

**Открытое Акционерное Общество
Российские железные дороги**

Департамент электрификации и электроснабжения

№ К-146-2008

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник Департамента
электрификации и электроснабжения
ОАО «РЖД»



Синий синий
A.A.Федотов
19.12.2008г.

УКАЗАНИЯ

**по техническому обслуживанию и ремонту опорных
конструкций контактной сети**

Москва 2008 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ССЫЛКИ	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К СТОЙКАМ И ФУНДАМЕНТАМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ	7
4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР И ФУНДАМЕНТОВ КОНТАКНОЙ СЕТИ	13
5. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ И РЕМОНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР И ФУНДАМЕНТОВ	34
6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	46
7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ КОНСТРУКЦИЙ	56
8. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОПОРНЫХ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	57
Приложение 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ СТОЕК ОПОР КОНТАКНОЙ СЕТИ	60
Приложение 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКНОЙ СЕТИ	68
Приложение 3. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОПОР КОНТАКНОЙ СЕТИ	71
Приложение 4. ДИАГНОСТИКА АНКЕРНЫХ БОЛТОВ ФУНДАМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКНОЙ СЕТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПРИБОРОМ А-1220	81
Приложение 5. ДЕФЕКТНАЯ КАРТОЧКА ОПОРЫ (ФУНДАМЕНТА)	85
Приложение 6. ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ	86

1. Общие положения

1.1. Настоящие Указания распространяются на техническое обслуживание и ремонт опорных и поддерживающих конструкций контактной сети электрифицированных участков железных дорог постоянного и переменного тока. Указания также распространяются на техническое обслуживание и ремонт опорных и поддерживающих конструкций объектов электрификации и электроснабжения, в том числе и на неэлектрифицированных линиях, в которых использованы однотипные, как и в контактной сети, конструкции.

К опорным конструкциям относятся железобетонные и металлические фундаменты, анкера, металлические и железобетонные стойки, прожекторные мачты всех типов. К поддерживающим конструкциям относятся консоли, кронштейны, ригели жестких поперечен.

1.2. В случае необходимости в зависимости от конкретных условий могут быть разработаны местные инструкции, определяющие особенности технического обслуживания, ремонта и защиты от коррозии опорных и поддерживающих конструкций. Местные инструкции утверждаются руководством службы электроснабжения и не должны противоречить настоящим «Указаниям».

1.3. Знание и выполнение настоящих Указаний обязательны для всех работников, связанных с эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом опорных и поддерживающих конструкций.

1.4. Основной задачей технического обслуживания опорных и поддерживающих конструкций должно быть поддержание их в работоспособном состоянии, недопущение падения или разрушения при минимальных затратах времени, труда и средств на проведение технического обслуживания и ремонта опорных и поддерживающих конструкций.

Техническое обслуживание опорных и поддерживающих конструкций контактной сети должно вестись с применением средств измерений и диагностики, имеющих сертификат соответствия Госстандарту России, свидетельство о внесении в Реестр средств измерений, допущенных к применению на железнодорожном транспорте, и разрешение Департамента электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» на их применение.

Допускается с разрешения служб электроснабжения и электрификации железных дорог опытная эксплуатация приборов и средств диагностики, находящихся в стадии разработки или испытаний.

1.5. Перечень работ при техническом обслуживании, их периодичность определяются требованиями, изложенными в Правилах устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ЦЭ-868).

1.6. Работы, выполняемые при техническом обслуживании и ремонте опорных и поддерживающих конструкций должны осуществляться по технологическим картам. При этом должен осуществляться учет и анализ работоспособности опорных и поддерживающих конструкций.

Каждый случай разрушения конструкций должен быть расследован и проанализирован руководством службы и дистанции электроснабжения. При этом выявляются причины разрушения (падения) опор, оценивается правильность действий обслуживающего персонала, и намечаются меры по предотвращению повторения подобных случаев.

Материалы расследования хранятся в дистанции электроснабжения и службе электроснабжения железной дороги. Один экземпляр материалов передается в Департамент электрификации и электроснабжения с мероприятиями по предотвращению подобных случаев.

2. Определения и ссылки

Опора контактной сети. Составная конструкция, включающая фундамент, стойку, детали крепления, кронштейны, консоль и предназначенную для поддерживания проводов контактной подвески в требуемом положении по высоте и в плане относительно рельсового пути, а также закрепления вспомогательных проводов.

Поддерживающие конструкции. Конструкции, к которым непосредственно крепятся провода контактной сети, вспомогательные провода. К поддерживающим конструкциям относятся кронштейны, консоли, ригели жестких поперечин.

Изоляция опор. Электрическая изоляция металлических нетоковедущих деталей контактной сети, и которые могут оказаться под потенциалом «рельс-земля», от тела опор.

Заземление опор. Преднамеренное электрическое соединение с рельсовым путем металлических нетоковедущих деталей контактной сети, которые могут оказаться под напряжением.

Электрокоррозионно опасная опора. Опора, соединенная электрическим соединением с рельсовым путем, или соединенная электрическим соединением с тросом группового заземления и по которой может протекать в подземной части анодный ток, превышающий установленную безопасную величину.

Анодная потенциальная зона. Участок рельсового пути, электрифицированного на постоянном токе, где потенциал «рельс-земля» имеет положительное значение.

Катодная потенциальная зона. Участок рельсового пути, электрифицированного на постоянном токе, где потенциал «рельс-земля» имеет отрицательное значение.

Знакопеременная потенциальная зона. Участок рельсового пути, электрифицированного на постоянном токе, где потенциал «рельс-земля» может иметь как положительное, так и отрицательное значение.

Электрокоррозия. Процесс коррозионного разрушения металлической арматуры и анкерных болтов опор и фундаментов при стекании с них анодного тока в электролитической среде.

Электрокоррозионная опасность для опор и фундаментов. Опасность электрокоррозионного разрушения арматуры и анкерных болтов, возникающая при глухом заземлении опор и стекании с них анодного тока выше установленной безопасной величины.

Искровой промежуток. Защитное устройство, обеспечивающее изоляцию заземленных опор от рельса в нормальном режиме работы контактной сети опор и соединение их с рельсом при появлении на них напряжения.

Ток утечки. Тяговый ток, стекающий с тяговой рельсовой сети и попадающий в конструкции, наглухо заземленных на тяговою нить рельсовой сети.

Перетекающий ток. Блуждающий ток, попадающий в опоры из земли, протекающий по тросу группового заземления, ригелям жестких поперечин и другим видам объединения опор, и стекающий с фундаментной части опор вследствие нахождения их в грунте под разными потенциалами.

Диагностика несущей способности опор. Процесс определения фактической несущей способности конструкций, осуществляемый с помощью приборов, путем визуального осмотра поверхности опор при откопке и другими способами.

ГОСТ 19330-99. Стойки железобетонные для опор контактной сети железных дорог. Технические условия.

Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. ЦЭ – 868.

Инструкция по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами, утверждена МПС России от 9.10.97г. ЦЭ – 518.

Инструкция по заземлению устройств электроснабжения на электрифицированных железных дорогах, утверждена МПС России 10.06.93г. ЦЭ – 191.

Поддерживающие конструкции элементов контактной сети. Нормы безопасности. НБЖТ ЦЭ 067 – 2008.

СТН ЦЭ 12 – 00. Нормы по производству и приемке строительных и монтажных работ при электрификации железных дорог (устройства контактной сети).

3. Требования к стойкам и фундаментам и обеспечение качества строительно-монтажных работ

3.1. Поступающие с заводов для установки при электрификации новых, реконструкции и обновлении действующих электрифицированных участков железобетонные центрифугированные стойки должны по всем параметрам и характеристикам соответствовать требованиям ГОСТ 19330 и иметь сертификат соответствия нормам безопасности НБ ЖТ ЦЭ-067.

Проверку соответствия поступающих для установки при электрификации новых, реконструкции и обновлении действующих электрифицированных участков железобетонных центрифугированных стоек требованиям ГОСТ 19330, наличие сертификата соответствия нормам безопасности НБ ЖТ ЦЭ-067 осуществляют строительно-монтажные организации, осуществляющие электрификацию новых, реконструкцию и обновление действующих электрифицированных участков железных дорог с участием представителей дистанции электроснабжения. Порядок проверки должен соответствовать нормам СТН ЦЭ-12-00.

