ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
(РОСАВТОДОР)

Москва 2002

оригинал-макет подготовлен

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Утверждено распоряжением
Минтранса России
№ ОС-857-р от 09.10.2002

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
(РОСАВТОДОР)

Москва 2002

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методика разработана по заказу Департамента эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации.

Разработчик: Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), кафедра «Мосты» (канд. техн. наук В.К.Матвеев, инж. Ю.Б.Харебава).

Методика предназначена для специалистов организаций, занимающихся обследованиями железобетонных автодорожных мостов, контролем качества бетонных работ, а также для исследовательских организаций.

Методика основана на определении содержания хлорид-иона в водной вытяжке из бетонного порошка методом прямой потенциометрии с помощью комбинированного ионоселективного электрода.

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Долговечность железобетонных мостов во многом зависит от состояния пассивирующих свойств бетона по отношению к арматуре. Пассивирующие свойства бетона определяются в первую очередь содержанием хлоридов, а также нейтрализацией (карбонизацией) бетона. Определение степени и глубины карбонизации бетона на практике не вызывает затруднений. Количественное определение содержания хлоридов в бетоне является более сложной задачей.

Для автодорожных мостов данная проблема является актуальной в связи с тем, что на автомобильных дорогах широко применяются антигололедные хлоридсодержащие смеси. Накапливающиеся с течением времени хлориды оказывают агрессивное воздействие на бетон и арматуру.

В МГУПС (МИИТ) с 1998 г. выполняется определение содержания хлоридов в бетоне мостовых сооружений на автомобильных дорогах методом прямой потенциометрии с использованием ионоселективных электродов. Метод прямой потенциометрии при простоте и высокой экспрессности обладает высокой надежностью, так как при каждой серии измерений выполняется калибрование по образцам с известной концентрацией.

Метод применим как в лабораторных, так и в полевых условиях. Применяемое оборудование компактно, не требует энергоснабжения и специализированного помещения. Используемые реактивы не представляют вреда для здоровья и окружающей среды.

2. ТЕРМИНОЛОГИЯ

Ионоселективный электрод (ИСЭ) – измерительный электрод, чувствительный к определенным ионам, содержащимся в растворе. ИСЭ оснащен измерительной мембраной, пропускающей ионы конкретного типа.

Буферный регулятор общей ионной силы (БРОИС) – раствор с высокой ионной силой, добавляемый в равной пропорции как к калибровочному, так и к исследуемому растворам для создания одинаковой ионной силы во всех растворах. Минимизирует погрешности измерений из-за разницы в ионной силе растворов.

Комбинированный ИСЭ – измерительный электрод, совмещающий индикаторный электрод и электрод сравнения в едином корпусе.

Хлорид-электрод – ИСЭ, селективный к ионам хлора.

Иономер – специализированный милливольтметр, снабженный микропроцессором, предназначенный для измерения электрических потенциалов между измерительным электродом и электродом.

Отравление электрода – химическая реакция на поверхности мембраны, в результате которой снижается чувствительность электрода. Во многих случаях нейтрализуется шлифованием поверхности мембраны или обработкой кондиционирующими составами, рекомендованными производителями электродов.

Калибровочный график – график, построенный по измерениям, выполненным для набора эталонных растворов. По оси ординат откладывается концентрация иона в % в логарифмическом масштабе, по оси абсцисс – величина потенциала. По графику с помощью интерполяции определяется концентрация определяемого иона в исследуемом растворе.

Прямая потенциометрия – метод измерений с помощью ИСЭ. Электрод погружается в исследуемый раствор, снимаются показания в милливольтах. Концентрация иона в исследуемом растворе напрямую по значению потенциала определяется по **калибровочному графику.**

Водорастворимый (свободный) хлорид – хлорид, не связанный в устойчивые химические соединения.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика может быть использована для определения содержания свободного хлорида в бетоне при выполнении работ по диагностике, предремонтных и специальных обследованиях, при контроле качества ремонта железобетонных автодорожных мостов, при выполнении научно-исследовательских работ.

Данная методика позволяет определить содержание хлоридов в процентах от массы цемента. Определению подлежит водорастворимый (химически несвязанный) хлорид, в основном, инициирующий коррозию арматуры.

Для выполнения измерений навеска бетона в виде порошка, полученного ударным сверлением, дроблением в ступке и т.д., разводится в дистиллированной воде. После выдержки, достаточной для почти полного растворения свободного хлорида, выполняется

определение концентрации хлорид-иона с использованием калибровочного графика. Концентрация эталонных образцов, используемых для построения калибровочного графика, подобрана так, чтобы непосредственно определить концентрацию хлоридов в пробе бетона. Для определения концентрации хлорида от массы цемента необходимы показатели по расходу цемента на данный бетон. Расход цемента определяется из исполнительной документации, по экспериментальным данным. При отсутствии документальных и экспериментальных данных принимается приближенный коэффициент перехода $k_{bet/cem}$=6,5.

