

Министерство культуры РФ
Санкт-Петербургский государственный академический институт
живописи, скульптуры и архитектуры имени И. Е. Репина
при Российской академии художеств

Факультет архитектуры
Кафедра инженерно-строительных дисциплин

Ф. Д. Задачин

**Неразрушающие методы определения
основных физико-механических свойств бетона
в условиях строительной площадки**

*Учебно-методическое пособие
для студентов факультета архитектуры*

Санкт-Петербург
2018

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Санкт-Петербургского государственного академического
института живописи, скульптуры и архитектуры
имени И. Е. Репина

Состав редакционно-издательского совета

Ю. Г. Бобров, доктор искусствоведения, профессор, академик РАХ (председатель совета); **С. Б. Гордеева**, кандидат химических наук (секретарь совета); **Н. Н. Акимова**, доктор филологических наук, доцент; **Е. В. Анисимов**, доктор исторических наук, профессор; **С. М. Грачёва**, доктор искусствоведения, доцент; **Н. С. Кутейникова**, кандидат искусствоведения, профессор, член-корреспондент РАХ; **В. А. Ляняшин**, доктор искусствоведения, профессор, вице-президент РАХ; **Н. М. Ляняшина**, доктор искусствоведения, профессор, академик РАХ; **В. С. Песиков**, народный художник РФ, профессор, академик РАХ; **А. Л. Пунин**, доктор искусствоведения, профессор; **О. А. Резницкая**, доцент; **А. В. Чувин**, заслуженный художник РФ, профессор, академик РАХ.

Рецензенты

Г. Н. Лапин,

доктор тех. наук, профессор

Л. Б. Остапчук-Петровская,

кандидат тех. наук, доцент

Учебное пособие рассмотрено

на заседании кафедры ИСД 24.01.2017 г., протокол № 5.

Секретарь кафедры ИСД М. Е. Орлова-Шейнер, канд. эконом. наук

Автор-составитель: **Задачин Ф. Д.**, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора ЗАО «Петербургская строительная компания» по качеству, доцент кафедры инженерно-строительных дисциплин Института имени И. Е. Репина.

Автор выражает благодарность рецензенту – профессору кафедры инженерно-строительных дисциплин архитектурного факультета Института имени И. Е. Репина Л. Б. Остапчук-Петровской за помощь в создании пособия, редактирование, высказанные рекомендации, касающиеся структурного построения материала и доступности изложения для студентов.

© Автор пособия, 2018

© Санкт-Петербургский государственный академический Институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И. Е. Репина, 2018

Подписано в печать 01.03.2017. Тираж 50. Объем 3,5 уч.-изд. л. Заказ 1043.

Подготовлено и отпечатано в издательско-полиграфическом отделе
Института имени И. Е. Репина

199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 17

В пособии изложены основные принципы неразрушающего контроля железобетонных конструкций в условиях строительной площадки. Основное содержание пособия посвящено неразрушающим натурным методам испытаний по определению основных физико-механических свойств бетона в конструкциях без отбора из них образцов. Пособие предназначено для студентов архитектурного факультета Института имени И. Е. Репина, проходящих проектно-технологическую практику на строительных объектах, а также для учащихся других учебных заведений архитектурно-строительного профиля. К началу прохождения строительной практики студенты должны владеть профессиональными компетенциями, полученными при изучении следующих дисциплин: «архитектурное материаловедение», «железобетонные конструкции», «современные конструкции и материал», «архитектурно-строительные технологии» в соответствии с ФГОС ВПО по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура» (бакалавриат) и 07.04.02 «Реставрация и реконструкция архитектурного наследия» (магистратура).

В результате ознакомления с материалом пособия студенты смогут углубить свои знания о контроле качества выполнения монолитных железобетонных конструкций в условиях строительной площадки, полученные ими в процессе производственно-экскурсионных занятий, значительно поднять свой уровень общепрофессиональных компетенций. Материал пособия может быть полезен для инженерно-технических работников (ИТР) организаций общестроительного профиля при выполнении ими операционного контроля качества и для ИТР заказчика строительства, выполняющих контроль качества работ при строительстве зданий и сооружений.

Введение

При строительстве зданий и сооружений, особенно высотных, с применением современных технологий, новых эффективных строительных материалов и конструкций особое значение имеет контроль качества строительства на всех его этапах, в частности возможность определения основных физико-механических свойств бетона в железобетонных монолитных конструкциях каркасов в условиях строительной площадки.

Современные технологии строительства позволяют возводить здания жилого и общественного назначения высотой свыше 100 м.

Знаковым объектом времен СССР является здание Московского государственного университета высотой 240 метров. За последние годы московские строители возвели по российским и зарубежным проектам современные высотные жилые и общественные здания, такие как многофункциональный деловой центр «Москва-Сити» с башнями «Запад» – 243 м, «Москва» – 301 м, «Санкт-Петербург» – 256,9 м, «Федерация» – 309 м, «Imperia Tower» – 237,7 м, жилой дом на Мосфильмовской – 213,2 м, жилой комплекс «Триумф» – 264 м.

В Санкт-Петербурге к высотным современным зданиям относятся бизнес-центр «Leader tower» – 145 м, жилой комплекс «Князь Александр Невский» – 124 м, торгово-развлекательный центр «Атлантик-сити» – 105 м.

В настоящее время совместно с турецкой строительной компанией «Renaissance Construction» строится многофункциональный

общественно-деловой центр Газпрома «Лахта-центр» высотой 462 метра. Основными требованиями к зданиям и сооружениям при их проектировании и строительстве являются надежность и долговечность.

В России, как и в других ведущих странах, разработаны и утверждены правительством основные национальные стандарты и своды правил, применение которых на обязательной основе и рекомендательно должны обеспечить соблюдение ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Основными из них являются ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования», СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности». При разработке проектов для обеспечения при строительстве необходимого уровня контроля качества проектировщикам в своих разделах проектов необходимо обязательно закладывать требования к строительным материалам и конструкциям, а также указывать ГОСТ по их контролю.

Огромные масштабы строительства в нашей стране требуют быстрого развития и технического совершенствования строительной индустрии, применения новых, более эффективных материалов и конструкций, улучшения качества выпускаемой продукции и ее постоянного контроля не только в заводских условиях строительными лабораториями отдела технического контроля, но и в условиях строительной площадки.

Контроль качества продукции в основном связан с испытанием контрольных образцов бетона с их последующим испытанием (разрушением) на сжатие в стационарных испытательных лабораториях на прессовом оборудовании. Важным вопросом контроля качества бетона является разработка и применение новых методов определения прочности бетона и других строительных материалов без разрушения, непосредственно в конструкциях, изготовленных в условиях строительной площадки. Необходимость контроля качества бетона в конструкциях связана с особенностью самой технологии выполнения монолитных железобетонных конструкций,

возводимых при любых климатических условиях, а также в связи со снижающимся уровнем квалификации линейных инженерно-технических работников и, самое главное, рабочих во многих строительных организациях. Применение стандартной методики – по результатам испытаний контрольных образцов-кубов из товарного бетона – не может обеспечить высокое качество контроля выполнения монолитных железобетонных конструкций. Этот метод имеет ряд недостатков, заключающихся в следующем:

- прочность бетона в контрольных образцах не всегда соответствует его прочности в конструкциях, так как к изготовлению образцов на объектах ИТР относятся более требовательно;

- испытание контрольных образцов не дает возможности обнаружения различных дефектов в теле конструкций, а подтверждает только качество поставленного на объект товарного бетона;

- невозможно создать одинаковые, требуемые нормативными документами условия для образцов-кубов и конструкций, например, при электропрогреве бетона для ускорения его твердения в зимнее время.

На протяжении последних десятилетий многими организациями и специалистами как в нашей стране, так и за рубежом было предложено большое количество различных способов, приборов для определения прочности бетона и наличия дефектов в конструкциях неразрушающими методами.

Существующие неразрушающие методы определения прочности бетона в конструкциях значительно отличаются друг от друга. В данном учебно-методическом пособии приведены основные неразрушающие методы, согласно нормативным требованиям, на испытания бетона в несущих железобетонных конструкциях, а также примеры их применения в условиях строительной площадки.

Глава I

Неразрушающие методы определения прочности бетона в железобетонных конструкциях и их классификация

Согласно ГОСТу 18105-2010 «Правила контроля и оценки прочности» [4], неразрушающие методы контроля разделены на прямые и косвенные. К прямым относятся методы определения прочности бетона, не требующие обязательной градуировки: методы отрыва со скалыванием и метод скалывания ребра.

Косвенные методы неразрушающего контроля – это методы определения прочности бетона по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетона, определенной одним из разрушающих или прямых неразрушающих методов, и косвенными характеристиками прочности, определяемыми по ГОСТу 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» [1] и ГОСТу 17624-12-2012 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» [2].

Косвенные методы основаны на эмпирически полученных зависимостях прочности бетона и его твердости, т. е. на способности сопротивляться прониканию в него твердых предметов и скорости прохождения ультразвука. Приборы, применяемые для оценки прочности бетона по его твердости, можно разделить на две группы: приборы, у которых ударник проникает в поверхностный слой бетона, и приборы с ударником, не проникающим в бетон.

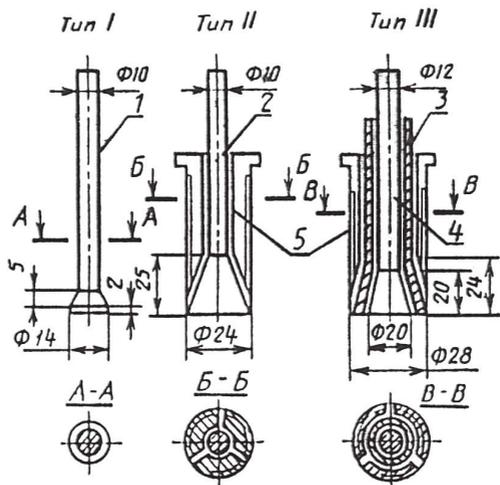
При выполнении испытаний точки испытаний в железобетонных конструкциях необходимо выбирать после изучения устройства каркасов, их армирования и фактического расположения арматуры в зоне испытаний для исключения ее влияния на результаты испытаний.

1.1. Прямые методы неразрушающего контроля по определению прочности бетона в конструкциях

1.1.1. Метод отрыва со скалыванием

Для определения прочности бетона в конструкциях предварительно устанавливают градуировочную зависимость между прочностью бетона и косвенной характеристикой прочности (в виде графика, таблицы или формулы).

При испытании методом отрыва со скалыванием могут применяться различные анкерные устройства. В случаях если применяются анкерные устройства, которые представлены на *ил. 1*, согласно ГОСТу 22690-2015 [1], допускается не строить градуировочную зависимость по данному бетону.