3.2. Поступающие с заводов железобетонные центрифугированные стойки, используемые для ремонтно-эксплуатационных нужд электрифицированных участков, должны соответствовать требованиям ГОСТ 19330 и иметь сертификат соответствия нормам безопасности НБ ЖТ ЦЭ-067. Проверку соответствия поступающих стоек требованиям ГОСТ 19330 должны осуществлять дистанции электроснабжения. Проверка должна осуществляться по следующим показателям:

- по внешнему виду. На поверхности стоек не должно быть продольных и поперечных трещин, выбоин, отков. Высота отступа по стыку полуформ не должна превышать 5 мм.

- по качеству внутренней поверхности. Внутри стоек не должно быть внутренних обвалов бетона (проверяется путем осмотра внутренней поверхности стоек при наличии отверстия в нижней заглушке стоек и во всех стойках, не имеющих заглушек).

- по электрическому сопротивлению между арматурой и закладными деталями. Данное сопротивление, измеренное мегомметром М1101 или прибором ПК-2 должна быть не менее 10 кОм.

Справочные характеристики и параметры железобетонных центрифугированных стоек опор контактной сети различных марок приведены в Приложении 1.

Стойки, находящиеся на хранении более 20 лет, кроме того, должны быть проверены на качество бетона с помощью ультразвукового прибора УК-1401М (УК-1401) по методике в соответствии с Приложением 3.

3.3. Стальные стойки контактной сети и блоки жестких поперечин должны соответствовать конструкторской документации и техническим условиям на эти изделия. Поступающие с заводов стойки и блоки ригелей же-

стких поперечин должны быть оцинкованы или покрыты другим видом покрытия, разрешенного нормативными документами и утвержденными в установленном порядке и иметь сертификат соответствия нормам безопасности НБ ЖТ ЦЭ-067.

Стальные стойки и блоки ригелей жестких поперечин не должны иметь погнутых поясов и элементов решетки, непроваренных и лопнувших швов и других дефектов. Деформированные элементы должны быть выправлены без снижения их прочности, в том числе без нарушения сплошности сечения конструкции.

Отклонения от прямолинейности стальных стоек и блоков ригелей жестких поперечин, поступающих с заводов не должны превышать:

- а) на всей длине – не более 10 мм;
- б) местные искривления элементов конструкций при проверке метровой линейкой – не более 5 мм.

3.4. Качество и тип железобетонных фундаментов, используемых для установки железобетонных или металлических стоек должны соответствовать требованиям утвержденной проектной документации, техническим условиям и иметь сертификат соответствия требованиям норм безопасности НБ ЖТ ЦЭ-067.

Проверку качества фундаментов и соответствие их требованиям проектной документации и технических условий на участках новой электрификации, при реконструкции и обновлении действующих участков электрификации осуществляют строительно-монтажные организации с участием представителей дистанции электроснабжения по нормам СТН-ЦЭ-12-00.

Качество фундаментов, поступающих на ремонтно-эксплуатационные нужды, проверяются персоналом дистанции электроснабжения. При этом проверяется:

- качество наружной поверхности фундаментов. На наружной поверхности фундаментов должны отсутствовать повреждения в виде отков глубиной выше 10 мм, поперечные и продольные трещины раскрытием выше 0,2 мм.
- толщина защитного слоя рабочей арматуры. Отклонения толщины защитного слоя от номинальной величины, установленной проектом не должно превышать ± 5 мм.
- сопротивление между анкерными болтами и арматурой в фундаментах с изолированными болтами. Это сопротивление должно быть не менее 2,5 кОм.

3.5. Проверенные в соответствии с нормативными документами стойки и фундаменты допускается использовать затем при выполнении строительно-монтажных работ по сооружению контактной сети. При этом с участием работников дистанции электроснабжения должен осуществляться постоянный контроль качества выполняемых работ.

Особое внимание при этом должно уделяться контролю величины сопротивления железобетонных опор. Это сопротивление независимо от условий выполнения строительно-монтажных работ (новая электрификация, ре-

конструкция, обновление, ремонтно-эксплуатационные потребности) должно составлять на участках постоянного тока при измерениях в сухую погоду не менее 10 кОм, на участках переменного тока не менее 1,5 кОМ.

Запрещается вводить в эксплуатацию опоры, имеющие сопротивление ниже указанных значений.

3.6. Измерение сопротивления опор при осуществлении новой электрификации до подачи напряжения в контактную сеть следует производить мегаомметром М1101 на 500 В по схеме рис. 1 а при индивидуальных заземлениях и по схеме рис. 1б при групповых заземлениях. В последнем случае «+» прибора (вывод – «линия») присоединяется к катоду защитного блока – заземляющему проводнику со стороны рельса, «-» (вывод «земля») присоединяется к аноду – заземляющему проводнику со стороны троса группового заземления.

В случае измерений сопротивления опор на участках реконструкции, обновления, когда возможно наличие тока в рельсах, а также в условиях эксплуатации, измерения следует производить прибором ПК-2 по схеме рис. 2а, 2б.

3.7. При проверке качества строительно-монтажных работ следует проверять также наличие изоляции опор от приводов разъединителей, и заземляющих проводников, между анкерными оттяжками и анкерами.

Проверка изоляции опор от приводов разъединителей и заземляющих проводников роговых разрядников должна производиться приборами ПК-2, по схемам рис.3 а,б при эксплуатации контактной сети или при проведении ее реконструкции и обновлении.

При осуществлении новой электрификации до подачи напряжения в контактную сеть наличие изоляции отмеченных устройств от опор может производиться также мегаомметром М1101 на 500 В по тем же схемам.

Наличие изоляции анкерных оттяжек от анкера следует проверять с помощью вольтметра прибора ПК-2 и дополнительного источника напряжения типа «Поиск», включаемого в цепь заземления анкерной опоры по схеме рис.3в. Появление напряжения на приборе ПК-2 при включенном дополнительном источнике напряжения свидетельствует о наличии изоляции между анкером и анкерной оттяжкой.

3.8. При сооружении контактной сети особое внимание должно уделяться точности установки опор и фундаментов. При этом наиболее тщательному контролю должны подвергаться габарит установки опор от оси пути и наклон опор.

Отклонение проектного габарита установки опор и фундаментов от оси пути в сторону увеличения не должно превышать +150 мм. Отклонение установленного габарита в сторону уменьшения не допускается.

Наклон оси опоры относительно вертикали в сторону, противоположную действию основных нагрузок, не должен превышать 2%. Наклон опор в сторону пути не допускается.

Наклон анкерных опор после передачи на них нагрузки в сторону, противоположную действию нагрузок от анкеровки, не должен превышать

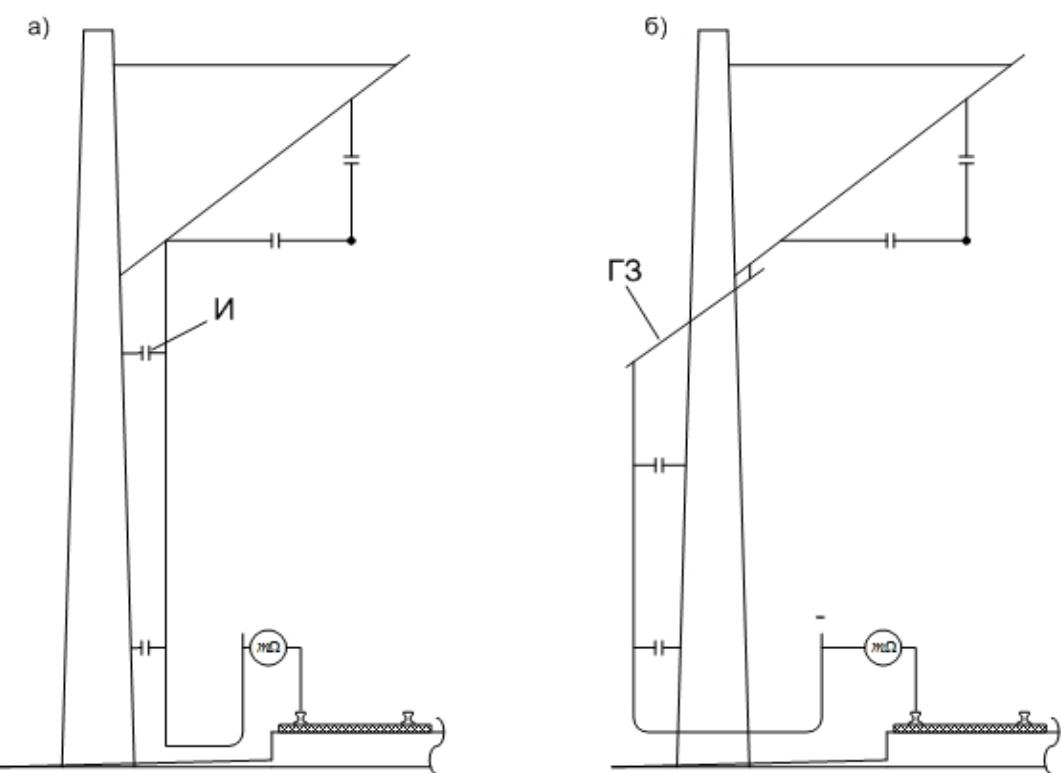


Рис. 1. Измерение сопротивления мегаометром М1101 на 500 В при индивидуальных заземлителях (а) и при групповых (б) при отсутствии тока в тяговой сети.
 И - изолятор; ГЗ - трос группового заземления

