Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона (НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАДИОЭКРАНИРУЮЩЕГО БЕТОНА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Москва 1981

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона (НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАДИОЭКРАНИРУЮЩЕГО БЕТОНА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Утверждены
директором НИИЖБ
21 апреля 1980 г.

Москва 1981

УДК 666.982.2

Рекомендации по изготовлению изделий и конструкций из радиоэкранирующего бетона для специальных сооружений. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1981, 20 с.

Содержат основные положения по технологии изготовления облицовочных плит из радиоэкранирующего бетона.

Приведена методика измерений электро- и радиофизических параметров заполнителя и бетона.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Табл. 2, ил. 4.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1981

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации разработаны впервые и содержат основные положения по технологии изготовления облицовочных плит из радиоэкранирующего бетона на основе цемента или шлакощелочных в я ж у щ и х (а.с. 50I57I, 6I3584, 65I56I).

Производство изделий из этого бетона осуществляется на заводах железобетонных изделий без изменения существующих технологических режимов.

Конструкции из радиоэкранирующего бетона являются эффективными заменителями стального листа, применяемого в настоящее время для изготовления электромагнитных экранов.

Результаты внедрения радиоэкранирующих бетонов на ряде предприятий страны показали, что нецелесообразно и нерационально изготавливать несущие или ограждающие конструкции целиком из этого материала. Представляется более целесообразным, не меняя технологии строительства с применением обычных железобетонных конструкций, стеновых панелей, перегородок и т.д., только облицовывать стены, потолок и п о л экранируемого помещения плитами из радиоэкранирующего бетона.

Облицовочные плиты из радиоэкранирующего бетона классифицируются по назначению на три основных типа: для стен и перегородок РЭП-СП, потолка РЭП-ПТ и пола РЭП-ПЛ. Такая классификация обусловлена спецификой работы конструкции, призванной нести функции, в первом случае - лишь пассивного экрана, без вероятности воздействий каких-либо эксплуатационных нагрузок; во втором - обеспечения, помимо экранирующих функций, надежности конструкции под воздействием изгибающей (от собственного веса) нагрузки, а в третьем - конструкции пола, с соответствующими истирающими, сминающими и другими динамическими воздействиями.

Для удобства транспортирования и монтажа плит из радиоэкранирующего бетона приняты следующие размеры плит 50х50х3 см и 50х50х5 см.

Рекомендации составлены на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований НИИЖБ и исследования электро- и радиофизических свойств радиоэкранирующих бетонов, проведенного предприятием п/я Г-4I49.

Рекомендации разработаны Центральной лабораторией тяжелых бетонов НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн.наук, проф. Л.А.Малинина, кандидаты техн.наук К.Н.Ким, А.С.Истомин, инженеры Э.Д.Смельтер, А.М.Комиссаров, Н.Н.Дворецков, В.Ю.Гашка) при участии предприятия п/я Г-4149 (канд.техн.наук Г.В.Шуваев, инженеры А.И.Беляев, И.С.Котов).

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул.,д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на изготовление облицовочных плит из радиоэкранирующего бетона марок М35–М200, приме - няемых для специальных сооружений при условиях эксплуатации: относительная влажность воздуха 65 % и температура 20 °С.

I.2. Радиоэкранирующий (электропроводящий) бетон (ЭПБ) относится к группе легких бетонов плотной структуры с объемной массой 900 - I300 кг/м^3 и обладает высокой электропроводностью (до I00 См/м).

I.3. Классификация радиоэкранирующих бетонов следующая:

а) по электропроводности:

особоэлектропроводные – проводимость более 50 См/м;
высокоэлектропроводные – " от 20 до 50 См/м;
среднеэлектропроводные – " от I0 до 20 См/м;
электропроводные – " от I до I0 См/м;

б) по прочности на сжатие:

М 35, М 50, М 75, М I00, М I50, М 200;

в) по виду вяжущего:

цементные;
шлакощелочные, с применением тонкомолотого гранулированного шлака и щелочных компонентов.

