

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 01128104-004-2026

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»

_____ В. В. Таткало

16 июня 2026 г.

ПРАВИЛА ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Введён в действие 2026-06-16

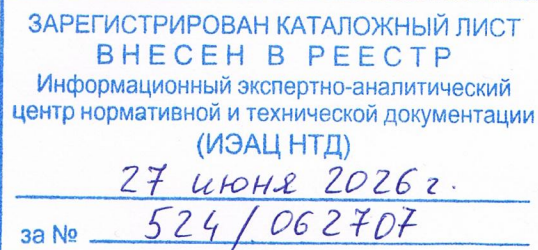
СОГЛАСОВАНО:

Первый заместитель
генерального директора
_____ А. М. Сампиев
«__» _____ 2026 г.

Директор по производству
_____ Д. Н. Филиппов
«__» _____ 2026 г.

СОГЛАСОВАНО:

Главный инженер
_____ Ф. И. Апушкин
«__» _____ 2026 г.



Санкт-Петербург
2026 г.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ

по проектированию, изысканиям и научным исследованиям
в области морского транспорта



Межевой канал, д.3, корп.2, Санкт-Петербург, 198035, тел.: (812) 680-07-00; факс: (812) 680-07-20, email: lenmor@lenmor.ru, www.lenmor.ru

Утверждаю:
Генеральный директор
АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»

В.В. Таткало

«16» 06 2026г.



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРАВИЛА

**ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И
ГРАЖДАНСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И
КОНСТРУКЦИЙ**

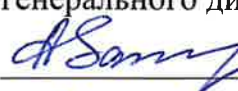
СТО 01128104-004-2026

Введен:

«16» 06 2026г.

СОГЛАСОВАНО:

Первый заместитель
генерального директора

 А.М. Сампиев

«27» апреля 2026г.

Главный инженер

 Ф.И. Апушкин

«27» апреля 2026г.

Директор по производству

 Д.Н. Филиппов

«27» апреля 2026г.

Санкт-Петербург

2026

Предисловие

Цели и задачи разработки, а также использования стандартов организации в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления – ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения», ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», ГОСТ Р 1.5–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

Сведения о стандарте

- | | | |
|---|----------------------------------|---|
| 1 | РАЗРАБОТАН | Чуб А.В. – главным специалистом отдела
гидротехнических сооружений |
| 2 | ВНЕСЕН | Научно – Техническим Советом
АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» |
| 3 | УТВЕРЖДЕН И
ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | приказом Генерального директора
АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» от « 16 » « 06 » 2026 г.
№ <u>67</u> |
| 4 | ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ | |

Замечания и предложения следует направлять в АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» по адресу: Межевой канал, д.3, корп. 2 Санкт-Петербург, 198035 Россия, Тел: (812) 680-07-00 факс: (812) 680-07-20; e-mail: lenmor@lenmor.ru

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ».

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	1
1 Область применения.....	2
2 Нормативные ссылки.....	2
4 Обозначения и сокращения.....	4
6 Требования к проектированию систем электроосмотического осушения.....	12
7 Требования к оборудованию систем электроосмотического осушения.....	16
8 Требования к монтажу систем электроосмотического осушения.....	19
9 Требования к первоначальному включению активных систем электроосмотического осушения.....	20

ВВЕДЕНИЕ

При длительной эксплуатации гидротехнических, промышленных и гражданских строительных конструкций средства гидроизоляции частично или полностью теряют свои защитные свойства. При этом грунтовая влага свободно проникает в бетонные и кирпичные конструкции. Высота капиллярного поднятия влаги, особенно когда фундаменты находятся в глинистых грунтах, может достигать пяти и более метров. Кроме этого, в таких зданиях нарушается температурно-влажностный режим, что является нормативно и физически недопустимым не только для жилых, но и для большинства технических помещений и конструкций.

Для защиты зданий, памятников древней архитектуры и гидротехнических сооружений от воздействия воды (попадающей в поры материала, которая увеличивает его теплопроводность и приводит к возникновению объемных напряжений при замерзании, что способствует ускоренному разрушению конструкций), а также для более быстрого осушения строительных конструкций по всему объему, подвергшихся интенсивному воздействию влаги и водяного пара, предназначены электроосмотические системы, основанные на электрофизических принципах работы.

В связи с недостатком нормативных документов, регламентирующих применение подобных систем, возникла необходимость структурирования требований к системам борьбы с повышенной влажностью, в частности к системам электроосмотического осушения.

В настоящем стандарте представлены варианты технического исполнения технологии электроосмотического осушения, требования к расчетам систем электроосмотического осушения, технические требования для безопасной эксплуатации. Все требования разработаны с учетом требований, действующих национальных и международных стандартов и нормативных документов.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году, а также по Общероссийскому строительному каталогу СК-1. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**ПРАВИЛА ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

Дата введения 2026-06

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт разработан в соответствии с регламентом применения технологии электроосмотического осушения согласно П. 4.2.1.13, П. 4.10.2.2. Постановления Госстроя РФ от 27.09.2003 N 170 (с изм. от 22.06.2022) «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2003 N5176).

1.2 Данный стандарт следует применять для систем, которые служат для осушения, предотвращения или ограничения капиллярного проникновения и подъема влаги. Рассматриваются исключительно методы, способ действия которых, как общепризнан с научной точки зрения, так и доказана их практическая пригодность. Бесконтактные методы, относящиеся, например, к радиоволнам, радио и магнитным полям, и земным лучам и др., а также методы, контактирующие со строительными конструкциями, которые научно не изучены, в этом стандарте не рассматриваются.

1.3 СТО 01128104-004-2026 предназначен для организаций и предприятий, занимающихся проектированием, изготовлением, монтажом и ремонтом (в период эксплуатации) гидротехнических сооружений, строительных конструкций, памятников культурного наследия, а также специализированных организаций, занимающихся разработкой технологических процессов и проектов по электроосмотическому осушению.