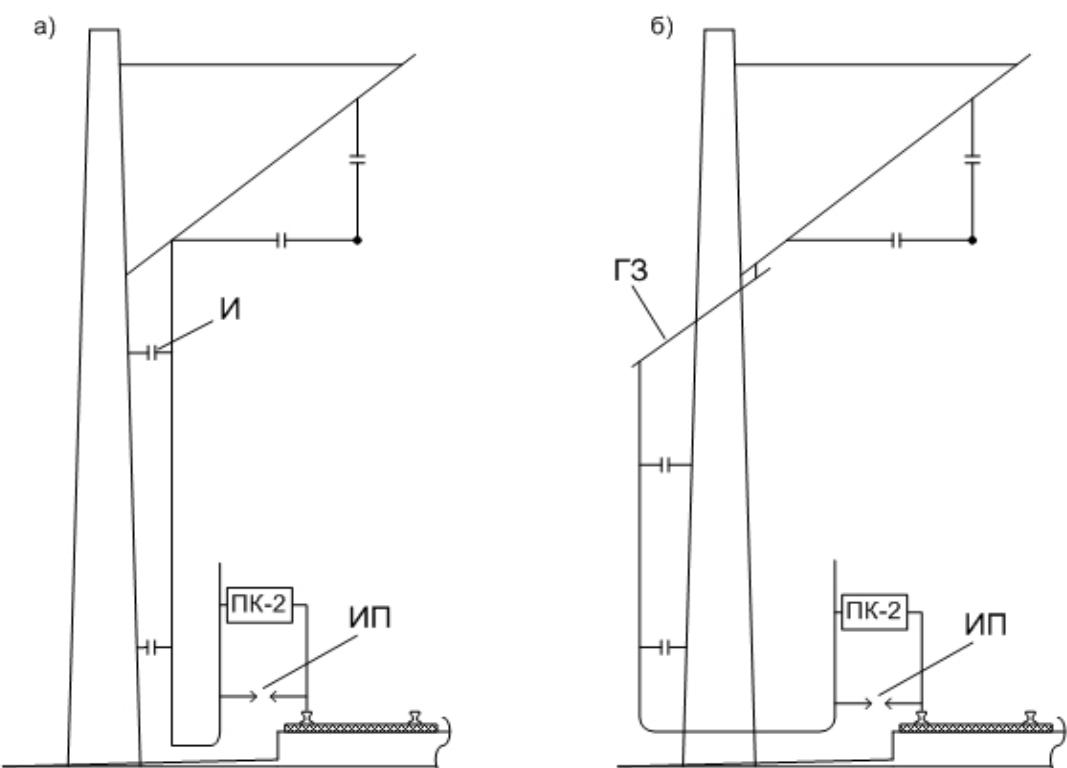


Рис. 2. Измерение сопротивления прибором ПК-2 при индивидуальных заземлителях (а) и при групповых (б) при наличии тока в тяговой сети.
 И - изолятор; ИП - искровой промежуток; ГЗ - трос группового заземления

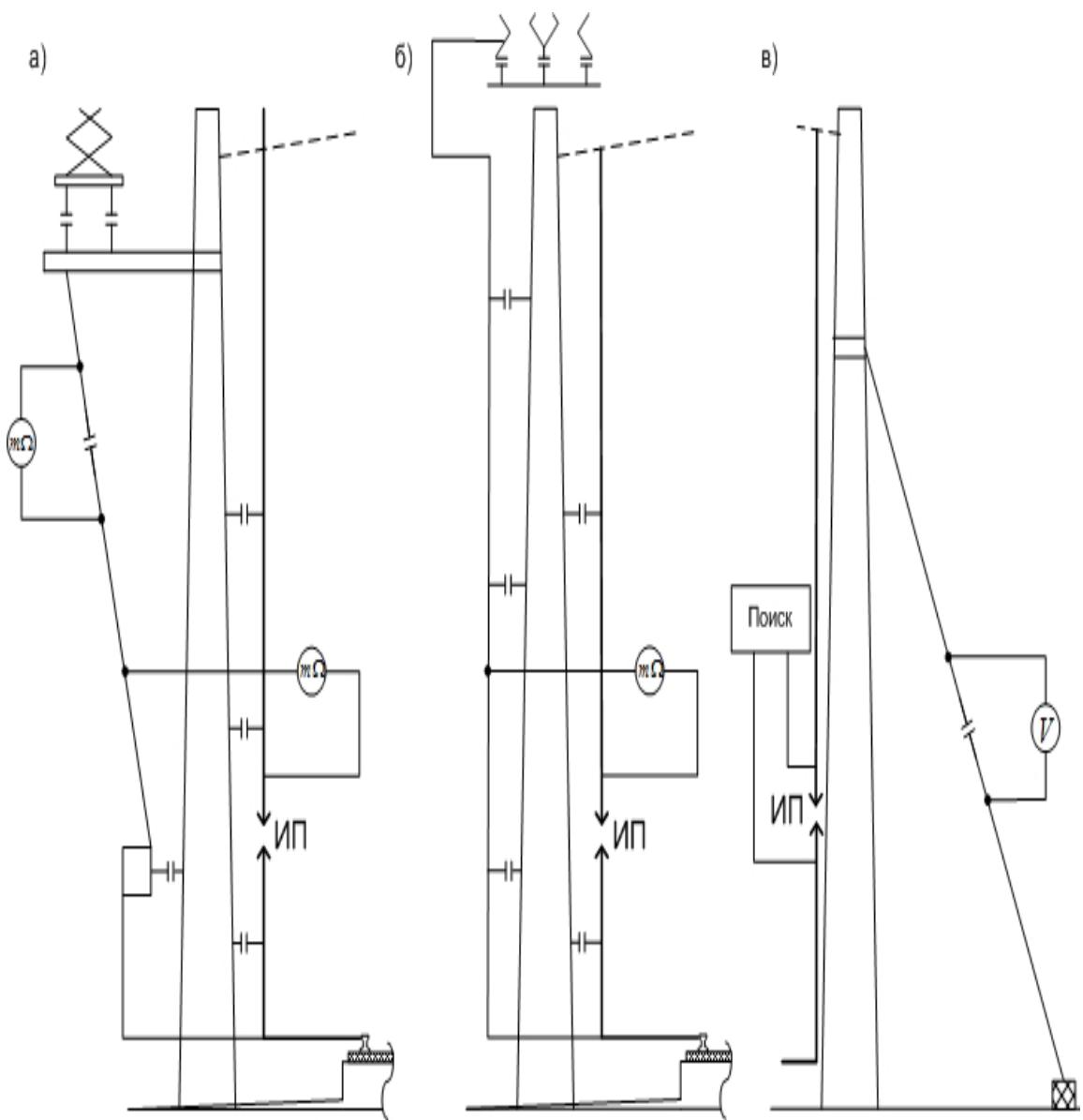


Рис. 3. Проверка изоляции приводов разъединителей (а); роговых разрядников (б); анкеров от оттяжек (в)

0,5%, или 50 мм на всю высоту опоры. Наклон опоры в сторону действия основных нагрузок не допускается.