Диапазон определяемых концентраций свободного хлорида находится в пределах 0,005-0,5 % от массы бетона.

4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. Оборудование и реактивы для анализа

Для определения содержания хлоридов в бетоне необходим следующий минимальный набор оборудования и реактивов:

1. Перфоратор с победитовыми бурами d=10, 12, 14, 16, 18 мм.
2. Полиэтиленовые пакеты с замками для сбора и хранения бетонного порошка (по количеству проб).
3. Измерительный ионоселективный электрод (хлорид-электрод) комбинированного типа с кристаллической мембраной в комплекте с рабочими реактивами, поставляемыми производителем электрода.
4. Измерительный прибор (цифровой милливольтметр с высоким входным сопротивлением, pH-метр, иономер) с разъёмом, совместимым с разъёмом используемого электрода.
5. Фильтры бумажные обеззоленные по ГОСТ 12026-76.
6. Весы лабораторные общего назначения 4-го класса точности с допускаемой погрешностью взвешивания ±20 мг по ГОСТ 24104-88.
7. Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
8. Натрий хлористый, квалификация х.ч., по ГОСТ 4237-77.
9. Колбы мерные наливные 2-го класса точности вместимостью 50, 100 и 500 см^3 по ГОСТ 1770-74.
10. Пипетки градуированные вместимостью 25 см^3 по ГОСТ 29227-91.

11. Флаконы (с закрывающейся крышкой) вместимостью не менее 30 мл (по количеству проб).

4.2. Измерительные электроды

Для измерений используется хлорид-электрод (электрод, селективный к ионам хлора) с кристаллической мембраной. Данная методика ориентирована на применение электродов комбинированного типа, которые не требуют электрода сравнения, что значительно упрощает процесс измерений. Данным требованиям отвечают комбинированные электроды фирмы «Thermo Orion Research» (США), код электрода 9617В или другие аналогичные. Электрод должен быть снабжен разъемом, совместимым с разъемом на измерительном приборе.

Технические характеристики электрода должны быть не ниже следующих:

Линейный диапазон определения активности хлор-иона	От 3,55 до 3550 мг/л
Электрическое сопротивление электродной системы при 20°С	Не более 1,0 Мом
Допустимый диапазон pH анализируемого раствора	От 3 до 10

4.3. Измерительные блоки

Для измерения потенциалов используются цифровые милливольтметры с высоким входным сопротивлением. Предпочтительно использование специализированных приборов – иономеров или pH-метров с возможностью измерения ЭДС (в мВ). Применяемые приборы должны иметь разъемы, совместимые с разъемами используемых электродов. Используемые приборы должны обладать техническими характеристиками не ниже следующих:

Диапазон измерений	±1000 мВ
Цена наименьшего разряда (дискретность)	Не менее 1 мВ
Входное сопротивление	Не менее 10^{12} Ом
Точность измерений	Не менее 1 мВ

Следует отдавать предпочтение приборам, имеющим дискретность измерения 0,1 мВ, это позволяет более удобно следить за стабилизацией показаний.

4.4. Обслуживание оборудования

Измерительные приборы и измерительные электроды должны храниться и обслуживаться в соответствии с требованиями, установленными производителем.

Поверка измерительных блоков должна выполняться в установленные сроки.

Калибровочные растворы следует хранить в герметично закрывающихся полиэтиленовых флаконах в сухом темном месте. При выполнении калибровки следует исключить загрязнение калибровочных растворов. Для этого перед погружением измерительного электрода в калибровочные растворы следует тщательно промывать его дистиллированной водой и просушивать чистой фильтровальной бумагой.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Сбор и хранение проб бетона

Оптимальным способом отбора проб бетона является ударное сверление с помощью перфораторов. Ударное сверление позволяет получить порошок достаточной степени измельчения. Сопровождающий ударное сверление нагрев просушивает пробу, поэтому при хранении пробы в герметичной упаковке дополнительного просушивания не потребуется.

Для получения однородной пробы следует выполнять сверление не менее чем в трех точках, расположенных рядом друг с другом на квадрате со сторонами 5х5 см. При использовании буров диаметром 18 мм и более можно ограничиться одной точкой отбора. Объем отобранной пробы должен составлять не менее 10 г.