I.4. Облицовочные плиты из радиоэкранирующего бетона по назна - чению классифицируются следующим образом:

стеновые плиты РЭП–СП из бетона марок М35–М50;
потолочные плиты РЭП–ПТ из бетона марок М75–МI00;
плиты для устройства пола РЭП–ПЛ из бетона марок МI50–М200.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАДИОЭКРАНИРУЮЩЕГО БЕТОНА

2.I. В качестве вяжущего для приготовления радиоэкранирующего бетона следует применять портландцемент или шлакопортландцемент, соответствующие требованиям ГОСТ I0I78–76, или тонкомолотый гранулиро - ванный доменный шлак, отвечающий требованиям ГОСТ 3476–74 и СН 277–80 "Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бето - на", совместно с одним из следующих щелочных компонентов или их смесью:

едким натром техническим – ГОСТ 2263–79;
щелочным плавом – ТУ 6–I8–45–77;
метасиликатом натрия – ГОСТ I3079–67;
едким кали – ГОСТ 9285–78.

2.2. В качестве заполнителя для приготовления радиоэкранирующего бетона следует применять коксовую мелочь, отвечающую требованиям ГОСТ 11255-75. Предельная крупность зерен ее должна быть не более 10 мм.

Рекомендуемый зерновой состав крупного и мелкого заполнителей из коксовой мелочи приведен в табл.1.

Таблица 1

Заполнитель	Максимальная крупность зерен, мм	Полный остаток, % по массе, на сите с отверстиями размером, мм						
		10	5	2,5	1,2	0,6	0,3	0,14
Крупный	10	0-5	95-100	-	-	-	-	-
Мелкий	5	-	0-5	10-30	20-55	40-70	70-95	80-100

2.3. В качестве ингибитора коррозии арматуры для радиоэкранирующего бетона на цементном вяжущем рекомендуется применять добавку нитрита натрия, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 19906-74, ТУ 38-10274-79 Миннефтехимпрома СССР.

2.4. Вода, применяемая для растворения щелочных компонентов и приготовления бетонной смеси на цементном вяжущем должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732-79.

2.5. Каждую партию вяжущего сопровождают паспортом, который должен оформляться в соответствии с указаниями ГОСТ 22237-76.

2.6. При транспортировании и хранении пористых заполнителей необходимо предохранять их от увлажнения и загрязнения посторонними примесями.

2.7. Допускается перевозка немолотого шлака в открытом виде; срок хранения на открытых складах не более одного года.

2.8. При размещении и хранении вяжущих на складах необходимо соблюдать следующие правила:

не следует смешивать вяжущие разных сроков выпуска, заводов, марок и видов;

полностью исключить увлажнение вяжущего;

регулярно вести учет поступления и расхода вяжущего по отдельным силосам;

расходовать вяжущее из силосов более раннего поступления.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВАМ РАДИОЭКРАНИРУЮЩИХ БЕТОНОВ

3.I. Радиоэкранирующий бетон представляет собой искусственный камень, получаемый после формования и последующего твердения из рационально подобранной и уплотненной смеси токопроводящих заполнителей, вяжущего и воды.

3.2. Состав радиоэкранирующего бетона назначают, исходя из заданной марки по прочности, объемной массы и удобоукладываемости при минимальном расходе вяжущего.

3.3. Состав радиоэкранирующего бетона можно подбирать любым из существующих способов с последующей проверкой в производственных условиях.

3.4. При подборе состава радиоэкранирующего бетона на цементном вяжущем необходимо учитывать следующие положения:

а) расход коксовой мелочи в насыпном состоянии не должен превышать I200-I300 л на I $м^3$ бетона;

б) количество портландцемента или шлакопортландцемента должно составлять 270-400 кг на I $м^3$ бетона;

в) ориентировочный расход воды затворения должен составлять (200±I0) л на I $м^3$ бетона, и его следует корректировать в зависимости от свойств крупного и мелкого заполнителей;

г) ингибитор коррозии - нитрит натрия -рекомендуется добавлять в количестве 2 % массы цемента (в пересчете на сухое вещество). Содержание нитрита натрия в растворах и их плотность принимают согласно прил.4 "Руководства по применению химических добавок в бетоне" (М. , Стройиздат, I980).

