

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ
имени Б. Е. ВЕДЕНЕЕВА

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА БЕТОНА
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
ПО КЕРНАМ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

I. Виды контроля качества бетона в сооружениях

II. Проектирование буровых работ по бетону гидротехнических сооружений

III. Бурение бетона и получение керна

IV. Определение выхода керна бетона

V. Буроскопический осмотр и фотографирование стенок скважин в бетоне

VI. Методы испытания бетонных кернов

VII. Оценка структурной однородности бетона графическим способом

VIII. Оценка степени коррозии бетона

Приложения

Приложение 1. Станки колонкового бурения, применяемые при бурении гидротехнических сооружений

Приложение 2. Наставление по буроскопическому обследованию стенок скважин в бетонных сооружениях

Приложение 3. Наставление по фотобуроскопической документации стенок скважин в бетоне

Приложение 4

В Рекомендациях изложены существующие виды контроля качества, бетона гидротехнических сооружений, описаны способы бурения и ведения документации кернов бетона, буроскопический осмотр и фотографирование стенок скважин в бетонных сооружениях, приложены наставления по упомянутым способам с чертежами конструкций буроскопа и фотобуроскопа, а также даны основные правила определения физико-механических свойств бетона по выбуренным кернам.

Рекомендации разработаны под общим руководством проф., доктора техн. наук В. В. Стольников (ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева) и начальника ОИСМа НИСа Гидропроекта Б. Ф. Микуловича.

Разделы I—V и IX составлены А. М. Викторовым (Отдел исследований строительных материалов НИСа Гидропроекта), разделы VI—VIII—Л. Р. Веревкиным (Лаборатория бетона ВНИИГа имени Б. Е. Веденеева), которым выполнено также объединение всех разделов Рекомендаций. Редактирование Рекомендаций выполнено инженером Т. В. Кривцовой.

Рекомендации утверждены 22 февраля 1967 г. решением № 119 главного инженера Главтехстройпроекта МЭиЭ тов. А. С. Горохова с введением в действие с 1 июля 1967 г. под № ВСН-008-67

МЭиЭ

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие Рекомендации по оценке качества бетона по кернам составлены по указанию Главтехстройпроекта МЭиЭ СССР в соответствии с решением семинара по контролю качества гидротехнического бетона, проходившего в г. Огре Латвийской ССР 25—28 мая 1965 года, и совещания по обеспечению выполнения решения этого семинара, проведенного 2 декабря 1965 г. во ВНИИГе имени Б. Е. Веденеева.

В условиях все возрастающего объема гидротехнического строительства особое значение приобретает вопрос оценки качества бетона по выбуренным кернам.

Бетон гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации подвержен физико-химическим воздействиям, вызывающим коррозию, а также действию многообразных факторов, влияющих на интенсивность протекания коррозионных процессов в естественных условиях службы.

Показатели основных технических свойств бетонных контрольных образцов, приготовленных из бетонной смеси, взятой на заводе, имеют, как правило, меньший разброс, чем показатели важнейших свойств бетона, уложенного в сооружение. Последние, как показывает практика, изменяются в довольно широких пределах в силу целого ряда производственных неравномерностей, возникающих при транспортировке, укладке и уходе за бетоном, и ряда других факторов.

Существующий метод контроля качества бетона по контрольным образцам, приготовленным из бетонной смеси, взятой на заводе, не позволяет получить показатели основных технических свойств реального бетона, уложенного в сооружение.

Очень важно знать показатели основных технических свойств реального бетона как в начале, так и после определенного срока эксплуатации гидротехнических сооружений. Путем сравнения этих показателей можно в некоторой степени прогнозировать долговечность обследуемого сооружения.

О состоянии бетона внутри массивов нельзя судить только по данным визуального обследования и определения поверхностной прочности, так как под прочным наружным бетонным слоем могут находиться зоны недоброкачественного или поврежденного бетона. Надежная оценка качества бетона внутри массивов может быть произведена только после определения основных физико-механических свойств бетона по выбуренным кернам из обследуемых сооружений; ценным в этом случае является также определение водопоглощения в натуральных условиях с использованием полученных скважин.

Следует отметить, что существующие неразрушающие методы определения прочности бетона внутри массивов не дают надежных результатов. Кроме того, этими методами нельзя определить другие не менее важные физико-механические свойства бетона: объемный вес, водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость и др.

В настоящее время для всесторонней оценки изменения технических свойств бетона, как в период строительства, так и в период эксплуатации сооружений, производится испытание кернов, выбуренных из тела сооружений.

Разработка данных Рекомендаций проводилась с целью выработки единой методики взятия и испытания кернов из бетонных сооружений, с целью улучшения проведения обследований состояния бетона в сооружениях, повышения надежности получаемых результатов его испытания и более правильной оценки состояния бетона гидротехнических сооружений.

Рекомендации предназначены для научно-исследовательских институтов, проектных организаций и строителей Министерства энергетики и электрификации СССР. Они составлены на основании обобщения материалов экспериментальных исследований бетонных кернов и натуральных исследований, проведенных ВНИИГом имени Б. Е.

Веденева, а также на основании обобщения материалов натуральных исследований бетона в гидротехнических сооружениях, проведенных ОИСМом НИСа Гидропроекта.

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР	ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ	РЕКОМЕН ДАЦИИ ВСН-008-67 МЭиЭ СССР
	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА БЕТОНА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПО КЕРНАМ	

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники им.Б.Е.Веденева	Утверждены Главтехстройпроектом МЭиЭ СССР 22 февраля 1967 г.	Срок введения 1 июля 1967 г.
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------

I. ВИДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА В СООРУЖЕНИЯХ

1. Контроль качества бетона, уложенного в гидротехнические сооружения, необходимо осуществлять по результатам контрольных испытаний бетона неразрушающими методами физико-механических испытаний и в специальных случаях бурением скважин в сооружении с получением керна бетона.

2. Неразрушающие способы исследования бетона в сооружениях разделяются на следующие виды.

Визуальные, дающие ориентировочное представление о качестве бетона по состоянию его поверхности в сооружениях. К ним относятся:

а) описание и зарисовка дефектов: трещин, осколков, отколов, облущивания, каверн, фильтрации, течей, свищей, натеков по поверхности бетонного сооружения;

б) нанесение на поверхность бетонного сооружения различного вида углублений, с последующими их замерами, диском Губбера (ДПГ-4), маятниковым прибором Царицына—Карниловича, молотками системы Франка, Физделя (НИИМосстроя), Кашкарова и Эйнбека;

в) простукивание вертикальной и горизонтальной поверхности бетонного сооружения молотками-склерометрами, с замером высоты отскока бойка, пружинным молотком системы Шмидта или системы Оргсовхозстроя и т. д.

Физические ударные, дающие косвенные сведения о качестве бетона по скорости прохождения звуковой волны, возбуждаемой ударом молотка с электронным измерителем времени на приборе Лермита или ультразвуковым прибором.

Физические ультразвуковые импульсные, дающие косвенные показатели прочности и упругости по скорости прохождения импульсов через бетон.

Способов использования ультразвука для определения качества бетона много [6]. В СССР применяются ультразвуковые приборы системы НИИСКА Госстроя (УП-4), Кишиневского завода «Электроточприбор» (УКБ-1) и других систем.

Радиоактивный (способ гамма-дефектоскопии), дающий указания о плотности бетона с помощью изотопов.

Нейтронный, дающий показатель влажности.

II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРОВЫХ РАБОТ ПО БЕТОНУ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИИ

3. В случае обнаружения дефектов в бетоне при наружном осмотре сооружения, а также при неясных показаниях приборов по оценке качества бетона (1-2) производится

выбуривание из бетона кернов при минимальном количестве буровых скважин. На производство буровых работ составляется проект, в котором указываются: место расположения скважин с учетом возможности проведения буровых работ; количество скважин по каждому узлу бетонных гидротехнических сооружений; диаметр и глубина скважин в зависимости от крупности заполнителя бетона и количества блоков; характеристика скважин в зависимости от формы бетонного сооружения (вертикальные, наклонно-восходящие под углом 4—7° к горизонту, наклонно-нисходящие и горизонтальные); предполагаемый выход керна в процентах по весу; наличие и диаметр арматуры в местах заложения скважин; условия промывки и способ подачи воды при бурении; способы крепления станков на подмостях при подвеске во время бурения горизонтальных и наклонно-восходящих скважин; условия проведения бурения в местах соприкосновения с оборудованием электростанций; количество смен бурения; условия хранения и документация кернов бетона; техника безопасности при буровых работах; метод проведения опытных нагнетаний и тампонажа; способ цементации скважин после бурения; аппаратура для бурскопического осмотра и фотографирования стенок скважин; снабжение фотобурскопа электроэнергией (напряжение 12, в); стоимость метра бурения с учетом диаметра и глубины скважины.

III. БУРЕНИЕ БЕТОНА И ПОЛУЧЕНИЕ КЕРНА

4. Бурение бетона, для проходки вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин, производится станками колонкового бурения, приспособленными для передвижения на гидротехнических сооружениях. Для получения керна большого диаметра (см. приложение 1) используются станки, которыми при проведении геолого-разведочных работ проходят мелкие скважины. Диаметр коронок подбирается в зависимости от крупности заполнителя бетона при условии, что отношение внутреннего диаметра буровой коронки к наибольшей крупности заполнителя будет не меньше двух. Для бетона с фракцией крупного заполнителя 5—20 мм диаметр керна должен быть не менее 60 мм, с фракцией 5—40 мм — не менее 100 мм, 5—80 мм — не менее 160 мм.

5. Колонковое бурение скважин в бетоне, как и в горных породах, основывается на механическом вращении коронки в забое посредством колонны полых штанг. Вращение, подъем и спуск буровых штанг производится при помощи лебедки и двигателя. При бурении применяется промывка забоя водой, которая нагнетается по штангам и возвращается наверх по зазорам между штангами и стенками скважин. При этом струя воды уносит с собой шлам, т. е. растертые частицы бетона и крупинки металла от буровой дроби.

В нижней части колонковой трубы находится коронка с зачеканенными резами из твердых сплавов. Наиболее часто применяются резцы из победита. При бурении в бетонах, содержащих заполнители из очень твердых пород, например кварцитов, сливных песчаников, гранита и др., резцы заменяются мелкой; чугунной дробью, которая засыпается через штанги и поступает во время вращения под коронку через специальную прорезь. При вращении коронки бурение осуществляется с помощью дроби, которая истирается в металлический порошок.

Во время бурения из бетонного забоя скважины вырезается kern (бетонный цилиндр), который постепенно поступает в колонковую трубу, а затем при произвольном или специальном заклинивании обламывается. На поверхность kern извлекается колонковой трубой. Если в массиве бетона имеются пустоты, каверны и трещины, то kern в виде цилиндра не извлекается. Часто вместо столбика в колонковой трубе заклиниваются мелкие обломки разрушенного бетона. Часть керна при бурении измельчается до состояния каменной муки или мелкой щебенки и уходит в шлам с промывочной водой.

Малый выход керна при бурении вертикальных скважин объясняется не только неудовлетворительным составом и сложением бетонного массива, но также и

особенностями процесса колонкового бурения, в некоторой степени разрушающего бетон вращением и ударами коронки, резцов и обломками керна.