Для сбора и хранения проб следует использовать одноразовые полиэтиленовые пакеты, снабженные замком. На пакет должны быть нанесены идентификационные данные о пробе (объект, дата, место отбора, глубина отбора и т.д.).

Предварительно следует очистить поверхность бетона от защитных покрытий, загрязнений, шелушащегося бетона. Зона, на которой отбирается проба, не должна быть загрязнена маслами или иными органическими жидкостями. В месте отбора проб бетон не должен содержать случайные нетипичные включения (куски древесины, комки глины, органические остатки и т.д.). При попадании таких загрязнителей проба должна быть отбракована.

Для определения распределения содержания хлоридов по глубине железобетонной конструкции отбор проб следует производить ступенями. Шаг ступеней должен выбираться так, чтобы обеспечить необходимое количество бетонного порошка. При этом необходимо исключить перемешивание проб с разной глубины. Для этого перед сверлением каждой новой ступени следует тщательно продуть отверстие резиновой грушей. Кроме того, по мере заглубления в бетон, через каждые 40-50 мм рекомендуется уменьшать диаметр используемых буров на 2 мм.

Возможен отбор проб кусками или кернами. В этом случае измельчение может выполняться вручную в лабораторной ступке либо высверливанием.

5.2. Дозирование навески

Рекомендуемая масса навески должна составлять 2 г. Для достижения наибольшей точности измерений дозирование навески должно выполняться на лабораторных весах.

В навеске не должно содержаться кусков и крупинок диаметром более 0,5 мм. При дозировании навески следует исключить контакт образца с руками во избежание загрязнения пробы.

5.3. Приготовление водной вытяжки

Отмеренную пробу следует засыпать в завинчивающийся флакон, герметично закрывающийся крышкой, с 20 мл экстрагирующего раствора. Экстрагирующий раствор состоит из дистиллированной воды с добавкой буферного регулятора ионной силы (БРОИС). Состав и количество используемого БРОИС устанавливаются производителем электрода. Для удобства рекомендуется использовать полиэтиленовые одноразовые флаконы с завинчивающейся крышкой с заранее отдозированным объемом экстрагирующего раствора. Соотношение между весом бетонного порошка и весом экстрагирующего раствора должно составлять 1:10.

Флакон завинчивается и равномерно встряхивается в течение 10 мин. В течение данного времени растворяется около 95% содержащихся в пробе хлоридов. После окончания встряхивания следует дать пробе отстояться для осаждения осадка, процеживать вытяжку не обязательно. После осаждения взвеси на дно флакона проба готова к анализу.

5.4. Подготовка электрода к работе

Подготавливать измерительный электрод к работе следует в соответствии с инструкциями производителя. Измерительный электрод заполнить рабочим раствором, поставляемым производителем электрода, до уровня заливного отверстия. Надавить на верхний конец электрода для того, чтобы часть рабочего раствора слилась из нижней части электрода и увлажнила мембрану, затем долить рабочий раствор в электрод. В рабочем растворе внутри электрода не должно быть пузырьков воздуха. Если пузырьки образовались, удалить их постукиваниями пальцем по корпусу электрода.

После заправки электрода рабочим раствором спрыснуть мембрану и нижнюю часть электрода дистиллированной водой, затем просушить их чистой фильтровальной бумагой. Поверхность мембраны не следует протирать, только осторожно просушить.

Подключить подготовленный электрод к входу измерительного блока, включить прибор. После этого следует приступить к калибровке электрода.

5.5. Приготовление калибровочных растворов

Для приготовления калибровочных растворов используется хлористый натрий, высушенный при температуре 110°С до постоянства массы, и дистиллированная вода. Допускается также приготовление калибровочных растворов из Государственных стандартных образцов состава водного раствора хлорид-ионов (например, ГСО №7813-2000, ЭА Cl-10) разбавлением дистиллированной водой.

Приготовление растворов следует осуществлять в помещении при положительной температуре.

Для приготовления исходного раствора с массовой концентрацией хлорид-иона 5000 мг/л 4,12 г натрия хлористого разводят дистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 500 см^3. После полного растворения натрия хлористого, доливая дистиллированную воду, доводят объем раствора до 500 см^3.

<u>а) Калибровочный раствор 500 мг/л (соответствует содержанию хлор-иона 0,5% от массы бетона).</u> Для приготовления

раствора с концентрацией 500 мг/л исходный раствор с концентрацией 5000 мг/л объемом 50 см^3 выливается в пустую мерную колбу вместимостью 500 см^3. Доливая дистиллированную воду, доводят объем раствора до уровня 500 см^3.