1.4 СТО 01128104-004-2026 может быть также использован любыми другими организациями и предприятиями, для обеспечения надёжной и эффективной защиты строительных конструкций от избыточной влаги.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

Постановления Госстроя РФ от 27.09.2003 N 170 (с изм. от 22.06.2022) «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2003 N 5176)

OENORM B 3355 Осушение влажной кирпичной кладки. Меры при увеличении влажности

ISO 12696: 2022 Катодная защита стали в бетоне

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (изд. 6, 7)

ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Национальный стандарт российской федерации защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования

ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ IEC 62262-2015 Электрооборудование. Степень защиты, обеспечиваемой оболочками от наружного механического удара (Код IK)

ГОСТ IEC 61558-2-13-2015 Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий

ГОСТ IEC 61558-2-16-2015 Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий

ГОСТ 30331.1-2013 (IEC 60364-1:2005) Межгосударственный стандарт электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия

СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии

СП 29.13330.2011 Полы

СП 41.13330.2012 Свод правил бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений

СП 43.13330.2012 Свод правил сооружения промышленных предприятий

СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания

СП 50.13330.2024 Тепловая защита зданий

СП 56.13330.2021 Свод правил. Производственные здания

СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции

СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства

СП 104.13330.2016 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления

СП 116.13330.2012 Свод правил. инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения

СП 118.13330.2022 Общественные здания и сооружения

СП 131.13330.2025 Свод правил. Строительная климатология

ТСН 50-302-2004 Санкт-Петербург. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге

РД 31.35.07-83 Руководство по электрохимической защите от коррозии металлоконструкций морских гидротехнических сооружений в подводной зоне

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующим определением:

3.1 **анод**: Электрод электронного или электротехнического прибора или устройства, характеризующийся тем, что движение электронов во внешние цепи направлено от него.

3.2 катод: Электрод электронного или электротехнического прибора или устройства, характеризующийся тем, что движение электронов во внешней цепи направлено к нему.

3.3 анодная линия: Проводник или протяженный заземлитель несущий положительный заряд к строительным конструкциям.

3.4 катодная линия: Проводник или протяженный заземлитель несущий отрицательный заряд к строительным конструкциям.

3.5 электроосмотические устройства: Приборы, использующие принцип электроосмоса для удаления влаги из материалов, не нагревая их.

3.6 электродвижущая сила: Физическая величина, характеризующая способность источника тока создавать разность потенциалов и заставлять заряженные частицы двигаться в цепи.

3.7 магнитопровод: Деталь или комплект деталей, предназначенных для прохождения с определенными потерями магнитного потока, возбуждаемого электрическим током, протекающим в обмотках устройств, в состав которых входит магнитопровод. Магнитопроводы являются составными частями электромагнитных схмотехнических элементов: трансформаторов, катушек индуктивности, реле, пускателей, контакторов, а также магнитных головок, запоминающих устройств, электрических машин: генераторов, электродвигателей, сельсинов, вращающихся трансформаторов.

3.8 электрохимическая защита: Метод борьбы с коррозией металлических конструкций путем создания электрического потенциала, который препятствует разрушению металла, смещая анодную зону на внешний анод.

3.9 электрофизические методы: Методы, при которых электрическое постоянное напряжение вводится в стену (конструкцию) с помощью электродов, проложенных в кладке. Используемые процедуры различаются в зависимости от количества, формы и расположения используемых электродов, а также в зависимости от приложенных напряжений для достижения требуемого тока.

3.10 электрокинетические явления: Движение дисперсных частиц или среды в коллоидных системах под действием электрического поля, обусловленные наличием двойного электрического слоя на границе фаз.

3.11 электроосмос: Перенос жидкости под действием внешнего электрического тока в пористых телах.

3.12 электрофорез: Явление перемещения частиц твердой фазы в жидкости под влиянием тока.

4 Обозначения и сокращения

ЭДС – электродвижущая сила

ЭХЗ – электрохимическая защита

ВГРЭЗ – верхняя граница распространения электроосмотического заряда

RMS – среднеквадратичное значение мощности

5 Вариативность систем электроосмотического осушения

5.1 Все электроосмотические устройства, относящиеся к электрофизическим методам сушки, делятся на два типа: для пассивного электроосмотического осушения и активного.

5.2 Пассивные электроосмотические устройства работают за счет естественной разности потенциалов с применением пары металлов (расположены по разные стороны от принятого за «0» отсчета потенциала водорода) без потребления электрической энергии, а активные электроосмотические устройства требуют источника питания (выпрямителя тока).

5.3 Принцип действия электроосмотической установки заключается в следующем: влага в капиллярах, имея положительный заряд, под действием электрического поля начинается двигаться от «плюса» к «минусу» (возникает поток влаги от анода к катоду).

5.4 Пассивное электроосмотическое осушение.

5.4.1 При отсыревании стен по высоте стены на разных уровнях возникает разность электрических потенциалов по отношению к основанию фундамента. При соединении этих зон проводником происходит перераспределение электрических зарядов на стене и на основании фундамента здания, таким образом, что на стене образуется положительный электрический заряд, а на основании фундамента – отрицательный. При воздействии электрического поля такой полярности поднятие влаги по капиллярам из фундамента в стену прекращается.

5.4.2 При пассивной схеме, влага из стен начинает отсасываться обратно в фундамент и грунт, к области отрицательного электрического заряда. То есть стена начинает сохнуть. Конструктивно, такая схема осушения стен выполняется следующим образом как показано на рисунке 1.

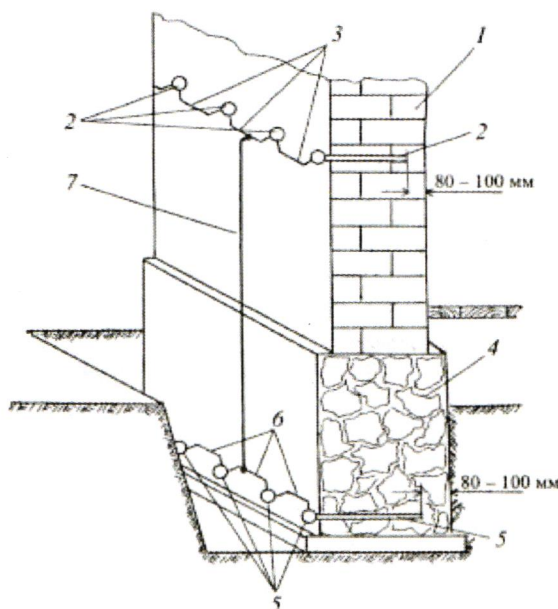


Рисунок 1 – Схема пассивного электроосмотического осушения стен

1 – стена здания, 2 – стержни-электроды в стене здания, 3 – медный изолированный провод (соединяет электроды верхнего ряда), 4 – фундамент здания, 5 – стержни-электроды в фундаменте здания, 6 – медный изолированный провод (соединяет электроды нижнего ряда), 7 – медный изолированный провод (соединяет электроды нижнего и верхнего рядов).

