлен таким образом, чтобы величина a не отличалась от номинальной более чем на 1 мм.

Нагрузка на испытываемую конструкцию должна возрастать плавно со скоростью не более 100 кгс/с вплоть до скола бетона. При этом не должно происходить проскальзывание нагрузочного крюка.

Результат испытания, при котором в месте скола обнажилась арматура, не засчитывается.

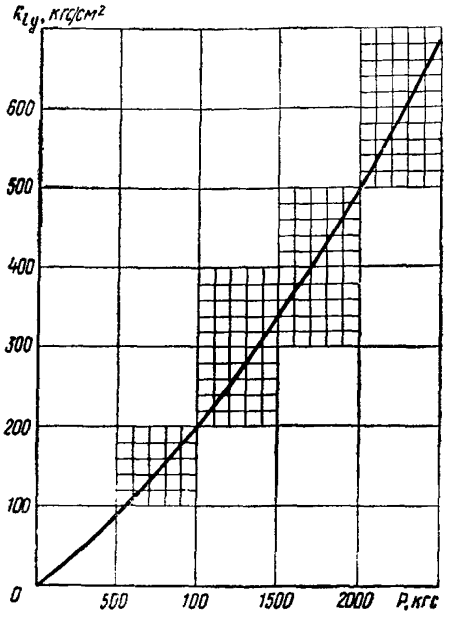

Рис. 5. Унифицированная зависимость P—R_{ty} для метода скалывания ребра конструкции

5 4. Единичное значение R_t прочности бетона на участке испытаний определяют по прил. 6 в зависимости от напряжений сжатия в бетоне $\sigma_б$ и значения R_{to}.

Сжимающие напряжения в бетоне $\sigma_б$, действующие в период испытаний, определяют расчетом конструкции с учетом действительных размеров сечений и величин нагрузок (воздействий).

Единичное значение R_{to} прочности бетона на участке в предположении $\sigma_б = 0$ определяют по формуле

$$R_{to} = m_з R_{ty}, \tag{5}$$

где $m_з$ — поправочный коэффициент, учитывающий крупность заполнителя, принимаемый равным: при максимальной крупности заполнителя 20 мм и менее — 1, при крупности более 20 мм до 40 мм — 1,1;

R_{ty} — условная прочность бетона, определяемая по графику на рис. 5 по среднему значению косвенного показателя,

$$P = \frac{1}{n_y} \sum_{j=1}^{n_y} P_j ; \tag{6}$$

P_j — усилие каждого из скалываний, выполненных на участке испытаний.

6. МЕТОД ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

6.1. Метод установлен ГОСТ 22690.1—77 и основан на наличии связи между прочностью бетона R и величиной косвенного показателя, характеризующего внедрение сферического индентора в бетон при определенной энергии удара.

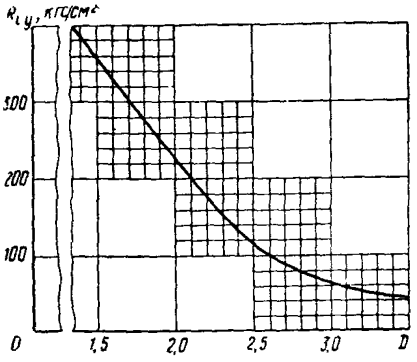

Рис. 6. Унифицированная зависимость D—R_{ty} для метода пластической деформации (эталонный молоток Кашкарова)

При испытании по ГОСТ 22690.2—77 молотком Кашкарова в качестве косвенного показателя используют отношение диаметров отпечатков, оставленных при ударе на бетоне ($d_б$) и эталонном стержне ($d_э$)

$$D = d_б : d_э. \tag{7}$$

В такой реализации метод используют при прочности бетона от 50 до 500 кгс/см².

6.2. Испытания следует производить в местах, отстоящих от арматуры и от края конструкции не менее чем на 50 мм.

На участках испытания с поверхности бетона должны быть удалены неровности, образовавшиеся в результате применения нестроганой деревянной опалубки, немедленной распалубки при формовании и т. д.

Удары следует наносить в местах конструкции, не имеющих раковин.

6.3. На участке испытания должно быть выполнено не менее пяти определений D_j при расстоянии между отпечатками на бетоне не менее 30 мм и на стержне не менее 10 мм.

6.4. Значение косвенного показателя на участке испытаний определяют по формуле

$$D = \frac{1}{n_y} \sum_{j=1}^{n_y} D_j. \tag{8}$$

Единичное значение Rt прочности бетона на участке определяют по формуле

$$R_t = R_{ty} k_c, \tag{9}$$

где R_{ty} — значение прочности бетона, полученное по зависимости на рис. 6 при вычисленном по формуле (8) значении D.

7. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД

7.1. Метод установлен ГОСТ 17624—72 и основан на наличии связи между прочностью бетона R и скоростью C распространения в бетоне ультразвукового импульса.