Ил. 1. Типы анкерных устройств для стандартной схемы испытаний

При использовании анкерных устройств, приведенных на *ил. 1*, прочность бетона R (МПа) можно вычислять по градуировочной зависимости по формуле:

$$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P, \quad (1.1)$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва и принимаемый равным 1 при крупности менее 50 мм и 1,1 – при крупности 50 мм и более; m_2 – коэффициент пропорциональности для перехода от усилия вырыва (кН) к прочности бетона (МПа); P – усилие вырыва анкерного устройства (кН).

При испытании тяжелого бетона прочностью 10 МПа и более и керамзитобетона прочностью от 5 до 40 МПа значения коэффициента пропорциональности m_2 в зависимости от условий твердения бетона принимают по *табл. 1.1*.

Таблица 1.1

**Значения коэффициента пропорциональности m_2
в зависимости от условий твердения бетона**

Условие твердения бетона	Тип анкерного устройства	Предполагаемая прочность бетона, МПа	Глубина заделки анкерного устройства, мм	Значение коэффициента m_2 для бетонов	
				тяжелого	легкого
Естественное	I	≤50	48	1,2	1,2
		>50	35	2,4	-
	II	≤50	48	0,9	1,0
		>50	30	2,5	-
	III	≤50	35	1,5	-

Условие твердения бетона	Тип анкерного устройства	Предполагаемая прочность бетона, МПа	Глубина заделки анкерного устройства, мм	Значение коэффициента m_2 для бетонов	
				тяжелого	легкого
Тепловая обработка	I	≤ 50	48	1,3	1,2
		> 50	35	2,6	-
	II	≤ 50	48	1,1	1,0
		> 50	35	2,7	-
	III	≤ 50	35	1,8	-

В настоящее время в качестве технических средств для выполнения измерений и испытаний российскими производителями выпущено и зарегистрировано в Госреестре средств измерений РФ и стран СНГ много приборов для данного метода. Рассмотрим некоторые из них: ПОС-50МГ4, ОНИКС-ОС (ил. 2) и ГПНС-4 (ил. 4). Для внутренних текущих испытаний инженерами по строительному контролю, согласно операционному контролю качества, в строительных организациях допускается использование и других приборов, в том числе иностранного производства.

Принцип работы прибора ОНИКС-ОС (тип анкера II) для выполнения испытаний методом отрыва со скалыванием состоит в следующем. Вращая ручку прибора, подают масло в рабочий цилиндр, при этом находящийся в нем поршень поднимается, сжимая возвратную пружину.

Перемещаясь вверх, поршень, соединенный с анкерным устройством с помощью специального штока и подвесной муфты, вырывает анкерное устройство с частью бетона. Цифровой манометр фиксирует максимальное давление на рабочий поршень, соответствующее усилию вырыва. Возвратная пружина после выдергивания анкерного устройства обеспечивает возврат поршня в исходное положение. Прибор ОНИКС-ОС в процессе испытания опирается двумя ножками на бетонную поверхность, поэтому очень важно обеспечить центрирование анкерного устройства при его установке и совмещение его оси с усилием вырыва (ил. 3).



Ил. 2. Прибор ОНИКС-ОС



Ил. 3. Определение прочности бетона методом отрыва со скалыванием прибором ОНИКС-ОС в железобетонной плите перекрытия

Прибор ГПНС-4 (ил. 4) представляет собой гидравлический пресс-насос, работающий с анкерным устройством типа Ш. При создании давления в цилиндре рабочий поршень давит на опорный стержень, который упирается в дно шпура. Полюй разжимной конус, соединенный с корпусом прибора, перемещается при этом в противоположном направлении и, раздвигая сегменты щеки, разрушает (скалывает) бетон. При использовании ГПНС-4 становятся ненужными операции по центрированию (ил. 5).



Ил. 4. Прибор для определения прочности бетона ГПНС-4



Ил. 5. Определение прочности бетона в железобетонной конструкции стены прибором ГПНС-4

Проведение испытания методом отрыва со скалыванием

При испытании методом отрыва со скалыванием участки конструкции должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Испытания проводят в следующей последовательности:

– определяют фактическое расположение арматурных каркасов такими приборами, как «Поиск», ИПА-МГ4.01, ИЗС-10Н (*ил. 9, 10*), Profometer5+ (*ил. 11*);

– в железобетонной конструкции в зоне, свободной от арматуры, сверлят или пробивают шпур, размер которого выбирают в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора в зависимости от типа анкерного устройства, если анкерное устройство не было установлено до бетонирования;

– в шпуре закрепляют анкерное устройство на глубину, предусмотренную инструкцией по эксплуатации прибора, в зависимости от типа анкерного устройства;

– прибор соединяют с анкерным устройством;

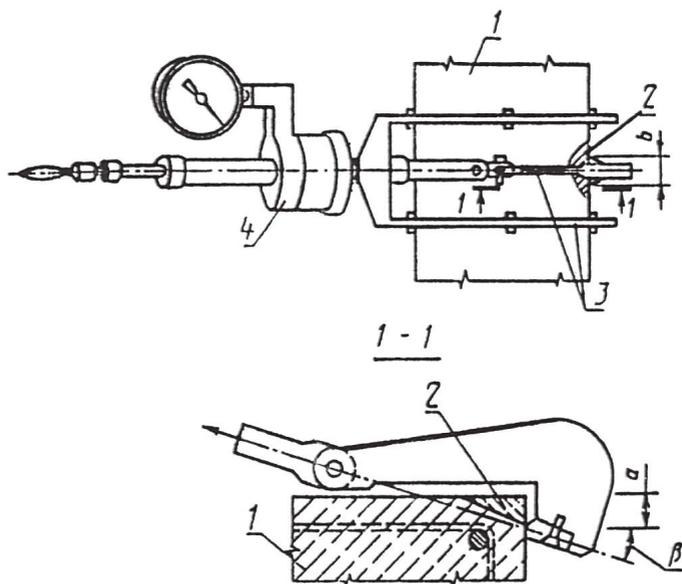
– нагрузку увеличивают со скоростью 1,5–3,0 кН/с;

– фиксируют показание силоизмерителя прибора и глубину вырыва с точностью не менее 1 мм.

Если наибольший и наименьший размеры вырванной части бетона от анкерного устройства до границ разрушения по поверхности конструкции отличаются более чем в два раза, а также если глубина вырыва отличается от глубины заделки анкерных устройств более чем на 5%, то результаты испытаний допускается учитывать только для ориентировочной оценки прочности бетона.

Определение прочности бетона в железобетонной конструкции методом скалывания ребра

Принципиальная схема испытания методом скалывания ребра при определении прочности бетона в конструкции представлена на *ил. 6*.



Ил. 6. Принципиальная схема испытания методом скалывания ребра:
 1 – испытуемая конструкция; 2 – скалываемый бетон;
 3 – захватное устройство; 4 – прибор ГПНС-4

При испытании методом скалывания ребра на участке испытания не должно быть трещин, сколов бетона, наплывов или раковин высотой (глубиной) более 5 мм. Участки должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Испытание проводят в следующей последовательности:

- прибор закрепляют на конструкции, прикладывают нагрузку со скоростью не более $1 \pm 0,3$ кН/с;
- фиксируют показание силоизмерителя прибора;
- измеряют фактическую глубину скалывания.

Результаты испытания не учитываются, если при скалывании бетона была обнажена арматура и фактическая глубина скалывания отличалась от заданной более чем на 2 мм.

В настоящее время метод скалывание ребра практически не применяют.

1.2. Косвенные методы испытания для определения прочности бетона в железобетонных конструкциях

1.2.1. Метод упругого отскока с примерами вычисления

Для проведения испытания данным методом используют приборы ОМШ-1 и швейцарские портативные приборы-склерометры, в частности молотки Шмидта (*ил. 7, 8*).



Ил. 7. Прибор-склерометр молоток Proceq



Ил. 8. Определение прочности бетона методом упругого отскока прибором-склерометром молотком Шмидта

Величина упругого отскока является косвенной характеристикой. Для определения зависимости прочности бетона от косвенной характеристики (величины упругого отскока) устанавливают градуировочную зависимость для каждого конкретного вида бетона по методике, приведенной ниже.

Методика и пример установления градуировочных зависимостей и оценка их погрешности

Уравнение зависимости «косвенная характеристика – прочность» принимают линейным по формуле:

$$R_H = a_0 + a_1 \cdot H, \quad (2.1)$$

где R_H – прочность бетона, МПа; H – косвенная характеристика.

Коэффициенты a_0 и a_1 рассчитывают по формулам:

$$a_0 = \bar{R}_\phi - a_1 \cdot \bar{H}, \quad (3.1)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (H_i - \bar{H}) \cdot (R_{i\phi} - \bar{R}_\phi)}{\sum_{i=1}^N (H_i - \bar{H})^2} \quad (4.1)$$

Средние значения прочности \bar{R}_ϕ , определенные испытанием контрольных образцов по ГОСТу 10180-90 [7], кернов или методом отрыва со скалыванием \bar{H} , и косвенных характеристик, необходимых для определения этих коэффициентов, рассчитывают по формулам:

$$\bar{R}_\phi = \frac{\sum_{i=1}^N R_{i\phi}}{N}, \quad (5.1)$$

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}, \quad (6.1)$$

где $R_{i\phi}$ и H_i – соответственно значения прочности и косвенной характеристики для отдельных серий образцов, испытанных по ГОСТу 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным

образцам» [7]; N – число серий (или отдельных образцов), использованных для построения градуировочной зависимости.

После построения градуировочной зависимости по формуле (2.1) производят ее корректировку отбраковкой единичных результатов испытаний, не удовлетворяющих условию:

$$\frac{|R_{iH} - R_{i\phi}|}{S_T} \leq 2, \quad (7.1)$$

где S_T – остаточное среднее квадратическое отклонение, определенное по формуле:

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{i\phi} - R_{iH})^2}{N-2}}, \quad (8.1)$$

где R_{iH} – прочность бетона в i -той серии образцов, определенная по градуировочной зависимости по формуле

$$R_{iH} = a_0 - a_i \cdot H_i \quad (9.1)$$

После отбраковки градуировочную зависимость устанавливают заново по формулам (3.1–5.1) по оставшимся результатам испытания.

Погрешность определения прочности бетона по установленной зависимости оценивают по формуле:

$$\frac{S_T}{R_{\phi}} \cdot 100\% \geq 12\% \quad (10.1)$$

Если неравенство верно, то проведение контроля и оценка прочности по полученной зависимости не допускаются.