б) Калибровочный раствор 50 мг/л (соответствует содержанию хлор-иона 0,05% от массы бетона). Из приготовленного по п.а) калибровочного раствора с концентрацией 500 мг/л отбирается объем 50 см^3 и добавляется в пустую мерную колбу вместимостью 500 см^3. Доливая дистиллированную воду, доводят объем раствора до уровня 500 см^3.

в) Калибровочный раствор 5 мг/л (соответствует содержанию хлор-иона 0,005% от массы бетона). Из приготовленного по п.б) калибровочного раствора с концентрацией 500 мг/л отбирается объем 50 см^3 и добавляется в пустую мерную колбу вместимостью 500 см^3. Доливая дистиллированную воду, доводят объем раствора до уровня 500 см^3.

Ко всем калибровочным растворам добавляется регулятор ионной силы (БРОИС). Количество и состав БРОИС устанавливаются производителем электродов. Для калибровочных и экстрагирующих растворов БРОИС добавляется в одинаковой пропорции.

Приготовленные калибровочные растворы разливаются в герметично закрывающиеся флаконы из полиэтилена вместимостью 50-75 см^3 и маркируются в соответствии с содержанием хлорид-иона от массы бетона. Калибровочные растворы хранятся в темном сухом месте.

Не реже чем один раз в 3 месяца следует проверять рабочий набор калибровочных растворов. Для этого сравнивают результаты измерений по рабочему и резервному набору калибровочных растворов.

При необходимости проведения анализа с повышенной надежностью рекомендуется выполнять калибровку на образцах, приготовленных в день проведения анализов.

5.6. Калибрование электрода

Калибровка заключается в построении калибровочного графика по 3 точкам. При калибровании электрод последовательно опускается во флаконы, содержащие водные растворы с известной концентрацией хлорид-иона. Для калибровки используются 3 калибровочных образца с концентрацией хлорид-иона 5; 50;

500 мг/л, приготовляемые согласно п. 5.5. При установленном в п. 5.3 соотношении массы навески и растворителя калибровочные образцы будут соответствовать содержанию хлорид-ионов от массы бетона, соответственно, 0,005; 0,05 и 0,50%.

Калибровку электрода следует производить до и после выполнения измерений. Причем калибровку всегда следует начинать с наиболее разбавленного раствора. Для окончательного расчета используются осредненные значения калибровок.

Перед каждым измерением нижняя часть электрода промывается дистиллированной водой из пульверизатора, затем просушивается чистой фильтровальной бумагой. После такой обработки электрод погружается в калибровочный раствор. Для ускорения стабилизации отсчетов при погружении электрода в раствор следует совершить легкие размешивающие движения. Глубина погружения электрода в раствор должна быть не менее 15 мм. Для предотвращения повреждения мембраны электрод не должен касаться дна флакона.

При проведении измерений электрод должен быть неподвижен, вибрации и толчки будут менять показания. Не следует прикасаться к электроду и проводам при выполнении измерений, следует держать измеряемую систему на расстоянии от источников статического электричества. Рекомендуется использовать штатив для электродов.

После стабилизации показаний снимается отсчет в милливольтах, соответствующий данной концентрации хлорид-иона, и фиксируется в таблице Протокола (приложение 3). После снятия отсчета электрод промывается дистиллированной водой и просушивается фильтровальной бумагой, после чего переходят к следующему калибровочному образцу.

Не следует оставлять электрод в калибровочных растворах на значительное время, так как выделяющийся сквозь мембрану рабочий раствор будет загрязнять образец.

5.7. Измерения

После выполнения калибровки осуществляется серия измерений в подготовленных пробах. Так как температура раствора оказывает влияние на показания измерительной системы, калибровку и измерения следует проводить в близких температурных условиях.

Перед и после каждого измерения необходимо промыть электрод дистиллированной водой из пульверизатора и тщательно просушить чистой фильтровальной бумагой.

Для ускорения стабилизации отсчетов следует совершать плавные размешивающие движения после опускания электрода в пробу. Для предотвращения повреждения мембраны электрод не должен касаться осадка или дна флакона. Для этого следует пользоваться специальным штативом для электродов или надевать на электрод ограничитель в виде резинового кольца, ограничивающий глубину погружения электрода во флакон.

Во время выполнения измерений электрод должен быть неподвижен, не следует касаться элементов измерительной системы руками.

Снятие отсчета производится после стабилизации показаний. В зависимости от качества электрода и концентрации раствора стабилизация показаний может занимать от нескольких секунд до 1-2 мин. Ориентировочно стабильными можно считать показания, меняющиеся не более чем на 1 мВ/мин.