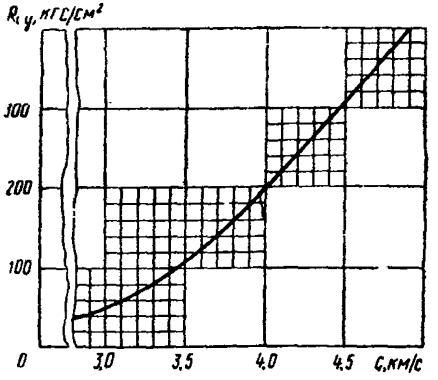

Рис. 7. Унифицированная зависимость $C—R_{iy}$ для ультразвукового импульсного метода (сквозное прозвучивание).

Метод используют при прочности бетона от 100 до 400 кгс/см².

7.2. Испытания следует проводить в местах, не имеющих большого насыщения арматурой.

На участке испытания на поверхности бетона не должно быть наплывов и вмятин, раковин и воздушных пор глубиной (высотой) более 1 мм и диаметром более 2 мм.

7.3. На участке испытания следует выполнять, как правило, не менее трех измерений.

Скорость распространения ультразвукового сигнала C_j, м/с, определяют по формуле

$$C_j = \frac{l_j}{t_j} 1000, \qquad (10)$$

где l_j — база прозвучивания, мм;

t_j — время распространения сигнала, мкс.

7.4. Значение косвенного показателя на участке испытаний определяют по формуле

$$C = \frac{1}{n_y} \sum_{j=1}^{n_y} C_j. \qquad (11)$$

Единичное значение прочности бетона на участке испытания определяют по формуле

$$R_i = R_{iy} k_c, \qquad (12)$$

где R_{iy} — значение прочности бетона, полученное по зависимости на рис. 7 при вычисленном по формуле (11) значении C.

8. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

8.1. Для оценки прочности бетона необходимо вычислить: среднее значение прочности для объекта контроля

$$\overline{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} R_i \qquad (13)$$

и характеристику изменчивости прочности бетона.

8.2. При оценке по средней прочности бетона должны одновременно соблюдаться следующие условия:

$$\delta\overline{R} \geqslant R^{т} \text{ и} \tag{14}$$

$$B \leqslant B^{т}, \tag{15}$$

где B — характеристика изменчивости прочности, определяемая по разности между максимальным $R_{i\text{макс}}$ и минимальным $R_{i\text{мин}}$ значениями прочности на участках объекта контроля

$$B = \frac{1}{\overline{R}}(R_{i\text{макс}} - R_{i\text{мин}}); \tag{16}$$

$B^{т}$ — максимально допустимое значение этой характеристики, принимаемое в зависимости от числа участков испытаний n:

n	3	4	5	6	7	8	9	10
$B^{т}$	0,23	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	0,41	0,42

8.3. При $n \geqslant 12$ прочность бетона будет также удовлетворять требованиям при условии

$$\delta\overline{R} \geqslant k_{v}R^{т}, \tag{17}$$

где k_{v} — коэффициент, значения которого принимают по табл. 4

Таблица 4

v_R, %	Значение k_v при числе участков n, равном							
	12	14	16	18	20	30	40	50 и более
10	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94
11	1,01	1	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97
12	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1	1
13	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03
14	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06
15	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,11	1,1	1,09
16	1,22	1,2	1,19	1,18	1,18	1,15	1,14	1,13
17	1,27	1,25	1,24	1,23	1,22	1,2	1,18	1,17
18	1,33	1,31	1,29	1,28	1,27	1,24	1,22	1,21
19	1,39	1,37	1,35	1,34	1,33	1,29	1,27	1,26
20	1,46	1,43	1,41	1,4	1,39	1,35	1,32	1,31

в зависимости от числа участков испытаний и коэффициента вариации прочности;

$$v_R = \frac{100}{\overline{R}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(\overline{R} - R_i\right)^2} \qquad (18)$$

Во всех случаях принимают v_R не менее 10%.

8.4. При оценке прочности бетона конструкций, запроектированных по главе СНиП II-21-75 «Бетонные и железобетонные конструкции», в формулах (14) и (17) принимают $\delta = 1{,}05$, в остальных случаях $\delta = 1$.

8.5. Требуемое значение прочности $R^т$ в формулах (14) и (17) принимают равным проектной прочности бетона.

8.6. Расчетные сопротивления бетона для выполнения поверочных расчетов принимают по табл. 11 или 13 главы СНиП II-21-75 исходя из прочности бетона, определенной по формуле

$$R = \delta \overline{R} / k_v. \qquad (19)$$

8.7. Невыполнение требований, установленных пп. 8.2 или 8.3 настоящего Руководства, может иметь место из-за:

низкого качества бетона по средней прочности или по изменчивости прочности;

низкой достоверности результатов испытаний вследствие малого их количества.