3.5. Шлакощелочное вяжущее относится к группе минеральных вяжущих, получаемых путем помола до тонкости цемента основных доменных гранулированных шлаков с добавлением щелочных компонентов (едкого натра, едкого кали, щелочного плава, метасиликата натрия и др.).

3.6. Доменный гранулированный шлак следует применять с модулем основности не менее 0,9. Он должен быть размолот до удельной поверхности 3200-3500 $см^2/г$ (остаток на сите с отверстиями р а з м е р о м 0,08 мм не более I5 % по ГОСТ 3584-73.

3.7. При подборе состава радиоэкранирующего бетона на шлакощелочном вяжущем необходимо учитывать следующие положения:

а) расход коксовой мелочи принимается согласно п.3.4,а настоящих Рекомендаций;

б) расход тонкомолотого гранулированного шлака не должен превышать 300-400 кг на I $м^3$ бетона;

в) отношение расхода шлака (кг) к расходу раствора щелочного компонента плотностью I,20–I,25 г/см^3 (кг) не должно превышать I,040I;

г) в качестве щелочного компонента рекомендуется применять смесь метасиликата натрия и едкого натра в соотношении I:2...I:3 по массе в зависимости от требуемой прочности бетона.

При применении растворов других щелочных компонентов их характеристики выбирают опытным путем.

3.8. Подвижность (жесткость) бетонной смеси принимают в зависимости от способа формования изделий.

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАДИОЭКРАНИРУЮЩЕГО БЕТОНА

4.I. Радиоэкранирующий бетон приготовляют в смесителях принудительного действия.

4.2. Дозирование материалов для приготовления радиоэкранирующего бетона следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 7473-76 с точностью, %:

портландцемента, шлакопортландцемента и тонкомолотого гранулированного шлака – ±2 (по массе);

коксовой мелочи – ±2,5 (по объему);

раствора щелочного компонента – ±2 (по массе).

4.3. Приготовление радиоэкранирующего бетона рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

а) в смеситель загружают коксовую мелочь, цемент или тонкомолотый гранулированный шлак, и в течение I–2 мин производят их перемешивание до получения однородной смеси;

б) затем в работающий смеситель подают отвешенное количество воды или щелочного компонента; перемешивание продолжается 2–3 мин.

Вместе с водой затворения в бетонную смесь на цементном вяжущем вводят ингибитор – нитрит натрия. При подаче в смеситель водный раствор щелочного компонента должен иметь температуру 20–25°С. Общая продолжительность перемешивания составляет около 5 мин.

4.4. Каждый из щелочных компонентов (см.п.2.I настоящих Рекомендаций) растворяют в отдельной емкости, оборудованной пневматическим или механическим перемешивающим устройством, а также средствами для подогрева воды. Плотность полученного раствора должна составлять I,20–I,25 г/см^3. Проверку плотности растворов необходимо производить один раз в смену.

4.5. При использовании двух или нескольких щелочных компонентов приготовляют смесь из отдельно растворенных компонентов. Для этого

заводы должны быть снабжены емкостью с водомерным стеклом, применяемым для приготовления смеси растворов с любым соотношением щелочных компонентов.

4.6. При выборе емкости для приготовления раствора едких щелочей (KOH, NaOH) следует учитывать, что растворение сопровождается сильным выделением тепла.

4.7 Воду для растворения метасиликата натрия следует подогревать до температуры 50–60 °С.

5. ФОРМОВАНИЕ И ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

5.I. Облицовочные плиты формуются из радиоэкранирующего бетона в стальных формах, удовлетворяющих требованиям ГОСТ I8886-73. Перед формованием поддоны и бортоснастка должны быть тщательно очищены, формы собраны и смазаны отходами масел или эмульсиями.

5.2. Установку арматурных сеток в формах производят в соответствии с рабочими чертежами на изделие. Для предупреждения смещений и обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона арматуру следует фиксировать специальными стальными приспособлениями.