Вывод о степени плотности и сохранности бетона в массиве сооружения должен быть основан на выходе керна, его составе, величине и форме. Поэтому получение керна при колонковом бурении представляет основную задачу буровых работ, проводимых на бетонном сооружении.

6. С целью получения наибольшего выхода керна желательно производить бурение карбонатных бетонов коронками с победитовыми резцами, а бурение бетонов на гравии или щебне из гранитов, диабазов, песчаников—алмазно-металлическими коронками¹. В настоящее время промышленность выпускает алмазные коронки с наибольшим диаметром 93 мм. Коронки диаметром 110—120 мм следует изготавливать самостоятельно. Это должны быть комбинированные алмазно-победитовые коронки на базе стандартных победитовых коронок с внутренним диаметром 112 мм и дефектных алмазных коронок с наружным диаметром 76 мм (см. рис. 1, а, б).

¹ Конструкции А. М. Викторова.

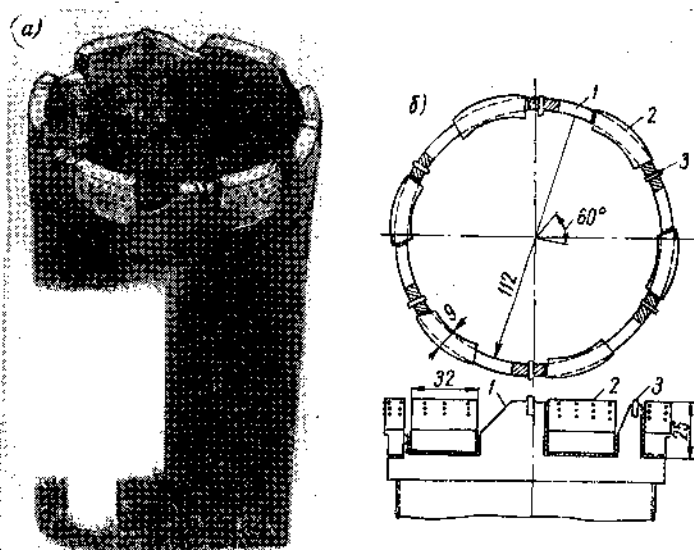


Рис. 1. Коронка алмазно-победитовая для бурения бетона гидротехнических сооружений

а) общий вид; б) схематический чертеж: 1) промывочная выемка в короночном кольце; 2) алмазно-металлический зуб-сегмент; 3) победитовый резец.

Для равномерного, недробящего и ускоренного бурения бетона с разнопрочными заполнителями для получения керна диаметром 110 мм, используется алмазно-победитовая буровая коронка, режущая часть которой представляет собой чередование твердосплавных победитовых резцов и 6 алмазно-металлических зубьев-сегментов, полученных от разрезки дефектной алмазной коронки 76 мм, и впаянных в стандартное короночное кольцо диаметром в 130 мм. Между зубьями и резцами оставляются промывочные выемки.

IV. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА КЕРНА БЕТОНА

7. Определение действительного выхода керна производится обычно по замеру длины цилиндров, выбуренных из скважин бетона, с учетом обломков (в случае выхода раздробленного керна) в керновых ящиках по глубине отбора образцов-кернов из скважин. При этом не учитывается степень разрыхления и выход неполноценного керна.

С 1967 г. экспериментальный завод Института сверхтвердых материалов (г. Киев) выпускает буровые коронки, армированные искусственными алмазами диаметром в 112 и 130 мм, марки АКВ-112 и АКВ-130,

которые изготавливаются по специальным заказам.

Во избежание неправильного определения выхода керна из буровой скважины следует применять комбинированный способ определения¹: по замеру для нормального и по весу для раздробленного керна.

8. Керны, полученные из скважин, разделяются на четыре группы. К I группе относятся керны-цилиндры, длина которых больше их диаметра, что позволяет изготавливать из них образцы-керны для испытания на сжатие. Ко II группе принадлежат керны, длина которых меньше их диаметра. III группу составляют обломки кернов, а также зерна крупного заполнителя, выбитые из бетона буровой коронкой. В состав IV группы входят мелкие обломки бетона вместе с буровым шламом и цементно-песчаная рыхлая масса с зернами мелкого заполнителя.

9. Выход керна по каждой отдельной скважине определяется следующим образом. Нормальные керны I и II групп замеряются линейкой, выход их из скважины определяется обычным путем: по отношению к длине интервала бурения. Для кернов бетона III и IV групп определение выхода керна производится взвешиванием.

Определение выхода керна III группы иллюстрируется примером I приложения 4.

Определение выхода керна III и IV групп по весу дает более точные результаты, чем по обычно применяемой рядовой укладке образцов.

10. Бетоны разделяются с учетом их состава, формы и характера поверхности зерен крупного заполнителя на два вида, которые отличаются по степени буримости и выходу керна.

К первому виду относятся бетоны, в которых заполнителем является щебень прочных горных пород или частицы гравия с шероховатой поверхностью; ко второму — бетоны на гравии с очень гладкой, отшлифованной поверхностью (рис. 2).

Примечание: Примером заполнителей второго рода служат зерна гравия из сливных кварцевых песчаников, кремней, яшм, кремнистых известняков, сланцев и других горных пород, обладающих скрытокристаллической и аморфной структурой и высокой твердостью породообразующих минералов.

¹Предложен А.М. Викторовым

11. Колонковое бурение бетонов первого вида, как правило, дает цилиндрический kern с выходом из скважин обычно от 80 до 100%, независимо от направления бурения.

Совершенно другие результаты получаются при бурении в бетонах второго вида, особенно в том случае, если в этих бетонах применены различные цементы невысокого качества при зимнем бетонировании сооружений. Обычно выход керна из таких бетонов мал.

Выход керна при вертикальном бурении уменьшается вследствие непрерывных вибрирующих ударов резцов коронки или дроби о бетонный забой. При этом происходит расшатывание зерен заполнителя в бетоне.

В ряде случаев заполнители — округлые частицы гравия — выпадают из бетона при бурении и, вращаясь, истирают вместе с коронкой бетон на забое скважины. Разрушение забоя происходит также от перепиленных буровой коронкой кусков арматуры, вращающихся на забое.



Истирание забоя обломками заполнителя усиливается при циркуляции воды, которая подается в скважину для промывки. Такое дробление бетона в ряде случаев превращает его в полужидкую «кашицу», состоящую из цементной массы, песка и мелких частиц заполнителя гравия. Цементная масса и частично песок выносятся водой при промывке в виде шлама, а в забое остаются крупные зерна заполнителя. Продолжающаяся промывка придает шламу в забое абразивность, усиливая и без того дробящую роль выпавшего из бетона крупного заполнителя.

12. Для улучшения процесса бурения следует применять скважины наклонно восходящего направления. При бурении таких скважин исключаются многие причины, мешающие извлечению керна. Этот тип бурения ограничивается теми участками плотины, где можно установить буровые станки.

Для размещения станков устраиваются специальные подвесные деревянные подмости-люльки, которые подвешиваются на стальных тросах и пеньковых канатах к штырям, забиваемым в разбуриваемую стенку.

Штанги и колонковые трубы во время бурения наклонно восходящих скважин располагаются под углом 4—7° к горизонту и оказывают давление на забой только с помощью рычага, что уменьшает вибрацию коронки во время бурения.

В этом случае шлам не остается в скважине, а сразу же вымывается к ее устью. Выпавшие зерна заполнителя, обломки бетона и куски перепиленной арматуры не вращаются по забою, а выкатываются свободно в колонковую трубу и затем легко извлекаются. Забой остается всегда чистым. Керн в колонковую трубу поступает сравнительно легко. Откол его происходит близко от забоя.

13.. Полученные при бурении полномерные керны бетона должны разрезаться на отрезки-цилиндры заданной длины только на станках с алмазно-металлическими дисками. Торцы кернов также должны отрезаться на этих станках, чтобы при испытании не производить подливку раствором или подсыпку песком на их неровные поверхности.

14. Все керны бетона, полученные при бурении, должны использоваться для исследования; маломерные по высоте керны (если их диаметр превышает 0,8h) следует перебурить лабораторным буровым станком с алмазно-металлической коронкой на цилиндры меньшего диаметра, при котором восстанавливается необходимое соотношение между диаметром и высотой.

Для перебуривания кернов, а также для бурения кубов и проб-глыб бетона, изъятых из сооружений, пригоден буровой станок ГП-1 с приспособленной для бурения колонковой трубой и направляющим зажимом-держателем. Негабаритные керны бетона для перебуривания помещаются в обоймы, представляющие собой бетонные кубы с длиной стороны в 300 мм, в середине которых выбурены отверстия, близкие к диаметрам кернов бетона (110, 130, 200 мм). Вставленные в эти отверстия негабаритные керны бетона крепятся деревянными клиньями и перебуриваются обычным образом.

15. Действительную картину состояния бетона в массиве, которая позволяет сделать правильные выводы о его плотности, дает анализ процесса бурения, описание керна, осмотр и фотографирование стенок скважин. Недостаточный выход керна при бурении скважин еще не служит доказательством нарушения плотности бетона в массиве.

V. БУРОСКОПИЧЕСКИЙ ОСМОТР И ФОТОГРАФИРОВАНИЕ СТЕНОК СКВАЖИН В БЕТОНЕ

16. При бурении скважин в бетоне необходимо осматривать их стенки через буроскопы разных диаметров, опускаемых в вертикальные скважины на проводах-подвесках (буроскопическое обследование).

Результаты осмотра стенок скважин и замеров дефектных мест заносятся в специальную ведомость (табл. 1).

При осмотре в стенках скважин следует обращать внимание на распределение заполнителей, каверны, пустоты, поры, трещины, перепиленные буровыми коронками зерна щебня и гравия.

Разрез бетона служит показателем его плотности наравне с испытанием путем нагнетания воды.

Таблица 1

Форма ведомости контрольного описания кернов бетона

№ -----Местоположение скважины

Направление бурения -----Отметки устья

Диаметр скважины ----- Общая глубина

Глубина бурения, м	Тип коронки (победитовая, дровяная, алмазная)	Длина керна, см, или его вес, кг	Выход керна		Глубина отбора кернов, м	Диаметр кернов, мм	Описание полученного керна	Описание стенки скважины, осмотренной через буроскоп
			По длине	По весу				

Помимо дефектов в бетоне, через буроскопы просматриваются блочные швы и арматура, прорезаемые во время бурения скважин.

Изготовить буроскоп можно в механических мастерских, материалом для корпуса могут служить отрезки труб или оцинкованная жесть, вырезанная по развертке с последующей опайкой (см. приложение 2).

17. В дополнение к осмотру стенок скважин в бетонах через буроскопы необходимо иметь документальные материалы о результатах осмотра. Для этой цели следует производить фотосъемку отражения стенок скважин в зеркале буроскопа с помощью дистанционно управляемой фотографической приставки. Объединение буроскопа и фотоприставки образует прибор для фотографирования стенок скважин—фотобуроскоп.

В приложениях 2 и 3 приведено устройство буроскопа и фотобуроскопа и описан способ их применения.

VI. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ БЕТОННЫХ КЕРНОВ

18. Контроль прочности бетона производится на основе испытаний на сжатие лабораторных кубов бетона.