3.9. В процессе эксплуатации наклон опор в сторону поля не должен превышать 200 мм, в сторону пути – 30 мм на всю высоту опоры.

Наклон анкерных опор в сторону, противоположную действию нагрузок от анкеровки не должен превышать 100 мм, а в сторону действия нагрузок – 50 мм на всю высоту опор.

3.10. Контроль габаритных расстояний должен осуществляться с помощью шаблона или не металлической рулетки. При этом должны использоваться общие методики измерения линейных размеров.

Наклон опор следует определять с помощью геодезических приборов или лазерного дальномера типа «Даль».

3.11. В ходе выполнения строительно-монтажных работ по устройству опорных конструкций на каждом этапе производства работ должен осуществляться контроль с выявлением дефектов, отступлений от требований нормативных документов и принятием мер по их устранению и предупреждению.

3.12. Приемку в эксплуатацию новых прожекторных мачт и техническое обслуживание находящихся в эксплуатации прожекторных мачт и их фундаментов необходимо осуществлять в соответствии с проектной и нормативной документацией, а также в соответствии с требованиями настоящих указаний.

Отклонение от вертикали верха установленных мачт до ввода в эксплуатацию не должно превышать 1/100 высоты мачт, но не более 30 см. Отклонение от вертикали эксплуатируемых мачт не должно превышать 50 см.

4. Техническое обслуживание и ремонт железобетонных опор и фундаментов контактной сети

4.1. Состав работ по техническому обслуживанию опор и фундаментов контактной сети

4.1.1. Состав работ по техническому обслуживанию эксплуатируемых железобетонных опор и фундаментов электрифицированных участков железных дорог должен определяться с учетом рода тягового тока и условий эксплуатации.

4.1.2. Независимо от рода тока для всех железобетонных опор и фундаментов обязательным является выполнение следующих работ:

- определение параметров парка опор по количеству, типам и продолжительности эксплуатации, по наличию особых условий эксплуатации;
- обследование опор и фундаментов, выявление повреждений, их классификация и оценка опасности;
- проведение диагностики прочности бетона и несущей способности надземной части опор;
- проверка исправности защитных устройств.

4.1.3. Дополнительно для участков постоянного тока обязательным является:

- оценка электрокоррозионной опасности арматуры подземной части опор и фундаментов;
- проведение проверки состояния арматуры подземной части опор и анкерных болтов фундаментов;
- проверка исправности защитных устройств опор от электрокоррозии и при необходимости их замена.

4.1.4. Техническое обслуживание опор и фундаментов контактной сети должен осуществлять инженерно-технический персонал дистанций электроснабжения, прошедший специальное обучение по программе технического обслуживания опорных конструкций контактной сети и имеющий диплом учебного заведения на право проведения технического обслуживания указанных конструкций.

4.2. Оценка электрокоррозионной опасности арматуры на участках постоянного тока

4.2.1. Электрокоррозионная опасность для арматуры железобетонных опор и фундаментов на участках постоянного тока возникает в подземной их части из-за возможности попадания через цепи заземления в арматуру токов утечки с рельсов и стекания их с арматуры, сопровождающаяся электролизом металла опор и фундаментов.

Оценка опасности электрокоррозии при индивидуальном заземлении опор должна осуществляться в анодных и знакопеременных зонах потенциа-

лов «рельс-земля». При групповых заземлениях опор оценка опасности электрокоррозии арматуры от перетекающих токов должна производиться во всех потенциальных зонах, включая катодные зоны потенциалов «рельс-земля».

4.2.2. При индивидуальном заземлении оценка опасности электрокоррозии арматуры опор и фундаментов с сопротивлением менее 10000 Ом производится по косвенным показателям: значению стекающего с подземной части конструкций тока или величине сопротивления опор на каждый вольт среднего положительного потенциала «рельс-земля». По этим показателям опора считается электрокоррозионно опасной, если ток утечки через неё превышает 40 мА, или ее сопротивление менее 25 Ом на каждый вольт среднего значения положительного потенциала «рельс-земля», а общее сопротивление заземления менее величин, указанных в табл.4.1.

Таблица 4.1.
Сопротивление заземления электрокоррозионно опасных опор

Средний положительный потенциал «рельс-земля», В												
4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Сопротивление заземления опоры, Ом												
100	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500

Средний положительный потенциал «рельс-земля», В												
65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
Сопротивление заземления опоры, Ом												
1625	1750	1875	2000	2125	2250	2375	2500	2625	2750	2875	3000	

При промежуточных значениях среднего положительного потенциала «рельс-земля» значение сопротивления заземления электрокоррозионно опасных опор определяется путем умножения измеренного фактического значения среднего положительного потенциала «рельс-земля» на значение сопротивления 25 Ом.

Пример: фактическое значение среднего положительного потенциала «рельс-земля» в месте установки опоры составляет 38В. Тогда требуемое минимальное сопротивление опоры должно быть равным:

$$R=38 \times 25=950 \text{ Ом.}$$

Независимо от среднего значения потенциала «рельс-земля» низкоомные опоры, находящиеся в анодных и знакопеременных зонах и имеющих сопротивление менее 100 Ом, во всех случаях считаются электрокоррозионно опасными.

4.2.3. Оценка опасности электрокоррозии арматуры опор и фундаментов, на которых установлена полимерная изоляция между закладными деталями и арматурой и между хомутами и телом опор и обеспечивающая сопротивление опор свыше 10000 Ом, может осуществляться только по значению

сопротивления опор. При снижении сопротивления опор до уровня менее 10000 Ом оценка опасности электрокоррозии арматуры должна производиться по току утечки и потенциалу «рельс-земля» в соответствии с п.4.2.2.

4.2.4. Оценка опасности электрокоррозии арматуры по току утечки или по значению сопротивления опор на каждый вольт среднего положительного потенциала «рельс-земля» с построением потенциальных диаграмм производится на всех электрифицированных участках, где в эксплуатации находятся опоры с сопротивлением менее 10000 Ом. На такие опоры при индивидуальном заземлении устанавливаются защитные устройства, и оценка опасности электрокоррозии арматуры в дальнейшем сводится к периодическому измерению сопротивления опор, расчету тока утечки и проверке исправности защитных устройств.

4.2.5. При групповом заземлении опор и установленных в цепь заземления защитных устройствах должна производиться оценка опасности электрокоррозии арматуры от перетекающих токов.

Опасность электрокоррозии опор от перетекающих токов возникает независимо от длины троса группового заземления при наличии в групповом заземлении опор с сопротивлением менее 100 Ом.

4.2.6. Определение наличия электрокоррозионно опасных опор в группе и оценка опасности электрокоррозии от перетекающих токов производится по величине входного сопротивления опор, объединенных тросом группового заземления. Если входное сопротивление группы опор менее 100 Ом, то это указывает на наличие в этой группе электрокоррозионно опасных опор и существование электрокоррозионной опасности для арматуры этих опор. При входном сопротивлении группы опор, объединенных тросом группового заземления, более 100 Ом опасность электрокоррозии арматуры от перетекающих токов отсутствует.

ВНИМАНИЕ! В групповых заземлениях не должно быть электрокоррозионно опасных опор. При их отсутствии и отказе защитных устройств требуется только восстановить защитное устройство. Дополнительных измерений сопротивлений опор не требуется. Эксплуатация групповых заземлений с наличием в них электрокоррозионно опасных опор запрещается.

4.2.7. Измерения потенциалов «рельс-земля» для оценки электрокоррозионной опасности и построения потенциальных диаграмм должны выполняться через каждый километр при индивидуальных заземлениях и в местах присоединения защитных устройств при групповых заземлениях.

Измерения потенциалов «рельс-земля» следует выполнять приборами ПК-2 (ПК-1м) в автоматическом режиме. Для измерений зажим прибора «рельс» соединяется с рельсом, а зажим «спуск» - со специальным заземлителем, который представляет собой стальной стержень диаметром 10-16 мм и длиной 0,6-0,8 м, забиваемый на всю длину в грунт в середине пролета в створе опор. При высоких насыпях допускается выносить заземлитель к основанию насыпи. Измерения должны выполняться в течение не менее чем 5 мин, при этом во время измерений должно пройти не менее одного поезда.