Проверку градуировочной зависимости проводят не реже одного раза в 2 месяца. Для этого изготавливают не менее 6 серий

образцов в соответствии с ГОСТом 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [7]. Для каждой серии образцов определяют единичные значения косвенной характеристики H_i и прочности бетона по данным испытания на прессе $R_{i\phi}$ (по ГОСТу 10180-90).

В соответствии с установленной градуировочной зависимостью по полученным косвенным характеристикам определяют прочность бетона. Вычисляют среднее значение косвенных характеристик по формуле:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (11.1)$$

где n – число серий, испытанных для проверки градуировочной зависимости.

Затем разделяют испытанные серии образцов, единичные значения косвенной характеристики которых не превышают их среднее значение \bar{H} : $H_i < \bar{H}$.

Ко второй группе относят все остальные серии, т.е. те, у которых $H_i \geq \bar{H}$.

Градуировочная зависимость допускается к дальнейшему применению при одновременном выполнении следующих условий:

1) Разность $R_{i\phi} - R_{iH}$ не имеет одинакового знака в пяти из шести испытанных серий образцов.

2) Среднее квадратическое отклонение S_n прочности бетона в испытанных сериях, определенное по формуле

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{i\phi} - R_{iH})^2}{n-1}}, \quad (12.1)$$

не должно превышать более чем в полтора раза среднее квадратическое отклонение используемой градуировочной зависимости:

$$S_n > 1,5S_T \quad (13.1)$$

3) Значение разности ($R_{i\phi} - R_{iH}$) не должно иметь одинакового знака для серий образцов первой и второй групп.

При невыполнении хотя бы одного из условий градуировочную зависимость устанавливают заново.

Пример. Прочность бетона проектного класса по прочности В20 контролируют методом отскока молотком Шмидта. Для установления зависимости между значениями отскока и прочности бетона было испытано в течение 5 суток 20 серий образцов-кубов размером 100×100×100 мм ($N=20$). Средние результаты по каждой серии приведены в *табл. 2.1*.

Таблица 2.1

Средние результаты определения прочности бетона проектного класса по прочности В20 методом отскока молотком Шмидта по каждой серии

Номер серии	Значение косвенной характеристики Н	Прочность бетона, МПа			$\frac{R_{iH} - R_{i\phi}}{S_T}$	
		по результатам на сжатие $R_{i\phi}$	по градуировочной зависимости R_{iH}		до отбраковки	после отбраковки
			до отбраковки	после отбраковки		
1	2	3	4	5	6	7
1	17,7	18,7	22,75	22,72	1,72	1,91
2	18,6	26,7	25,90	25,96	0,34	0,35
3	17,8	24,0	23,10	23,08	0,38	0,44
4	18,1	23,6	24,15	24,16	0,23	0,27
5	16,0	16,0	16,80	16,60	0,34	0,29
6	19,2	27,6	28,00	28,12	0,17	0,25

Номер серии	Значение косвенной характеристики \bar{H}	Прочность бетона, МПа			$\frac{R_{iH} - R_{i\phi}}{S_T}$	
		по результатам на сжатие $R_{i\phi}$	по градуировочной зависимости R_{iH}		до отбраковки	после отбраковки
			до отбраковки	после отбраковки		
7	17,8	25,3	23,10	23,08	0,93	1,06
8	19,6	32,2	29,40	29,56	1,19	1,26
9	18,8	26,5	26,60	26,68	0,04	0,09
10	17,8	22,2	23,10	23,08	0,38	0,42
11	16,4	18,4	18,20	18,04	0,08	0,17
12	19,2	31,8	28,00	28,12	1,61	1,75
13	18,5	23,5	25,55	25,60	0,87	1,00
14	19,1	24,4	27,65	27,76	1,38	1,60
15	17,6	20,4	22,40	22,36	0,85	0,93
16	19,2	31,3	28,00	28,12	1,40	1,51
17	18,4	24,9	25,20	25,24	0,13	0,17
18	18,8	26,2	26,60	26,68	0,17	0,23
19	17,2	25,8	21,00	-	2,03	-
20	17,3	21,0	21,35	21,28	0,15	0,13

Среднее значение прочности \bar{R}_ϕ и значение отскока \bar{H} вычисляем по формулам (5.1) и (6.1):

$$\bar{R}_\phi = \frac{18,7 + 26,7 + \dots + 21}{20} = 24,5 \text{ МПа}$$

$$\bar{H} = \frac{17,7 + 18,6 + \dots + 17,3}{20} = 1,2.$$

Вычисляем по формулам (4.1) и (3.1) значения коэффициентов a_1 и a_0 :

$$a_1 = \frac{(17,7 - 18,2) \cdot (18,7 - 24,5) + (18 - 18,2) \cdot (26,7 - 24,5) + \dots}{(17,7 - 18,2)^2 + (18,6 - 18,2)^2 + \dots} + \frac{(17,3 - 18,2) \cdot (21 - 24,5)}{(17,3 - 18,2)^2} = 3,5$$

$$a_0 = 24,5 - 3,5 \cdot 18,2 = -39,2.$$

Таким образом, градуировочную зависимость представляем в виде уравнения $R_H = 3,5 \cdot H - 39,2$.

Значения прочностей R_{iH} , рассчитанные по градуировочной зависимости, приведены в *табл. 2.1*.

Остаточное среднее квадратическое отклонение, определенное по формуле (8.1), составит:

$$S_T = \sqrt{\frac{(18,7 - 22,75)^2 + (26,7 - 25,)^2 + \dots + (21 - 2,35)^2}{20 - 2}} = 2,36 \text{ МПа}$$

Сравнивая значение фактической прочности $R_{i\phi}$ в сериях образцов с прочностью R_{iH} , определенной по градуировочной зависимости (см. *табл. 2.1*), устанавливаем, что условие формулы (7.1) не выполняется для серии 19, которая подлежит отбраковке.

По оставшимся 19 сериям образцов рассчитывают новые значения \bar{R}_ϕ , \bar{H} и коэффициентов a_0 и a_1 :

$$\bar{R}_\phi = 24,5 \text{ МПа}; \bar{H} = 18,2,$$

$$a_1 = 3,6; a_0 = -41.$$

Определим значение R_{iH} (см. *табл. 2.1*) и рассчитаем среднее квадратическое отклонение $S_T = 2,1 \text{ МПа}$.

Для скорректированной градуировочной зависимости по всем сериям образцов условие формулы (7.1) теперь удовлетворяется (см. *табл. 2.1*). Таким образом, дальнейшую корректировку проводить не требуется. Искомую градуировочную зависимость представляем в виде уравнения:

$$R_H = 3,6 \cdot H - 41.$$

По формуле (10.1) определим погрешность полученной зависимости. Поскольку

$$\frac{2,1}{24,5} \cdot 100\% = 8,57 < 12\%,$$

то определение прочности бетона может производиться по установленной градуировочной зависимости.

Перед проведением испытания необходимо определить расположение арматурного каркаса, так как согласно ГОСТу 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» [1] при испытании любым косвенным методом, в том числе и методом упругого отскока, расстояние от мест проведения испытания до арматуры должно быть не менее 50 мм.

Определение места расположения арматуры в железобетонных конструкциях, ее диаметра и защитного слоя бетона

Поиск арматуры в конструкциях проводят по методике ГОСТа 22904-2012 «Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения, диаметра арматуры» [3]. Для этого используют отечественные приборы «Поиск», ИПА-МГ4.01, ИЗС-10Н (ил. 9, 10) и другие, а также приборы зарубежных производителей, например, *Profometer5+* (ил. 11).



Ил. 9. Определение диаметра арматуры прибором «Поиск»



Ил. 10. Определение нахождения арматуры, ее диаметра, защитного слоя бетона приборами ИПА-МГ4.01, ИЗС-10Н в конструкции железобетонной плиты

Определение расположения арматуры прибором «Поиск» проводится по показанию микроамперметра. Где показания окажутся ниже, там и расположен арматурный стержень. Места обнаружения стержней обозначаются прямо на поверхности конструкции. Данный прибор может как находить арматуру, так и показывать толщину защитного слоя бетона и диаметр арматуры. Другим, более простым прибором является тестер *Elcometer* (ил. 12).

Наиболее сложным и многофункциональным прибором для поиска арматуры является прибор компании *Hilti* «Фероскан» (ил. 13). Данный прибор в автоматическом режиме определяет места расположения, диаметр арматуры, толщину защитного слоя бетона и дает полную трехмерную модель расположения арматуры. Глубина сканирования всех этих приборов составляет 120 мм.



Ил. 11. Определение нахождения арматуры, ее диаметра, защитного слоя бетона прибором Profometer5+ в конструкции монолитной железобетонной стены



Ил. 12. Определение нахождения арматуры, ее диаметра, защитного слоя бетона прибором Elcometer



Ил. 13. Определение нахождения арматуры, ее диаметра, защитного слоя бетона прибором «Фероскан»

Примеры конструкций со сложным расположением арматурного каркаса представлены на *ил. 14* и *15*.



Ил. 14. Пересечение арматурных каркасов



Ил. 15. Смещение арматурных каркасов

После поиска арматуры и определения мест испытания производят измерение методом упругого отскока в следующей последовательности:

– прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно к испытываемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора, при этом положение прибора при испытании конструкции относительно горизонтали рекомендуется принимать таким же, как при испытании образцов для установленной градуировочной зависимости. При другом положении необходимо вносить поправку на показания в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

– фиксируют значение косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

– вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.

После завершения испытаний происходит градуировка прибора по показаниям прямого испытания (метод отрыва со скалыванием), поэтому при обследовании конструкций допускается применять методы упругого отскока, ударного импульса или пластической деформации, используя градуировочную зависимость, установленную для бетона, отличающегося от испытываемого (по составу, возрасту, условиям твердения, влажности), с уточнением ее в соответствии с методикой, приведенной ниже.

Методика уточнения градуировочной зависимости косвенных испытаний при определении прочности бетона по прямому методу отрыва со скалыванием

Значение прочности бетона, определенное с использованием градуировочной зависимости, установленной для бетона, отличающегося от испытываемого, умножают на коэффициент K_c , значение которого определяют по формуле:

$$K_c = \frac{\sum_1^n R_i}{\sum_1^n R_y}, \quad (14.1)$$

где R_i – прочность бетона в участке, определяемая методами отрыва со скалыванием, скалывания ребра или испытанием кернов по ГОСТу 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [7]; R_y – то же, методами упругого отскока, ударного импульса или пластической деформации; n – принимается не менее трех.

Значение прочности бетона не должно отличаться от среднего значения по градуировочной зависимости более чем на $\pm 30\%$.