Достоверность результатов испытаний может быть повышена путем увеличения числа испытаний на участке или увеличения числа участков испытаний.

8.8. Примеры оценки прочности бетона приведены в прил. 7.

8.9. При использовании настоящего Руководства следует учитывать данные нормативных документов, а также дополнительные разъяснения, приведенные в прил. 8.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение основных терминов

1. *Зона конструкции* — часть конструкции, имеющая конечные размеры.

В качестве зоны рассматривают части конструкции:

отличающиеся от других зон условиями (например, густое армирование) или качеством (например, плохо уплотненный бетон) укладки бетона, его твердения (например, замороженные в раннем возрасте) или эксплуатации (например, более интенсивное нагружение, наличие повреждений);

однотипные части конечных размеров конструкций, имеющих большие размеры (например, плитные фундаменты, дорожные покрытия, подпорные стенки и т. д.).

2. *Участок испытания конструкции* — часть объема, площади или длины конструкции, имеющая ограниченные размеры (например, 250×250 мм по поверхности или 500 мм по длине ребра), для которой определяют единичное значение прочности бетона R_i.

3. *Группа конструкций (зон конструкций)* — однотипные конструкции (зоны конструкций), изготовленные (возведенные) в сходных технологических условиях и находящиеся в сходных условиях эксплуатации, различия между прочностью бетона которых обусловлены главным образом случайными факторами.

Группировка конструкций (зон конструкций) может быть уточнена по результатам контроля прочности бетона.

4. *Технический контроль (контроль)* — проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям (ГОСТ 16504—70, п. 1).

5. *Контроль качества продукции* — контроль количественных и (или) качественных характеристик свойств продукции (ГОСТ 16504—70, п. 12.)

6. *Производственный контроль* — контроль производственного процесса и его результатов на стадии изготовления продукции (ГОСТ 16504—70, п. 15).

7. *Инспекционный контроль* — контроль, осуществляемый специально выделенным исполнителем с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля (ГОСТ 16504—70, п. 33).

8. *Эксплуатационный контроль* — контроль, осуществляемый на стадии эксплуатации продукции (ГОСТ 16504—70, п. 16).

В данном случае продукцией являются конструкции, в которых контролируют прочность бетона.

9. *Сплошной контроль* — контроль каждой единицы продукции с одинаковой полнотой (ГОСТ 16504—70, п. 20).

В данном случае единицей продукции является конструкция (зона конструкции).

10. *Выборочный контроль* — контроль выборок или проб из партии или потока продукции (ГОСТ 16504—70, п. 21).

В данном случае партией является группа конструкций или их зон (см. п. 3 прил. *1*), а выборкой — определенное число конструкций (зон конструкций), входящих в группу.

11. *Статистический приемочный контроль качества продукции* — выборочный контроль качества продукции, при котором используют статистические методы для обоснования плана контроля или корректировки этого плана по накопленной информации (ГОСТ 15895—77, п. 38).

12. *Статистические методы оценки качества* — методы прикладной статистики, применяемые для определения значений показателей качества продукции и процессов, влияющих на ее качество. (ГОСТ 17341—71, п. 19).

13. *Технический осмотр* — контроль, осуществляемый в основном при помощи органов чувств и в случае необходимости средствами контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией (ГОСТ 16504—70, п. 32).

Если при техническом осмотре предусматривается использование средств контроля, то они должны быть достаточно просты. Использование средств контроля, предусмотренных настоящим Руководством, соответствует измерительному контролю (определение по ГОСТ 16504—70, п. 27).

14. *Объект контроля* — продукция или процесс, подвергаемые контролю (ГОСТ 16504—70, п. 2).

В данном случае объектом контроля является конструкция (зона конструкции) или группа конструкций (зон конструкций).

15. *Испытания* — экспериментальное определение количественных или качественных характеристик свойств объекта как результата воздействий на него, при его функционировании, моделировании объекта и (или) воздействий (ГОСТ 16504—70, п. 36).

16. *Метод испытаний* — совокупность правил применения определенных принципов для осуществления испытаний (ГОСТ 16504—70, п. 47).

В настоящем Руководстве рассматриваются методы испытаний, предназначенные для определения прочности бетона по косвенным показателям (методы неразрушающих испытаний).

17. *Средство испытаний* — изделие или нештучная продукция, применяемая для осуществления испытаний (ГОСТ 16504—70, п. 43).