В месте измерений по прибору ПК-2 (ПК-1м) определяются значения среднего положительного и среднего отрицательного потенциалов «рельс-земля». Измерения проводятся по всему участку, и на основании этих измерений строится потенциальная диаграмма, представляющая собой график, на котором по горизонтали откладываются расстояния между местами измерений, а по вертикали средние значения потенциалов «рельс-земля». Причем рекомендуется средние значения положительных потенциалов откладывать вверх от горизонтальной линии расстояний, а средние значения отрицательных потенциалов откладывать вниз от горизонтальной линии.

Потенциальные диаграммы на многопутных участках строятся для каждого пути, к которому присоединены заземляющие спуски одиночных опор или заземляющие спуски групповых заземлений.

Снятие потенциальных диаграмм должно производиться сразу после пуска в эксплуатацию электрифицированного участка. В дальнейшем должна производиться их корректировка при изменении схем питания контактной сети, переустройстве верхнего строения пути и не реже одного раза в 12 лет.

4.2.8. Сопротивление цепи заземления индивидуально заземленных опор или входное сопротивление группового заземления опор следует измерять импульсным прибором ПК-2.

Измерения, во избежание пробоя, следует вести с отключением защитных устройств, установленных в цепь заземления (рис.4,а; 4,б). Для этого защитное устройство шунтируется перемычкой с заведомо исправным искровым промежутком. Затем защитное устройство отсоединяется от цепи заземления, проводится проверка его исправности и после этого измеряется сопротивление индивидуально заземленной опоры или входное сопротивление группового заземления.

Неисправные защитные устройства заменяются, новые защитные устройства или исправные защитные устройства вновь включаются в цепь заземления и шунтирующая перемычка снимается.

4.2.9. При периодическом контроле входного сопротивления группового заземления и обнаружения сопротивления группы менее 100 Ом в обязательном порядке должны осуществляться поиск опор, снижающих входное сопротивление группового заземления до уровня менее 100 Ом.

Поиск опор с сопротивлением менее 100 Ом в групповых заземлениях должен вестись преимущественно без отсоединения отдельных опор от троса группового заземления по методу градиента потенциала. Для этого могут использоваться дополнительные источники тока типа генератора «ПОИСК» или другие источники постоянного тока. Для поиска опор в середине длины троса (у защитного блока) между тросом и рельсом необходимо подключить выбранный источник тока, причем (+) следует соединять с рельсом, а (-) следует соединять с тросом группового заземления (рис.5). Затем, используя два электрода, подключенных к прибору ПК-2 (ПК-1м) и устанавливаемых один непосредственно у фундамента опоры, а другой на расстоянии 1 м от первого

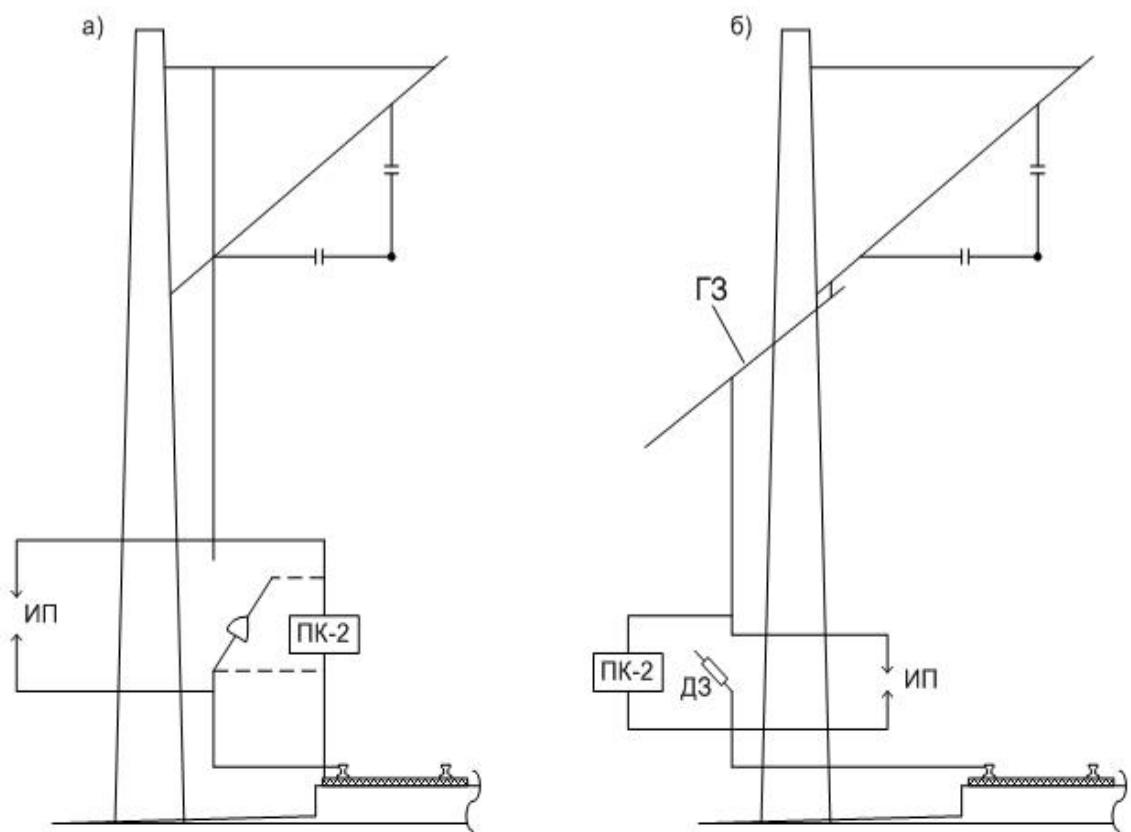


Рис. 4. Схема измерения сопротивления опор при индивидуальном заземлении (а) и групповом (б).
ИП - искровой промежуток; ГЗ - трос группового заземления; ДЗ - диодный заземлитель

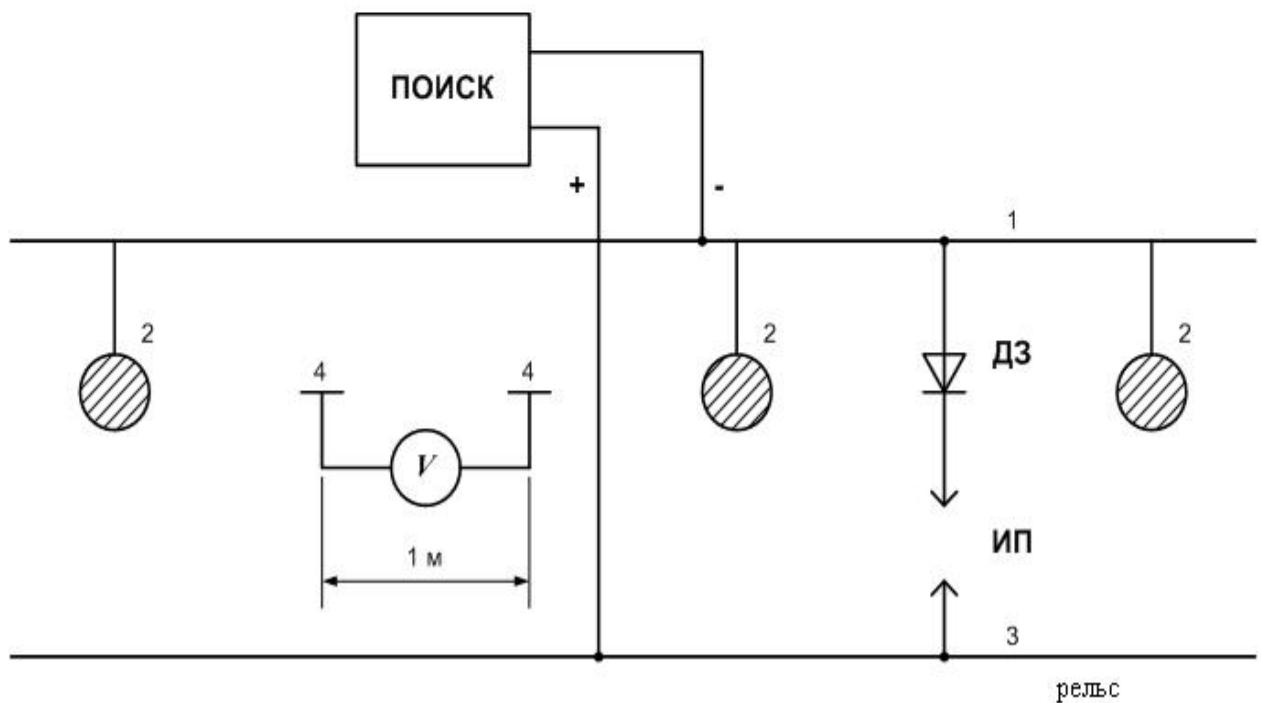


Рис. 5. Схема поиска низкоомных опор при групповых заземлениях.
1 - трос; 2 - опоры; 3 - рельс; 4 - электроды

в направлении параллельном рельсовому пути, при включенном источнике тока, определяется градиент потенциала у опоры. Признаком опоры с низким сопротивлением является резкое увеличение против фонового значения градиента потенциала у данной опоры при периодическом включении источника тока.