19. Метод контроля прочности бетона на основе испытания бетонных кубов на сжатие, изготовленных из бетонных смесей, взятых во время строительства, определяет только качество бетона при его выходе с завода и не учитывает качества укладки, проработки и условий службы бетона в сооружении.

Определение качества бетона непосредственно в сооружении или его блоках производится путем определения поверхностной прочности, а также посредством взятия образцов бетона непосредственно из сооружений.

20. Метод контроля качества бетона в сооружении на основе испытания кернов, взятых из блоков, или элементов сооружений, позволяет:

- а) определять прочность бетона для любого места сооружения или его части как на сжатие, так и на растяжение;
- б) определять объемный вес, влажность и водопоглощение;
- в) определять морозостойкость и водонепроницаемость бетона;
- г) определять модуль упругости;
- д) устанавливать неоднородность бетона в сооружении, т. е. выявлять основные

производственные дефекты укладки бетона;

е) устанавливать при бурении зоны слабого бетона, требующие принятия тех или иных восстановительных или предупредительных мер;

ж) получать большое число образцов из одной скважины и выявлять качество бетона для значительных зон исследуемой конструкции.

21. О качестве бетона можно судить не только по данным лабораторных испытаний, но и по проценту выхода керна. Если при правильном производстве работ по бурению процент выхода керна невысок, качество бетона, по-видимому, будет плохим, какова бы ни была прочность отдельных кернов.

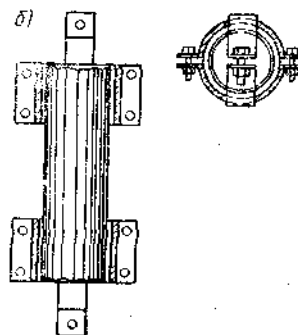
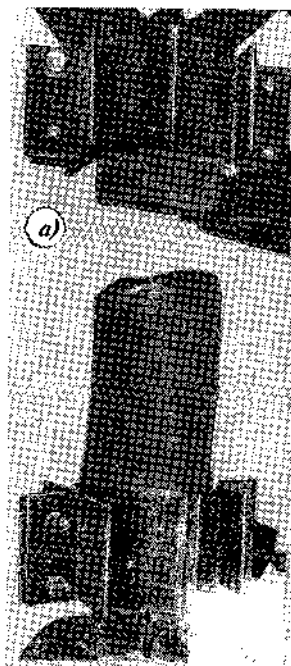


Рис. 3. Парные полукольцевые захваты с тяжами и серьгой
а) во время разрыва керна; б) в закрепленном состоянии (схема).

22. Перед испытанием керны подвергаются тщательному осмотру для выявления дефектов. Испытанию подлежат керны без существенных наружных дефектов (расколов, отбитых краев и т. д.).

23. Диаметр испытанных бетонных кернов должен быть в пределах 110—150 мм, но не менее трехкратного размера максимального заполнителя исследуемого бетона.

24. При наличии кернов длиной более $2,5d$ испытание кернов на осевое растяжение можно провести с помощью разрывной машины. Для этих целей используются кольцевые стальные захваты с резиновыми или свинцовыми прокладками, стягиваемые болтами.

На рис. 3, а, б показаны парные полукольцевые захваты с тяжами и серьгой, через которые крепятся крюки. Крюки, свободно вращаясь на серьге, обеспечивают надлежащее центрирование керна при испытании.

Керн в захватах крепится алебастровым раствором (2 части алебастра и 1 часть мелкозернистого песка по весу). Концы керна обмазываются раствором, и на них накладываются захваты. Захваты соединительными болтами обжимают раствор до выдавливания его по торцам. Через 2 часа раствор затвердевает и бетонные керны можно подвергать испытанию на растяжение.



Рис. 4. Схема металлического приспособления для прямого растяжения бетонных кернов.

25. В настоящее время в Лаборатории бетона ВНИИГа применяется приспособление (рис. 4), пластины которого приклеиваются клеем на основе эпоксидной смолы к торцам бетонного керна. После 7-дневного твердения керн испытывают на растяжение с помощью разрывной машины. Подобный метод применяется в Чехословакии.

Определение объемного веса

26. Объемным весом (объемной массой) бетона называется вес единицы объема затвердевшего бетона естественной влажности.

27. Объемный вес бетона выражается в кг/м^3 или в т/м^3 .

28. Объемный вес бетона определяется на образцах-кернях правильной или неправильной формы, находящихся в состоянии естественной влажности и в воздушно-сухом состоянии.

Допускается, при соответствующем обосновании, определять объемный вес на образцах-кернях, высушенных до постоянного веса.

29. Образцы-керны, предназначенные для испытания в состоянии естественной влажности, следует испытывать немедленно после их извлечения из скважины. При невозможности выполнения этого требования нужно принять меры по защите образцов-кернов от высыхания или увлажнения. Для этого керны сразу после изъятия из скважины необходимо обсушить до высыхания поверхностной воды и покрыть гидроизоляционной оберткой; обертку снимают при определении объемного веса.

30. Образцы-керны, предназначенные для испытания в воздушно-сухом состоянии, выдерживают в течение не менее 48 часов в закрытом помещении с температурой $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительной влажностью воздуха 55—75%; испытывают их при той же температуре и относительной влажности воздуха в помещении.

Высушивание образцов-кернов до постоянного веса производится в сушильном шкафу при температуре $105\text{—}110^\circ \text{C}$. Постоянным весом образца-керна считается вес, при котором разница между двумя последующими взвешиваниями после высушивания не превышает $\pm 0,2\%$. Промежуток высушивания между двумя последовательными взвешиваниями должен быть не менее 4 часов.

Размеры испытываемых образцов-кернов бетона должны превышать наибольшую крупность зерен заполнителей не менее чем в три раза.

31. Определение объемного веса (объемной массы) бетона в конструкции

производится не менее чем по трем образцам кернов, выбуренных из сооружений.

32. Для определения объемного веса применяется следующая аппаратура: ванна для насыщения образцов-кернов водой, объемомер, технические весы, штангенциркуль.

Подготовка образцов-кернов

33. Для определения объемного веса (объемной массы) бетона в естественном состоянии берутся цилиндрические или кубовые бетонные керны, либо отдельные их куски. После снятия гидроизоляционной обертки образцы бетона взвешиваются с точностью до 0,5%, после чего образцы-керны неправильной формы насыщаются водой до постоянного веса. До постоянного веса насыщаются также образцы-керны неправильной формы после их взвешивания при определении объемного веса (объемной массы) бетона в воздушно-сухом состоянии или высушенного до постоянного веса.

Проведение испытаний

34. При определении объемного веса (объемной массы) бетона на образцах-кернах правильной формы, объем образца определяется по его геометрическим размерам, измеренным с помощью штангенциркуля с точностью 1 мм.

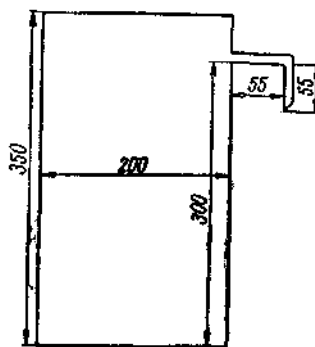
Каждый линейный размер образца-керна (не цилиндрической формы) вычисляется как среднее арифметическое трех измерений: двух параллельных друг другу ребер, лежащих в плоскости одной грани, и средней между ребрами прямой.

Для определения диаметра образца-керна цилиндрической формы на каждой параллельной плоскости цилиндра измеряется по два взаимно перпендикулярных диаметра. Размер диаметра образца вычисляется как среднее арифметическое четырех измерений.

Высота образца цилиндрической формы вычисляется как среднее арифметическое измерение четырех образующих цилиндра, расположенных на двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через его вертикальную ось.

35. При определении объемного веса (объемной массы) бетона на образцах-кернах неправильной формы объем образцов-кернов после их насыщения определяется при помощи объемомера по количеству вытесненной им воды путем взвешивания последней с точностью до 0,5%.

Объемомер представляет собой металлический цилиндрический сосуд (рис. 5), в который впаяна загнутым концом медная или латунная трубка внутренним диаметром 8—10 мм.



Объемомер наполняется водой комнатной температуры, пока из трубки не потечет вода. Когда из трубки прекратится падение капель, под трубку ставится предварительно взвешенный стакан. Затем образец-кern, подготовленный для испытания (насыщенный до постоянного веса), осторожно погружается на тонкой проволоке или нити в сосуд; при этом вода, вытесненная образцом-кernом, будет стекать по трубке в стакан.

Рис. 5. Схема объемомера.

После прекращения падения капель стакан вновь взвешивается и определяется

объем воды, вытесненный образцом-керном.

36. Объем образца-керна бетона можно также определить методом гидростатического взвешивания. В этом случае объем численно равен разности между показателями взвешивания образца на воздухе и в воде. Объемный вес бетонного образца вычисляется с точностью 1 кг/м³ по формуле

$$\gamma_0 = \frac{q}{v} \cdot 1000, \quad (1)$$

где q — вес образца (куска) бетона, выбуренного из конструкции,
 v — объем образца, см³.

Результаты испытаний сводятся по форме, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

№ пп.	№ секции, блока и т.п.	№ керна	Глубина взятия керна, м	Вес керна, г	Объем керна, см ³	Объемный вес бетона, кг/м ³

37. Средний объемный вес (объемная масса) бетона по скважине или по всем скважинам вычисляется как среднее арифметическое объемных весов всех образцов-кернов отдельной скважины или всех скважин.

38. Влажность и пористость бетона по кернам определяется согласно ГОСТу 12730-67.

Определение водопоглощения бетона

39. Водопоглощение — это отношение веса воды, поглощенного образцом материала, к его весу (весовое водопоглощение), выраженное в процентах. Определение водопоглощения бетона в конструкции производится не менее чем по трем образцам-кернам, выбуренных из сооружений.

Размеры испытываемых образцов-кернов бетона должны превышать наибольшую крупность зерен заполнителей не менее чем в три раза.

Применяемая аппаратура

40. Для определения водопоглощения бетона используются: технические весы, сушильный шкаф, сосуд с металлической сеткой на высоте 2 см от поверхности дна для насыщения кернов водой, металлическая щетка.

Подготовка образцов

41. Для определения водопоглощения берутся либо цилиндрические бетонные керны, либо отдельные их куски. Образцы-керны очищаются металлической щеткой от рыхлых частиц и пыли.

Проведение испытания

42. Для насыщения образца-керна водой последний укладывается в сосуд так, чтобы высота его не превышала 200 мм (призмы и цилиндры укладываются на бок). После этого в сосуд наливается вода слоем около 30 мм. Каждый час в сосуд равномерными порциями добавляется вода таким образом, чтобы через 3 часа после начала насыщения все образцы-керны были покрыты слоем воды в 10 мм. В дальнейшем во все время насыщения образца-керна вода должна поддерживаться на указанном уровне.

Температура воды, используемой для испытания, должна быть 20±2° С.

Каждые 24 часа образцы-керны вынимаются из воды, вытираются выжатой мокрой тряпкой и взвешиваются. Насыщение образцов-кернов водой продолжается до тех пор, пока двумя последовательными взвешиваниями не будет установлено прекращение прироста их веса.

После достижения водонасыщенными образцами-кернами постоянного веса, их высушивают до постоянного веса.

Контрольные взвешивания образцов как во время насыщения водой, так и во время высушивания производятся с точностью до 0,2%.