В настоящем Руководстве предусмотрены средства испытаний (изделия): гидравлические прессы (испытание образцов бетона) и приборы (для реализации методов отрыва со скалыванием и скалывание ребра), эталонные и др. молотки (для реализации метода пластической деформации), ультразвуковые приборы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Основные условные обозначения

В Руководстве приняты следующие основные обозначения величин:

1. Прочность бетона при сжатии, определяемая непосредственно в конструкции, кгс/см²:

R — общее обозначение;

R_i — на участке;

R_{io} — значение, определяемое без учета обжатия бетона в месте испытания ($\sigma_б = 0$). Используется при определении прочности бетона методами отрыва со скалыванием и скалывания ребра конструкции;

R_{iy} — значение, определенное по заранее установленной зависимости и требующее корректировки для учета технологических особенностей бетона. Используется при опреде-

лении прочности бетона методом скалывания ребра, пластической деформации и ультразвуковым методом;

$\overline{R}$ — среднее значение для конструкции (зоны конструкции) или их группы.

2. Косвенные показатели прочности бетона, *КП*:

P — усилие разрушения, кгс;

$d_б$ — диаметр отпечатка на бетоне, мм;

$d_э$ — диаметр отпечатка на эталонном стержне, мм;

C — скорость распространения ультразвукового импульса в в бетоне, м/с.

3. Корректирующие множители, безразмерные:

$m_з$ — учитывает максимальную крупность заполнителя в бетоне;

$k_с$ — учитывает реальные технологические и другие особенности бетона при испытаниях методами, основанными на определении пластических или упругих свойств бетона (см. прил. 4);

k_v — учитывает изменчивость прочности бетона.

4. Прочие величины:

$\sigma_б$ — сжимающие напряжения в бетоне (в нормальном сечении конструкции) на участке испытания, кгс/см^2;

v_R — коэффициент вариации прочности бетона, %;

n — количество участков испытаний, шт.;

$n_у$ — количество испытаний (измерений), выполненных для определения единичных значений косвенного показателя на одном участке, шт.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Особенности определения прочности бетона в конструкциях, подверженных агрессивным воздействиям

1. Наиболее сложными при обследовании бетона конструкций являются случаи воздействия на него агрессивных факторов, в частности:

химических — солей, кислот, масел и др.;

высокой температуры — эксплуатационной или при пожаре;

низкой температуры — замораживание в раннем возрасте, попеременное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии.

2. Эти факторы в первую очередь действуют на бетон поверхностного слоя конструкции. Поэтому степень разрушения конструкции зависит не только от агрессивности и длительности действия неблагоприятного фактора, но и от массивности конструкции.

Довольно часто химическая агрессия или интенсивный разогрев во время пожара (при непродолжительном их действии) вызывают разрушение бетона на глубину лишь 2—3 см. Для мас-

сивных конструкций это зачастую не является опасным, но может вывести из строя конструкции с малыми размерами поперечных сечений, особенно ребристые.

При замораживании в раннем возрасте может быть поврежден бетон даже массивных конструкций при послойном их бетонировании.

3. При обследовании необходимо выявить поверхностный слой бетона с нарушенной структурой. Его определяют визуально (рыхлый бетон, трещины, нехарактерный цвет) и с помощью простукивания молотком (глухой звук).

В частности, при обследовании конструкций после пожара установлено, что:

наиболее пострадавшими оказываются конструкции (зоны конструкций), на которых нет сажи, ввиду сгорания ее при высокой температуре. Цвет бетона в таких местах — светлый с желтым или розовым оттенком;

закопченные конструкции обычно находятся в удовлетворительном состоянии.

При не очень интенсивном или непродолжительном агрессивном воздействии поврежденным оказывается лишь самый поверхностный слой, иногда толщиной не более 1 мм. Но этого уже достаточно, чтобы резко исказить результаты испытания бетона методами упругого отскока и пластической деформации (в сторону занижения для всего сечения конструкции).

Поверхностный слой бетона может быть также значительно карбонизированным. Это также существенно изменяет результаты испытаний методами упругого отскока и пластической деформации (в сторону завышения для всего сечения конструкции).

4. Для определения прочности бетона необходимо удалить поверхностный слой с нарушенной структурой.

Прочность бетона следует преимущественно определять методами, основанными на местном разрушении бетона конструкции, или ультразвуковым методом.

При использовании методов упругого отскока и пластической деформации поверхность бетона в местах испытания необходимо выровнять обработкой наждачным камнем.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Методика определения k_c

1. Для получения достоверных данных о прочности бетона по результатам испытаний косвенными методами, предусмотренными разделами 6 и 7 настоящего Руководства, необходимо уточнить зависимость *КП—R* применительно к конкретным технологическим и эксплуатационным условиям, путем учета коэффициента k_c.

2. Значение k_c должно быть определено для каждой группы объектов контроля.

3. Значение k_c определяют по результатам сопоставительных испытаний методами, основанными на местном разрушении конструкции, и косвенными методами не менее чем на трех участках, значения косвенных показателей для которых близки к средним.