Выявление опор с сопротивлением менее 100 Ом в групповых заземлениях может производиться также с использованием индикатора утечки тока совместно с прибором ПК-2, а также с использованием прибора ИСО-1м в порядке, определенном инструкциями по эксплуатации приборов.

В исключительных случаях допускается производить определение опор с сопротивлением менее 100 Ом путем последовательного отключения опор от троса группового заземления и измерения сопротивления каждой опоры прибором ПК-2.

4.2.10. В случае обнаружения в группе опор с сопротивлением менее 100 Ом, они должны быть отсоединены от троса группового заземления и заземлены на рельс индивидуально через защитное устройство или присоединены к тросу группового заземления через искровой промежуток. При этом искровой промежуток должен находиться на высоте, доступной для его проверки без подъема на высоту. Также должна быть проведена диагностика подземной части выводимых из группы опор. Обнаруженные электрокоррозионно опасные опоры должны быть выведены из групповых заземлений не позже 2-3 - х дневного срока.

Величина входного сопротивления группового заземления опор, объединенных тросом группового заземления после исключения из группы электрокоррозионно опасных опор должна быть более 100 Ом.

4.3. Электрические измерения на участках переменного тока

4.3.1. На участках переменного тока оценка электрокоррозионной опасности арматуры опор не производится, так как выполнение требований к заземляющим устройствам, обеспечивающим нормальную работу автоблокировки исключает опасную утечку тягового тока через опоры. По этой причине на участках переменного тока не требуется снятие потенциальных диаграмм.

4.3.2. На эксплуатируемых участках переменного тока для обеспечения устойчивой работы автоблокировки должны проводиться измерения сопротивления индивидуально заземленных опор и входные сопротивления групповых заземлений. При глухом заземлении, при индивидуальном заземлении сопротивление опор должно быть не менее 100 Ом, а при групповом заземлении сопротивление должно быть не менее 6 Ом·км. Последнее значение получается путем приведения фактического входного сопротивления к километру длины группового заземления и умножения приведенного значения сопротивления на фактическую длину группового заземления. Нормативное значение минимально допустимого сопротивления сигнальному току в цепи утечки на землю определяется по формуле:

$$R_{\Gamma.3} = \frac{6}{L_{\Gamma.3}} \quad , \text{ где}$$

$L_{\Gamma.3}$ – фактическая длина троса группового заземления, км.

В условиях эксплуатации по измеренному значению входного сопротивления группы $R_{\text{вх.3}}$, приведенное к 1 км пути, сопротивление $R_{\Gamma.3}$ определяется по формуле:

$$R_{\Gamma.3} = R_{\text{вх.3}} \times L_{\Gamma.3}$$

Пример: входное сопротивление группового заземления, измеренное прибором ПК-2, составляет 20 Ом. Длина троса группового заземления $L_{\Gamma.3}$ составляет 0,6 км. Фактическое сопротивление сигнальному току утечки в землю через заземляемую на рельсовую сеть группу равно:

$$R_{\Gamma.3} = 20 \times 0,6 = 12 \text{ Ом} \cdot \text{км},$$

что превышает нормативную величину 6 Ом·км.

4.3.3. Измерение сопротивления опор при индивидуальном заземлении или измерение входного сопротивления при групповом заземлении должно производиться с применением прибора ПК-2. Для производства измерений сопротивлений при глухом заземлении индивидуально заземленных опор или при глухом присоединении к рельсу спусков групповых заземлений в цепь заземления следует включать заведомо исправный искровой промежуток (рис. 2а и 2б).

Измерения должны проводиться в периоды отсутствия поездов на перегоне или при приближении поезда к месту измерений на расстоянии не ближе 500 м.

4.3.4. При сопротивлении индивидуально заземленных опор менее 100 Ом, или при входном сопротивлении группы менее 6 Ом·км, в цепь заземления опор следует включать искровые промежутки. Поиск опор в групповых заземлениях с сопротивлением менее 100 Ом при сопротивлении сигнальному току более 6 Ом·км не требуется.

4.4. Классификация состояния железобетонных опор и фундаментов по виду и размерам дефектов

4.4.1. Опоры и их фундаменты в процессе эксплуатации подвергаются воздействиям и естественному старению, приводящих к образованию в них дефектов и повреждений, вызывающих снижение несущей способности и долговечности конструкций.

Перечень наиболее часто встречающихся дефектов и повреждений опорных конструкций, их вид и причины образования - приведены в класси-

ификации дефектов железобетонных опор и фундаментов контактной сети в Приложении 2.

4.4.2. Опоры и фундаменты по состоянию в зависимости от вида дефектов, размеров повреждений подразделяются на остродефектные и дефектные.

Остродефектные опоры и фундаменты – это конструкции, состояние которых представляет угрозу безопасности движения поездов из-за возможного их разрушения, происходящего вследствие потери этими конструкциями своей несущей способности.

Дефектные опоры и фундаменты – это конструкции, у которых произошло снижение несущей способности. Однако остаточное значение ее достаточно для восприятия действующих на них нагрузок.

4.4.3. Оценка состояния опор и фундаментов, их повреждений и дефектов, отнесение их к дефектным или остродефектным должна проводиться на основании результатов приборной диагностики и результатов визуального обследования конструкций с измерением размеров повреждений и дефектов, причем обследование может проводиться раздельно надземной и подземной частей конструкций и в разное время.

4.4.4. Визуальное обследование опор и фундаментов является первым этапом в оценке дефектности конструкций и должно вестись с целью определения числа опор и фундаментов, у которых размеры дефектов и повреждений не превосходят указанные в табл.1-3, и числа опор и фундаментов, у которых отмеченные дефекты и повреждения имеют размеры, превышающие, указанные в табл.1-3.

Таблица 1

Предельно допустимые размеры повреждений
центрифугированных стоек

Ин-декс	Вид и место расположения по-вреждения по высоте опоры	Характери-стика повре-ждения	Допустимые размеры повреждений	
			с предвари-тельно напря-женной прово-лочной арма-турой	с ненапряжен-ной арматурой и со смешан-ным армирова-нием
1Ц	Местные выколы - в надземной части ¹⁾	площадь выкола и глубина выкола	один выкол площадью 50 см ² на длине 2,0 м без оголения арматуры	два выкола площадью 50 см ² на длине 2,0 м с оголением двух стержней
	- в подземной части		два выкола площадью 50 см ² на всю длину подзем-	два выкола площадью 50 см ² на всю подземную

1	2	3	4	5
			ной части без оголения арматуры	часть с оголением двух стержней
2Ц	Выветривание поверхностного слоя бетона в надземной части	толщина выветренного слоя	не нормируется	
3Ц	Электрохимическая коррозия арматуры в надземной части	число подверженных коррозии стержней и пучков струновой арматуры	1	2
4Ц	Электрокоррозионное разрушение арматуры в подземной части опор, в стаканной части фундаментов	появление продуктов коррозии арматуры, трещины в бетоне	не допускается	
5Ц	Продольные трещины: - в надземной части	число трещин в одном поперечном сечении	три трещины раскрытием от 0,1 до 1,5 мм	три трещины раскрытием от 0,15 до 3,0 мм
	- в подземной части: - постоянный ток		одна трещина раскрытием 0,05 мм	две трещины раскрытием от 0,15 до 0,5 мм
	- переменный ток		две трещины раскрытием от 0,05 до 0,2 мм	три трещины раскрытием от 0,15 до 0,3 мм
6Ц	Поперечные трещины: - в надземной части	ширина раскрытия трещин	от 0,05 до 0,2 мм	от 0,2 до 0,5 мм
	- в подземной части: - на постоянном токе		не допускается свыше 0,05 мм	от 0,15 до 0,3 мм
	- на переменном токе		от 0,05 до 0,2 мм	от 0,15 до 0,5 мм
7Ц	Сетка продольных трещин на поверхности опоры в надземной части ²⁾	ширина раскрытия	не допускается	от 0,1 до 0,5 мм
8Ц	Отслаивание бетона, вертикальные трещины, выходящие из стакана фундаментов	электрокоррозия арматуры	не допускается	не допускается