5.3. Транспортирование и укладку бетонной смеси на шлакощелочном вяжущем осуществляют теми же способами, что и обычные цементно-бетонные смеси той же подвижности (жесткости).

5.4. Уплотнение бетонной смеси рекомендуется производить методами вибропрессования или роликового формования. При этом предпочтение следует отдавать первому методу. Режимы уплотнения подбирают опытным путем.

5.5. Тепловую обработку изделий из радиоэкранирующего бетона на цементном или шлакощелочном вяжущем следует производить насыщенным паром или паровоздушной смесью, обеспечивающими на стадии изотермического прогрева относительную влажность среды 90–I00%. Температура среды при изотермическом прогреве должна быть не более: 85 °С – при использовании портландцемента и 95 °С – при использовании шлакопортландцемента и шлакощелочного вяжущего.

5.6. Ориентировочный режим тепловой обработки бетона следующий : предварительная выдержка перед прогревом – 2–4 ч; подъем температуры – 3 ч; изотермический прогрев – 6–8 ч; снижение температуры – 3 ч; Оптимальные режимы тепловой обработки следует уточнять опытным путем в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий с учетом рекомендаций "Руководства по тепловой обработке бетонных и железобетонных изделий" (М., Стройиздат, I974).

5.7. Продолжительность тепловой обработки должна быть такой, чтобы обеспечить получение прочности радиоэкранирующего бетона, равной 70 % проектной.

5.8. Электроразргрев бетонной смеси, а также электропрогрев твердеющего бетона категорически запрещается.

5.9. Выгрузку форм с изделиями из пропарочных камер производят при разнице температур окружающей среды и открытой поверхности изделий не более 40 °С.

5.10. Технологический процесс изготовления облицовочных плит из радиоэкранирующего бетона рассчитывают так, чтобы выпускаемые изделия имели наибольшую степень заводской готовности.

5.11. Изделия отгружают потребителю только при достижении бетоном отпускной прочности.

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

6.1. Для обеспечения требуемого качества облицовочных плит производят систематический пооперационный контроль качества исходных материалов, технологии приготовления и укладки бетонной смеси, арматуры, режима твердения, работы технологического оборудования, исправности измерительной аппаратуры, складирования и транспортирования изделий.

6.2. Поступающие на предприятие материалы принимают партиями, при этом в каждой партии проверяют следующие свойства:

коксовая мелочь – объемную насыпную массу, фракционный состав, межзерновую пустотность, водопоглощение, прочность при сдавливании в цилиндре по ГОСТ 9758-77 и электропроводность согласно прил.1 настоящих Рекомендаций;

тонкомолотый гранулированный шлак – физико-механические и другие свойства по ГОСТ 310.1-76 – ГОСТ 310.4-76 со следующими изменениями:

а) при определении нормальной густоты, сроков схватывания и при изготовлении образцов из молотого шлака вместо воды применяют 15%-ный раствор соды (ГОСТ 5100-73);

б) образцы-балочки испытывают на прочность ускоренным методом.

Не ранее чем через 4 ч и не позднее чем через 6 ч после изготовления балочки подвергают пропариванию в укрытых формах по режиму (3+6+3) ч при температуре изотермического прогрева 95±3 °С с последующим испытанием через одни сутки после выдерживания в комнатных воздушно-сухих условиях.

6.3. Пооперационный контроль технологического процесса производства возлагают на цеховой технический персонал, который работает под методическим руководством ОТК.

6.4. Прочность радиоэкранирующего бетона определяется в соответствии с ГОСТ 10180-78.

6.5. Отбор пробы бетонной смеси для изготовления контрольных образцов необходимо производить не менее одного раза в смену. Из каждой пробы бетонной смеси следует изготавливать не менее одной серии образцов для определения прочности бетона и не менее одной серии образцов для определения его электропроводности в возрасте 7 сут. Каждая серия должна состоять из трех образцов-кубов с ребром 100 м м. Контрольные бетонные образцы должны храниться в тех же условиях, что и изделие.