Значение прочности бетона, определенное с коэффициентом K_c , может быть использовано только в том случае, если полученное значение прочности бетона не выходит за пределы значений, которые могут соответствовать проектной прочности конструкции.

1.2.2. Метод пластической деформации

Испытание методом пластической деформации проводят приборами отечественных и зарубежных производителей, такими как *Silver Schmidt* (Швейцария) (ил. 16), прибором, разработанным А. И. Крюковым и Н. В. Гавриловым в Ленинградском инженерно-строительном институте (ЛИСИ, сейчас СПбГАСУ) (ил. 17). Расстояние от места проведения испытания на поверхности конструкции до стержней армирования должно быть не более 50 мм.

Испытание проводят в следующей последовательности:

- прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно к испытываемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора; при сферическом инденторе для облегчения измерений диаметров отпечатков испытание допускается проводить через листы копировальной и белой бумаги (в этом случае образцы для установления градуировочной зависимости испытывают с применением такой же бумаги);

- фиксируют значения косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.



Ил. 16. Испытания по определению прочности бетона прибором Silver Schmidt



Ил. 17. Определение прочности бетона прибором, разработанным в ЛИСИ (СПбГАСУ)

1.2.3. Метод ударного импульса

Испытания проводят прибором ИПС-МГ4 (ил. 18, 19) в следующей последовательности:

– прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно к испытываемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора; при этом положение прибора при испытании конструкции относительно горизонтали рекомендуется принимать таким же, как при испытании образцов для установления градуировочной зависимости; при другом положении необходимо вносить поправку на показания в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

– фиксируют значение косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

– вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.

Приборы для проведения испытаний методом ударного импульса в настоящее время выпускаются челябинскими производственными объединениями: ИПС-МГ4, ИПС-МГ4.01, ИПС-МГ4.02, ИПС-МГ4.03 производит СКБ «Стройприбор», Оникс 2.5, Оникс 2.6 – НПП«Интерприбор».



Ил. 18. Прибор ИПС-МГ4



Ил. 19. Испытания по определению прочности бетона прибором ИПС-МГ4

1.2.4. Определение прочности бетона методом отрыва

Испытание проводят прибором ПОС-МГ4 (ил. 20, 21) в следующей последовательности:

- в месте приклейки пластины снимают поверхностный слой бетона глубиной 0,5–1 мм и поверхность очищают от пыли;
- пластину приклеивают к бетону так, чтобы слой клея на поверхности бетона не выходил за пределы диска;
- прибор соединяют с диском (ил. 20);
- нагрузку плавно увеличивают со скоростью $1 \pm 0,3$ кН/с;
- фиксируют показание силоизмерителя прибора;
- измеряют площадь проекции поверхности отрыва на плоскости пластины с погрешностью $\pm 0,5$ см²;
- определяют значение условного напряжения в бетоне при отрыве.

Результаты испытаний не учитывают, если при отрыве бетона была обнаружена арматура или площадь проекции поверхности отрыва составила менее 80% площади пластины.



Ил. 20. Соединение прибора ПОС-МГ4 с диском и приклеенной пластиной



Ил. 21. Испытание прибором ПОС-МГ4

Глава II

Ультразвуковые методы испытаний при определении прочности бетона в железобетонных конструкциях

Сущность ультразвукового импульсного метода состоит в измерении скорости распространения через бетон переднего фронта продольной ультразвуковой волны (скорости ультразвука).

Для измерения скорости ультразвука необходимо знать время прохождения ультразвука на участке определенной длины, называемой *базой прозвучивания*.

Принцип работы ультразвуковых приборов состоит в следующем. Электронный генератор высокочастотных импульсов периодически посылает электрические импульсы на излучатель. В последнем имеется пьезобатарея, обычно состоящая из кристаллов сегнетовой соли, преобразующей электрические импульсы в ультразвуковые механические волны. Из излучателя ультразвуковые волны проходят через исследуемый бетонный элемент и попадают на шуп-приемник. В приемнике ультразвуковые колебания преобразуются в электрические импульсы, направляемые в усилитель. Усиленный импульс попадает на индикатор – электронно-лучевую трубку. Имеющееся в приборе электронное устройство, называемое «ждущая задержанная развертка», включается одновременно с пуском импульсного генератора. Развертка смещает электронный луч по экрану электронно-лучевой трубки слева направо, и при этом в левой части

экрана индикатора возникает вертикальная отметка, соответствующая моменту посылки импульсов, а в правой части – изображение прошедших через бетон ультразвуковых импульсов. Электронный генератор создает на экране индикатора электронную шкалу меток времени в виде вертикальных отметок с определенными интервалами, по числу которых определяют время прохождения ультразвукового импульса через бетон.

В приборах последних моделей амплитуду временного интервала между зондирующим и прошедшим через бетон импульсами измеряют малогабаритным цифровым вольтметром.

Ультразвуковые методы контроля применяются для контроля прочности бетона монолитных конструкций при снятии опалубки, контроля передаточной прочности бетона предварительно напряженных конструкций, отпускной прочности бетона сборных конструкций. Прибор применяется также для определения прочности бетона при инженерных обследованиях эксплуатируемых железобетонных конструкций. Ультразвуковой метод может использоваться для контроля прочности бетона классов В 7,5 – В 50 на сжатие, в том числе при контроле прочности бетона в промежуточном возрасте.

Ультразвуковые измерения проводятся способом сквозного (ил. 22) и поверхностного прозвучивания (ил. 23, 24).



Ил. 22. Испытания методом сквозного прозвучивания



Ил. 23. Определение прочности бетона методом поверхностного прозвучивания в монолитной железобетонной стене



Ил. 24. Определение прочности бетона методом поверхностного прозвучивания в монолитной железобетонной колонне

Прочность бетона определяют по экспериментально установленным градуировочным зависимостям «скорость распространения ультразвука – прочность бетона» или «время распространения ультразвука – прочность бетона» в соответствии с принятым режимом в каждом приборе.

2.1. Методика проведения испытания ультразвуковым методом

Испытания, как правило, проводят при положительной температуре бетона и окружающей среды. Допускается проведение испытаний при температуре не ниже -10°C при условии, что относительная влажность воздуха не превышает 70%, с предварительным отоплением поверхности конструкции в зоне испытаний до $0/+1^{\circ}\text{C}$.

Градуировочная зависимость устанавливается на основании данных ультразвуковых испытаний контрольных кубов $150\times 150\times 150$ мм из бетонов разных классов прочности и последующих испытаний их под прессом или параллельных испытаний одних и тех же участков конструкций ультразвуковым методом и методом отрыва со скалыванием по ГОСТу 22690-2015 [1] в теле монолитных конструкций в условиях стройплощадки.

Возможно также построение градуировочной зависимости по данным ультразвуковых испытаний участков конструкций и испытания образцов-кернов, вырезанных из тех же участков конструкций, в соответствии с ГОСТом 28570-90 [8].

При контроле прочности бетона монолитных конструкций и определении прочности бетона конструкций при инженерных обследованиях наиболее удобно строить градуировочную зависимость по данным параллельных испытаний ультразвуковым прибором и методом отрыва со скалыванием.

2.2. Построение градуировочной зависимости

При построении градуировочной зависимости на образцах-кубах используются кубы с ребром размером не менее 150 мм.

Для контроля градуировочной зависимости используется не менее 15 серий образцов-кубов по ГОСТу 10180-90 [7], не менее 24 отдельных образцов-кубов.

Кубы изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТа 10180-90 [7] из бетона того же номинального состава, по той же технологии, при том же режиме твердения, что и конструкции, подлежащие контролю. Допускается изготовление до 40% общего числа образцов из бетонной смеси, состав которой отличается от номинального по цементно-водному отношению (M_c/M_w) не более чем на 0,4.

Возраст образцов при испытании под прессом не должен отличаться от возраста бетона испытываемой конструкции более чем на 25%.

Ультразвуковые испытания образцов проводят непосредственно перед испытанием их на прессе. Испытания проводят по схеме, приведенной на *ил. 25*.

Число измерений на каждом образце должно быть не менее четырех.

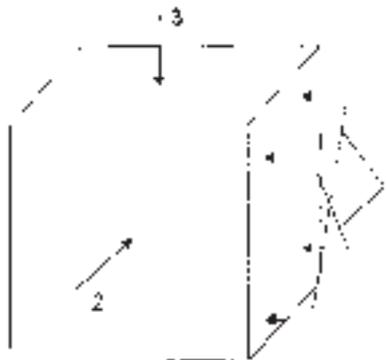
Отклонение отдельного результата измерения скорости (времени) распространения ультразвука в каждом образце от среднего арифметического значения результатов измерений для данного образца не должно превышать 2%. Результаты измерения скорости (времени) распространения ультразвука в образцах, не удовлетворяющих этому условию, не учитывают при расчете среднего арифметического значения скорости (времени) распространения ультразвука в данной серии образцов или в отдельном образце.

Градуировочную зависимость устанавливают по единичным значениям скорости (времени) ультразвука и прочности бетона. За единичное значение прочности бетона принимают среднюю прочность бетона в серии образцов, определенную по ГОСТу 10180-90 [7], или прочность бетона отдельного образца. За единичное значение скорости (времени) ультразвука принимается среднее арифметическое значение этих величин в серии образцов или в отдельном образце, используемых для определения единичного значения прочности.

При построении градуировочной зависимости по данным параллельных испытаний ультразвуковым методом и методом отрыва со скалыванием на подлежащих испытанию конструкциях или их зонах сначала проводят предварительное ультразвуковое измерение

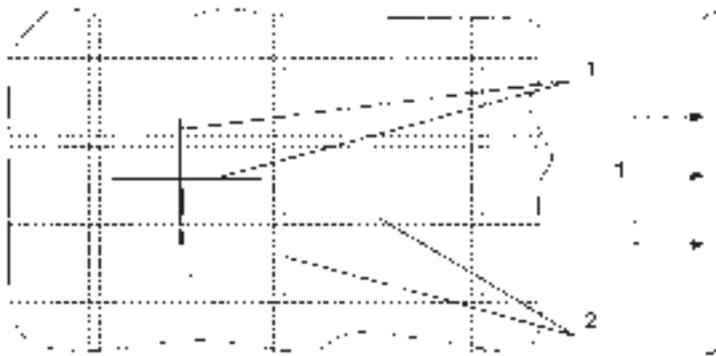
и определяют участки с минимальной, максимальной и близкой к средней скорости (времени) распространения ультразвука.

Из числа участков, на которых проводились предварительные измерения, для расчетов отбирается не менее 15 участков.