5.8. Обработка и представление результатов измерений

По результатам выполненных по п. 5.5 измерений строится калибровочный график, по оси ординат откладываются значения концентрации хлор-иона от массы бетона для калибровочных растворов (ось имеет логарифмический масштаб), по оси абсцисс – значения потенциалов в милливольтах (рис. П. 2.1).

По калибровочному графику и измеренным значениям потенциалов (п.5.6) для каждой пробы определяется концентрация хлорид-иона от массы бетона C_{bet} (рис. П. 2.2).

Определение содержания хлорид-иона от массы цемента C_{cem} выполняется по формуле

$$C_{cem} = C_{bet} \cdot k_{bet\,cem}.$$

По результатам измерений заполняется Протокол испытаний, в котором должно быть записано:

1. Данные об искусственном сооружении.
2. Наименование организации и телефон.
3. Фамилия исполнителя.
4. Данные об электроде (тип, производитель, код).
5. Дата испытаний.

Форма Протокола испытаний дана в приложении 3.

5.9. Хранение оборудования

Подготовку электрода к хранению выполнять в соответствии с инструкциями производителя. Обычно после осуществления измерений рабочий раствор сливается из электрода, мембрана и нижняя часть электрода промываются дистиллированной водой, электрод просушивается чистой фильтровальной бумагой, на электрод надевается резиновый защитный колпачок.

Используемые при измерениях реактивы не токсичны и не требуют специальных мер при хранении.

5.10. Возможные проблемы при измерениях

Значительное (±10 мВ) отклонение измеренных при калибровке значений от обычных величин может служить признаком неисправности электрода или загрязнения калибровочных образцов.

Сначала необходимо проверить состояние образцов, используемых для калибровки. Для этого следует иметь резервный набор калибровочных образцов, с которым сравниваются результаты калибровки, вызывающей сомнения.

Если калибровочные образцы находятся в удовлетворительном состоянии, причина отклонений калибровки в электроде. Признаком неполадок с электродом является также замедленная стабилизация или неустойчивость показаний. Причиной неполадок может быть отравление электрода. Для восстановления характеристик электрода поместите его на сутки в рекомендованный производителем кондиционирующий раствор. Если это не помогло, осмотрите мембрану электрода. Поверхность мембраны должна быть гладкой, без царапин. При наличии налета или мелких царапин следует восстановить мембрану в соответствии с инструкциями производителя электрода (полирование и т.д.).

Если данные меры не помогли, электрод должен быть забракован либо необходима консультация с производителем электрода.

5.11. Требования к квалификации исполнителя

Отбор и подготовку проб может производить инженер, техник или лаборант со средним специальным или высшим образованием, прошедший инструктаж по технике безопасности при работе с ручным электроинструментом.

Выполнение анализов может производить инженер, техник или лаборант со средним специальным или высшим образованием, имеющий навыки работы или прошедший инструктаж по работе с ионоселективными электродами.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При отборе и подготовке проб следует применять индивидуальные средства защиты органов дыхания и зрения от попадания бетонной пыли. При работе с перфораторами следует защищать органы слуха наушниками.

При работе с электронными блоками, питающимися от сети переменного тока, исполнители должны быть проинструктированы о правилах работы с электроустановками.

При работе с химическими реактивами следует соблюдать требования, предусмотренные «Основными правилами безопасности работы в химической лаборатории».

Используемые реактивы и материалы не требуют принятия особых мер предосторожности при хранении.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. – М.: Мир, 1980.

2. Кунце, Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. – М.: Мир, 1997.

3. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – 1985.

4. ГОСТ 13867-68. Продукты химические. Обозначение чистоты. – 1988.

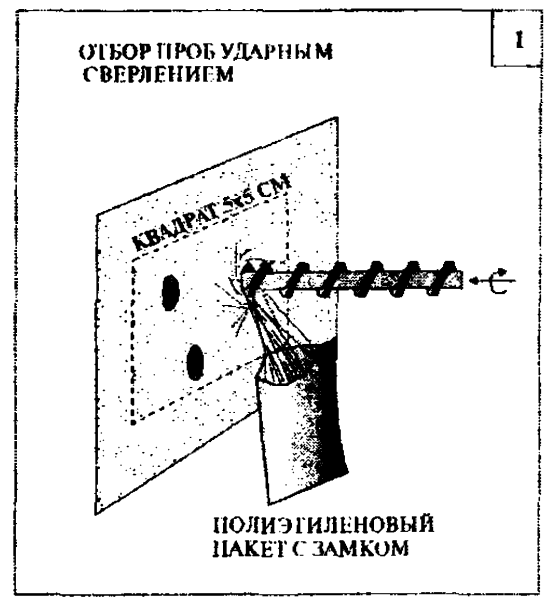
5. ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная. Технические условия. – 2001.