5.4.3 В стене 1 на расстоянии 10-15 сантиметров выше уровня максимального поднятия воды сверлят отверстия. В отверстия вставляют металлические стержни – электроды (В современных системах представляющие собой трубки, протяженные аноды, штыри, или сетку после чего в отверстия запрессовывают строительный раствор). Таким образом выполняют верхний ряд электродов. Электроды верхнего ряда соединяют между собой параллельно изолированным медным проводом 3. На боковых поверхностях фундамента 4 на расстоянии 10-15 см от его подошвы с шагом 50-70 см сверлят второй ряд отверстий. В эти отверстия вставляют стержни-электроды 5. После этого отверстия заполняют строительным раствором. Электроды 5 с помощью изолированных медных проводов 6 соединяют между собой в одну общую цепь (как показано на рисунке 1). Соединения целесообразно выполнять при помощи сварки или пайки. Общий провод из-под земли выводят наружу. Таким образом выполняется нижний ряд электродов. Как уже отмечалось, стержни-электроды 3 и 5 могут быть изготовлены в виде трубок, прутка сетки и т.д. При соединении проводом 7 общих проводов 3 и 6 с верхнего и нижнего ряда электродов соответственно в стене и в фундаменте постройки создается нужная полярность электрических зарядов: «плюс» на стене, а «минус» – на нижней части фундамента 4.

5.4.4 Под действием электрического поля такой полярности в стене и фундаменте возникает явление электроосмоса, которое не только препятствует дальнейшему поднятию воды вверх по капиллярам материала стен, но и обеспечивает движение воды от зоны положительного заряда чрез капилляры и поры материала стены к зоне отрицательного заряда в фундаменте. Вода, содержащаяся в порах материала стен, под действием электроосмоса опускается вниз, к расположенным в фундаменте электродам нижнего ряда. Таким образом, происходит осушение стен. Провода 3, 6, 7 могут быть размещены в специально пробитом в стене пазу или штробе. После укладки провода паз заштукатуривают. Возможно также их размещение под декоративным покрытием стен. Монтаж электродов нижнего ряда, расположенных в основании фундамента, может потребовать много времени в связи со значительными трудозатратами на земляные работы. В этом случае для ускорения ввода схемы в работу и для ее практического опробования вблизи фундамента против места увлажнения стен могут быть вбиты в землю обрезки труб, стержней, которые используются вместо электродов нижнего ряда в основании фундамента. В этом случае эффективность работы схемы для осушения стен может оказаться ниже, так как степень удаления воды из фундамента снижается. Схема начнет функционировать, а это время можно продолжать работы по установке электродов нижнего ряда в основании фундамента по основному принципу.

5.4.5 Учитывая трудоемкость и сложность в осуществлении вышеописанной схемы, может оказаться целесообразным сначала проверить ее эффективность на одном – двух электродах, установленных в стене в самом сыром месте. При положительном результате такой проверки смонтировать схему в полном объеме.

5.4.6 При возведении нового здания, особенно на увлажненном грунте или в низине, установка соответствующих электродов может оказаться целесообразной уже при строительных работах. Значительных дополнительных трудозатрат это не потребует, а при необходимости штыри - электроды, вмонтированные заблаговременно в стены и в фундамент, легко можно будет использовать в схеме осушения здания. **Такой вариант сушки стен с использованием явления электроосмоса называется пассивным.** Он абсолютно безопасен, процесс сушки идет непрерывно, какого – либо обслуживания элементов схемы не требуется. Для его работы нет нужды в использовании какой-либо энергии. Сушка идет постоянно, но медленно. Заметные результаты появляются через 8-10 месяцев работы.

5.4.7 При пассивном электроосмотическом осушении должно возникать ЭДС, создающее ток, способствующий достаточной скорости осушки. При влажности строительной конструкции менее 18% пассивными системами не обеспечивается необходимое ЭДС для создания движения влаги из толщи строительной конструкции.

5.5 Активное электроосмотическое осушение.

5.5.1 Более эффективный способ сушки отсыревших строительных конструкций, называется активным (показан на рисунке 2).

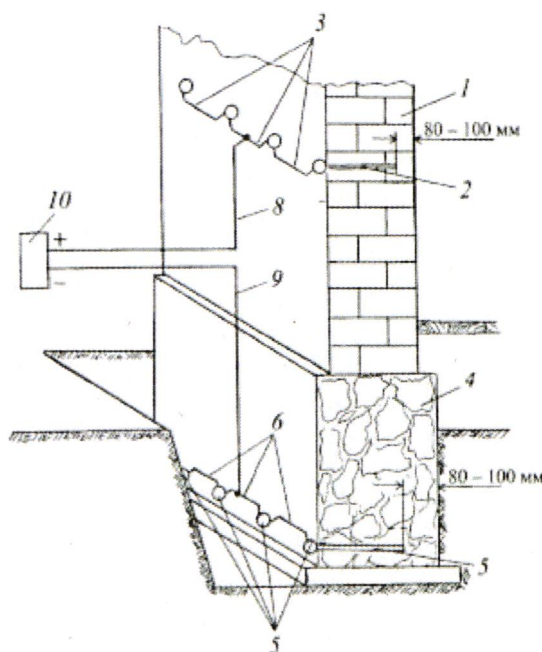


Рисунок 2 – Схема активного электроосмотического осушения стен

1 – стена здания, 2 – стержни-электроды в стене здания, 3 – медный изолированный провод (соединяет электроды верхнего ряда), 4 – фундамент здания, 5 – стержни-электроды в фундаменте здания, 6 – медный изолированный провод (соединяет электроды нижнего ряда), 7, 8 – медный изолированный провод (соединяет электроды верхнего с источником тока), 9 – медный изолированный провод (соединяет электроды нижнего ряда источником тока) 10 – источник тока.

5.5.2 Для осуществления активного электроосмотического осушения в стене 1 также устанавливают стержни-электроды 2, соединенные в одну группу изолированным медным проводом 3. А в фундаменте 4, здания устанавливают стержни-электроды 5, соединенные в одну параллельную группу медными проводами 6.