ПРИМЕЧАНИЕ: ¹⁾ К местным выколам следует относить также повреждения и прожоги бетона, появляющиеся в стойках при коротких замыканиях в зоне пятых консоли при перекрытиях изоляторов. Размер отмеченных повреждений не нормируется. Стойки, подвергшиеся воздействию токов короткого замыкания, относятся к дефектным, должны подвергаться ультразвуковой диагностики на участке появления прожигов на расстоянии до 30 см вверх и вниз от центра повреждения. Оценка состояния бетона стойки при этом должна вестись в соответствии с Приложением 3 данных указаний. Замена подвергшихся токам короткого замыкания стоек должна осуществляться в течение 3 месяцев после воздействия на них токов короткого замыкания.

²⁾ Характеристики сетки трещины и их опасность должны проверяться в обязательном порядке ультразвуковыми измерениями в соответствии с Приложением 3.

Таблица 2

Предельно допустимые размеры повреждений двутавровых стоек

Ин- декс	Вид и место расположения по- вреждения по высоте опоры	Характери- стика повре- ждения	Допустимые размеры повреждений опор	
			предваритель- но напряжен- ных с прово- лочной арма- турой	с ненапряжен- ной арматурой
1	2	3	4	5
1Д	Сколы полок: - в надземной части	длина и глубина по- вреждения	один скол дли- ной 100 мм на длине 2 м и оголением ар- матуры	два скола дли- ной 100 мм на длине 2 м с оголением ар- матуры
	- в подземной части		два скола на всю подзем- ную часть без оголения арма- туры	два скола дли- ной 100 мм на всю подзем- ную часть с оголением двух стержней
2Д	Выветривание поверхно- стного слоя бетона в надземной части	толщина выветрен- ного слоя	не нормируется	
3Д	Электрохимическая кор- розия арматуры в надзем- ной части	число по- врежден- ных корро- зией стерж- ней	1	2
4Д	Электрокоррозионные разрушения арматуры в подземной части	появление продуктов коррозии,	не допускается	

1	2	3	4	5
		трещин		
5Д	Продольные трещины: - надземной части	число трещин	четыре раскрытием от 0,05 до 1,0 мм	четыре раскрытием от 0,2 до 3,0 мм
	- в подземной части: - постоянный ток		одна раскрытием до 0,05 мм	две раскрытием от 0,15 мм до 0,5 мм
	- переменный ток		четыре раскрытием от 0,05 до 0,2 мм	четыре раскрытием от 0,15 до 0,5 мм
6Д	Поперечные трещины: - надземной части	ширина раскрытия	от 0,05 до 0,2 мм	от 0,2 до 0,5 мм
	- подземной части: - постоянный ток		до 0,05 мм	от 0,15 до 0,3 мм
	- переменный ток		от 0,05 до 0,2 мм	от 0,15 до 0,5 мм
7Д	Сетка трещин на поверхности опоры в надземной части	ширина раскрытия	от 0,05 до 0,1 мм	от 0,3 до 0,5 мм
8Д	Трещины в стенке и соединительных ригелях: - в надземной части	число трещин	восемь раскрытием от 0,05 до 0,5 мм	шестнадцать раскрытием от 0,2 до 0,5 мм
	- в подземной части		четыре раскрытием от 0,05 до 0,2 мм	четыре раскрытием от 0,2 до 0,5 мм

Таблица 3

Предельно допустимые размеры повреждений фундаментов опор контактной сети

Ин-декс	Вид и место расположения повреждения	Характеристика повре-ждения	Допустимые размеры повреждений фундаментов	
			блочных и монолитных	стаканных и призматиче-ских с оголовками
1Ф*	Сколы ребер в надземной части	глубина скола	30 мм	20 мм

1	2	3	4	5
1Ф*	Сколы ребер в надземной части	глубина скола	30 мм	20 мм
2Ф	Выветривание поверхно-стного слоя бетона	степень вы-ветривания	не нормируется	

1	2	3	4	5
3Ф	Электрохимическая коррозия арматуры и анкерных болтов в надземной части	степень коррозионного износа	болтов - 20% рабочей арматуры – 10%	болтов - 20% рабочей арматуры – 10%
4Ф	Электрокоррозионный износ анкерных болтов и арматуры в подземной части	степень коррозионного износа	болтов - 20% арматуры – 10%	арматуры - не допускается
5Ф	Продольные трещины в стенках стаканных фундаментов и в оголовках призматических фундаментов	число и ширина раскрытия трещин	-	четыре трещины раскрытием от 0,2 до 1,0 мм, но не более двух трещин на одной грани стакана или оголовка
6Ф	Поперечные трещины в надземной и подземной частях фундаментов	ширина раскрытия трещин	от 0,2 до 1,0 мм	от 0,2 до 0,5 мм
7Ф	Сетка трещин на поверхности фундаментов в надземной части	ширина раскрытия трещин	от 0,3 до 1,0 мм	от 0,2 до 0,5 мм

Примечание: * длина сколов ребер не нормируется.

4.4.5. По результатам визуального обследования осуществляется предварительная классификация опор на **дефектные и остродефектные опоры**.

К **дефектным** на этом этапе классификации относятся опоры, предельные размеры повреждений которых не превышают значений, указанных в таблицах 1-2.

К **остродефектным** опорам относятся конструкции, имеющие размер повреждений, превышающий предельное значение, указанных в таблицах 1-2.

Независимо от размера повреждений к остродефектным опорам должны относиться опоры, имеющие:

- **электрокоррозионные повреждения арматуры в подземной части (дефекты 4Ц и 4Д);**
- **сетку трещин в предварительно-напряженных опорах (дефект 7Ц);**
- **отслаивание бетона, вертикальные трещины, выходящие из стакана фундамента (дефект 8Ц) в следствии электрокоррозии арматуры в зоне стакана.**

К **дефектным** фундаментам относятся фундаменты, у которых размеры повреждений не превышают предельных значений, указанных в таблице 3.

К остродефектным относятся фундаменты, у которых размер повреждений превышает значения, указанные в таблице 3. Не зависимо от размера повреждений, к остродефектным должны относится фундаменты, имеющие:

- электрокоррозионное повреждение арматуры в подземной части (дефект 4Ф);
- электрокоррозионный износ анкерных болтов, превышающий 20% (дефект 4Ф).

Все опоры и фундаменты, имеющие дефекты и повреждения, размер которых меньше указанных в табл. 1-3 минимальных значений, не относятся к дефектным и могут эксплуатироваться без ограничений и без составления на них дефектных карточек.

4.4.6. При наличии в опорах или фундаментах нескольких видов повреждений и дефектов, степень дефектности конструкций должна приниматься по наиболее опасному повреждению или дефекту.

4.4.7. После первичной классификации опор по дефектности и оценке их состояния в обязательном порядке на втором этапе должна проводиться приборная диагностика прочности опор. При этом этапе данной диагностике подлежат определенные по размерам повреждений как дефектные, так и остродефектные опоры. При установлении, что отнесенные к дефектным опоры имеют несущую способность не ниже установленной проектами и стандартами, разрешается такие опоры подвергать ремонту и выводить из разряда дефектных и в дальнейшем эксплуатировать как бездефектные.

При установлении, что дефектные опоры имеют несущую способность, соответствующую проектам и стандартам, но не подвергаются ремонту, то такие опоры оставляются в категории дефектных и заменяются в плановом порядке. Дефектные опоры, имеющие пониженную несущую способность, но достаточную для восприятия действующих нагрузок, оставляются в категории дефектных, ремонту не подлежат, и должны заменяться в плановом порядке.