Значение k_c вычисляют по формуле

$$k_c = \Sigma R_i^д : \Sigma R_i^к, \qquad (20)$$

где $\Sigma R_i^д$ — сумма результатов определения прочности бетона на выбранных участках с помощью метода, основанного на местном разрушении бетона;

$\Sigma R_i^к$ — то же, косвенным методом при $k_c = 1$.

4. Определенное таким образом значение k_c может быть использовано только для тех участков, на которых определенное косвенным методом значение R_i отличается от среднего значения не более чем на 30%.

Пример определения k_c.

Таблица 5

№ участка	Значение C, м/с по формуле (11)	Значения R, кгс/см²		Дополнительные сведения
		R_{iy} по рис. 7	R_i по формуле (12)	
1	4060	210	255	—
2	4130	225	275	Уточнить методом скола
3	3980	195	235	—
4	3980	195	235	—
5	3960	190	230	—
6	3840	185	200	По методу скола
7	3780	155	225	То же
8	3780	155	190	»
9	3610	125	150	—
10	3590	120	145	—
11	3620	125	150	—
12	3720	145	175	—
13	3680	135	165	—
14	3620	130	160	—
15	3740	150	170	По методу скола
Среднее	3800	162	198	—

При испытании ультразвуковым методом на 15 участках (табл. 5) получены (по рис. 7) значения косвенного показателя и определены условные значения прочности бетона R_{iy}.

Среднее значение $C = 3800$ м/с, а наиболее близкие к среднему значению скорости получены на участках 6, 7, 8 и 15, для которых $\Sigma R_i^к = 645$ кгс/см².

На этих участках проведены испытания методом скалывания ребра конструкции и получены соответствующие значения прочности 200, 225, 190 и 170 кгс/см², т. е. $\Sigma R_i^д = 785$ кгс/см².

Тогда по формуле (20)

$$k_c = \frac{785}{645} = 1,22 .$$

Вычисленные по формуле (12) значения R_t приведены в табл. 5. При этом для участков 6, 7, 8 и 15 указаны значения, полученные более точным методом.

На участке 2 значение прочности отличается от среднего (198 кгс/см²) более чем на 30%. Поэтому полученное значение требует дополнительного уточнения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Правила отбраковки выпадающих результатов испытаний

1. Отбраковку выпадающего результата испытания x_a из группы результатов испытаний x_1, x_2, ..., x_{n_y} производят при определении среднего значения прочности бетона или косвенного показателя этой прочности на участке испытаний.

2. Настоящая методика может использоваться при количестве испытаний n_y от 3 до 10.

3. Результат испытания признается выпадающим и не учитывается при расчете, если не удовлетворяется условие

$$\frac{|x_a - \bar{x}|}{S_x} \leqslant T, \tag{21}$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{n_y} \sum_{j=1}^{n_y} x_j, \tag{22}$$

$$S_x = \frac{x_{j\text{макс}} - x_{j\text{мин}}}{d}, \tag{23}$$

d, T — безразмерные коэффициенты, значения которых принимают по табл. 6 в зависимости от числа испытаний n_y.

Таблица 6

Безразмерный коэффициент	Значение безразмерного коэффициента при количестве испытаний n_y							
	3	4	5	6	7	8	9	10
d	1,69	2,06	2,33	2,53	2,7	2,85	2,97	3,08
T	1,74	1,94	2,08	2,18	2,27	2,33	2,39	2,44

Пример оценки выпадающего результата

На участке проведено $n_y = 4$ испытания, в результате которых получены следующие значения x_j : 2,65; 2,10; 2,40; 2,55, которым соответствует по формуле (22) среднее значение $\bar{x} = 2{,}42$ и по формуле (23)

$$S_x = \frac{2{,}65 - 2{,}10}{2{,}06} = 0{,}27.$$

Проверяем по формуле (21) второе значение x_j:

$$\frac{|2{,}1 - 2{,}42|}{0{,}27} = 185{,}5 < 1{,}94,$$

т. е. результат 2,10 отбрасывать не следует и для обработки следует принимать значение $\bar{x} = 2{,}42$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Учет обжатия при определении прочности бетона методами по разделам 4 и 5

1. Обжатие бетона влияет на значение косвенного показателя при определении прочности бетона методами, предусмотренными разделами 4 и 5 настоящего Руководства.