Водопоглощение образцов-кернов в процентах вычисляется с точностью до 0,1% по формуле

$$W_{\text{погл}} = \frac{q_i - q}{q} \cdot 100, \quad (2)$$

где q — вес образца-керна, высушенного до постоянного веса, г;

q_i — вес образца-керна в насыщенном водой состоянии, г.

Результаты опыта записывают по форме, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

№ пп.	№ секции, блока и т.п.	№ керна	Глубина взятия керна, м	Вес керна в насыщенном водой состоянии, г	Вес керна, высушенного до постоянного веса, г	Водопоглощение, % по весу

43. Среднее водопоглощение по скважине или всех скважин вычисляется как среднее арифметическое водопоглощения всех образцов-кернов отдельной скважины или всех скважин.

Испытание бетонных кернов на сжатие

44. Прочностью материала называется его способность сопротивляться разрушению от внутренних напряжений, возникающих под воздействием внешних сил и других факторов.

45. Образцы бетонных кернов приготавливаются путем выбуривания или выпиливания их из бетонных сооружений. Следует отдавать предпочтение выбуренным бетонным кернам, по которым можно получить технические характеристики бетона по всей высоте сооружения. Выпиленные же образцы бетонных кернов позволяют оценить прочность бетона только у поверхности сооружения.

46. Для получения прочности бетона на сжатие отдельного бетонного элемента (секции, блока и т. д.) должно быть испытано не менее трех кернов.

47. Бетонные керны, применяемые для испытания, должны иметь длину $(1,25—2,5)d$ и диаметр 110—150 мм (рис. 6) при условии, что максимальный размер крупного заполнителя не превышает $1/3$ диаметра керна.

48. К испытанию не допускаются сухие или подсушенные керны, так как в этом случае получатся завышенные прочностные показатели.

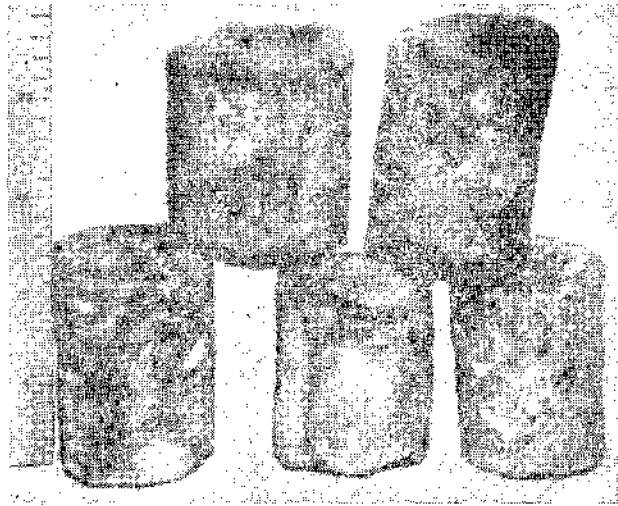


Рис. 6. Бетонные керны, применяемые для испытания на сжатие.

49. Торцы кернов должны быть параллельными, отклонение их от плоскости не должно превышать 0,5 мм.

50. К испытанию на прочность при сжатии выбуренные керны можно подготовить тремя способами:

а) торцы кернов отпилить на камнерезном станке, при этом строго следить за параллельностью торцевых поверхностей. После этого торцы кернов отшлифовать на шлифовальном станке. Для снятия усилий трения торцы кернов перед испытанием промазать парафином. Надо иметь в виду, что при распиловке кернов на их торцах могут появиться трещины, которые резко снижают прочность бетона на сжатие;

б) торцевые поверхности кернов тщательно выровнять путем подливки цементного раствора 1:2÷1:2,5 (рис. 7). После двухдневного твердения под влажной тканью керны выдержать в нормальных условиях до 5 суток. Перед испытанием торцы кернов необходимо отшлифовать на шлифовальном круге, для придания им строго горизонтальной и ровной поверхности.

Однако недостатком этого способа является то, что требуется дополнительное время на твердение подлитого цементного раствора. Кроме того, разная прочность керна и цементного раствора может привести к внецентренности нагрузки и неточности результатов испытания;

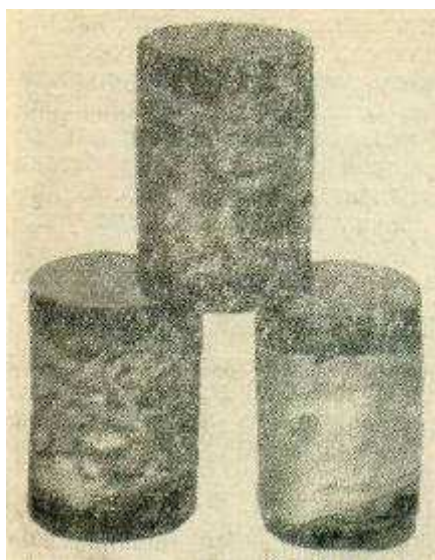


Рис 7. Бетонные керны, выровненные путем подливки цементного раствора

в) испытания провести в стаканах с песчаной засыпкой. Этот способ позволяет испытывать на сжатие керны при неправильных основаниях (без распиловки и шлифовки торцов).

Приспособление для производства испытаний на сжатие (рис. 8) состоит из металлического стакана с дном и такого же стакана без дна, диаметр которых на несколько мм больше диаметра испытываемого керна и двух стальных круглых цилиндров. В стакан с дном насыпается кварцевый песок слоем не менее 1/2 диаметра керна, затем в него торцом ставится kern. На верхний конец керна надевается такой же стакан, но без дна. Для предотвращения вытекания песка, пространство между керном и стаканом законопачивается ветошью или другим материалом, в стакан насыпается песок, после чего он закрывается круглым стальным цилиндром, который передает давление на песок и через него на образец-кern.

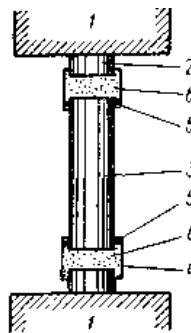


Рис. 8. Схема приспособления для производства испытаний керна на сжатие с применением песка

1—плиты пресса;
2—стальные круглые цилиндры; 3—образец-кern; 4—металлический стакан с дном; 5—ветошь или другой материал; 6—песок.

Кроме того, стаканы на концах керна (рис. 9) обеспечивают защемление торцов керна и передают поперечные деформации металлическим стаканам.

Размеры стаканов, обеспечивающие выравнивание давления на торцы керна, приведены в табл. 4.

Песчаная подушка обеспечивает центральное приложение нагрузки и практически устраняет трение в торцах, поэтому этот способ можно считать наиболее достоверным.

Таблица 4

Диаметр керна	20	15	10	5
Обойма:				
внутренний диаметр	21	15,8	10,6	5,3
высота	20	15	10	5
толщина стенки .	1	0,8	0,6	0,5

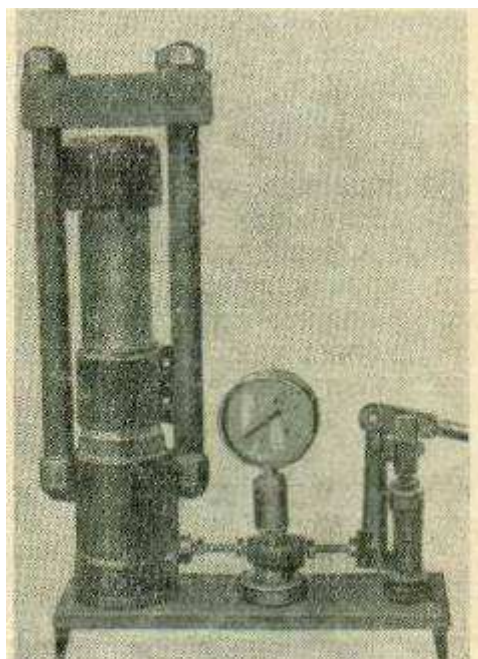


Рис. 9. Испытание керна на сжатие с применением песка.

51. Прочность бетонных кернов зависит от их формы, размеров и в основном от отношения длины к диаметру керна (l/d). Полученные частные значения прочностей должны быть приведены к единой прочности. Такой мерой прочности до настоящего времени является кубиковая прочность.

На основании обобщения опытных данных, для получения единой прочности установлены безразмерные коэффициенты прочности, которые определяются для каждого керна по формуле:

$$k = \frac{n - 0,20}{n - 0,43} - 0,03, \quad (3)$$

где $n = l/d$ — отношение высоты образца-керна к его диаметру.

Уравнение (3) действительно для образцов-кернов с отношением l/d от 1 до 7. Для образцов-кернов с отношением $l/d = 7$ коэффициент прочности равен 1, а при $l/d = 1$ соответственно 1,37.

Приведение к кубиковой прочности производится в следующей последовательности.

От частной прочности данного керна переходят к прочности керна для отношения $l/d = 1$ с использованием найденного коэффициента прочности.

Получив таким путем условную прочность, переходят к кубиковой прочности:

$$R_{\text{куб}} = 1,11 R_{\text{дл.}} \quad (4)$$

Приведение кернов к кубиковой прочности см. в примере 2 приложения 4.

Результаты определения и расчетов записываются по форме, приведенной в табл. 5 и 6.

Таблица 5

№ пп.	№ керна	Диаметр керна, см	Поперечная площадь, см ²	Разрушающая нагрузка, кГ	Предел прочности керна на сжатие, кГ/см ²

Таблица 6

№ скважины	№ керна	Глубина взятия керна, см	Размеры керна		Прочность керна при сжатии	Частный коэффициент прочности	Отношение коэффициентов	Приведенная предельная прочность	Кубиковая прочность
			Высота, см	Диаметр, см					

52. Метод пересчета прочности бетона по кернам к кубиковой прочности (метод Королева) следует принять в качестве предварительного. С накоплением опытных данных этот метод должен усовершенствоваться.

Определение прочности бетона на сжатие по кернам

53. Прочность бетона на сжатие по бетонным кернам, выбуренным из бетонных сооружений, определяется на образцах цилиндрической формы.

54. Керны испытываются в возможно более короткий срок после их извлечения из камеры влажного хранения и до испытания хранятся укрытыми влажной тканью.

55. Непосредственно перед испытанием поверхности образцов-кернов, соприкасающиеся с плитами пресса, протираются сухой тканью.

56. Образцы-керны перед испытанием подвергаются осмотру. Торцы кернов, прилегающие к плитам пресса, должны быть параллельными, отклонение от плоскости не должно превышать 0,5 мм.

57. Перед испытанием образцы-керны взвешиваются, затем производится их обмер с точностью до 1 мм. Площадь сечения образца определяется по вертикальной плоскости, проходящей посередине образца.

58. Пресс должен иметь шаровую опору на одной из опорных плит. Степень точности показаний пресса +2%.

59. Образец-кern укладывается на опорные подушки пресса так; чтобы его вертикальная ось проходила через центр шарнира плиты пресса.

60. Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью 2— 3 кГ/см³ в секунду до разрушения образца-керна. На рис. 10 показано разрушение керна под сжимающей нагрузкой.

61. Предел прочности при сжатии отдельного образца-керна вычисляется как частное от деления величины разрушающей нагрузки в кГ на величину площади сечения керна в см².