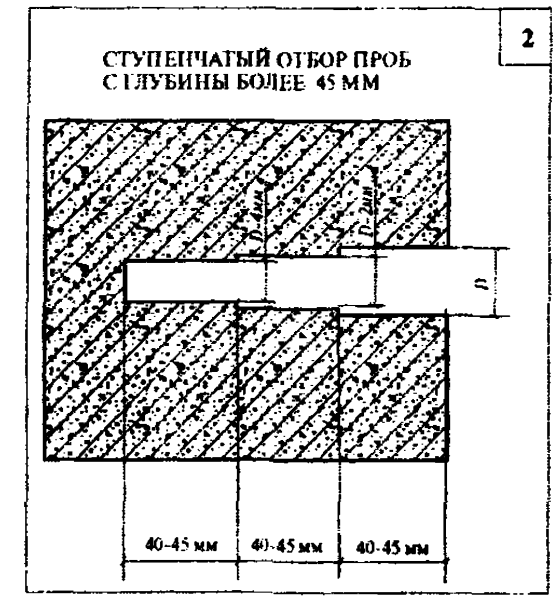
6. Основные правила безопасности работы в химической лаборатории. – М: Химия, 1979.

ПРИЛОЖЕНИЯ

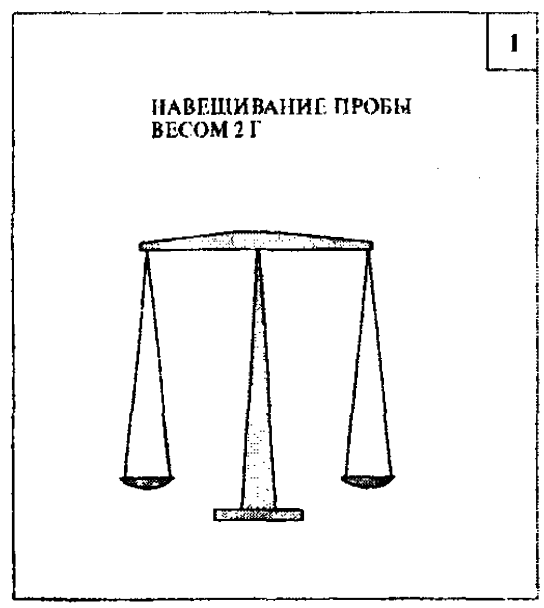
Приложение 1

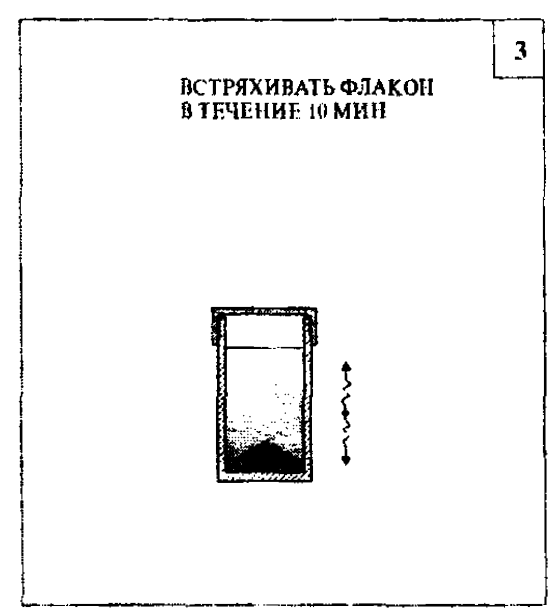
Отбор проб бетона



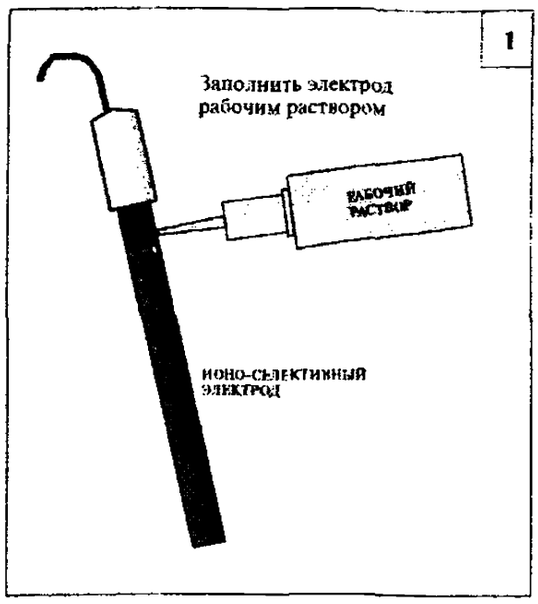


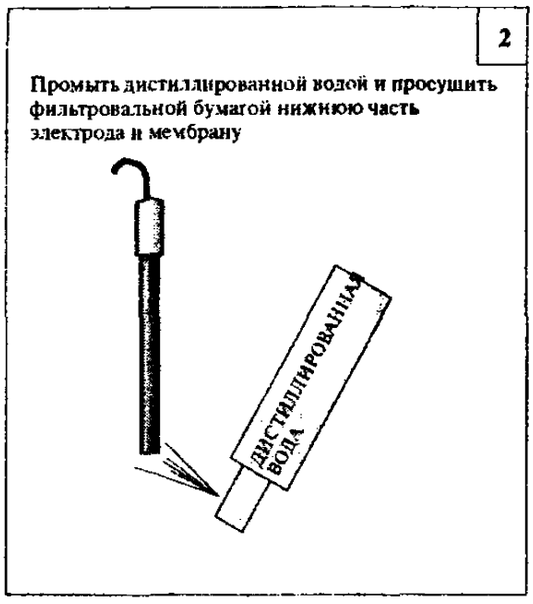