6.6. Контроль электропроводности бетонных образцов следует производить в соответствии с методикой, приведенной в прил.1 настоящих Рекомендаций.

6.7. Подвижность (жесткость) бетонной смеси нужно определять в момент укладки ее в формы по ГОСТ 10181-76.

6.8. Внешний вид облицовочных плит и качество их поверхностей (отсутствие трещин, раковин и околов) проверяют путем визуального осмотра.

7. МАРКИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

7.1. Плиты маркируют путем нанесения несмываемой (например, белой) краски при помощи трафарета или штампа товарного знака предприятия-изготовителя на обеих сторонах лицевой поверхности каждой плиты. Маркировка плит на боковых гранях категорически запрещается.

7.2. Предприятие-изготовитель должно гарантировать соответствие плит требованиям настоящих Рекомендаций при соблюдении потребителями условий применения и хранения и сопровождать каждую партию паспортом, в котором указываются:

а) наименование и адрес предприяти-изготовителя;

б) номер и дата выдачи паспорта;

в) номер партии и количество отгруженных плит;

г) условные обозначения изделий;

д) результаты физико-механических испытаний;

е) электропроводность;

ж) изображение государственного Знака качества по ГОСТ 1.9-67 (на плитах, которым в установленном порядке он присвоен).

7.3. Плиты следует хранить рассортированными по маркам и уложенными в штабеля высотой не более 2 м. Они должны быть защищены от увлажнения и не соприкасаться с грунтом.

7.4. Транспортирование плит может осуществляться любыми транспортными средствами, защищенными от увлажнения: на поддонах, в пакетах или контейнерах.

7.5. Запрещается производить погрузку плит навалом, а при разгрузке сбрасывать их.

8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.I. При производстве изделий из радиоэкранирующего бетона нужно соблюдать требования, предусмотренные "Едиными правилами техники безопасности и производственной санитарии для предприятий промышленности строительных материалов" (М., Стройиздат, I97I).

8.2. При производстве работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности согласно требованиям главы СНиП Ш-4-79 "Техника безопасности в строительстве".

8.3. Нитрит натрия, едкий натр и другие щелочные компоненты должны храниться на индивидуальном складе. Запрещается их хранение в одном помещении с кислотами.

8.4. Запрещается курить и вести работы с открытым пламенем (газосварка, газорезка и др.) в помещении, где хранится кристаллический нитрит натрия. Сгораемые продукты, пропитанные раствором этой соли, легко воспламеняются и трудно поддаются тушению. Для тушения нельзя применять воду, а следует пользоваться огнетушителями или песком.

8.5. В отделениях приготовления щелочных растворов и раствора нитрита натрия необходимо предусматривать искусственную вентиляцию.

8.6. На емкостях для хранения или приготовления растворов щелочи и нитрита натрия должна быть предупреждающая надпись "Яд".

8.7. При укладке бетонной смеси особое внимание следует обращать на соответствие технического состояния электроинструмента и проводок действующим правилам техники безопасности вследствие повышенной электропроводности бетонной смеси.

8.8. Рабочих, занятых приготовлением растворов щелочей и нитрита натрия, необходимо специально инструктировать и обеспечивать резиновыми сапогами и перчатками, а также защитными очками.

8.9. Запрещается принимать пищу в помещениях, где хранятся или приготовляются растворы щелочей и нитрит натрия. Необходимо остерегаться попадания этих растворов, особенно нитрита натрия, на кожу и в пищу.

8.I0. На рабочих местах у баков для растворения щелочей должны быть переносные аптечки, содержащие вещества для нейтрализации применяемых щелочей.

8.II. К работам по приготовлению водных растворов щелочей и нитрита натрия не допускаются лица моложе I8 лет, а также имеющие повреждения кожи рук и лица.