62. Предел прочности образца-керна при сжатии должен быть приведен к пределу прочности при сжатии образца-куба. Полученные результаты определения и расчетов записываются по форме, приведенной в табл. 5.

63. Прочность бетона на сжатие по скважине или всех скважин сооружения вычисляется как среднее арифметическое результатов определения прочности на сжатие всех образцов-кернов отдельной скважины или всех скважин.

64. При наличии не менее 25 определений прочности на сжатие производится вычисление показателей изменчивости и коэффициента однородности бетона согласно ГОСТу 10180-62.



Рис. 10. Разрушение керна под сжимающей нагрузкой.

Определение прочности бетона по кернам на осевое растяжение

65. Прочность бетона на осевое растяжение в $\text{кг}/\text{см}^2$ определяется путем испытания не менее чем по трем образцам-кернам цилиндрической формы. При испытании образцов-кернов цилиндрической формы сжимающая нагрузка прикладывается по диаметральной плоскости.

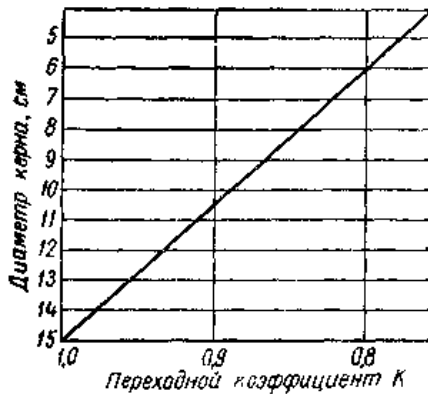


Рис. 11. График для определения переходных коэффициентов.

66. Образцы-керны цилиндрической формы должны иметь диаметр и высоту 150 мм при условии, что максимальный размер крупного заполнителя не превышает $1/3$ диаметра керна. При меньших диаметрах бетонных кернов расчетную формулу (5) надо умножить на коэффициент k , который определяется по графику рис. 11. Переходные коэффициенты получаются опытным путем.

67. Перед испытанием образцы-керны взвешиваются и обмеряются с точностью до 1 мм.

68. Испытание образцов-кернов производится при помощи пресса, используемого для определения прочности бетона на сжатие. Верхняя плита пресса устанавливается на сферическом шарнире, расположенном в центре плиты, она должна иметь возможность свободно поворачиваться в любом направлении.

Степень точности показаний пресса должна составлять $\pm 2\%$.

69. Образец-кern устанавливается на прессе так, чтобы плиты пресса прилегали к двум взаимно противоположным образующим (рис. 12 и 13). Направление сжимающей силы при этом должно совпадать с диаметральной плоскостью образца-керна цилиндрической формы, а ось образца должна проходить через центр шарнира плиты пресса.

70. Для равномерного распределения нагрузки между плитами пресса и испытуемым образцом-керном помещаются прокладки. Прокладки изготавливаются из обычной трехслойной фанеры. Длина прокладок должна быть не менее длины образца, а ширина прокладок должна составлять $0,2$ размера диаметра керна.



Рис. 12. Разрушение керна под нагрузкой при определении прочности бетона на растяжение косвенным путем.

71. Нагрузка должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью не выше 2 кг/см² в 1 сек до разрушения образца-керна.

72. Величина предела прочности на осевое растяжение для каждого образца-керна вычисляется по следующей формуле

$$\sigma = \frac{2P_{\text{макс}}}{\pi dl}, \quad (5)$$

где $P_{\text{макс}}$ — разрушающая нагрузка, кг;

d — диаметр бетонного цилиндра, см

l — длина бетонного цилиндра, см.

Результаты определений и расчетов записываются по форме, приведенной в табл 7.

Таблица 7

№ пл.	№ секций и блока	№ скважины	№ керна	Глубина взятия керна, м	Вес керна, кг	Длина керна, см	Диаметр керна, см	Разрушающая нагрузка, кг	$R = \frac{2P_{\text{макс}}}{\pi dl}$	Переходный коэффициент к	Предельная прочность на растяжение

73. Прочность бетона на растяжение по скважине или всех скважин сооружений вычисляется как среднее арифметическое результатов определения прочности на растяжение всех образцов-кернов отдельной скважины или всех скважин.

74. При наличии не менее 25 определений прочности на растяжение производится вычисление показателей изменчивости и коэффициента однородности бетона согласно ГОСТу 10180-62.

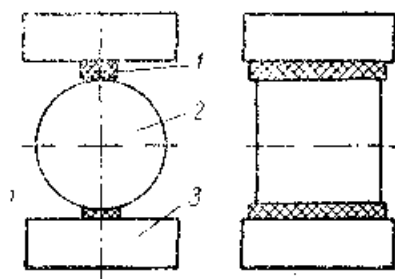


Рис. 13. Схема определения прочности бетона на растяжение косвенным путем

1 — прокладка; 2 — испытуемый керн; 3 — плита прессы.

Определение морозостойкости бетона

75. Под морозостойкостью бетона понимается способность его в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности.

76. Морозостойкость бетона характеризуется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое способны выдерживать образцы-керны без снижения прочности на сжатие более 15% или без снижения прочности на сжатие более 15% и без потери в весе более 5%.

Количество циклов попеременного замораживания и оттаивания, после которых производится осмотр и испытание на сжатие образцов-кернов, число основных и контрольных образцов должны соответствовать указанным в табл. 8.

Таблица 8

	Морозостойкость бетона				
	Мрз-25	Мрз-50	Мрз-100	Мрз-150	Мрз-200
1. Количество циклов, после которых производится испытание образцов-кернов на сжатие	25	50	100	150	200
2. Количество циклов, после которых производится внешний осмотр и взвешивание образцов-кернов	5	10	10	10	10
3. Число основных образцов-кернов, подлежащих	3	3	3	3	3
4. Число контрольных образцов-кернов	3	3	3	3	3
5. Общее число заготавливаемых образцов-кернов	6	6	6	6	6

Применяемая аппаратура

77. Для определения морозостойкости бетона используются: холодильная камера с металлической сеткой на высоте 2 см от поверхности дна, сосуд для насыщения образцов (кернов), технические весы, лупа 10-кратная, мягкая ткань.

Подготовка образцов

78. Для определения морозостойкости применяются керны без дефектов со сравнительно гладкой поверхностью из зон сооружений, которые подвергаются замораживанию и оттаиванию. Торцы кернов должны быть гладкими. Длина керна должна соответствовать его диаметру (рис. 14).

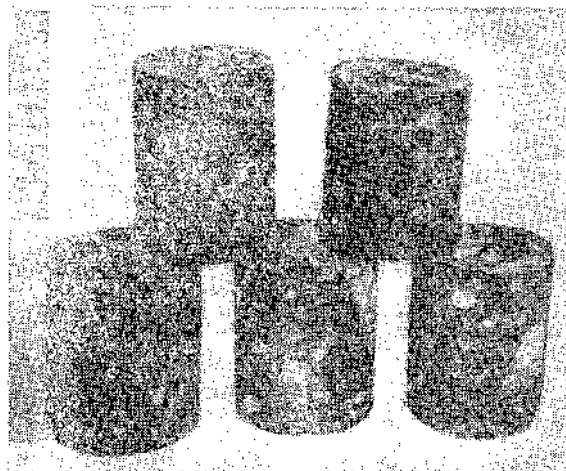


Рис. 14. Общий вид кернов для испытания их на морозостойкость.

Образцы-керны, подлежащие испытанию на морозостойкость, нумеруются, осматриваются и замеченные дефекты (незначительные отколы, выкрашивание и т. п.) заносятся в журнал испытаний.

За четыре дня до начала испытания на морозостойкость образцы, подлежащие замораживанию, помещаются в ванну с водой. Над образцами должен находиться слой воды не менее 2 см.

Примечание. Образцы-керны из бетона сооружений, которые подвергаются совместному действию мороза и морской или иной минерализованной воды, должны быть насыщены минерализованной водой данного состава. Вода может быть приготовлена искусственно на основании химического анализа, причем в раствор вводятся только хлориды и сульфаты.

Проведение испытания

79. Перед испытанием образцы-керны вынимаются из ванны, влага с их поверхности удаляется влажной мягкой тканью, после этого каждый образец сразу же взвешивается, при этом вес воды, вытекающей из пор образца-керна, помещенного на чашку весов, включается в вес образца-керна.

Насыщенные водой образцы-керны укладываются в морозильную камеру на подкладки с расстоянием между образцами-кернами не менее 5 см.

Образцы укладываются в морозильную камеру после того, как температура в ней понизится не менее чем до -15°C .

Необходимо проверять равномерность температуры воздуха камеры, которая не должна отклоняться от заданной температуры в сторону повышения.

Продолжительность одного замораживания образцов-кернов при установившейся температуре -15°C должна составлять 4 часа. Перерыв в процессе одного замораживания образцов-кернов не допускается.

По окончании срока замораживания образцы-керны погружаются не менее чем на 4 часа в ванну с водой, температура которой поддерживается равной $15-20^{\circ}\text{C}$. При этом образцы-керны устанавливаются так, чтобы каждый из них был окружен со всех сторон слоем воды толщиной не менее 20 мм.

Примечание. При условиях, указанных в примечании к п. 78, оттаивание образцов-кернов производится в минерализованной воде данного состава— естественной или приготовленной искусственно.

80. После проведения попеременного замораживания и оттаивания образцов-кернов с числом циклов, указанным в табл. 8 настоящих Рекомендаций, производится определение величин потери в весе и испытание основных образцов-кернов на сжатие. Для определения величин потери в весе образцы извлекают из ванны, с их поверхности мягкой тканью удаляется влага; каждый образец сразу же взвешивается, при этом вес воды, вытекающей из пор образца, помещенного на чашку весов, включается в вес образца.

Величина потери в весе в процентах вычисляется с точностью до 0,01% по формуле

$$П_{в} = \frac{q_1 - q}{q_1} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где q_1 — вес образца-керна до начала испытания;

q — вес образца-керна после обусловленного количества циклов замораживания и оттаивания.

Полученные результаты испытания записываются по форме, приведенной в табл. 9.

Таблица 9

№ пл.	№ секции и блока	№ скважины	№ керна	Глубина керна, м	Взятая керна	Вес керна до испытания, г	Ц и к л ы													
							25			50			100							
							Вес, г	Потеря, г	Потеря, %	Вес, г	Потеря, г	Потеря, %	Вес, г	Потеря, г	Потеря, %					

81. Перед испытанием на сжатие основные образцы-керны подвергаются внешнему осмотру с измерением площади поврежденной поверхности. Если величина поврежденной поверхности хотя бы на одной из граней, прилегающих к плитам пресса при испытании на сжатие, окажется более 10—12% первоначальной площади грани, то дефекты следует устранить путем подливки густого цементного теста. Испытание образцов на сжатие в этом случае производится через трое суток после подливки, причем первые сутки образцы хранятся во влажной среде, а затем в воде.

82. Одновременно с испытанием основных образцов-кернов производится испытание контрольных образцов-кернов, которые испытываются на сжатие в насыщенном водой состоянии.

83. Оценка степени морозостойкости бетона производится сравнением средней прочности основных образцов-кернов с прочностью контрольных образцов-кернов. Для этого вычисляются средние прочности основных образцов-кернов R_0 и контрольных образцов-кернов R_k .