Таблица 7

Значение R_{t0}, кгс/см²	Значения R_t при $\sigma_б$, кгс/см²																		
	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	300	350	400	450
100	90	85	80	85	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	110	100	100	100	105	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	130	120	115	115	120	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	150	140	135	130	135	145	155	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	170	160	155	150	150	155	165	185	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	190	180	170	170	165	170	175	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	210	200	190	190	180	180	190	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	230	220	210	210	200	200	200	210	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	250	240	230	220	210	210	220	230	240	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	270	260	250	240	230	230	230	240	250	260	270	—	—	—	—	—	—	—	—
300	290	280	270	260	250	250	250	250	260	270	280	290	—	—	—	—	—	—	—
320	310	300	290	280	270	260	260	270	270	280	290	310	—	—	—	—	—	—	—
340	330	320	310	300	290	280	280	280	290	300	310	320	330	—	—	—	—	—	—
360	350	340	330	320	310	300	290	300	300	310	320	330	340	350	—	—	—	—	—
380	370	360	350	340	330	320	310	310	320	320	330	340	350	360	380	—	—	—	—
400	390	380	370	360	350	340	330	330	330	340	340	350	360	380	390	—	—	—	—

Продолжение табл. 7

Значение R_{i0}, кгс/см²	Значения R_i при $\sigma_б$, кгс/см²																		
	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	300	350	400	450
420	410	400	390	380	370	350	350	340	340	350	360	370	380	390	400	420	—	—	—
440	430	420	410	400	380	370	360	360	360	370	370	380	390	400	410	430	—	—	—
460	450	440	430	420	400	390	380	380	380	380	390	390	400	410	420	450	—	—	—
480	470	460	450	440	420	410	400	390	390	390	400	410	420	430	440	460	—	—	—
500	490	480	470	460	440	430	420	410	410	410	410	420	430	440	450	470	500	—	—
520	510	500	490	480	460	450	440	430	420	420	430	430	440	450	460	480	510	—	—
540	530	520	510	500	480	470	460	450	440	440	440	450	460	460	470	490	520	—	—
560	550	540	530	520	500	490	470	470	460	460	460	460	470	480	490	510	530	—	—
580	570	560	550	540	520	510	490	480	480	470	470	480	480	490	500	520	550	580	—
600	590	580	570	560	540	530	510	500	490	490	490	490	500	500	510	530	560	590	—
620	610	600	590	580	560	540	530	520	510	510	510	510	510	520	530	540	570	600	—
640	630	620	610	600	580	560	550	540	530	520	520	520	530	530	540	560	580	610	640
660	650	640	630	620	600	580	570	560	550	540	540	540	540	550	550	570	590	620	650
680	670	660	650	640	620	600	590	580	570	560	560	560	560	560	570	580	610	640	660
700	690	680	670	660	640	620	610	600	580	580	570	570	570	580	580	600	620	650	670

2. Прочность обжатого бетона определяют из уравнения

$$R_t^3 = R_0\left(R_t^2 - 1{,}05\sigma_б R_t + 1{,}5\sigma_б^2\right) \qquad (24)$$

или по табл. 7.

Пример учета обжатия бетона

Определяется прочность бетона в колонне строящегося многоэтажного здания.

Методом отрыва со скалыванием получено значение прочности $R_{t0} = 300$ кгс/см².

Колонна сечением 40×40 см с продольным армированием 8 ∅ 22 AIII. Проектная марка бетона 250. Нагрузка на колонну во время испытания $N = 90$ тс.

При $E_а = 2 \cdot 10^6$ кгс/см² и $E_б = 0{,}28 \cdot 10^6$ кгс/см²,
$n_а = E_а : E_б = 2 \cdot 10^6 : 0{,}28 \cdot 10^6 = 7{,}1$; $F_б = 1600$ см²;
$F_а = 30{,}4$ см²;
$\sigma_б = N : (F_б + nF_а) = 90 \cdot 10^3 : (1600 + 7{,}1 \cdot 30{,}4) = 50$ кгс/см².

По табл. 7 при $R_{t0} = 300$ кгс/см² и $\sigma_б = 50$ кгс/см² получим $R_t = 255$ кгс/см² (по интерполяции).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Примеры оценки прочности бетона

Пример 1. Оценить прочность бетона в конструкции, запроектированной по главе СНиП II-21-75 из бетона марки 200, для которой по результатам испытания на четырех участках получены следующие значения прочности бетона R_i, кгс/см²: 180, 190, 215, 230.

Оценку выполняют в соответствии с требованиями п. 8.2 настоящего Руководства при следующих исходных данных:

$$n = 4;\ \delta = 1;$$

в соответствии с проектом $R^т = 200$ кгс/см²;
при $n = 4$ значение $B^т = 0{,}28$.
Вычисляют: среднее значение прочности по формуле (13)

$$\overline{R} = \frac{1}{4}(180 + 190 + 215 + 230) = 204 \text{ кгс/см}^2;$$

относительное значение размаха по формуле (16)

$$B = \frac{1}{204}(230 - 180) = 0{,}25.$$

Проверяют приемочные условия:
условие (14) — $1 \cdot 204 > 200$;
условие (15) — $0{,}25 < 0{,}28$,
т. е. прочность бетона в конструкции удовлетворяет установленным требованиям.