5.5.3 Элементы схемы (показанные на рисунке 2) аналогичны первому (пассивному) варианту. Но дальше существуют отличия от пассивной схемы, описание которой приведено выше. Активная схема электроосмотического осушения стен работает от источника постоянного тока, то есть для своей работы она требует электрическую энергию. Для осуществления этой схемы собирают следующие электрические цепи: объединенную группу штырей - электродов 5, установленных в фундаменте здания, и объединенную группу штырей - электродов 2, в стене подключают общими изолированными медными проводами 7 и 8 соответственно к положительному и отрицательному полюсам источника постоянного тока 10, как показано на рисунке 2. Таким образом, с помощью постороннего источника постоянного тока 9, на фундаменте здания создается отрицательный электрический заряд, а на стене здания - положительный. При этом активная схема здания начинает работать. Под действием приложенного от внешнего источника электрического поля происходит более интенсивный процесс электроосмоса. Влага, преодолевая поверхностное натяжение, удерживающее ее в капиллярах стен, опускается вниз, к фундаменту, в зону расположения электродов нижнего ряда, соединенных с отрицательным полюсом источника тока.

5.5.4 При питании схемы от сети с целью обеспечения электробезопасности источник питания должен иметь первичную и вторичную обмотки трансформатора, размещенные на различных стержнях его заземленного магнитопровода. Первичная обмотка подсоединяется к сети 220 вольт, со вторичной обмотки снимается пониженное напряжение, которое выпрямляется на полупроводниковом выпрямителе, входящем в схему источника питания. Выпрямленное напряжение поступает в активную схему электроосмотического осушения стен.

5.5.5 Между количественными характеристиками электроосмотических процессов (электрокинетические явления) и напряженностью внешнего электрического поля, приложенного к осушаемой конструкции, существует линейная зависимость. Чем выше приложенное к электродам электрическое напряжение, тем интенсивнее будет идти осушение конструкции под действием электрокинетического эффекта – электроосмоса.

5.5.6 Напряжение, подаваемое на верхний и нижний ряды электродов схемы сушки стен в производственных условиях, может достигать 30-40 Вольт постоянного тока. Однако эти данные приводятся для промышленных зданий и производственных условий, где имеется соответствующее оборудование, обученные люди, проводящие операции по осушению стен, а также полностью исключается возможность нахождения людей в опасной зоне.

5.5.7 В бытовых условиях и на социальных объектах величина электрического напряжения, подаваемого на верхний и нижний ряды электродов, должна выбираться исключительно из условий электробезопасности. Целесообразно, если его величина не будет превышать 24 Вольта.

5.5.8 В схеме активного электроосмотического осушения необходимо предусматривать ключ (выключатель) для возможности подачи напряжения на схему или для снятия его. Также с помощью ключа (переключателя) вторичных цепей, схема может переводиться в активный или пассивный режим работы.

5.5.9 В рассмотренных выше вариантах осушения строительных конструкций все электроды, устанавливаемые в верхний и нижний ряды, соответственно в стену и в фундамент здания, выполнены из одного металла. Схема по пассивному варианту работает без подвода к ней какого-либо вида энергии. Схема по активному варианту для своей работы требует подвода электроэнергии от внешнего источника. Однако, возможны и иные схемы сушки стен с помощью технологии электроосмоса (Стены наделяют своим внутренним источником электрической энергии). В таких схемах штыри – электроды, устанавливаемые в стены здания, и штыри - электроды, устанавливаемые в его фундамент, изготавливают из двух разных металлов. Два разных металла, погруженные в электролит, образуют разность потенциалов, и если их выступающие из электролита концы соединить проводом, то по нему начнет протекать электрический ток.

5.5.10 Материалы строительных конструкций (бетон, кирпич, блоки и др.) представляет собой пористую структуру. При наличии сырости, поры в материале стен и фундаментов заполнены водой, содержащей в растворенном состоянии различные соли и кислоты. Соответственно, если в стену и основание фундамента установить стержни-электроды из разных металлов и соединить их попарно проводниками, то эта система будет работать как группа гальванических элементов, состоящих из верхнего электрода, отсыревшего участка стены и фундамента, стержня-электрода нижнего ряда и соединяющего их медного изолированного провода. Таким образом, образуется электрическая цепь, по которой начинает протекать электрический ток. Этот электрический ток и используется для получения эффекта электроосмоса для осушения стен. Следует отметить, что эффективность работы схемы по этому варианту обуславливается правильным подбором и материалом электродов, устанавливаемых в стене и в фундаменте, что в бытовых условиях может вызвать определенные затруднения. Кроме того, как во всяком гальваническом элементе, при работе схемы будет происходить электрохимическое разрушение ее электродов. В этом случае замена электродов сопряжена с определенными трудностями.

5.5.11 Зная принцип действия электроосмотической системы, работающей на уровне фундаментных конструкций, можно воссоздать аналогичные процессы и на уровнях с перепадом отметок более 4 метров от уровня нижней точки фундаментной конструкции. Данный способ позволяет перемещать влагу, содержащуюся в стеновых конструкциях выше уровня первого этажа, которая попала туда в следствие аварийного состояния кровли и/или штукатурки. Разместив электродные конструкции так показано на рисунке 3, чтобы анод находился на отметке расположения верхнего участка, насыщенного влагой, а катод на расстоянии не более 4 м от анода. При таком расположении электродов электроосмотической системы можно добиться постепенного перемещения влаги в зону катодной линии. Далее после подтверждения смещения пятна влаги вниз производится переключение катодного контура на анодный вывод электроосмотической системы, а ниже его, на удалении не более 4 метров, подключается новая катодная линия как показано на рисунке 4 и рисунке 5. Таким образом производятся последующие этапы перемещения влаги к фундаменту здания, в зоне которого влага выводится в грунт уже с помощью стационарно установленной электроосмотической системы, как показано на рисунке 6.

5.5.12 Сроки проведения работ по перемещению влаги из зоны верхних этажей в грунт зависят от высоты расположения таких зон относительно фундамента здания, пористости материалов ограждающих конструкций, температуры и электрического сопротивления внутри зоны перемещения влаги.