Потеря прочности основных образцов-кернов после проведения попеременного замораживания и оттаивания вычисляется по формуле

$$\frac{R_k - R_0}{R_k} \cdot 100. \quad (7)$$

Если прочность основных образцов-кернов после определенных циклов замораживания и оттаивания по сравнению с контрольным образцом снизится более чем на 15% или более чем на 15% с потерей в весе более 5%, то испытание на морозостойкость образцов-кернов прекращается.

Образцы-керны считаются выдержавшими испытание, если снижение их прочности после окончания испытания не превышает 15% с потерей в весе меньшим чем 5% по сравнению с прочностью контрольных образцов-кернов, хранившихся в нормальных

влажностных условиях.

На рис. 15 показаны керны после 50, 100, 150 циклов замораживания и оттаивания.



Рис. 15. Керны после 50, 100 и 150 циклов замораживания и оттаивания.

Определение водонепроницаемости бетона

Степень водонепроницаемости бетона характеризуется наибольшим давлением воды, при котором еще не наблюдается просачивания ее через образцы при испытании в соответствии со следующими указаниями.

Применяемая аппаратура

Испытание образцов-кернов производится на приборе любой конструкции, который обеспечивает возможность подачи к нижней торцевой поверхности образцов-кернов воды при возрастающем ее давлении, а также возможность наблюдения за состоянием верхней торцевой поверхности образцов-кернов. Кроме того, при

определении водонепроницаемости бетона используются металлические цилиндры (6 шт. внутренним диаметром на 5 мм больше, чем диаметр керна, и высотой 150 мм, изготовленные из стальных цельнотянутых труб), металлическая щетка; воск; битум; парафин или другой уплотняющий материал.

Подготовка образцов

86. Образцы-керна, приготовленные из бетонных кернов (рис.16), должны иметь форму цилиндра высотой 150 мм. Приготовленные по размерам и без дефектов керны до испытания помещаются в камеру влажного хранения.



Рис. 16. Общий вид кернов для испытания их на водонепроницаемость.

Перед испытанием образцы-керна выдерживаются в течение суток на воздухе, а затем помещаются в металлические цилиндрические формы. Промежуток между формой и образцами-кернами заполняется расплавленным уплотняющим составом (воск, битум, парафин и др.), не допускающим фильтрации воды между образцами и формой. Перед заливкой формы прогреваются до температуры, близкой к температуре плавления уплотняющего состава. Торцевые поверхности образцов-кернов перед постановкой их на испытание должны быть тщательно очищены стальной щеткой для удаления цементной пленки и следов уплотняющего состава.

После окончания подготовки образцов-кернов к испытанию и до начала испытания формы с образцами-кернами хранятся под влажной тканью.

Проведение испытания

87. Температура помещения, в котором производится испытание, должна быть $20 \pm 5^\circ \text{C}$, а относительная влажность воздуха — не менее 60%.

Испытание начинается при давлении воды, равном 1 кг/см^2 , в дальнейшем через каждые 8 часов давление повышают ступенями на 1 кг/см^2 .

В момент появления на верхней торцевой поверхности образца-керна признаков просачивания воды отмечается соответствующее давление в кг/см^2 .

За критерий водонепроницаемости используемого бетона принимается то наибольшее давление воды, при котором на четырех из шести образцах-кернах еще не наблюдается просачивания воды.

Результаты испытания записываются по форме, приведенной в табл. 10.

№ пп	№ секции, блока	№ скважины	№ керна	Глубина взятия керна, м	Давление, <i>ати</i>								
					1	2	3	4	5	6	7	8	

VII. ОЦЕНКА СТРУКТУРНОЙ ОДНОРОДНОСТИ БЕТОНА ГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

88. В настоящее время основными критериями оценки однородности бетона служат его прочность при сжатии и плотность.

В дополнение к вышеуказанным критериям, оценка структурной однородности бетона может быть определена графическим способом.

Для установления фактического соотношения между крупными заполнителями и растворной составляющей и их распределения в бетоне применяется графический способ оценки структурной однородности бетона, основывающийся на изучении изготовленных шлифов из бетонных кернов.

Для оценки структурной однородности бетона графическим способом заготавливают бетонные шлифы отпиливанием их от кернов. Шлифы фотографируются для получения их фотом (рис. 17) в увеличенном виде (в 1,5÷2,5 раза в зависимости от диаметра керна). По фотографии шлифов при помощи планиметра определяются площади: всего шлифа $F_{ш}$ и крупного заполнителя $F_{к.з}$. Разница этих площадей дает возможность определить площадь растворной составляющей по формуле

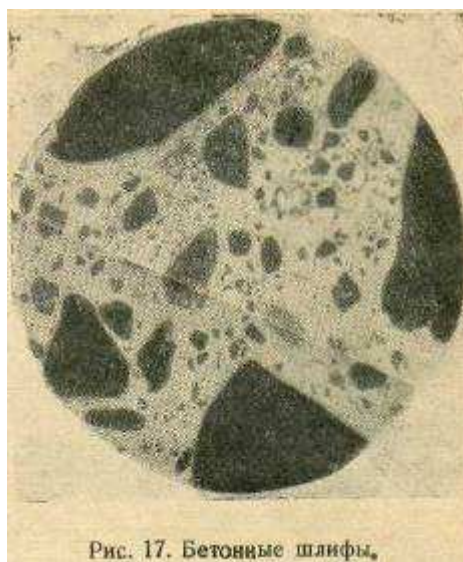


Рис. 17. Бетонные шлифы.

$$F_p = F_{ш} - F_{к.з}.$$

Данные этих определений записываются по форме, приведенной в табл.11.

№ п/п.	Общая площадь Шлифа, см ²	Площадь, занимаемая крупным заполнителем, см ²	Содержание крупного заполнителя, %	Содержание растворимой составляющей, %

Графическое определение однородности позволяет наглядно оценить однородность бетона в сооружении путем сопоставления площади, занятой крупным заполнителем, с площадью, получаемой путем расчета по составу данного бетона.

VIII. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОРРОЗИИ БЕТОНА

89. В настоящее время оценкой степени коррозии бетона служит его прочность, которая зависит от совокупности факторов, влияющих на скорость разрушения бетона во времени.

90. Для оценки степени коррозии бетона гидротехнических сооружений необходимо:

а) получить среднюю прочность бетона R по выбуренным кернам в начале эксплуатации гидротехнического сооружения (1—2 года после его возведения);

б) имея среднюю прочность бетона $R_{\text{ср}}$, полученную при испытании на сжатие выбуренных кернов, определить процент снижения прочности бетона от его коррозии за определенное количество лет эксплуатации по формуле:

$$A = \frac{R - R_{\text{ср}}}{R} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Вместо $R_{\text{ср}}$ в эту формулу можно поставить минимальную прочность, полученную при испытании бетонных кернов. Тогда найдем максимальную потерю прочности бетона в % от коррозии в месте взятия керна из сооружения с минимальной прочностью.

Пример определения снижения прочности бетона от его коррозии за 10 лет эксплуатации гидротехнического сооружения см. в примере 3 приложения 4.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Станки колонкового бурения, применяемые при бурении гидротехнических сооружений

Марка	КА-2М-300	КАМ-500	БК-150	ЗИФ-300
Наибольшая глубина бурения, м	300	500	150	300
Возможный угол наклона инструмента к горизонту.....	0—90°	45—90°	55-90°	75—90°
Наибольший наружный диаметр коронки . .	130	190	240	151
Тип подачи инструмента на забой	Рычажный	Рычажный	Рычажный и автоматически гидравлический	Рычажный и автоматически гидравлический
Завод-изготовитель . .	Сняты с производства, но имеются в большом количестве 0,75	-	-	-
Вес станка, т.....	0,75	1,9	0,68	1,38

Примечание. Бурение производится в основном дробью. Карбонатные бетоны бурятся победитовыми коронками. Буровые коронки для дробового бурения диаметром 219 мм не выпускаются (изготавливаются кустарно).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Наставление по бурскопическому обследованию стенок скважин в бетонных сооружениях

Устройство бурскопа

Бурскоп предназначается для осмотра стенок необводненных скважин в бетоне диаметром от 70 до 200 мм (рис. 18). Прибор¹ представляет собой полуцилиндр диаметром от 60 до 180 мм, изготовленный из отрезка дюралюминиевой трубы или из оцинкованной жести толщиной в 1 мм, согнутой по заданному диаметру. В нижней части корпуса приклепано доньшко, куда на время спуска прибора в скважину насыпается при-грузка (щебень, дробь и пр.).

¹ Конструкция А. М. Викторова.

В средней части корпуса под углом в 45° к оси бурскопа помещается овальное плоское зеркало, укрепленное на лапках. В верхней части корпуса крепится одна или несколько лампочек автомобильного типа на 12 в (лампочка-фара или стоп-сигнальная). К цоколю лампочек припаивается проводник, который присоединяется к проводам-подвескам.

Для предотвращения запотевания зеркала под ним помещается свободно висящая на жестких проводниках нижняя

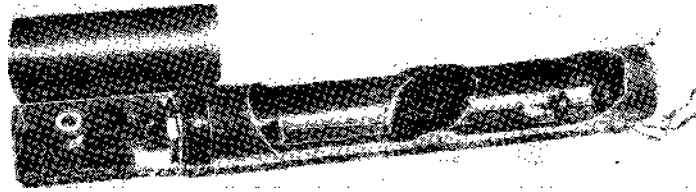


Рис. 18. Общий вид буроскопа.

12-вольтовая лампочка. В ушки корпуса, через 4 отверстия в каждом, продеваются проводники, на которых буроскоп подвешивается и опускается в скважину. Питание током осуществляется от сети через трансформатор или от аккумулятора автомашины.

Изготовление буроскопа

Если корпус (рис. 19) изготавливается из оцинкованной жести, то последовательность операции следующая:

1. Развертка заготовки вырезается из чертежа и наклеивается на лист оцинкованной жести толщиной не менее 1 мм.

2. По развертке вырезается или вырубается заготовка и сгибается на трубе или на любом цилиндре (близком по диаметру к диаметру буроскопа) в цилиндрическую форму.

3. Удлиненные части корпуса 8, 10 накладываются и припаиваются так, чтобы образовалась дужка 6 для поддержки зеркала и коробка для пригрузки 14. К нижней части корпуса (коробке) припаивается доннышко 11.

4. В абажуре 7 вырубается отверстие патрона с пальцами 3 для фары. Абажур сгибается под прямым углом. Пальцы патрона отгибаются и в отверстие вставляется лампочка 12 с напаянным на выступ цоколя проводничком.

5. По картонной форматке вырезается овальное зеркало размером 120x90 мм; торцы его подшлифовываются на камне.

6. Лапки 7 сгибаются внутрь, на них укладывается картонная подкладка, а на нее зеркало 8. Снизу оно закрепляется отогнутым выступом от дужки 6, а сверху прижимается в плотную пластинкой 9.

7. К нижней лампочке припаиваются два жестких проводника: один к цоколю, а другой к контактным выступам на цоколе. Оба проводника заводятся под верхний край зеркала и присоединяются к проводникам-подвескам 15 и 16 или раздельно: один к верхней лампочке, а другой к корпусу.