Пример 2. Оценить прочность бетона в конструкциях, запроектированных по главе СНиП II-21-75 ($\delta = 1{,}05$) из бетона марки 300, для которых по результатам испытаний на $n = 18$ участках получены значения прочности бетона R_i , приведенные в табл. 8.

Оценку выполняют в соответствии с п. 8.3 настоящего Руководства.

По формуле (13) среднее значение прочности

$$\overline{R} = \frac{5330}{18} = 296 \text{ кгс/см}^2$$

и по формуле (18) коэффициент вариации прочности

$$v_R = \frac{100}{296} \sqrt{\frac{1}{18-1} 37230} = 15{,}8\%,$$

чему по табл. 4. соответствует $k_v = 1{,}17$ (по интерполяции).

Проверяют приемочное условие по формуле (17)

$1{,}05 \cdot 296 = 310 < 1{,}17 \cdot 300 = 350$ кгс/см^2, т. е. прочность бетона не соответствует требованиям.

Пример 3. Определить расчетное сопротивление бетона в конструкциях, результаты испытания которых приведены в табл. 8.

Таблица 8

R_i , кгс/см^2	$r = \overline{R} - R_i$, кгс/см^2	$(R - R_i)^2$, (кгс/см^2)^2
310	—14	196
340	—44	1936
310	—14	196
300	—4	16
250	+46	2116
240	+56	3136
290	+6	36
350	—54	2916
400	—104	10 820
330	—34	1156
250	+46	2116
260	+36	1296
290	+6	36
280	+16	256
370	—74	5476
250	+46	2116
250	+46	2116
260	+36	1296
$\Sigma = 5330$		Σ 37 230

Расчетное сопротивление определяют в соответствии с п. 8.6 настоящего Руководства.

По данным примера 2 $\delta = 1{,}05$; $\overline{R} = 296$ кгс/см²; $k_v = 1{,}17$. Тогда по формуле (19) прочность бетона

$R = 1{,}05 \cdot 296 : 1{,}17 = 265$ кгс/см².

Для такого бетона по табл. 13 главы СНиП II-21-75 получено (по интерполяции):

$$R_{пр} = 118 \text{ кгс/см}^2;$$

$$R_р = 9{,}2 \text{ кгс/см}^2.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Разъяснения основных положений Руководства

1. Работы по определению и оценке прочности бетона в условиях, предусмотренных п. 1.1 настоящего Руководства, являются достаточно сложными. Поэтому в п. 1.2 настоящего Руководства подчеркивается, что выполнение их допускается только высококвалифицированными в данной области специалистами. При выполнении такой работы необходимо принимать во внимание, кроме результатов испытаний, дополнительную информацию, предусмотренную п. 1.4 настоящего Руководства. Контроль должен быть организован по полной схеме согласно п. 1.6 настоящего Руководства. При невыполнении этих условий результаты испытаний и оценки прочности бетона могут оказаться ошибочными.

2. Специалист, контролирующий прочность бетона, должен принять и обосновать решение о виде контроля (сплошной или выборочный — п. 2.1 настоящего Руководства) и объеме необходимой и достаточной информации, получаемой испытанием. При этом в п. 2.2 настоящего Руководства указано лишь минимальное количество участков испытаний, а во многих реальных случаях это количество практически может быть гораздо бóльшим. Достаточно творческим должен быть подход и к назначению мест расположения участков испытаний, так как предварительно (п. 2.3 настоящего Руководства) об этом можно высказать только общие соображения.

3. Важным является вопрос о выборе метода испытаний (п. 2.5 настоящего Руководства), который должен быть решен с учетом реальных возможностей, — наличия средств испытаний, допустимой их продолжительности, трудоемкости, состояния и ответственности конструкций. При этом подчеркивается, что количественное определение прочности бетона с помощью методов, основанных на определении его пластических или упругих деформаций, требует обязательного уточнения используемой зависимости *КП—R* для данных конкретных условий введением корректирующего множителя k_c (п. 2.7 настоящего Руководства), значение которого может быть получено только опытом в соответствии с прил. 4.

4. Количество испытаний (измерений), проводимых на одном участке, может быть различным. В пп. 3.1 4.1, 5.1, 6.3 и 7.3 настоящего Руководства даны лишь минимальные их количества. В ряде случаев это количество целесообразно увеличить, чтобы повысить достоверность полученного значения R_t .

5. В разделах 3—7 приведены основные требования к наиболее освоенным методам испытаний, установленные действующими стандартами. При проведении испытаний необходимо руководствоваться соответствующим стандартом или развивающим его руководством, а также инструкцией по эксплуатации прибора, но с учетом особенностей проведения испытаний по настоящему Руко-

водству. Использование других стандартизованных методов (см. п. 2.4 настоящего Руководства) допускается, как правило, только специалистами научно-исследовательских организаций (подразделений), имеющими соответствующие данные о зависимостях *КП—R* для этих методов и средства испытаний для их реализации.