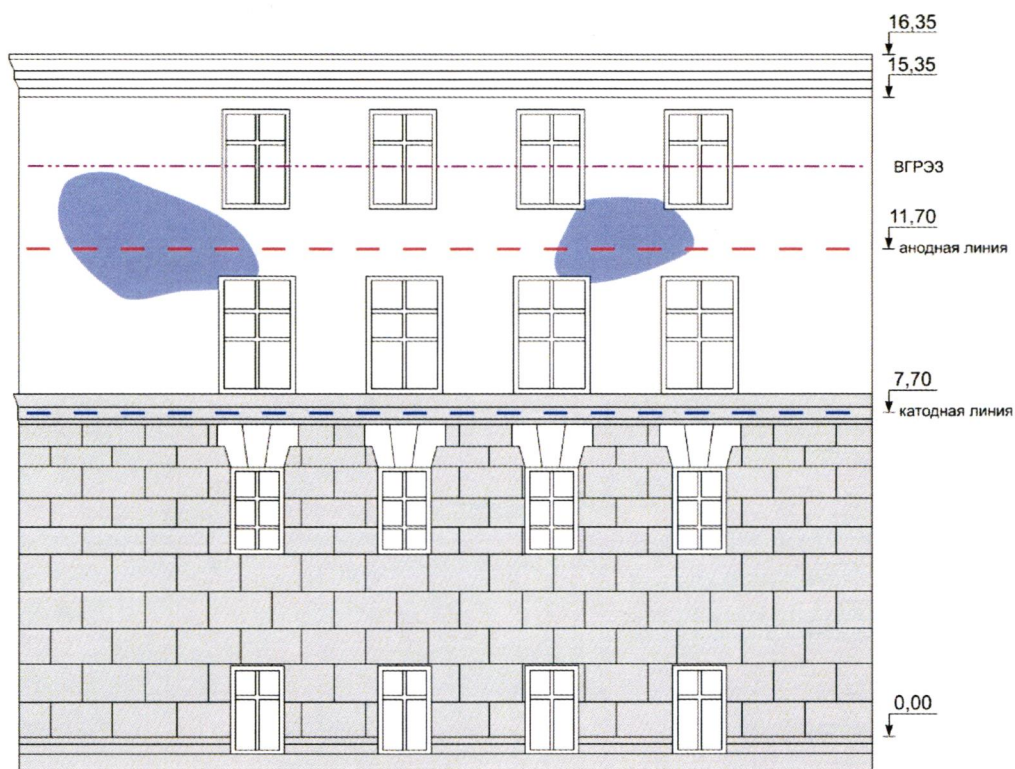


Рисунок 3 – Первый (начальный) этап осушения стеновых конструкций

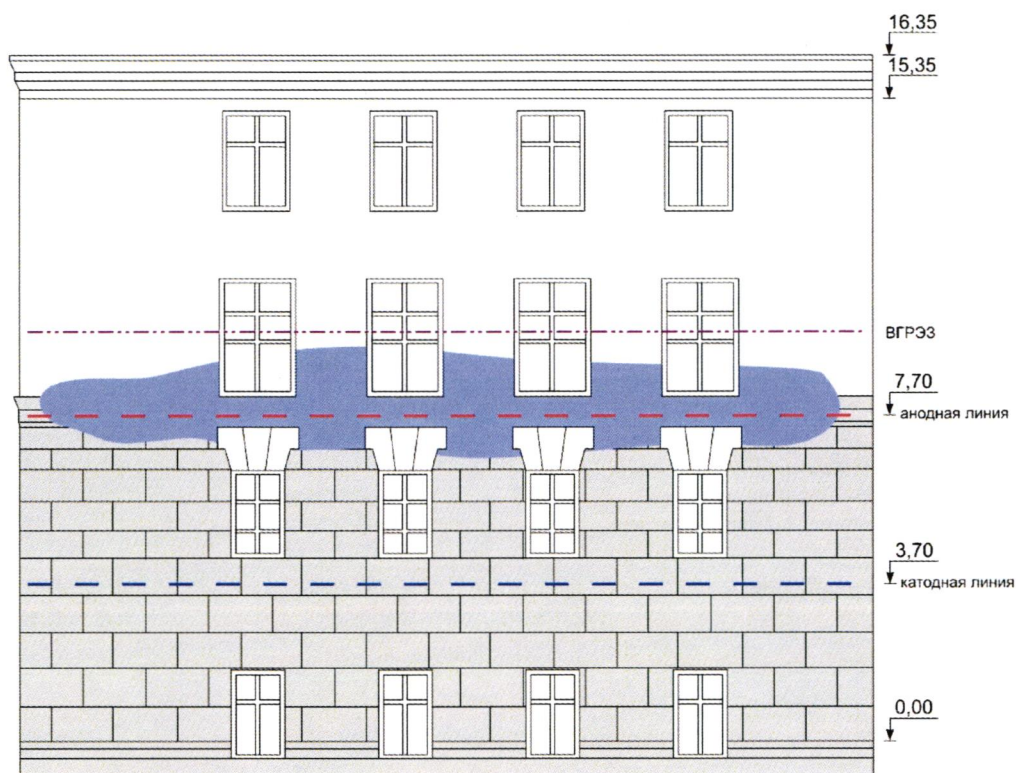


Рисунок 4 – Второй этап осушения стеновых конструкций



Рисунок 5 – Третий этап осушения стеновых конструкций



Рисунок 6 – Четвёртый (заключительный) этап осушения стеновых конструкций

6 Требования к проектированию систем электроосмотического осушения

6.1 При проектировании систем электроосмотического осушения для строительных конструкций необходимо обеспечить их прочность и максимальную продолжительность безремонтной эксплуатации.

6.2 Системы электроосмотического осушения, а также если они применяются вместе с электрохимической катодной защитой стали в бетоне должны быть предметом рабочего проектирования.

6.3 Применение электроосмотического осушения для осушения переувлажненных строительных конструкций является методом, который требует точного выполнения всех практических мероприятий.

6.4 Работу по электроосмотическому осушению эксплуатируемого здания (сооружения) нужно начинать с ознакомления с переувлажненным объектом.

6.5 Прежде всего, следует выяснить источник переувлажнения и далее произвести измерения геометрических параметров областей распространения влаги, выяснить ширину и высоту переувлажненных участков, толщину стен, а также материал, из которого выложены стены и фундамент.

6.6 Влажность стен некоторых зданий зависит от уровня грунтовых вод, необходимо знать их глубину заложения по временам года, а также изучить профиль данной местности с целью выяснения возможных гидростатических поровых давлений.

6.7 С выяснением уровня грунтовых вод нужно устроить заземление ниже этого уровня. Для эффективной работы системы электроосмотического осушения рекомендуется чтобы сопротивление заземлителя (катода), размещенного за границами осушаемой конструкции, не превышало 10,5 Ом.