Ил. 25. Зоны испытаний на контрольных образцах-кубах, выполненных из товарной бетонной смеси, отобранной до начала ее приемки в опалубку монолитной железобетонной конструкции:

1 – направление прозвучивания;
2 – направление бетонирования;
3 – направление испытания под прессом



Ил. 26. Зоны испытаний в конструкции:
1 – положение прибора при испытании;
2 – расположение арматуры

Возраст бетона в отдельных участках не должен отличаться более чем на 25% от среднего возраста бетона зоны самой конструкции или группы конструкций, подлежащих контролю. Исключение составляет построение градуировочной зависимости для определения

прочности бетона при проведении инженерных обследований, когда различие в возрасте не регламентируется.

В каждом участке магнитным прибором (ИЗС-10Н или др.) определяется положение арматуры, а затем ультразвуковым прибором проводят не менее двух измерений скорости (времени) распространения ультразвука. Измерения проводятся в двух взаимно перпендикулярных направлениях. При прозвучивании в направлении параллельном арматуре линия прозвучивания располагается между арматурными стержнями (*ил. 26*).

Отклонение отдельных результатов измерений скорости (времени) распространения ультразвука на каждом участке от среднего арифметического значения результатов измерений для данного участка не должно превышать 2%. Результаты измерений, не удовлетворяющие этому условию, не учитываются при вычислении среднего арифметического значения скорости (времени) распространения ультразвука для данного участка.

После этого методом отрыва со скалыванием по ГОСТу 22690-2015 [1] определяется прочность бетона участков.

Градуировочную зависимость устанавливают, принимая за единичные значения среднее значение скорости (времени) распространения ультразвука в участке и прочность бетона участка. Построение градуировочной зависимости по данным испытаний отобранных образцов производится в последовательности, установленной в ГОСТе 28570-90 [8].

Установление, проверку градуировочной зависимости и оценку ее погрешности проводят в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 4 к ГОСТу 17624-2012 [2].

Пример установления градуировочной зависимости и оценки ее погрешности приведен в Приложении 5 к ГОСТу 17624-2012.

Допускается проводить построение линейной градуировочной зависимости вида:

$$R = a + BV \text{ или } R = a + BT, \quad (2.1)$$

где R – прочность бетона; V и T – соответственно скорость и время распространения ультразвука.

При этом коэффициент корреляции должен быть не менее 0,7, а значение относительной стандартной погрешности для средней прочности бетона всех участков $< 0,12$.

Проверка градуировочной зависимости производится в соответствии с Приложением 4 к ГОСТу 17624-2012 [2]. При этом, в случае ее построения по данным параллельных испытаний ультразвуковым методом и методом отрыва со скалыванием или по данным испытаний отобранных образцов, результаты испытаний кубов заменяются испытанием участков конструкций.

2.3. Методика экспертного контроля прочности бетона железобетонных конструкций в строящихся и эксплуатируемых сооружениях

Определение прочности бетона при экспертизе конструкций и сооружений проводят в зонах конструкций, изготовленных из бетона на одном виде крупного заполнителя. При этом измеряют время распространения ультразвука не менее чем в 10 участках контролируемой зоны конструкции. Вычисляют среднюю скорость ультразвука \bar{v} в контролируемой зоне.

В контролируемой зоне намечают участки, в которых измеренная скорость ультразвука имеет максимальное v_{\max} и минимальное v_{\min} значения, а также участок, где скорость ультразвука имеет величину v_n , наиболее близкую к средней скорости ультразвука \bar{v} .

Из каждого намеченного участка в соответствии с ГОСТом 10180-90 [7] выбуривают и испытывают не менее двух кернов. По данным испытаний кернов определяют значения прочностей $R_{ф. \max}$, $R_{ф. \min}$, $R_{ф. n}$ в участках, имеющих скорости ультразвука v_{\max} , v_{\min} , v_n .

Прочность бетона в любом участке контролируемой зоны конструкции определяют по уравнению:

$$R_H = a_0 + a_1 x, \quad (2.2)$$

где R_H – прочность бетона, МПа; x – скорость ультразвука в данной точке.

Коэффициенты a_1 и a_0 вычисляются по формулам:

$$a_1 = \frac{R_{\phi.\max} - R_{\phi.\min}}{V_{\max} - V_{\min}}, \quad (2.3)$$

$$a_0 = \frac{1}{2} \left[(R_{\phi.\min} + R_{\phi.n}) - a_1 (v_{\min} + v_n) \right], \quad (2.4)$$

2.4. Использование заложенной заводом-изготовителем приборов универсальной градуировочной зависимости для определения прочности бетона в конструкциях

В связи с тем, что в ряде случаев построение градуировочной зависимости затруднено или невозможно, допускается ориентировочное определение прочности бетона прибором с использованием универсальной градуировочной зависимости завода-изготовителя. Приведенная в базах приборов зависимость может использоваться только для ориентировочной оценки прочности бетона (при прочности от 10 МПа до 50 МПа) в конструкциях.

Рекомендуется уточнять зависимость для конкретных условий испытания по формуле:

$$K_c = \frac{\sum_1^n R_i}{\sum_1^n R_y}, \quad (2.5)$$

где R_i – прочность бетона в участке, определенная методом отрыва со скалыванием, или прочность бетона образца; R_y – то же по зависимости (2.2); n – число участков испытаний или число образцов (не менее пяти).

Значение коэффициента K_c должно находиться в пределах 0,7–1,3.

2.5. Применение ультразвукового метода для определения глубины трещин в железобетонных конструкциях

В настоящее время большую актуальность имеет проблема определения глубины трещин в теле конструкций. Метод основан

на способности ультразвука огибать трещины. Поэтому существует разница во времени прохождения ультразвуковых сигналов по сплошному бетону (ил. 27) и по бетону, имеющему в своей структуре поверхностные дефекты и микротрещины (ил. 28).

Ил. 27. Испытания по определению глубины трещин в железобетонной конструкции ультразвуковым прибором УК 1401



Ил. 28. Испытание по определению прочности бетона в конструкции без трещин поверхностным методом ультразвуковым прибором УК 1401

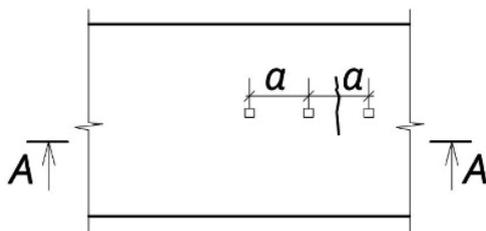


Схема испытаний и распространение ультразвуковой волны в конструкции в зоне трещины показаны на ил. 29 и 30. Испытание дает качественную оценку глубины дефектов и усредненное значение их глубины. При испытании ультразвуковым прибором УК 1401, в функциях которого заложено определение глубины трещин по представленной выше методике, время испытаний существенно сокращается.

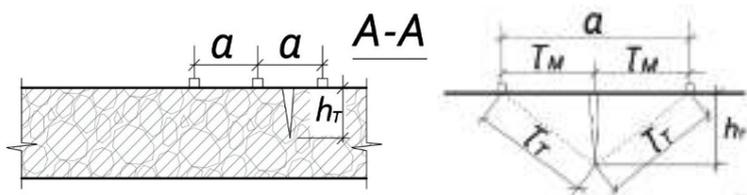
Глубина трещины вычисляется по формуле (2.6):

$$h_{\text{трещ}} = \frac{a}{2} \sqrt{\left(\frac{\tau_t}{\tau_M}\right)^2 - 1}, \quad (2.6)$$

где a – база установки датчиков прибора на поверхность конструкции; τ_t , τ_m – время распространения ультразвуковых колебаний на поверхности конструкции без трещины и на трещине.



Ил. 29. Точки определения скорости звука до трещины и по ней в железобетонной конструкции



Ил. 30. Схема распространения ультразвуковой волны в конструкции в зоне трещины

Глава III

Прямые и косвенные методы определения влажности и водонепроницаемости бетона в железобетонных конструкциях

3.1. Диэлькометрический метод определения влажности бетона

Диэлькометрический метод измерения влажности относится к косвенным методам и основан на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала от содержания в нем влаги при положительных температурах. Для измерения влажности строительных материалов или изделий при экспресс-контроле диэлькометрическим методом применяют электронные влагомеры российских производителей ВИМС-2.2, ВСКМ-12 и ВСМ-1 (ул. 31), а также импортные, например, *Testo 606-2* (ул. 32). Для проведения измерений влажности бетона на его поверхности выбирают чистые ровные участки размерами 50×50 мм, на которых не должно быть местных наплывов, вмятин и раковин глубиной более 3 мм и диаметром более 5 мм.

Число участков устанавливают из расчета один участок на 1 м² поверхности бетона, т.е. рисуют сетку с шагом 1 м. Температура поверхности бетона во время измерений должна быть не более 40°С. Устанавливают датчик влагомера поверхностного типа на контролируемый участок бетона и производят не менее пяти измерений.

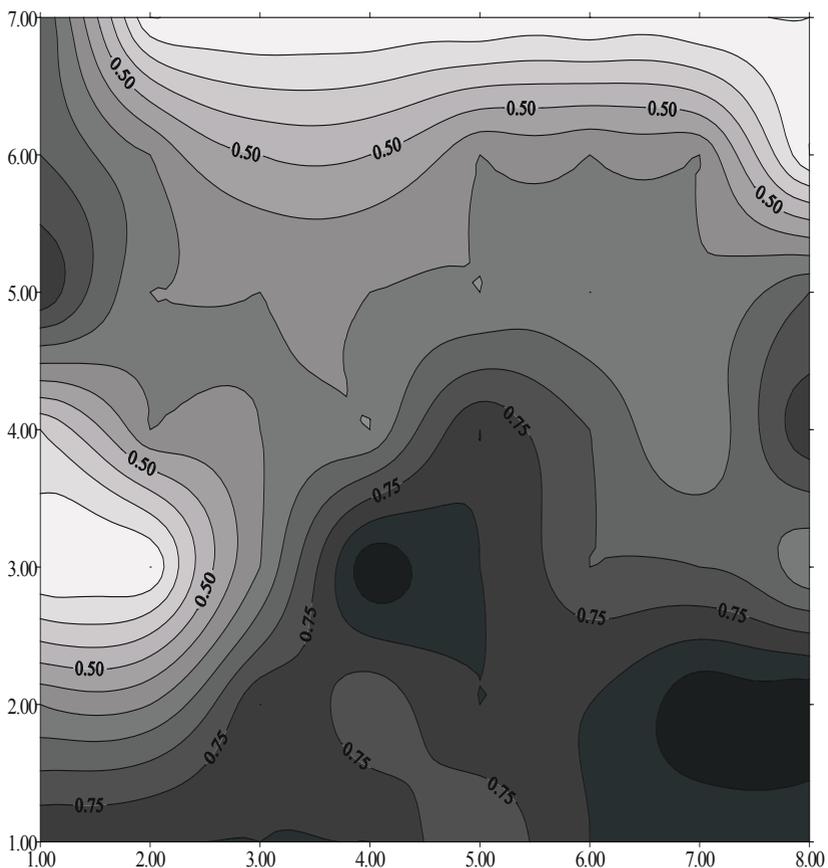


Ил. 31. Измерение влажности поверхности бетона прибором ВИМС-2.2



Ил. 32. Прибор Testo 606-2 для измерения влажности строительных материалов (бетон, кирпич, стяжки пола и штукатурки стен из цементного раствора)

По результатам замеров составляется карта влажности (ил. 33). В трех характерных местах проводится отбор образцов материала из тела конструкции, которые испытывают прямым методом по стандартной методике определения влажности в условиях строительной лаборатории. Определяя фактическую влажность в каждой точке, делают перерасчет полученных косвенных результатов с учетом поправочных коэффициентов.