Отмечается, что при наличии достаточной квалификации исполнителей ультразвуковой метод может быть использован и для дефектоскопии бетона.

Определение толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры, когда это необходимо для целей испытания бетона, может быть выполнено магнитным методом.

6. Методы отрыва со скалыванием и скалывания ребра конструкции чувствительны к обжатию испытываемого бетона. Поэтому в соответствующих стандартах указано, что испытания следует проводить в местах с небольшим значением $\sigma_б$. В развивающих эти стандарты руководстве и методических указаниях приведены конкретные данные по уточнению значения R_i с учетом $\sigma_б$.

Анализ результатов эксперимента показал, что вносимые поправки для указанных методов близки между собой. Поэтому в прил. 6 приведена обобщенная формула (24). Таблица решений этого уравнения (табл. 7) построена более удобно для практического использования.

7. В разделах 3—7 приведены данные для определения прочности бетона R_i, соответствующей эталонному образцу-кубу со стороной $a = 200$ мм, так как большинство конструкций, обследуемых в настоящее время, запроектировано по ранее действовавшим нормам проектирования. Это нашло отражение и в табл. 1. Однако в главе СНиП II-21-75 принята прочность бетона, соответствующая эталонному образцу с $a = 150$ мм, что предусмотрено и ГОСТ 10180—74. Поэтому значение $\overline{R}$ для конструкций, разработанных или подвергаемых поверочному расчету по главе СНиП II-21-75, необходимо умножить на $\delta = 1{,}05$.

8. В разделе 8 предусмотрена оценка результатов испытаний на статистической основе.

Однако учитывается, что при малом числе участков испытаний ($n < 12$) значение v_R определяется с небольшой достоверностью. Поэтому в таком случае оценка производится по средней прочности бетона, а дополнительное ограничение по изменчивости значений прочности установлено при проектном значении $v_R = 13{,}5\%$.

В случае когда $n \geqslant 12$, уже возможно непосредственное использование полученного в результате испытаний значения v_R. Однако по ГОСТ 21217—75 для его определения необходимо знать значения $S_т$ и $k_п$, которые в условиях, предусмотренных Руководством, не известны. Исходя из этого, а также учитывая возможность больших ошибок при определении v_R, минимальное его значение ограничено величиной в 10%. Значение коэффициента k_v принято по ГОСТ 21217—75, предусматривающем условия оценки, наиболее сходные с предусмотренными настоящим Руководством.

9. Невыполнение приемочных условий по формулам (14) и (15) или (17) еще не означает, что прочность бетона в данном конкретном случае недостаточна.

Во-первых, прочность бетона может быть определена с недостаточной достоверностью. Уточненные данные могут быть получены путем увеличения числа испытаний $n_у$ или участков испытания n, а также путем уточнения группировки конструкций (их зон), путем перехода от выборочного к сплошному контролю с разбраковкой.

Во-вторых, может оказаться, что в проекте по ряду причин (например, по условиям унификации конструкций) прочность бетона завышена в сравнении с требуемой в данных конкретных условиях. При этом может быть выполнен поверочный расчет по действительной прочности бетона, полученной в результате испытаний.

СОДЕРЖАНИЕ Стр.

1. Общие положения 3
2. Подготовка к проведению испытаний 4
3. Метод извлечения образцов бетона 6
4. Метод отрыва со скалыванием 8
5. Метод скалывания ребра конструкции 10
6. Метод пластических деформаций 11
7. Ультразвуковой метод 12
8. Оценка результатов испытаний 13
Приложение 1. Определение основных терминов 16
Приложение 2. Основные условные обозначения 17
Приложение 3. Особенности определения прочности бетона в конструкциях, подверженных агрессивным воздействиям 18
Приложение 4. Методика определения k_c 19
Приложение 5. Правила отбраковки выпадающих результатов испытаний 22
Приложение 6. Учет обжатия при определении прочности бетона методами по разделам 4 и 5 . . . 22
Приложение 7. Примеры оценки прочности бетона . . . 25
Приложение 8. Разъяснение основных положений Руководства 28

НИИСК Госстроя СССР *НИИЖБ Госстроя СССР*

Руководство
по определению и оценке прочности бетона
в конструкциях зданий и сооружений

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор В. В. Петрова
Мл. редактор Л. М. Климова
Технический редактор М. В. Павлова
Корректоры Г. А. Кравченко, Н. П. Чугунова

Сдано в набор 17.10.78. Подписано к печати 05.04.79. Т-06552 Формат 84×108$^{1}/_{32}$.
Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая.
Усл. печ. л. 1,68 (уч.-изд. 1,80 л.). Тираж 20 000 экз. Заказ № 181 Цена 10 к.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а
Калужское производственное объединение «Полиграфист», пл. Ленина, 5

gost.e-ecolog.ru