Подготовка проб для анализа

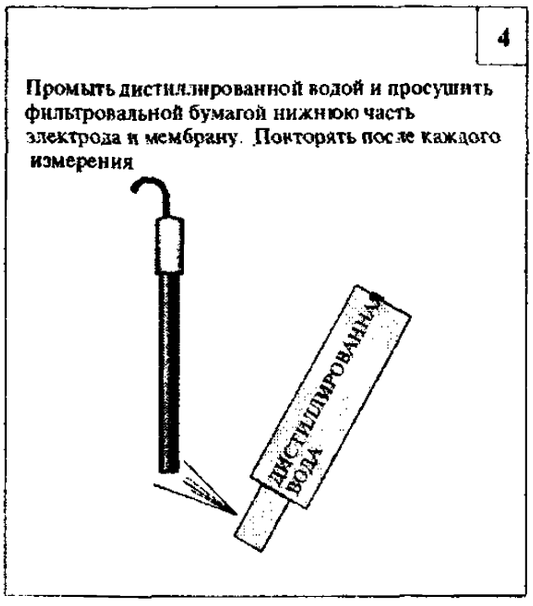




Порядок выполнения измерений







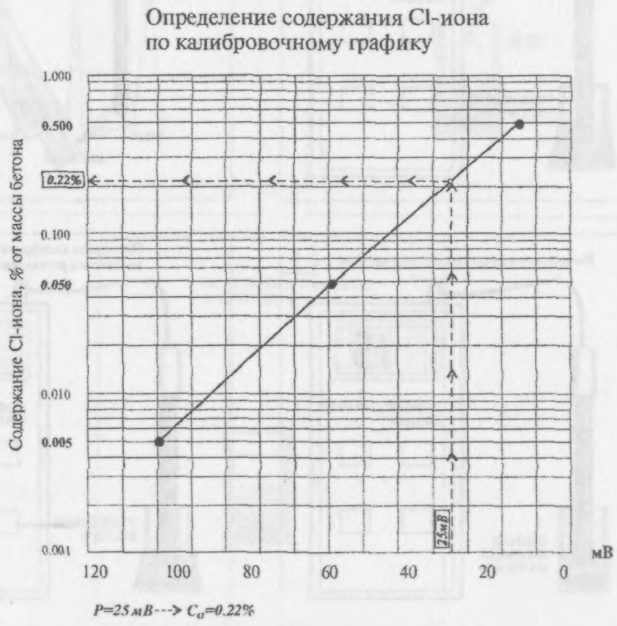

Определение содержания Cl-иона
по калибровочному графику
Содержание Cl-иона, % от массы бетона
1.000
0.500
0.22%
0.100
0.050
0.010
0.005
0.001
120
100
80
60
40
20
0
мВ
25мВ
P=25 мВ---> Cα=0.22%