Ил. 33. Карта влажности

3.2. Определение водонепроницаемости бетона методом мокрого пятна по образцам, выполненным при входном контроле из товарного бетона до бетонирования конструкций

Для определения водонепроницаемости бетона применяют установку любой конструкции, которая имеет не менее шести гнезд для крепления образцов бетона диаметром 150 мм, изготовленных из товарного бетона при входном контроле его качества. Установка обеспечивает возможность подачи воды к нижней торцевой поверхности образцов с возрастающим давлением, а также возможность наблюдения за состоянием верхней торцевой поверхности образцов бетона (ил. 34 и 35). Недостатком способа мокрого пятна для определения водонепроницаемости является его трудоемкость и длительность.



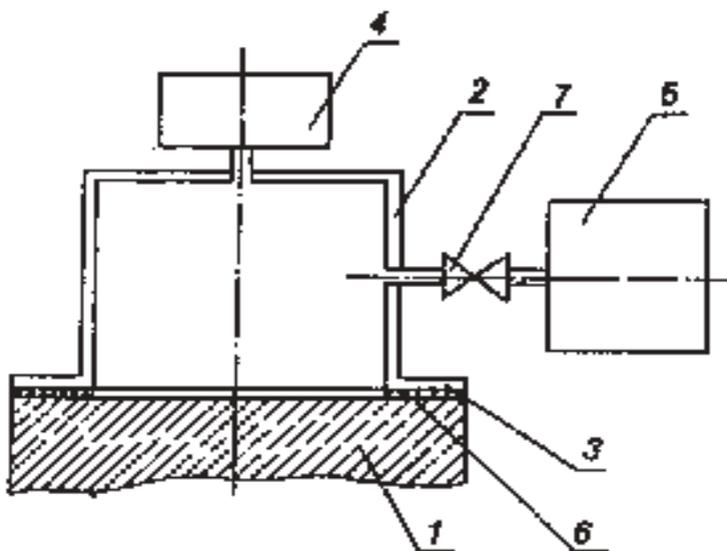
Ил. 34. Стационарная лабораторная установка для определения водонепроницаемости методом мокрого пятна



Ил. 35. Завершение испытания методом мокрого пятна
(на поверхности образцов, не прошедших испытание давлением воды,
появилась влага)

3.3. Определение водонепроницаемости бетона косвенным методом по воздухопроницаемости

Для уменьшения времени испытания существует ускоренный метод определения водонепроницаемости бетона по его воздухопроницаемости, который в настоящее время также применяется в условиях строительной площадки. Схема установки для определения водонепроницаемости представлена на *ил. 36*.



Ил. 36. Принципиальная схема установки для определения водонепроницаемости:
 1 — бетонный образец; 2 — камера устройства;
 3 — фланец камеры; 4 — вакуумметрический датчик;
 5 — вакуум-насос; 6 — герметизирующая мастика;
 7 — вентиль

Самым распространенным прибором для определения водонепроницаемости бетона косвенным методом по воздухопроницаемости отечественного производства является АГАМА-2Р. Перед испытанием на испытываемый контрольный образец накладывается специальная герметизирующая мастика. Затем на образец устанавливается прибор, опускаются рукоятки и создается разрежение (ил. 37), при этом необходимо, чтобы стрелка манометра зашла в красную зону 2 (ил. 38). Как только в камере прибора создано разрежение, сквозь бетон в камеру начинает просачиваться воздух. С падением давления в камере прибора стрелка манометра будет двигаться и попадет в сектор 1 (ил. 38). С этого момента прибор начнет автоматически считать время, за которое стрелка манометра покинет сектор 1.



Ил. 37. Определение водонепроницаемости бетона по образцам прибором АГАМА-2Р



Ил. 38. Прибор АГАМА-2Р

Время, в течение которого стрелка манометра находилась в секторе 1, и является воздухопроницаемостью данного бетона. По *табл. 1.3* или установленной градуировочной зависимости определяют марку бетона по водонепроницаемости W , соответствующую полученному значению a_c или m_c .

Таблица 1.3

Значения параметров для определения марки бетона по водонепроницаемости

Параметр воздухопроницаемости бетона a_c , см ³ /с	Сопротивление бетона прониканию воздуха m_c , с/см ³	Марка бетона по водонепроницаемости
0,325 – 0,224	3,1 – 4,5	W2
0,223 – 0,154	4,6 – 6,5	W4
0,153 – 0,106	6,6 – 9,4	W6
0,105 – 0,0728	9,5 – 13,7	W8
0,0727 – 0,0510	13,8 – 19,6	W10
0,0509 – 0,0345	19,7 – 29,0	W12
0,0344 – 0,0238	29,1 – 42,0	W14
0,0237 – 0,0164	42,1 – 60,9	W16
0,0163 – 0,0113	61,0 – 88,5	W18
0,0112 – 0,0077	88,6 – 130,2	W20

Данным прибором можно определять водонепроницаемость и в конструкциях (ил. 39) при условии, что их влажность не превышает 4%, а температура воздуха и испытываемой конструкции выше +5°C.

Этим методом можно достаточно оперативно проверить водонепроницаемость в нескольких местах конструкции.

Согласно требованиям законодательства, на испытания и измерения с выдачей официальных протоколов (приложения 1, 2) и заключений по результатам испытаний имеют право лаборатории, прошедшие проверку (аттестацию оборудования, персонала, помещений) в госструктурах Министерства строительства, которые имеют на это юридическое право. Например, в Санкт-Петербурге это ФБУ «ТЕСТ-СПб», с выдачей соответствующих свидетельств, а также ООО «РАСЭК» (приложение 3).



Ил. 39. Определение водонепроницаемости
в конструкции прибором АГАМА-2Р

В Санкт-Петербурге наиболее эффективными испытательными лабораториями признаны центры при ведущих вузах (Петербургском университете путей сообщения, Политехническом университете, Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете), Всероссийском научно-исследовательском институте гидротехники им. Б. Е. Веденеева.

Ведущие строительные холдинги (в соответствии с требованиями по осуществлению контроля качества при строительстве

зданий и сооружений) имеют свои строительные лаборатории. Наиболее известные из них в Петербурге – испытательная лаборатория ООО «Сотэкс» при холдинге «Балтрос», ИЦ «Прочность» при ПГУПС, ООО «ТН-Сервис» и др.

Посты мини-лаборатории обязаны быть оборудованы на всех заводах, выпускающих строительные железобетонные конструкции, строительные растворы и товарный бетон.

Ил. 40. Общественно-деловой комплекс «Лахта-центр» (главный офис государственной корпорации «Газпром»), Санкт-Петербург. Монтажные работы на отметке +462 м.



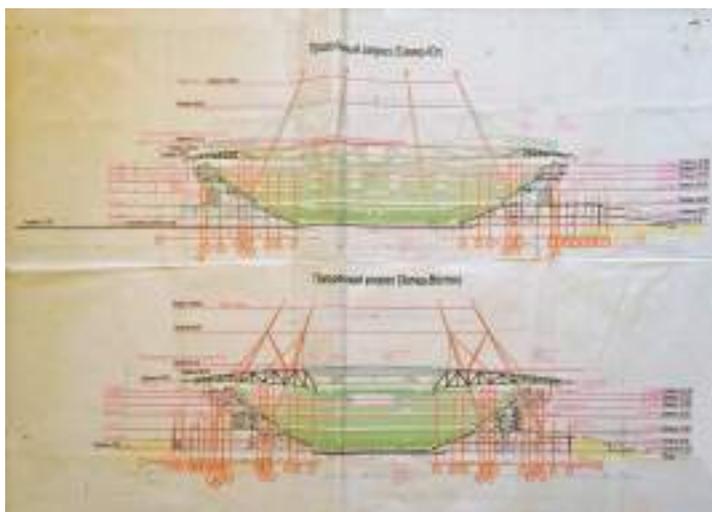
Башня символизирует своим силуэтом пламя и является уникальным объектом спиральной архитектуры. Пять крыльев башни поэтажно поворачиваются на $0,82^\circ$ относительно своих центров (примерно около 90° по всей высоте), уменьшаясь в размере по мере восхождения к вершине. Каркас здания выполнен из металлических конструкций и высокопрочных бетонов классов В60–80. Бетонирование нижней плиты коробчатого фундамента башни «Лахта-центра» внесено в Книгу рекордов Гиннеса как самая большая непрерывная заливка бетона в мире. За 49 часов без остановки было залито $19\,624\text{ м}^3$ бетона



Ил. 41. Завершение строительства башни «Лахта-центра»



Ил. 42. Стадион «Санкт-Петербург», Крестовский остров



Ил. 43. Фрагмент проектного решения конструкции каркаса стадиона (разрез серии железобетонной конструкции)

В монолитной железобетонной конструкции фанатской трибуны пролетом 90 м отсутствуют в связи с необходимостью выкатывания поля промежуточные опоры, что стало конструктивно возможным с применением в нижней зоне, помимо арматурных каркасов, стальных канатов



Ил. 44. Жилой комплекс «Omega House», Санкт-Петербург, Петроградская сторона. Каркас здания выполнен из монолитных ж/б конструкций бетона класса по прочности В25



Ил. 45. Торговый комплекс «Regent Hall», Санкт-Петербург, Владимирский проспект. Монолитный каркас здания выполнен из бетона класса по прочности В30



Ил. 46–47. Московский международный деловой центр «Москва-Сити», Пресненская набережная. Монолитные каркасы зданий выполнены из бетона класса по прочности В60

Заключение

В результате ознакомления с материалами данного пособия студенты получают знания, относящиеся к общепрофессиональной компетенции (ОПК) в области неразрушающих методов испытаний бетона в условиях строительной площадки.