8.I2. При заводском изготовлении радиоэкранирующего бетона на шлакощелочном вяжущем нужно соблдать те же правила техники безопасности, что и при изготовлении обычного цементного бетона с применением солевых добавок. Дополнительных мер безопасности не требуется.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРО- И РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОКСОВОЙ МЕЛОЧИ И ЭПБ

I. Измерение удельной электропроводности коксовой мелочи

Сущность метода заключается в измерении сопротивления столбика коксовой мелочи с размером фракции до I0 мм, заключенного в матрице между двумя пуансонами под давлением I МПа при прохождении постоянного тока.

Аппаратура

Для проведения измерений используют омметр с нижним пределом измерений сопротивления не менее 0,0I Ом; лабораторный пресс, обеспечивающий давление I МПа, и матрица.

Проведение испытаний

Пробу коксовой мелочи загружают равномерно в матрицу;

в матрицу с косовой мелочью вставляют верхний пуансон. Матрицу ставят под пресс. Момент нагружения определяют по индикатору пресса;

по истечении I мин после наложения давления зонды-пуансоны подключают к измерительной цепи (рис.I);

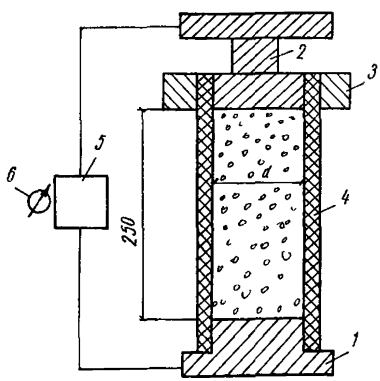

Рис.I. Схема испытания коксовой мелочи на электропроводность

I,2 – соответственно нижний и верхний токопроводящий пуансон; 3 – гайка; 4 – изоляционная втулка, 5 – мост; 6 – омметр

(d – внутренний диаметр матрицы, равный 30 мм)

Измерения повторяют для трех проб одной и той же партии коксовой мелочи.

Обработка результатов

Электрическое сопротивление столбика уплотненной коксовой мелочи (R, Ом) определяют по формуле

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{S},$$

где σ – удельная электрическая проводимость, См/м; l – длина столбика коксовой мелочи, м; S – сечение матрицы, $м^2$.

Из этой формулы удельная электрическая проводимость коксовой мелочи

$$\sigma = \frac{l}{R \cdot S}.$$

За окончательный результат удельной электрической прово - димости принимают среднее арифметическое значение всех измерений.

2. Измерение удельной электрической проводимости ЭПБ

Оборудование для измерений

Для проведения измерений используют омметр с нижним пределом измерения сопротивлений не менее 0,0I Ом и лабораторный пресс, обеспечивающий давление 3 МПа.

Требования к образцам

Образцы из ЭПБ должны иметь форму куба с ребром I0 см. Г р а н и должны быть плоскими и обеспечивать плотное прилегание контактных металлических пластин по всей поверхности.

Методика измерений

Образец помещают между двумя металлическими (например, латунны - ми) пластинами, имеющими толщину 3–5 мм. К пластинам подключают ом - метр. Грани образца, контактирующие с пластинами, должны быть зачи - щены шкуркой. Обеспечение надежного электрического контакта между пластинами и образцом осуществляется с помощью пресса, который изо - лируют от пластин прокладками.

Обработка результатов измерений

Удельную электрическую проводимость образца (σ , См/м) определяют по формуле

$$\sigma = \frac{a}{R \cdot S},$$

где R – сопротивление образца, Ом; a – грань куба, м; S – площадь грани куба, $м^2$.

Измерения проводят для образцов одного состава, причем для каждого образца между всеми параллельными гранями (3 измерения).

За окончательную величину удельной электрической проводимости принимают среднее арифметическое значение всех измерений.

3. Определение экранирующих свойств ЭПБ

Аппаратура для измерений

Для определения экранирующих свойств ЭПБ (коэффициентов отражения и поглощения) могут быть применены стандартные автоматические измерители коэффициента стоячей волны (КСВ):

волноводные - типов Р2-40 (2,59 - 3,94 ГГц);
Р2-42 (3,94 - 5,64 ГГц);
Р2-43 (5,64 - 8,24 ГГц);
Р2-45 (8,24 -I2,05 ГГц);
Р2-32(II,55 -I6,60 ГГц);

коаксиальные - типов Р4-II (I -I250 МГц);
Р2-46 (0,02-I,I0 ГГц);
Р2-37 (I,00-2,I4 ГГц);
Р2-38 (2,00-4,00 ГГц).