8. В верхние отверстия подвесных ушек заводятся концы проводов-подвесок, которые затем продеваются через остальные два отверстия; один конец зачищается на контакт с корпусом, а другой — присоединяется к лампочкам (наиболее удобные провода-подвески получаются при расплетке обычного комнатного электрошнура «ШРПС»).

Осмотр скважины через буроскоп

1. Устье скважины очищают от мусора, песка и обломков. Замеряют глубину нахождения уровня воды.

2. Развертывают проводники-подвески на нужную длину, равную глубине осмотра.

3. На доннышке коробки корпуса помещают пригрузку (щебень или буровую дробь в мешочке, либо металлические предметы).

4. К источнику тока подключают концы проводников.

5. Наблюдатель медленно опускает в скважину буроскоп по одной стенке на двух проводниках, раздвигая их пошире.

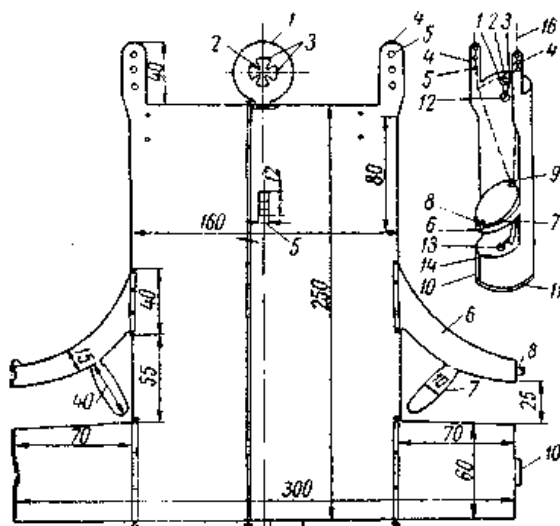


Рис. 19. Развертка заготовки корпуса бурскопической приставки

1—патрон-абажур (сгибается под $\leq 90^\circ$ на шарнире); 2—пальцы патрона (сгибаются под $\leq 90^\circ$); 3—отверстие для ноколя-лампочки $d=15$; 4—ушки подвесные; 5—отверстие для провода-подвески ($d=5$); 6—дужка для зеркала; 7—лапка для поддержки зеркала (сгибается); 8—удлинение дужки (для шарнира); 9—верхняя лапка для зеркала (на винте); 10—удлинение нижней части корпуса для припайки; 11—доннышко (на шарнире); 12—лампочка (фара автомашины) напр. 12в на 50+21 св.; 13—лампочка (стоп-сигнал) для подогрева зеркала напр. 12в на 21+6 св.; 14—камера для пригрузки при спуске в скважину; 15—зеркало овальное $d_{верт}=120$ мм; $d_{гор.}=90$ мм; 16—провод-подвеска.

6. При обнаружении дефектов бетона в стенке скважины (трещины, каверны, вывалы, выходы струек воды и т. д.) бурскоп задерживают для детального осмотра стенок, попеременно поднимая и опуская его на несколько сантиметров, чтобы избежать глубоких теней, маскирующих истинную величину трещин и каверн. Для получения объективных данных осмотр дефектов ведут поочередно для большей точности два наблюдателя.

Следует указать, что на стенках скважин, особенно после бурения дробью, бывают борозды, напоминающие при плохом освещении трещины. Покачиванием бурскопа можно определить глубину и форму кажущихся «трещин» и установить истинный характер этих дефектов стенок.

7. При обнаружении вертикальных трещин, вдоль по ним медленно опускают бурскоп, замеряя при этом длину спущенных проводов. Все дефекты стенок схематично зарисовываются в дневник осмотра. Для удобства замера целесообразно заранее разметить провода по метрам.

Наблюдатель во время осмотра видит через бурскоп отражение в зеркале участка вертикальной стенки скважины в горизонтальном положении. Зная ширину и длину зеркала, можно на глаз, но достаточно точно, определить ориентировочную величину наблюдаемых дефектов (например, ширину трещин).

8. При глубине свыше 8—10 м, когда изображение в зеркале становится мелким, наблюдение необходимо вести через одноочковый бинокль или через другой оптический прибор, жестко устанавливая его над устьем скважины.

9. Доступная для осмотра глубина скважины обычно не превышает 30 м. Бурскоп нельзя опускать ниже уровня воды.

10. При осмотре стенок горизонтальных или наклонных скважин бурскоп тыльной стороной прикрепляют к штангам, на которых он вдвигается в скважину.

11. После осмотра одной стороны стенок скважины до забоя или до уровня воды бурскоп извлекают на поверхность, обтирают от пыли, поворачивают зеркалом к необследованной стенке, опускают и повторяют операцию вновь.

В скважинах, диаметр которых не превышает 130 мм, при одном опускании бурскопа

диаметром 100 мм удастся осмотреть примерно половину окружности стенок. Поэтому повторное опускание прибора дает возможность осмотреть другую половину стенок и на этом закончить полный осмотр.

12. После окончания осмотра наблюдатели сверяют свои записи и зарисовки в дневнике и в случае неясности проводят повторный контрольный осмотр. После окончания всех работ из буроскопа извлекается груз и прибор обтирается.

13. После осмотра всех скважин на данном объекте составляется акт осмотра стенок скважин, в котором указываются обнаруженные дефекты в бетоне, их размеры, форма и глубина нахождения.

Акт подписывается всеми участвующими в осмотре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Наставление по фотобуроскопической документации стенок скважин в бетоне

При бурении сооружений, в которых вследствие предполагаемой трещиноватости или кавернозности выход керн недостаточен, необходимо иметь фотобуроскопическую документацию дефектных участков стенок скважин с последующей обработкой и дешифровкой фотобуроскопических снимков.

Фотосъемка производится фотобуроскопом после буроскопического осмотра стенок скважин (или одновременно), без осмотра тех скважин, глубина которых превышает 15—20 м, а также искривленных скважин любой глубины.

Фотобуроскоп имеет следующее несложное устройство, позволяющее изготовлять его в местных мастерских.

Обзорный фотобуроскоп ФЭБ-12¹ представляет собой объединение фотокамеры, пленкопротяжного механизма и буроскопической приставки с переменным положением зеркала для осмотра и фотографирования одних и тех же участков стенок необводненных скважин, пробуренных в бетоне (или в каменных породах).

Буроскопическая приставка (рис. 20, а) состоит из дюралюминиевого корпуса 7 с вырезом в передней части, подведенного на проводах-подвесках 2, которые продеты через три отверстия 3 в верхней части корпуса. Текстолитовый кружок-абажур 4 прикрывает лампочку-осветитель 5, служащую для освещения стенки скважины при буроскопическом осмотре. Лампочка прижата к корпусу муфтой 5 из бронзовой ленты. Эта лампочка подбирается из обычных лампочек для автомобильных фар (7вт, напряжением в 12в). Другая лампочка-осветитель 7 служит для экспозиции при фотографировании отражения стенок скважины в зеркале. Качающееся зеркало 9 закреплено на алюминиевой подложке 70 и удерживается в направлении к объективу аппарата резинкой 11, прикрепленной одним концом к штырю 12 в корпусе, а другим — к выступу подложки 13.

При буроскопическом осмотре наблюдатель натягивает капроновую нить 14, проходящую через кольцо 15 в корпусе, и поворачивает зеркало с подложкой на оси 16. При этом зеркало принимает положение 17 в сторону наблюдателя под углом в 45° к оси корпуса при натянутом состоянии резинки 18. Резинка обеспечивает возврат зеркала после осмотра в стабильное положение к объективу.

¹Конструкция А. М. Викторова.

Через отверстие 19 в нижней части корпуса прикрепляется винтами 20 металлическая или пластмассовая (винипластовая) муфта с доньшком 22, в которое вставлен объектив 23 от любого фотоаппарата, постоянно открытый, но зашторенный на максимум для получения резкости снимка. На этом же доньшке закрепляется клемма 24 для подводки и включения проводничков электрического тока напряжением в 12 в.

Непосредственно к корпусу буроскопа прикрепляется винтами футляр 25 из дюралюминиевой трубы с доньшком, который одевается на фотокамеру и через прорези 26 поворачивается на винтах корпуса (рис. 20, б).

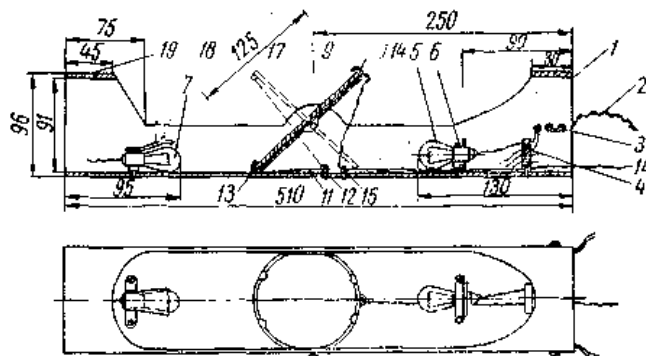


Рис. 20а. Буроскопическая приставка.

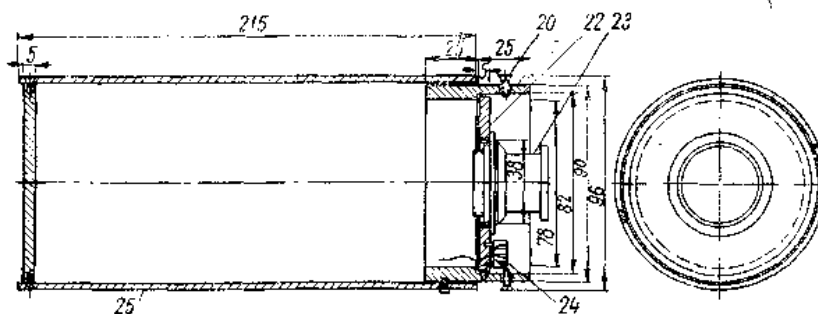


Рис. 20б. Фотокамера фотобуроскопа.

Фотокамера (рис. 20, б) состоит из следующих деталей: текстолитовой пленки 27 толщиной 5, шириной 67 и длиной 170 мм, прикрепленной к переднему текстолитовому диску 28 с окошечком 29 для экспозиции фотопленки и к заднему текстолитовому диску толщиной 5 и диаметром 90 мм. Связь осуществляется винтами через предельную выемку в диске 30. На планке 27 закрепляются детали фотокамеры: электродвигатель СД-12 на два оборота в минуту 31 для напряжения тока в 12 в с редуктором, на оси которого насажена текстолитовая (стандартная, от электрического фонаря) шестерня 32, снабженная муфтой со стопорным винтом 33. Эта шестерня соединяется с такой же шестерней, насаженной на ось катушки приемной кассеты 34, посаженной в гнездо из листовой тонкой бронзы или стали 35, со стопорным винтом. Гнездо прикреплено к планке винтами 27.

Фотопленка 36 поступает в приемную кассету через вращающиеся катушки 37 и проходит перед окошечком 29, выдвигаясь из передающей кассеты 38. При своем движении пленка попадает на зубцы реле 39, вращая его до тех пор, пока стальные пластинки 40 не замкнут цепь проводников 41 сигнальной лампы, указывающей на окончание перемотки одного кадра.

Подача тока к электродвигателю осуществляется через проводнички, продетые через отверстия 42 в переднем диске 28.