6.8 Работы по устранению переувлажнения стен сводятся к монтажу системы многопарных гальванических элементов в ее толщу. Рекомендуется заложение анодных заземлителей в толщу конструкции т.е. предпочтительнее, чтобы анод доходил до середины стены.

6.9 Проектирование установок заключается в расчете анодных и катодных контуров и их расположения в строительной конструкции, основным критерием которых является равномерное распределение анодного поля и избежание эффекта Пельтье, при котором плотности токов дренажа на анодный контур не должны превышать 5 А/м² активной площади поверхности анода.

6.10 Эффект Пельтье вызывает растрескивание материала осушаемой конструкции в прианодном пространстве. Для стены из глиняного кирпича большое значение тока может так же привести к образованию белого налета.

6.11 В составе проекта также могут быть разработаны не предусмотренные дополнительные разделы, учитывающие специфику проектируемого объекта и требования других нормативных документов.

6.12 Для применения электрофизического метода необходимо принять следующие меры предосторожности:

- подготовка кладки для укладки (монтажа) положительного электрода;
- подготовка участка укладки (монтажа) отрицательного электрода;

- электроды разрешается укладывать (монтировать) только при температуре кладки выше $+5^{\circ}\text{C}$.

6.13 Граница зоны концентрации влаги определяется по верхней границе расположения отрицательного электрода (катода).

6.14 Особое внимание следует обратить на воздействие на металлические встраиваемые детали в смежных компонентах при проведении электрофизических процессов. Если в обработанной кирпичной кладке имеются электропроводящие элементы (например, дверные коробки, трубы, железные балки), которые нельзя изолировать, то при использовании активных электроосмотических систем, в этой области не рекомендуется применять только электрофизические методы без смещения потенциала конструкций в отрицательную зону, для исключения ускоренной коррозии под действием анодных полей. Для исключения вредного анодного воздействия закладные металлоконструкции рекомендуется защищать методами электрохимической защиты.

6.15 В обязательном порядке необходимо учитывать следующие детали:

- фактическое расположение электродов должно быть записано в плане здания, сооружения, конструкции;
- прокладка электродов предпочтительно должна производиться в форме кольца;
- равномерное распределение тока по всему контуру должно быть обеспечено конструкцией электродов и выбором материалов;
- различная электропроводность каменной кладки (например, вызванная различным распределением влаги и концентрацией солей) должна быть компенсирована (например, регулирующим сопротивлением);
- линии электропитания (соединительные провода) должна быть маркирована таким образом, чтобы было легко определить, на какой электрод (анод "+" или катод "-") подается питание;
- контакты между электродом и линией электропитания (соединительным кабелем) должны быть герметично закрыты и изолированы таким образом, чтобы влага и/или соли не могли попасть во внутреннее место контакта;
- точки контакта должны быть указаны в плане сборки с указанием используемых материалов.

6.16 Источник питания для электроосмотической системы может быть регулируемым или саморегулирующимся с индикацией выходного тока и напряжения установки.

6.17 Для осушения методом активного электроосмотического осушения, рекомендуются следующие значения напряжения: если для системы активного электроосмотического осушения применяется источник с ручным регулированием, то в начальный период осушения достаточно наложить напряжение дренажа в 5-10В., что даст хорошую и равномерную скорость осушения по сечению конструкции и позволит сэкономить электроэнергию. Далее потребуется увеличить напряжение до 15В. и по истечении расчетного времени поднять напряжение до 24В.

6.18 Увеличение напряжения при электроосмотическом осушении необходимо для поддержания скорости осушения (дренажного тока), так как в процессе осушения часть строительной конструкции высушится (увеличится электрическое сопротивление), а для удаления оставшейся в конструкции влаги потребуется увеличение градиента напряжения.

6.19 Применение различного вида систем электроосмотического осушения зависит от располагаемого времени осушения и наличия источника внешней подпитки влаги.

6.20 При обычном (не электроосмотическом) методе осушения (при условии низкой засоленности строительных конструкций), без подпитки влаги, за счет воздухообмена стены достигают состояния равновесной влажности в течение 3-4 лет.

6.21 Применение пассивного электроосмотического осушения при условии отсутствия внешней подпитки влаги позволяет снизить период сушки до 1-2 лет в зависимости от толщины конструкции и начальной влажности.

6.22 Наиболее высокую скорость осушения можно получить только, применяя системы активного электроосмотического осушения, при этом время осушения может приблизиться к 3-8 месяцам.

6.23 Проект должен, как минимум, включать следующее:

- подробные расчеты;
- подробные монтажные чертежи;
- подробные спецификации материалов и оборудования;
- подробные описания методов или спецификации для установки, тестирования, включения, ввода в эксплуатацию и эксплуатации;
- должны быть приняты меры для смещения потенциала не изолированных закладных конструкций, для защиты их от ускоренных коррозионных процессов в зонах влажности 60-85%;
- конструкции, содержащие предварительное напряжение, должны быть оценены на их подверженность водородному охрупчиванию и риску возникновения паразитных токов.

6.24 При проектировании необходимо учитывать экранирование стальными закладными конструкциями, заделанными металлическими сетками, металлическими волокнами или пластинами, пластиковыми листами или непористыми непроницаемыми ремонтными материалами, которые могут снизить эффективность электроосмотического осушения.

6.25 Необходимо оценить возможные короткие замыкания между арматурной сталью и анодами, на которые подается ток.

6.26 Для систем электроосмотического осушения, а также если они применяются вместе с электрохимической катодной защитой стали в бетоне, любые связывающие проволоки, гвозди или другие металлические компоненты, видимые на бетоне, которые могут контактировать с анодной системой или могут находиться слишком близко к аноду для оптимального расстояния между анодом / катодом, должны быть обрезаны, а бетон подлежит ремонту.

6.27 Расчетный или ожидаемый срок службы анодной системы должен быть достаточным для эксплуатации на всё время расчетного срока службы защищаемой конструкции, при необходимости с плановым обслуживанием или заменой анодной системы или частей системы в периоды, указанные в проекте.

6.28 Для анодных систем (контуров) минимальное расстояние между анодом и арматурой или другой сталью должно составлять не менее 150 мм.