При этом они будут:

Знать о необходимости обязательного операционного контроля качества бетона в монолитных железобетонных конструкциях, выполняемого в условиях строительной площадки, а также о существующих методах контроля и приборах для выполнения испытаний неразрушающими методами.

Уметь в реальной практической деятельности при осуществлении авторского надзора визуально выявлять дефектные зоны в железобетонных конструкциях, требующие обследования неразрушающими методами для дальнейшего устранения дефектов.

Владеть навыками работы с технической документацией, отражающей характер дефектов, определенных приборами неразрушающего контроля в результате обследований зданий и сооружений, а также с результатами протоколов испытаний после устранения дефектов.

Приложения

Приложение 1

Пример оформления службой контроля качества протокола испытаний по определению фактической прочности бетона неразрушающим методом в монолитных железобетонных конструкциях

ЗАО «Союз-строй»
Юр. адрес: 197110, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 29, лит. А
ИНН 7825129304 / КПП 781301001, ОГРН 1027809249874,
р/с 40702810590270000599 в ОАО «Банк», БИК 044030790,
к/с 3010181090000000790, ОКПО 53228766 ОКАТО 40288566000

«Утверждаю»

Руководитель службы качества,
заместитель ген. директора по качеству
ООО «ПСК»

Ф. Д. Задачин
11.02.2016 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 04 от 10.02.2016 г.

Наименование объекта: «Многофункциональный гостиничный комплекс», 5-я очередь.

Адрес: СПб., Московский район, Дунайский проспект, участок 1.

Заказчик: ООО «ПК-Гарант».

Дата проведения испытаний: 10.02.2016 г.

Условия проведения испытаний: $t = +2^{\circ}\text{C}$, $W = 90\%$

Условия твердения бетона: при электропрогреве и атмосферных условиях.

Цель испытаний: определение фактической прочности бетона и класса бетона по прочности в монолитных конструкциях каркаса здания.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТом 22690-2015

«Бетоны. Определение прочности механическими неразрушающими методами», ГОСТом 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» по схеме Г, где $B_{\phi} = 0,8R_b$.

Результаты испытаний

№ п/п	Конструкция	Дата бетонирования	Местоположение по проекту	Проектный класс бетона, В	Фактическая прочность бетона на сжатие, МПа	Фактический класс бетона, В
1	2	3	4	5	6	7
1	Колонна корпуса 5-1 на отм. -0,150 м	07.02.2016	3*/А*	30	19,8	В15
2	Колонна корпуса 5-1 на отм. -0,150 м	07.02.2016	5*/В*	30	23,2	В15
3	Колонна корпуса 5-1 на отм. -0,150 м	07.02.2016	4*/В*	30	22,1	В15

Заключение: Фактическая прочность бетона соответствует критической прочности бетона (не менее 50% от проектной для класса по прочности В30) – 19,6 МПа.

Применяемые средства измерения

№ п/п	Наименование средства измерения	Марка	Заводской номер	Дата поверки	Кол-во точек испытания	Примечание
1	Измеритель прочности бетона	ИПС МГ 4.03	11523	15.12.2015	15	Следующая поверка 15.12.2016

Погрешность измерений находится в пределах 5–100 МПа не более $\pm 2\%$.

Протокол касается только участков конструкций, подвергнутых испытанию.

Испытания проводились в присутствии представителя заказчика. Протоколы испытаний имеют юридическое действие в процессе

промежуточного контроля прочности бетона и раствора на объектах ЗАО «Союз-строй».

Запрещается перепечатка, корректировка результатов протоколов испытаний без согласования с руководителем службы качества и исполнителем испытаний.

Испытания провел:
инженер по техническому
контролю строительства
Толоконников А. С.

**Пример оформления испытательной лабораторией
протокола по результатам параллельных испытаний
(прямым – отрыва со скалыванием и косвенным – ультразвуковым)
неразрушающими методами по определению прочности бетона
в монолитных железобетонных конструкциях
в условиях строительной площадки**

ООО «ТН-Сервис»
191317, г. Санкт-Петербург, пл. Александра Невского, д. 2, лит. Е, пом. 5-Н,
оф. 6006, тел. (812) 459-98-26, ИНН 7841000467
Свидетельство СРО Некоммерческое партнерство
«Строительный альянс Северо-Запада» № 0051.06-2010-7841000467-С-169
Свидетельство СРО Некоммерческое партнерство
«Управление проектировщиков Северо-Запада» № 0250.01-2015-7841000467-П-110

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 110/Б-16
от 29 февраля 2016 г.**

Наименование объекта: гостиничный комплекс со встроенными помещениями и паркингом.

Адрес: г. Санкт-Петербург, Московский р-н, Дунайский пр., участок 1 (северо-восточнее пересечения Дунайского пр. и Пулковского шоссе).

Наименование испытанных конструкций: стены и колонны на отметках $-4.400 \div -0.350$ м.

Заказчик: ООО «ПМК-Гарант».

Дата проведения испытаний: 24.02.2016.

Проектный класс бетона: В30.

Цель испытаний: определение фактической прочности и фактического класса бетона в монолитных конструкциях каркаса здания.

Испытания проводились по схеме Г в соответствии с ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» ультразвуковым методом по ГОСТ 17624-2012 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» и методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».

Протокол касается только участков конструкций, подвергнутых испытанию.

Местоположение конструкций указано в соответствии с проектной документацией.

Испытания проводились в присутствии представителя заказчика.

Средства измерения, используемые при испытаниях, приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Средства измерений, используемые при испытаниях

№ п/п	Наименование прибора	Заводской номер	Сведения о поверке или калибровке
1	Измеритель прочности бетона ОНИКС-ОС	№ 791	Свидетельство о поверке № 4373/15 от 28.05.2015 г. Действительно до 28.05.2016 г.
2	Измеритель времени распространения УЗ Пульсар-2М	№ 172	Свидетельство о поверке № 5763/15 от 04.06.2015 г. Действительно до 04.06.2016 г.

Результаты испытаний по определению прочности бетона монолитных железобетонных конструкций методом отрыва со скалыванием приведены в *табл. 2*.

Таблица 2

Результаты испытаний методом отрыва со скалыванием

№ п/п	№ по таблице 3	Наименование конструкции	Расположение конструкции в осях по проекту	Проектный класс бетона	Дата бетонирования	Возраст бетона на момент испытаний, сут.	Фактическая прочность на участках испытаний, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8
1	15	Колонна К2 на отм. от -4,400 до -0,350	В`/4`	В30	11.01.2016	44	39,8
2	17	Колонна К2 на отм. от -4,400 до -0,350	В`/6`	В30	13.01.2016	42	34,5
3	28	Стена Ст2.1 на отм. от -4,400 до -0,350	Г`/2`-4`	В30	13.01.2016	42	32,3

Уточняемое уравнение градуировочной зависимости:

$$R_H = -41,5 + 0,017720960313 \times V$$

Коэффициент совпадения: $K_C = 1,00$

Результаты испытаний по определению прочности бетона монолитных железобетонных конструкций ультразвуковым методом приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний ультразвуковым методом

№ п/п	Наименование конструкции (дата бетонирования)	Местоположение конструкции по проекту	Проектный класс бетона $V_{ном}$ (требуемая прочность бетона R_r , МПа)	Возраст бетона на момент испытаний, сут.	№ замера	Среднее время прохождения ультразвука на участке, мкс	Средняя скорость ультразвука на участке, м/с	Средняя скорость ультразвука V , м/с	Фактическая прочность по УЗ R_m , МПа	Фактический класс бетона конструкции $V_{ф}$, МПа	Фактический нормируемый класс партии бетона	Отношение фактического класса бетона к проектному, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Стена Ст4 на отм. от -4.400 до -0.350 (04.01.2016)	А-А`/ 5`-6`	В30 (38,4)	51	1	26,21	4578	4549	34,8	27,8	В25	92,7
					2	26,16	4587					
					3	26,41	4544					
					4	26,54	4522					
					5	26,25	4571					
					6	26,54	4521					
2	Стена Ст4 на отм. от -4.400 до -0.350 (05.01.2016)	А-А`/ 3`-4`	В30 (38,4)	50	1	27,07	4434	4457	33,6	26,8	В25	89,3
					2	26,70	4495					
					3	26,41	4544					
					4	26,96	4451					
					5	26,84	4471					
					6	27,72	4329					

№ п/п	Наименование конструкции (дата бетонирования)	Местоположение конструкции по проекту	Проектный класс бетона $V_{норм}$ (требуемая прочность бетона R_r , МПа)	Возраст бетона на момент испытаний, сут.	№ замера	Среднее время прохождения ультразвука на участке, мкс	Средняя скорость ультразвука на участке, м/с	Средняя скорость ультразвука V , м/с	Фактическая прочность по УЗ R_m , МПа	Фактический класс бетона конструкции $V_{ф}$, МПа	Фактический нормируемый класс партии бетона	Отношение фактического класса бетона к проектному, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	Стена Ст4 на отм. от -4.400 до -0.350 (14.01.2016)	A-A'/8	B30 (38,4)	41	1	28,90	4153	4220	30,5	24,4	B22,5	81,3
					2	28,87	4157					
					3	29,32	4093					
					6	28,21	4254					
					2	26,26	4569					
					3	27,02	4441					
					4	27,25	4405					
					5	27,46	4370					
					6	26,51	4528					
					2	27,44	4374					
					3	27,54	4358					
					4	28,81	4166					
					5	28,06	4278					
					6	27,63	4343					

Заключение

Прочность бетона монолитных железобетонных стен и колонн с отметки от -4.400 до -0.350, бетонированных в период с 04.01.2016 по 19.01.2016, в возрасте 41–51 суток имеет прочность в пределах 81,3–92,7% от проектного класса бетона B30.