Панель дистанционного управления фотобуроскопом состоит из следующих деталей: силового трансформатора (от радиоприемника «Октава» с перемотанной верхней катушкой), трансформирующего напряжение 220 в на 12 в; сигнальной лампочки, загорающей после прохождения одного кадра пленки; переключателя с тремя кнопками (левой — включение двигателя, перемотки кадров пленки и сигнала кадров; средней — нейтральной; правой — включение лампочек буроскопа для экспозиции), двух клемм для подключения к трансформатору.

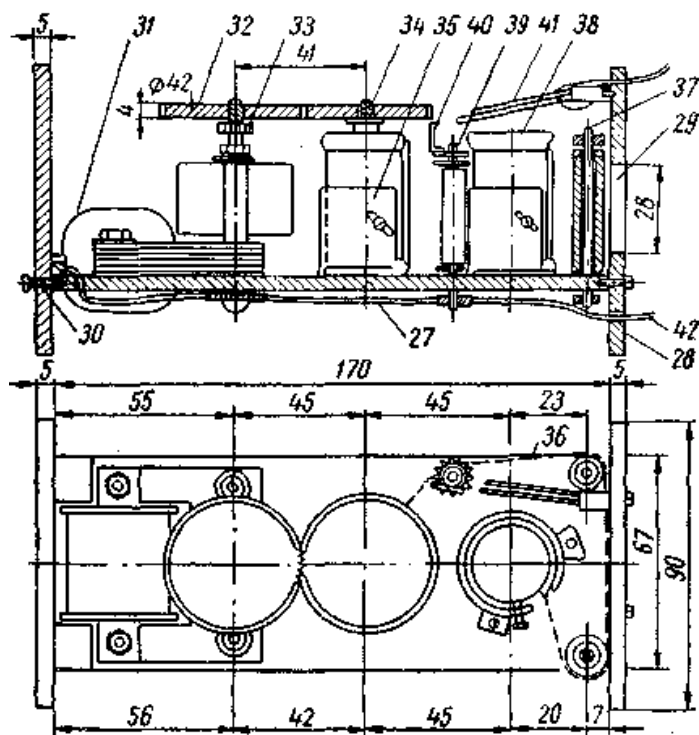


Рис. 20в. Пленкопротяжный механизм фотобуроскопа.

Сборка. Кассеты заряжаются фотопленкой и вставляются в держатели. Приемная кассета закрывается крышкой, закрепленной на все время под шестеренкой. После закрытия крышки кассеты ее шестеренка должна вплотную примыкать к шестеренке, насаженной на вал двигателя. Пленка, идущая от передаточной кассеты, заводится на зубцы сигнальной шестеренки. Затем продевается проводничок освещения, который (через отверстие, расположенное в нижней части дисков панели) присоединяется к пальчиковому штепселю на контакт С.

На вал двигателя, имеющий прорезь, прежде всего плотно насаживается катушка кассеты так, чтобы ее внутренняя планка полностью села в прорезь, после чего кассета закрывается крышкой и втапливается, ориентируясь на кромку прорези с продолговатым отверстием.

Передаточная кассета также втапливается в свою прорезь, ориентируясь пленкоприемной выступающей частью на кромку прорези с отверстием. Эти отверстия сдерживают кассеты от вращения в момент движения пленки.

Выводы трансформатора двупроводным шнуром подключаются к осветительной сети напряжением 220в.

Процесс фотосъемки стенок скважины

Перед спуском фотобуроскопа в скважину ее устье очищается. Желательно до съемки осмотреть стенки скважин через буроскоп. Затем проверяется фотобуроскоп: включают освещение, а затем перемотку и, прислушиваясь к звуку двигателя, замечают своевременное зажигание лампочки сигнала. После этого прибор опускается в скважину на заданную для фотосъемки глубину. Объектив постоянно открыт, но диафрагма его должна быть зашторена на максимум.

Экспозиция длится от 1 до 10 сек в зависимости от чувствительности пленки и цвета бетона в стенке скважины. Нормальная экспозиция устанавливается опытным путем пробной фотосъемкой в одной из скважин. Вначале стенки скважины осматриваются через зеркало буроскопической приставки, для чего наблюдатель натягивает капроновую нить, намотанную на катушку, и поворачивает зеркало к себе. При обнаружении в бетоне

дефектов, которые необходимо сфотографировать, нить опускается, зеркало возвращается в стационарное положение в сторону объектива, а осветитель — верхняя лампочка — в это время дистанционно выключается. Затем с пульта управления дистанционно включается электродвигатель перемотки пленки. При появлении светового сигнала на панели управления двигатель выключается, что говорит об окончании перемотки пленки. Дистанционно управляемый фотобуроскоп во время съемки должен быть неподвижен, для чего после осмотра и перемотки провода подвески прижимают к устью скважины каким-либо тяжелым предметом. На время экспозиции включается нижняя электролампочка на заданное время экспозиции, и процесс фотосъемки заканчивается. Далее фотобуроскоп снова опускается на 7—8 см вниз, и операция повторяется. Таким образом, при помощи фотобуроскопа ФЭБ-12 удастся одновременно осмотреть, а затем сфотографировать один и тот же участок стенки скважины на 15—16 кадрах обычной фотопленки (остальные кадры через один засвечиваются при буроскопическом осмотре). При фотобуроскопической съемке стенок горизонтальных, наклонно-нисходящих и восходящих буровых скважин проводники-подвески вводятся в полость буровых штанг, на которых прикрепляется фотобуроскоп.

Соединение штанг с прибором производится через ниппель с резьбой, закрепленной на торцевой крышке фотобуроскопа (подобно тому, как прикрепляются буровые наконечники).

Для дешифровки фотобуроскопических снимков стенок скважин производится фотосъемка эталона. Эталонном служит стенка отверстия, выбуренного на глубину до 0,3 м в образце (кубе, глыбе) бетона того же состава, что и в сооружении.

В эталонных снимках определяется суммарная площадь, занимаемая заполнителями и кавернами, и отношение ее к общей площади снимка, т. е. выраженное коэффициентами.

Принято¹, что при нормальном распределении крупных заполнителей в бетоне коэффициент заполнителей $k_{\text{зап}}$ составляет 0,55, а коэффициент кавернозности $k_{\text{кав}}=0$. Замеры площадей производятся планиметром.

Сопоставление с эталонными снимками позволяет установить правильность распределения заполнителей и расслоение бетона по глубине скважины (следовательно, и блока сооружения), подсчитать число, величину и площадь, занимаемую кавернами, оценить качество бетона в контролируемой части сооружения и наметить необходимые меры по обеспечению устойчивости сооружения.

¹ Предложение А. М. Викторова.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Пример 1. Нормальный цилиндрический керн I группы длиной в 210 мм поднят из скважины с глубины от 3,2 до 3,41 м, его вес 4200 г. Выход керна бетона в этом случае 100%. Вес однометрового керна бетона — 20 000 г. Из той же скважины (с глубины от 3,41 до 3,71 м) получены образцы-керны бетона в кусках, т. е. керны III группы. Общий вес кусков 2650 г. Действительный выход керна в процентах на данном интервале глубины скважины определяется лишь по весу. Для этого вес образцов данной группы делится на определенный выше вес 1 м керна I группы и умножается на длину интервала бурения (т. е. на 0,3 м.). Выход керна в процентах составляет:

$$\frac{2650}{20000 \cdot 0,3} \cdot 100 = 44,1 \%$$

Пример 2. Размеры керна $d=15$ см и $l=30$ см, предел прочности при сжатии керна 200 кг/см².

При отношении длины керна к диаметру, равном $n = l/d = 30/15 = 2$, по формуле (1) определяется коэффициент прочности:

$$k = \frac{n - 0,2}{n - 0,43} - 0,03 = \frac{2 - 0,2}{2 - 0,43} - 0,03 = 1,12.$$

Коэффициент предела прочности для образцов-кернов с отношением $l/d = 1$ равен 1,37.

Отношение коэффициентов k_1 1,37:1,12 составляет величину 1,22, на которую необходимо умножить полученное значение предела прочности керна при сжатии, при этом получается приведенная предельная прочность для керна с соотношением $l/d = 1$, равная

$$R_{сж} = 1,22 \cdot 200 = 244 \text{ кг/см}^2.$$

Для перехода к кубиковой прочности необходимо приведенную прочность увеличить в соответствии с формулой (4):

$$R_{куб} = 1,11 R_{цил} = 1,11 \cdot 244 = 271 \text{ кг/см}^2.$$

Следовательно, прочность керна с отношением $l/d = 2$ при значении предела прочности при сжатии $R_{сж} = 200 \text{ кг/см}^2$, соответствует кубиковой прочности 271 кг/см^2 .

Пример 3. Средняя прочность бетона по выбуренным кернам в начале эксплуатации 255 кг/см^2 , а после 10-летней эксплуатации 150 кг/см^2 ; минимальная прочность после 10 лет эксплуатации— 100 кг/см^2 .

Потеря прочности бетона от коррозии за 10 лет эксплуатации составляет:

$$A = \frac{255 - 150}{255} \cdot 100 = 41,2\%,$$

а максимальная потеря прочности бетона в % от коррозии в месте взятия керна из сооружения с минимальной прочностью

$$A_{\text{макс}} = \frac{255 - 100}{255} \cdot 100 = 60,8\%.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков С. А. и Волков А. С., Справочник по разведочному бурению, Госгеолтехиздат, 1963.
2. Викторов А. М., Натурные исследования бетона в гидротехнических сооружениях, Госстройиздат, 1956.
3. Викторов А. М., Опыт фотографирования в буровых скважинах, Госгеолтехиздат, 1958.
4. Викторов А. М., Минеральные заполнители для гидротехнического бетона, Госэнергоиздат, 1956.
5. Натурные исследования крупных гидротехнических сооружений, «Энергия», 1964.
6. Джонс Р., Испытание бетона без разрушения, Стройиздат, 1964.
7. Зашук Н. В., Новые методы испытания дорожных материалов и сооружений без разрушения, Автотрэнсиздат, 1962.
8. Скрамтаев Б. Г., Лещинский М. Ю. Испытание прочности бетона в образцах, конструкциях и сооружениях, Стройиздат, 1964.
9. Главмосстрой, Временные указания по распределению прочности бетона и раствора в конструкциях молотком ВСН-13-61, Изд-во Мосоргстрой, 1961.
10. Стольников В. В., Исследования по гидротехническому бетону, «Энергия», 1962.
11. Мальцов К. А., Королев М. М., К вопросу о контроле качества бетона в сооружениях, «Гидротехническое строительство», 1955, № 2.
12. Королев М. М., Два метода контроля прочности бетона, «Гидротехническое

строительство», 1938, № 5.

13.Шевяков Л. Д., О расчетах прочных размеров и деформаций опорных целиков, Известия АН-СССР, Отд. техн. наук, 1941, № 7—9.

14.Мердок Л. Д., Бетонные работы, Госстройиздат, 1955.

15.Государственные стандарты СССР, Вяжущие материалы. Бетоны и заполнители для бетона, Изд-во Гос. ком. стандартов, мер и измерительных приборов СССР, 1965.

16.ГОСТ 12730-67. Бетон тяжелый. Методы определения объемной массы, плотности, пористости и водопоглощения.

17.Стольников В. В., Проектирование и строительство больших плотин, «Энергия», 1966.

18.Руководство по бетону, Госэнергоиздат, 1958 (перевод с английского).