6.29 Анодная система должна включать органическое проводящее покрытие (на основе растворителя или водорастворимое, содержащее углеродный проводник) или ряд проводников (первичных анодов), прикрепленных к бетонной поверхности или интегрированных в покрытие, чтобы проводники могли распределять ток внутри осушаемой конструкции. Проводники должны быть из материала, способного противостоять анодным реакциям, например, титана с платиновым или плакированным платиновым покрытием, или ниобия, который может иметь медную сердцевину, или титана с покрытием из смешанных оксидов металлов. Эти аноды часто называют анодами ММО (Mix Metal Oxide) или ММО / Ti (титан с покрытием из смешанных оксидов металлов) или стабильными анодами (DSA).

6.30 Активированный титан анодных заземлителей может иметь форму стержней, проволоки или сетки, распределенной в соответствии с конструкцией анодной системы в строительной конструкции.

6.31 Анодные заземлители должны быть внедрены в строительную конструкцию одним из следующих способов:

- Заземлители с электрокаталитическим покрытием в виде полосы, сетки, сетки или трубок должны быть заделаны на цементный раствор в отверстиях, просверленных в бетоне или штробе;
- Заземлители аналогичной формы или титановые стержни с покрытием должны использоваться вместе с электропроводящей засыпкой на основе графита.

6.32 Если засыпка (например, графит) является частью анодной системы, ее рабочая плотность тока зависит от площади активной поверхности и рассчитывается при проектировании, также должны быть ограничены значениями силы тока для предотвращения эффекта Пельтье, которые также могут быть продемонстрированы испытаниями или прошлыми проектами, чтобы обеспечить требуемые характеристики анода, обратной засыпки и соединения анода / кабеля.

6.33 Если используется графитовая засыпка, графит следует рассматривать как анод при расчете минимального расстояния между анодом / арматурой или другой сталью.

7 Требования к оборудованию систем электроосмотического осушения

7.1 Анодные системы.

7.1.1 Для временных анодных систем, промышленностью разработаны анодные системы по принципу «на клей», которые можно крепить непосредственно на подготовленную бетонную поверхность. Клей представляет собой гидрогель, используемый для прикрепления электродов к коже в медицинских целях. Анод поставляется в рулонах из покрытого клеем металлического листа и крепится к конструкции.

7.1.2 Для защиты металлических закладных погруженные бетонные конструкций от коррозионного разрушения при воздействии анодного поля можно использовать гальванические аноды, содержащие сплавы алюминия, цинка и индия, цинка или магния. Сплавы на основе алюминия и цинка подходят только для условий соленых обводнений. В средах с очень низким удельным сопротивлением или при использовании магниевых сплавов особое внимание следует уделять допустимым пределам отрицательного потенциала для стали в бетоне.

7.1.3 Особое внимание следует уделять предотвращению коротких замыканий между анодной системой и любой арматурной сталью, вспомогательными металлическими компонентами или арматурой из стальной проволоки или металлического мусора в бетоне для систем с наложенным током.

7.2 Приборы и регистраторы.

7.2.1 Работоспособность систем электроосмотического осушения в полевых условиях подтверждается с помощью использования электронных влагомеров глубокого проникновения или по удельному сопротивлению строительной конструкции.

7.2.2 Контрольно-измерительные приборы должны использоваться для опроса контрольных датчиков, установленных для определения характеристик систем электроосмотического осушения и рабочего состояния источника постоянного тока.

7.2.3 Должны быть предусмотрены средства (клеммы, разъемы и т.д.), позволяющие использовать портативные приборы для измерения и проверки следующих показателей:

- выходное напряжение;
- выходные токи (по падению напряжения на шунтирующем резисторе с точностью не хуже $\pm 1\%$).

7.2.4 Должны быть предусмотрены светодиоды (светоизлучающие диоды) или другие средства индикации «включено» источника питания от переменного тока и «работающего» выхода постоянного тока.

7.2.5 Постоянно установленные регистраторы данных могут работать независимо, по сети или через модемную связь.

7.2.6 Подключение к сети должно производиться в соответствии с соответствующими национальными стандартами и рекомендациями производителя сети.

7.2.7 Каждый постоянно установленный регистратор данных или источник питания должен иметь уникальный идентификационный номер.

7.2.8 Рекомендуются, чтобы доступ к стационарно установленным регистраторам данных и источникам питания, напрямую или через сеть, был защищен, и для предотвращения несанкционированного доступа, требовался как минимум вводимый пользователем пароль.

7.2.9 Следует учитывать стандартные отраслевые стандарты безопасности передачи данных и протоколы связи в зависимости от местоположения установленной сети.

7.2.10 Для больших и протяженных строительных конструкций (например, метрополитен, плотины, бункеры и т.д.) системы электроосмотического осушения могут быть объединены в одну локальную сеть, позволяющую оператору производить мониторинг проникновения влаги в строительные конструкции по участкам, опираясь на данные токопотребления.

7.3 Кабели постоянного тока.

7.3.1 Кабели постоянного тока и контрольные кабели системы катодной защиты классифицируются как «сверхнизкое напряжение» (ELV) в соответствии с ГОСТ IEC 61140-2012.

7.3.2 Одножильные кабели должны иметь цветовую маркировку в соответствии с их функцией:

- коричневый (или, альтернативно, красный) от положительного источника постоянного тока к аноду / кабельному соединению;
- черный (или, альтернативно, серый) от отрицательного напряжения постоянного тока к арматурной стали / кабельному соединению;

в) серый (или, альтернативно, черный) для контрольного испытания контуров.

7.3.3 Предпочтительны следующие цвета:

- отрицательный кабель питания постоянного тока и контрольные испытательные кабели могут быть одного цвета, если имеют разные размеры
- синий для кабеля электрода сравнения (не красный или черный);
- желтый или другой цвет (кроме коричневого, красного, серого, черного или синего) для других датчиков мониторинга.

7.3.4 Многожильные кабели должны иметь цветную или цифровую маркировку.

7.3.5 Все кабели должны быть идентифицированы в распределительных коробках и в местах их подключения к контрольному оборудованию и источникам питания.

7.3.6 Идентификация кабелей должна осуществляться с помощью фирменных кабельных маркеров, и идентификация должна быть полностью детализирована (т. е. любой код объяснен) в каждой распределительной коробке, блоке мониторинга или блоке питания.

7.3.7 При выборе изоляции и оболочки необходимо учитывать предполагаемую установку и функциональные требования. Кабель, устанавливаемый в контакте с анодным материалом, должен быть подходящим для длительного воздействия кислых условий, обычно $\text{pH} = 2$, и тех, которые должны быть установлены в бетон для длительного воздействия щелочных условий, обычно $\text{pH} = 13$.