Рис.П.2.2

Приложение 2

Калибровочный график

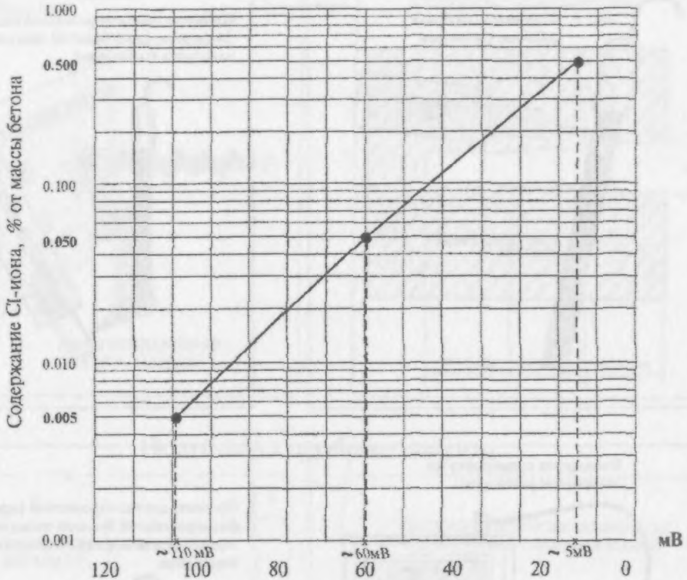


Рис.П.2.1

ПРОТОКОЛ

испытаний по определению содержания хлорид-иона в бетоне

Сооружение: _____

Лаборатория: _____

Ф.И.О. _____

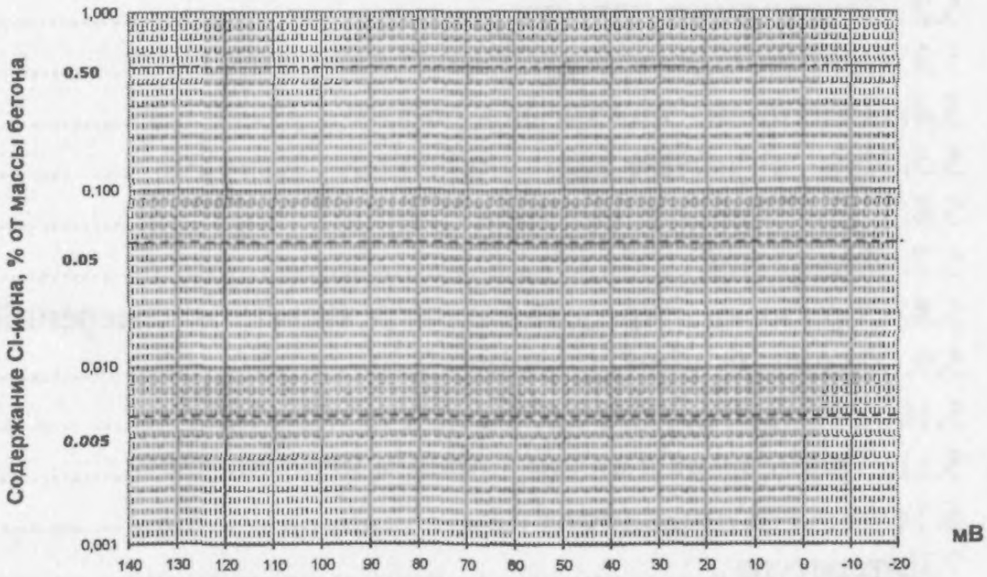
Электрод: _____

Дата:

КАЛИБРОВКА

		Содержание хлорид-иона (калибровочные образцы), %		
		0,005	**0,05**	**0,50**
Потенциал, в мВ	*До измерений*			
	После измерений			
	Среднее			

Калибровочный график



Результаты измерений

№	Потенциал	Содержание хлорида от массы бетона	Описание проб			
	мВ	%	№ пробы	Место отбора	Глубина отбора	Примечание

СОДЕРЖАНИЕ

1.Предисловие 3
2.Терминология 3
3.Общие положения 4
4.Средства измерения 5
4.1. Оборудование и реактивы для анализа 5
4.2. Измерительные электроды 6
4.3. Измерительные блоки 6
4.4. Обслуживание оборудования 7
5.Выполнение измерений 7
5.1. Сбор и хранение проб бетона 7
5.2. Дозирование навески 8
5.3. Приготовление водной вытяжки 8
5.4. Подготовка электрода к работе 9
5.5. Приготовление калибровочных растворов 9
5.6. Калибрование электрода 10
5.7. Измерения 11
5.8. Обработка и представление результатов измерений 12
5.9. Хранение оборудования 13
5.10. Возможные проблемы при измерениях 13
5.11. Требования к квалификации исполнителя 13
6.Техника безопасности 14
7.Литература 14
Приложение 1. Порядок выполнения работ 16
Приложение 2. Калибрование электрода и определение содержания хлорида 18
Приложение 3. Форма Протокола для представления результатов измерений 19