Главный инженер проекта _____ /А. А. Рощупкин/

Аттестационные документы испытательных строительных лабораторий,
требуемые для их допуска к выполнению работ по испытаниям
на строительных объектах




Аттестационные документы испытательных лабораторий
 для объектов производственного назначения
 СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ
 В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № РОСТ № ИЛ/1454/04/01
 Общество с ограниченной ответственностью
 "Экспертная компания по области промышленной безопасности" (ООО "РАСЭК")
 Промышленная Стрелка в заводского назначения
 "Российская федеративная компания по области промышленной безопасности" - ОАО "РосЭК"
 Кронштадтский, деловой адрес: 190277, город Николаев, Ржевский переулок, дом 13, корпус 1
 E-mail: info@ras-ek.ru, info@ras-ek.ru, телефон: 8(813) 257-78-12, 8(813) 257-78-13 и 2-48-12

УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ОРГАН
 (Свидетельство в соответствии с № УО-8802 от 16.09.2014 г.)
 Качество выполнения работ в ООО "РАСЭК" определяется на основании требований
 ГОСТ Р ИСО 9001:2009 (ISO 9001:2008) применительно к той области услуг исполнения сертификационных
 деклараций, аттестации испытательных лабораторий, лабораторий аккредитованных центров,
 лабораторий регистрации и прочих услуг гражданской,
 строительной деятельности.
 Сертификат № РОСТ № ИЛ/1454/01/ТН/МК/559-03

№ 0300061

**СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ АТТЕСТАЦИИ
 ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ**
№ ИЛ-ПРИ - 0195

Настоящее свидетельство подтверждает, что
Испытательная строительная лаборатория
индивидуальная предпринимательская лаборатория
 191117, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Александровская Новоселья, д. 2, лит. Е, пом. 5-Н, оф. 6906
кабинет лаборатории

**Общество с ограниченной ответственностью
 "ТН-Сервис"**
индивидуальная предпринимательская и хозяйственная компания лаборатория
 191117, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Александровская Новоселья, д. 2, лит. Е, пом. 5-Н, оф. 6906
кабинет лаборатории

соответствует основным требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025:2009
 "Область требований к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий",
 требованиям системы добровольной сертификации в промышленности
 и области промышленной безопасности и обладает необходимой компетенцией
 для проведения испытаний в заявленной области аттестации.

Область аттестации и условия действия Свидетельства
 определены и приложены к настоящему Свидетельству

Дата регистрации **27 ноября 2015 г.**
 до **27 ноября 2018 г.**

Срок действия
 без продления по добровольному
 решению № 2-к (10/10)



 В.А. Кудряв

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ
В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № РОСС RU.0001.2014.0001
УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ОРГАН – ООО «РАСЭК»
(Свидетельство о регистрации № УО-0002 от 18.09.2004 г.)

Дополнение к Свидетельству № ИТ-ЛРН – 0155 от 27.11.2015 г.

**Испытательная строительная лаборатория
Общество с ограниченной ответственностью
"ТН-Сервис"**

191317, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
пл. Александра Невского, д. 2, лит. Е, пом. 5-Н, оф. 6006
ит 2-я линия л/л 2

№ п/п	Метод испытаний	Документ, устанавливающий требования*
9.13.2	Определение показателя водостойкости покрытий на бетоне, и металлических конструкциях, ограждающие элементы ЛСП	ГОСТ 21899-2011 ГОСТ 9402-74 ГОСТ 13146-78 СТО 005.2006 (ПРИМЕССРОИ)
9.13.3	Определение геометрических параметров строительных изделий в конструкции	ГОСТ 26433.8-85

*Если указанный документ является стандартом, то при выполнении измерений в пределах области его действия следует применять также все дополнительные технические условия. Если указанный документ не является стандартом, то применять в стандарте даны ссылки на него, применяются в части, не противоречающей его содержанию.

УСЛОВИЕ ДЕЙСТВИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВА

Свидетельство действительно в течение установленного срока при условии выполнения результатов измерений и контроля соответствия лаборатория требованиям системы добровольной сертификации продукции в области промышленной безопасности регистрационный № РОСС RU.ИП.345.04.00311



И.А. Бобров

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ
 В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № РОСТ ЯС.013454004П
 УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ОРГАН – ООО «РАС»
 (Самостоятельно в соответствии с приказом № УО-0002 от 16.09.2014 г.)

№ 000002

Приложение к Сертификату № ИВ-ПРН – 0195 от 27.11.2015 г.

**Испытательная строительная лаборатория
 Общество с ограниченной ответственностью
 "ТН-Сервис"**

191217, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Александра Невского, д. 1, лит. Е, пом. 5-Н, оф. 4006
 на 2-м этаже лист 7

ОБЛАСТЬ АТТЕСТАЦИИ

№ п/п	Метод испытания	Документ, устанавливающий требования*
9	Испытания строительных материалов и конструкций	
9.7	Бетоны, конструкции из тяжелого бетона и железобетона	ГОСТ 25192-2012 ГОСТ 13015-2012
9.7.1	Контроль прочности	ГОСТ 18105-2014
9.7.3	Определение прочности в процессе механического метода неразрушающего контроля	ГОСТ 22689-88 ГОСТ 28374-90
9.7.14	Определение прочности бетона ультразвуковым методом	ГОСТ 17624-2012
9.7.17	Определение толщины защитного слоя бетона в reinforced concrete structures в железобетонных конструкциях механическим методом	ГОСТ 22664-93
9.8	Кирпич и камни керамические и силикатные	ГОСТ 530-2012 ГОСТ 378-95
9.8.2	Ультразвуковой метод определения прочности кирпича	ГОСТ 24333-88
9.8.3	Определение прочности силикатных и керамических камней	ГОСТ 24992-81
9.11	Специальные виды (методы) испытаний строительных материалов, изделий, конструкций, зданий и сооружений	
9.12	Испытание изделий в скоростной динамической нагрузке, испытание на удар и сопротивление ветвлению	ГОСТ 12.1.018-79



(Handwritten signature)

В.А. Бабров

Саморегулируемая организация
выполняет на условиях гон. осуществления строительства
Некоммерческое партнерство Саморегулируемая организация
«Строительный альянс Северо-Запада»

Адрес: 192148, Санкт-Петербург, улица Седова, дом 49, литер А, пом.301
Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых
организаций СРО-С-169-11012010
www.dpmn.org

г. Санкт-Петербург

«10» сентября 2015 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

«допуску к определённому виду или видам работ, которые
оказывают влияние на безопасность объектов капитального
строительства»

№0052.07.2010-7841000467-С-169

Выдано члену саморегулируемой организации:
Общество с ограниченной ответственностью "ТН-Спейс"

ИНН 7841000467, ОГРН 107784130247

Адрес местонахождения организации: 191317, г. Санкт-Петербург,

Александра Невского ул, дом 2, лит. Е, пом. 5-Н, оф. 6006

Документ выдачи Свидетельства: решение Совета Партнерства,

Протокол №251 от 01.09.2015 г.

Настоящим Свидетельством подтверждается доступ к работам, указанным в
протоколе к настоящему Свидетельству, который оказывает влияние на
безопасность объектов капитального строительства.

Настоящее действие с «10» сентября 2015 г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано в соответствии с решением №0052.07.2010-7841000467-С-169 от 07.03.2010 г.

Директор Партнерства



Чибриков Н.И.

ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к определённому виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (от 15 сентября 2015 г. №0001.03-2010-7841009467-С-169)

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства Саморегулируемая организация «Строительный альянс Северо-Запада» Общество с ограниченной ответственностью "ПН-Сервис" имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.	12. Работы по устройству новых строительных конструкций, армирования бетонных и железобетонных конструкций на основании договора подряда (продольные связи и анкеры) в виде приваривания стержней. 12.1. Строительный контроль за объектами в процессе работ (группы видов работ № 1-3, 5-7, 9-14). 12.4. Строительный контроль за работами в области возмещения и компенсации (виды работ № 15.1, 21.21, 24.29, 24.30, группы видов работ № 16, 17). 12.5. Строительный контроль за работами в области возмещения и компенсации (виды работ № 15.2, 15.3, 15.4, 21.4, 21.5, 24.34, 24.35, 24.38, 24.21, 24.22, 24.24, 24.25, 24.26, группы видов работ № 18, 19). 12.6. Строительный контроль за работами в области локальной безопасности (виды работ № 22.1, 22.2, 23 А, 24, 30-34, 37). 12.7. Строительный контроль за работами в области строительства (виды работ № 23 А, 23 в, 23 б, 23 в, 24.1-24.16, группы видов работ № 20). 12. 8. Строительный контроль при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и дорожной, мостов, эстакад и путепроводов (виды работ № 25, 27, группы видов работ № 28, 29).

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член некоммерческого партнерства Саморегулируемая организация «Строительный альянс Северо-Запада» Общество с ограниченной ответственностью "ПН-Сервис" имеет Свидетельство

Источники и библиография

Перечень государственных стандартов на методы испытания

1. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
2. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.
3. ГОСТ 22904-2012. Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры.
4. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
5. ГОСТ 12730.5-84. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
6. ГОСТ 21718-84. Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности.
7. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
8. ГОСТ 28570-90. Бетоны. Определение прочности по образцам, отобраным из конструкции.
9. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
10. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.

Библиография

12. *Вершинская О. С.* Практическое пособие строительного эксперта. М. : Компания Спутник, 2005. 646 с.
13. *Дзейнс В. В.* Применение ультразвуковых преобразователей с точечным контактом для неразрушающего контроля. Рига : Зинатие, 1987. 263 с.
14. *Клевцов В. А. Коревицкая М. Г.* Прочность бетона в конструкциях и изделиях. Методика контроля прочности бетона ультразвуковым тестером УК1401. Методическое пособие. М. : Стройдиагностика, 1998. 12 с.
15. *Лейкин А. П.* Неразрушающие методы контроля качества бетона : Методическое пособие. СПб. : ПГУПС, 2010. 20 с.
16. *Лецинский М. Ю.* Испытания бетона : Справочное пособие. М. : Стройиздат : 1980. 360 с.

Оглавление

Введение	4
Глава I	
Неразрушающие методы определения прочности бетона в железобетонных конструкциях и их классификация	7
1.1. Прямые методы неразрушающего контроля по определению прочности бетона в конструкциях	8
1.2. Косвенные методы испытания для определения прочности бетона в железобетонных конструкциях	15
Глава II	
Ультразвуковые методы испытаний при определении прочности бетона в железобетонных конструкциях	32
2.1. Методика проведения испытания ультразвуковым методом	35
2.2. Построение градуировочной зависимости	35
2.3. Методика экспертного контроля прочности бетона железобетонных конструкций в строящихся и эксплуатируемых сооружениях	39
2.4. Использование заложенной заводом-изготовителем приборов универсальной градуировочной зависимости для определения прочности бетона в конструкциях	40
2.5. Применение ультразвукового метода для определения глубины трещин в железобетонных конструкциях	40

Глава III

Прямые и косвенные методы определения влажности и водонепроницаемости бетона

в железобетонных конструкциях43
3.1. Диэлькометрический метод определения влажности бетона43
3.2. Определение водонепроницаемости бетона методом мокрого пятна по образцам, выполненным при входном контроле из товарного бетона до бетонирования конструкций46
3.3. Определение водонепроницаемости бетона косвенным методом по воздухопроницаемости47
Заключение57
Приложения58
Источники и библиография70