При измерениях в коаксиальных трактах в схему дополнительно включают коаксиальный расширитель.

При отсутствии автоматических измерителей КСВ допускается использование измерительных линий типа РI, стандартных волноводов и коаксиальных элементов. В качестве источников сигналов могут быть использованы генераторы типов Г-3 и Г-4, а в качестве индикаторов - измерительные приемники SMV8, SMV7, П5 или измерительные усилители типа У2-8.

Образцы для измерений

Для измерения в волноводных трактах изготовляются образцы прямоугольной формы в соответствии с сечением волновода, а для измерений в коаксиальных трактах - образцы круглого сечения в соответствии с диаметром расширителя.

Образцы в трактах должны быть установлены плотно, без зазоров с обеспечением хорошего электрического контакта.

Методика измерений

При использовании автоматических измерителей КСВ подготовка к измерениям и их проведение следует осуществлять в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих приборов.

Измерения с помощью наборов волновых и коаксиальных элементов производят в соответствии с блок-схемами (рис.2).

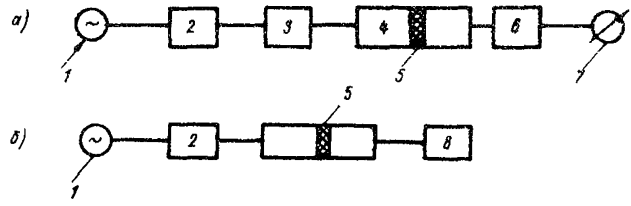

Рис.2. Блок-схемы измерения КСВ:

а – при использовании измерительного усилителя; б – при использовании измерительного приемника;

I – генератор; 2 – развязывающий аттенюатор или вентиль; 3 – отсчетный аттенюатор; 4 – волноводный тракт; 5 – образец ЭПБ; 6 – детекторная секция; 7 – измерительный усилитель; 8 – измерительный приемник

Затухание образца определяется (при постоянной мощности генератора) по разнице показаний отсчетного аттенюатора в схеме а или калибровочного ослабителя приемника в схеме б при неизменяющемся выходном сигнале при наличии и отсутствии образца ЭПБ.

Обработка результатов испытаний

Удельное ослабление электромагнитной энергии в ЭПБ (α , дБ/см) определяется по формуле

$$\alpha = \frac{L_{изм} - L_{отр}}{b},$$

где $L_{изм}$ – измеренное ослабление образца, дБ; $L_{отр}$ – потери на отражение, дБ; b – толщина образца, см.

Величину потерь на отражение от передней границы раздела "воздух – ЭПБ" ($L_{отр}$, дБ) находят по формуле

$$L_{отр} = 20 \lg (I-Г).$$

Коэффициент отражения электромагнитной волны от ЭПБ (Г, %) определяют по формуле

$$Г = \left(\frac{КСВ-I}{КСВ+I} \right)^2 \cdot 100.$$

Общее ослабление образца определяют с учетом отражения от границ раздела и затухания внутри образца

$$L_{общ} = L_{отр} + \alpha \cdot b .$$

За окончательную величину удельного ослабления и коэффициента отражения принимают среднее арифметическое значение измерений всех образцов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЭКРАНИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭПБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАРКИ БЕТОНА И ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Значения удельного ослабления и коэффициента отражения электромагнитных волн от ЭПБ в контрольных точках в диапазоне частот 0,15-10000 МГц не должны быть менее значений, приведенных в табл.2 и на рис.3 и 4.