7.4 Распределительные коробки.

7.4.1 Распределительные коробки должны быть рассчитаны в соответствии с ПУЭ, ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013), ГОСТ IEC 62262-2015 для обеспечения надлежащей защиты от окружающей среды с учетом типа соединений, выполненных внутри коробки, и наихудшего случая внешнего воздействия окружающей среды и механического воздействия, которому коробка должна подвергаться. Рекомендуются, чтобы все распределительные коробки были неметаллическими и соответствовали классу защиты от внешних воздействий IP 66 или выше.

7.5 Источники питания для электроосмотического осушения.

7.5.1 Если используется электрическая сеть, источник питания постоянного тока должен обеспечиваться трансформатором - выпрямителем или импульсным выпрямителем.

7.5.2 Контролируемые источники постоянного тока могут генерироваться непосредственно термоэлектрическими или солнечными генераторами, а ветряные или турбинные генераторы могут использоваться с выпрямлением для обеспечения питания периодически заряжаемых аккумуляторных систем, которые подают ток на контроллеры постоянного тока.

7.5.3 Другие типы источников питания, такие как дизельные, ветряные или турбогенераторы, могут использоваться для генерации переменного тока.

7.5.4 Все источники питания должны быть сконструированы в соответствии с соответствующими национальными стандартами, касающимися электронного и измерительного оборудования, и должны иметь действующий сертификат калибровки.

7.5.5 Со всем оборудованием следует обращаться, устанавливать, вводить в эксплуатацию и эксплуатировать в соответствии с рекомендациями производителя.

7.5.6 Источники питания могут быть интегрированы с контрольно-измерительными приборами и средствами связи для обеспечения удаленного мониторинга параметров источника постоянного тока и работоспособности систем электроосмотического осушения. Эта интегрированная система мониторинга и питания может обеспечивать дистанционное управление выходом постоянного тока источника питания.

7.5.7 Оборудование, в котором используются автотрансформаторы, должно соответствовать ГОСТ IEC 61558-2-13-2015, а оборудование, использующее импульсные источники питания, должно соответствовать ГОСТ IEC 61558-2-16-2015.

7.5.8 Выпрямитель должен соответствовать соответствующим национальным и международным стандартам с соответствующей защитой от перенапряжения переменного и постоянного тока.

7.5.9 Выпрямители должны быть рассчитаны на непрерывную работу на указанных выходах с пиковым обратным напряжением не менее 600 Вольт. Варисторы должны быть совместимы с пиковыми уровнями обратного напряжения выпрямителя. Цепи постоянного тока должны быть отделены от цепей любой другой системы (например, входящего источника переменного тока).

7.5.10 Для систем электроосмотического осушения, размещенных в местах, доступных для людей или животных, и где не предусмотрены превентивные меры, такие как барьеры, препятствия или электрическая изоляция, выход трансформаторного выпрямительного блока не должен превышать 24 В постоянного тока с содержанием пульсаций, не превышающим 100 мВ RMS.

7.5.11 Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

7.5.12 В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

7.5.13 Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью.

Примечание – Здесь и далее напряжение переменного тока означает среднеквадратичное значение напряжения переменного тока; напряжение постоянного тока – напряжение постоянного или выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10 % от среднеквадратичного значения.

8 Требования к монтажу систем электроосмотического осушения

8.1 Все электромонтажные работы должны выполняться в соответствии с действующими национальными стандартами РФ, а также международными (и другими применимыми национальными) стандартами и рекомендациями по электробезопасности.

8.2 В дополнение к особым требованиям к системе электроосмотического осушения, ко всем установкам должны применяться следующие меры электробезопасности:

- кабели сетевого напряжения должны быть электрически изолированы и отделены от кабелей постоянного тока низкого напряжения в соответствии с местными нормативами;
- кабели должны иметь однозначную идентификацию в источнике питания постоянного тока, в любой распределительной коробке и в точке их подключения;
- кабели должны иметь соответствующую опору и защищены от повреждений окружающей среды, людей и животных (применение кабелей с бронирующей оплеткой);
- в местах с высоким риском повреждения кабели могут быть залиты бетоном;
- кабельные соединения должны выполняться только в корпусах или распределительных коробках;

- соединения внутри коробок, конструкция и / или установка которых обеспечивает степень защиты окружающей среды ниже наихудшего случая внешнего воздействия окружающей среды, включая коробки с негерметичными вводами кабелей, должны выполняться методами, пригодными для длительного погружения в воду. Для степени защиты окружающей среды, превышающей наихудший случай внешнего воздействия окружающей среды, можно использовать резьбовые соединения из меди или латуни, или патентованные соединительные узлы для соединения внутри водонепроницаемых или герметичных коробок;
- допускается установка анодных / кабельных соединений для анодов, например, активированная титановая сетка, которые должны быть постоянно заделаны в накладной материал для установки без соединительных коробок, если соединение анода / кабеля и его метод электрического / механического / влажного герметичность может быть продемонстрирована испытаниями или прошлыми проектами, что позволяет достичь требуемых характеристик;
- анодные системы, для которых нет перекрытия или электрического барьера для предотвращения прямого контакта с людьми или животными, например, проводящее покрытие, должны быть ограничены напряжением питания 24 В постоянного тока с максимальным содержанием пульсаций 100 мВ RMS;
- оборудование должно иметь все соответствующие знаки электробезопасности / испытаний / технического обслуживания в соответствии с национальными и международными стандартами.

8.3 Перед нанесением любого покрытия или верхнего слоя необходимо провести 100 % визуальный осмотр анодной системы, включая все связанные кабели и кабельные соединения.

9 Требования к первоначальному включению активных систем электроосмотического осушения

9.1 Система не должна находиться под напряжением до тех пор, пока бетон новой конструкции и любые цементные покрытия не будут должным образом отверждены или пока любое проводящее покрытие не достигнет адекватного высвобождения / отверждения растворителя. При более низких температурах, для цементных перекрытий этот период обычно соответствует 14 дням после укладки при температуре 20 °С. Для токопроводящих покрытий этот период обычно соответствует 48 часам при соответствующей вентиляции.

9.2 Для новых конструкций период отверждения бетона обычно соответствует 28 суткам после установки при 20 °С или дольше.

9.3 Система электроосмотического осушения в первые сутки должна быть запитана при малом токе (примерно от 10% до 20% проектного тока).