Таблица 2. Зависимость удельного ослабления α и коэффициента отражения ЭПБ К от частоты электромагнитных волн f

Марка бетона	Показатели	Значения показателей при f, МГц												
		0,15	1	5	10	20	30	60	100	300	500	1000	3000	10000
50	α, дБ/см	5	5,2	5,5	6	6,5	7	8	8,5	12	14,5	18	30	45
	К, дБ	10	9,5	9	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,8	4	2
	К, %	90	88	87	85	82	80	78	75	72	68	67	60	36
75	α, дБ/см	4,5	4,8	5,1	5,5	6	6,5	7	7,5	11	12,5	16	25	40
	К, дБ	9	8	7,5	7	6,5	6,5	6	5,5	5	4,7	4	3,5	2
	К, %	87	85	82	80	78	78	75	72	68	67	60	55	36
150	α, дБ/см	2,5	2,8	3	3,5	4	4,5	5	6	7,5	9	13	22	30
	К, дБ	4	4	3,8	3,5	3,3	3	3	2,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2
	К, %	60	60	58	56	53	53	53	50	44	44	44	44	36
200	α, дБ/см	2	2,5	2,8	3	3,5	4	4,5	5	6,5	8	12	19	28
	К, дБ	3,5	3	2,8	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	2
	К, %	56	53	50	48	44	44	44	44	44	44	36	36	36

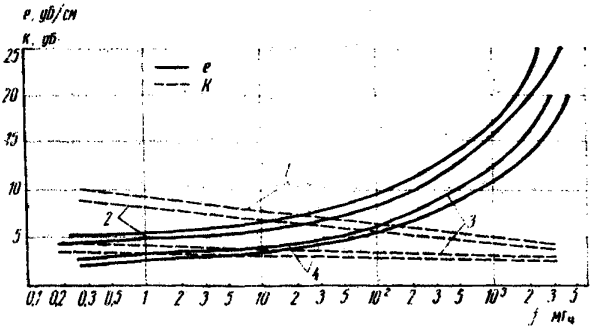

Рис.3. Зависимость удельного поглощения e и коэффициента отражения ЭПБ K от частоты электромагнитных волн f
I - М 50; 2 - М 75; 3 - М I50; 4 - М 200

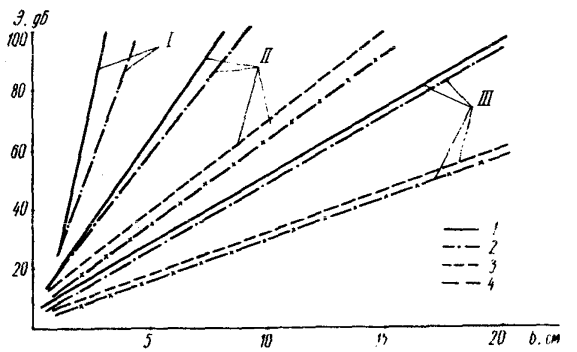

Рис.4. Зависимость ослабления электромагнитных волн $Э$ различных частот от толщины ЭПБ b
I - f = 3000МГц; II - f = 300 МГц; III - f = 5 МГц;
I - М 50; 2 - М 75; 3 - М I50; 4 - М 200

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Предисловие	3
I.	Общие положения	5
2.	Требования к материалам для приготовления радиоэкранирующего бетона	5
3.	Требования к составам радиоэкранирующих бетонов	7
4.	Приготовление радиоэкранирующего бетона	8
5.	Формование и тепловая обработка изделий	9
6.	Контроль качества исходных материалов и готовых изделий	I0
7.	Маркировка, хранение и транспортирование изделий	II
8.	Техника безопасности	I2
Приложение I.	Методика измерений электро- и радиофизических параметров коксовой мелочи и ЭПБ	I4
Приложение 2.	Экранирующие свойства ЭПБ в зависимости от марки бетона и частоты электромагнитных волн.....	I8

Рекомендации по изготовлению изделий и конструкций из радиоэкранирующего бетона для специальных сооружений

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Подписано в печать I/XII-8I г. Заказ № 134 фил
Формат 60x84/I6 Печ.л. I Т-500 экз.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
Можайское шоссе, д.8I

gost.e-ecolog.ru