4.4.8. Отнесенные к остродефектным по размерам повреждений опоры, имеющие по результатам диагностики несущую способность, соответствующую проектам и стандартам, подлежат переводу в категорию дефектных и замене в плановом порядке. Разрешается при осуществлении ремонта опоры данной категории переводить в бездефектные опоры и продолжать эксплуатировать без ограничений. Остродефектные опоры, выявленные в процессе обследований и диагностики, подлежат замене: анкерные опоры – в течение месяца, промежуточные опоры – в течение трех месяцев. До замены на все остродефектные опоры в 3-дневный срок должны быть установлены оттяжки. Не подлежат ремонту опоры, имеющие электрокоррозионные повреждения арматуры, сетку трещин в бетоне, отслоение защитного слоя бетона на площади более $0,2 \text{ м}^2$, прожоги стенки опор при коротком замыкании в контактной сети, электрохимическую коррозию арматуры из-за недостаточности толщины защитного слоя бетона.

Перевод остродефектных опор, отнесенных к данной категории по размерам повреждений, в категорию дефектных по результатам диагностики

осуществляет электромеханик по коррозии дистанции электроснабжения. Обоснованность перевода из остродефектных в дефектные опоры проверяется комиссией в составе начальника ЭЧ, старшего электромеханика ДЭЛ и электромеханика по коррозии дистанции электроснабжения.

4.4.9. Железобетонные фундаменты (стаканные и призматические) раздельных железобетонных опор при размерах повреждений, не превышающих значений, указанных в табл.3, и отнесенных к дефектным, могут продолжать эксплуатироваться без ограничений.

Рекомендуется в отмеченных фундаментах при указанных повреждениях осуществлять ремонт и переводить их в категорию бездефектных.

Железобетонные фундаменты раздельных опор, имеющие повреждения, превышающие указанные в табл.3 предельные значения, и отнесенные к остродефектным в обязательном порядке ремонтируются. После ремонта фундаменты могут переводиться в категорию бездефектных.

Железобетонные фундаменты, имеющие электрокоррозионные повреждения арматуры в подземной части должны заменяться под анкерными опорами в течение месяца, под промежуточными опорами – в течение трех месяцев.

4.4.10. Блочные и монолитные фундаменты, имеющие повреждения, размеры которых не превосходят значений, указанных в табл.3, могут эксплуатироваться без ограничений. Данные фундаменты рекомендуется подвергать ремонту и переводить в категорию бездефектных.

Отмеченные фундаменты при размерах повреждений, превосходящих допустимые по табл.3 и, отнесенные к остродефектным в обязательном порядке должны ремонтироваться.

Отремонтированные фундаменты могут переводиться в категорию бездефектных.

Фундаменты, имеющие коррозионный износ анкерных болтов свыше 20% должны заменяться или ремонтироваться по специальному проекту.

4.4.11. При оценке дефектных опор и фундаментов в процессе их обследования должны учитываться вид повреждений, их положение, размеры, причины образования.

Размеры обнаруженных повреждений и дефектов могут быть установлены:

- ширина раскрытия трещин – с помощью микроскопа МПБ-2 или щупом. Точность измерения при этом должна составлять $\pm 0,1$ мм;

- ширина поврежденного слоя бетона или глубина выколов - с помощью штангенциркуля или металлической линейки. Точность измерения при этом должна находиться в пределах ± 1 мм.

Площадь выколов бетона стенок центрифугированных опор должна определяться путем умножения средней ширины выколов на среднюю его высоту.

Длина сколов поясов двутавровых опор определяется измерением линейкой или штангенциркулем вдоль поясов, а глубина скола опоры в сечении со сколом – поперек опоры. Коррозионное состояние арматуры в надземной

части определяется на основании визуального осмотра поверхности опоры. Отсутствие выходов ржавчины на поверхность, отслоения защитного слоя бетона над арматурными стержнями или пучками струновой арматуры свидетельствует об отсутствии электрохимической коррозии арматуры.

4.4.12. Проверка состояния подземной части железобетонных опор и фундаментов визуальным осмотром производится после их откопки. В первую очередь необходимо обследовать подземную часть конструкций, на которых при осмотре надземной части обнаружен выход продуктов коррозии арматуры на поверхность бетона, образование трещин в защитном слое бетона, уходящих в подземную часть, а также все опоры, имеющие сопротивление цепи заземления менее 100 Ом и свыше трех месяцев находящиеся под воздействием опасного тока утечки.

На участках переменного тока обследование подземной части опор и фундаментов путем откопки производится только выборочно из расчета 2-3 конструкции на 100 опор и фундаментов.

4.4.13. Откопку следует вести на глубину до 0,8-1,0 м и по всему периметру. Назначение при такой глубине откопки специальных мер по обеспечению устойчивости опор не требуется.

Откопанную конструкцию очищают от грунта и осматривают, прозвучивают прибором УК-1401М (УК - 1401), бетон простукивают молотком. Глухой звук при простукивании, трещины на поверхности опоры, выступающие ржавые пятна свидетельствуют о наличии коррозионного повреждения арматуры.

При необходимости для определения наличия коррозионного повреждения арматуры и его объемов в фундаментах может также производиться скол бетона. При отсутствии коррозионных повреждений места вскрытий бетона должны быть заделаны полимерцементным составом.

4.4.14. При обнаружении повреждений в подземной части фундаментов с целью определения объема этих повреждений глубину откопки следует увеличить до 2/3 размера заглубления конструкций или до первого уступа, если производится откопка монолитного фундамента. Для обеспечения устойчивости конструкций в этих случаях должно устанавливаться не менее 2-х оттяжек из троса и изоляторов ПС-70. (рис.6). В качестве анкеров могут использоваться металлические уголки №8-10, забиваемые в грунт на глубину не менее 1,2-1,5 м.

4.4.15. По результатам осмотра руководство дистанции электроснабжения принимает решение о порядке дальнейшей эксплуатации конструкций. Решение должно быть оформлено актом. Не требующие ремонта или замены опоры и фундаменты снова засыпают. При этом обратную засыпку проводят слоями с тщательным тромбованием грунта. После засыпки опоры или фундамента оттяжки снимаются. Опоры с открытыми котлованами разрешается содержать не более 2-х недель.

Засыпку котлованов у поврежденных фундаментов производят после выполнения работ по ремонту конструкций.

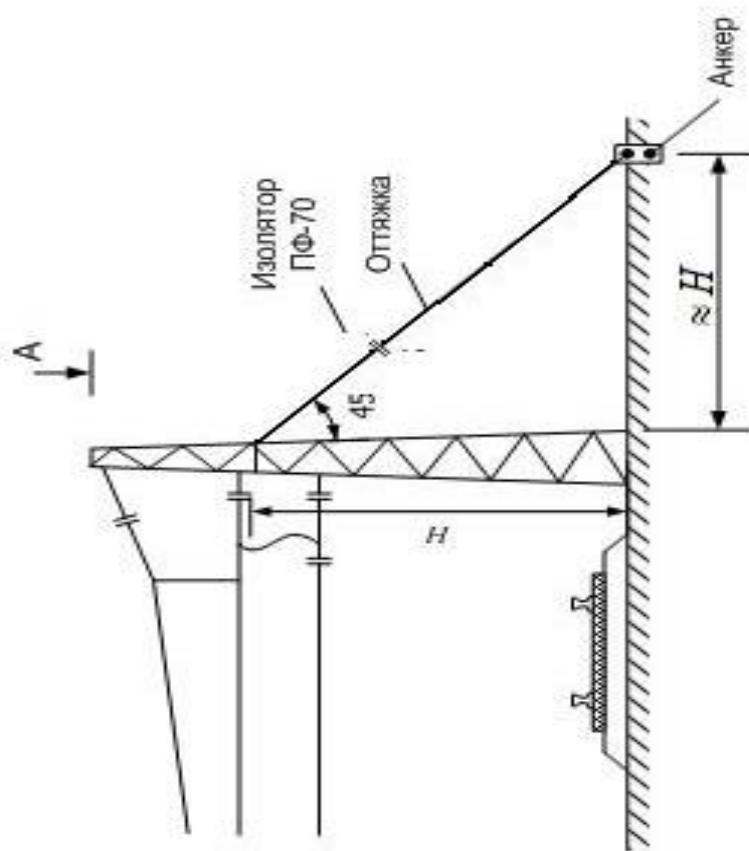
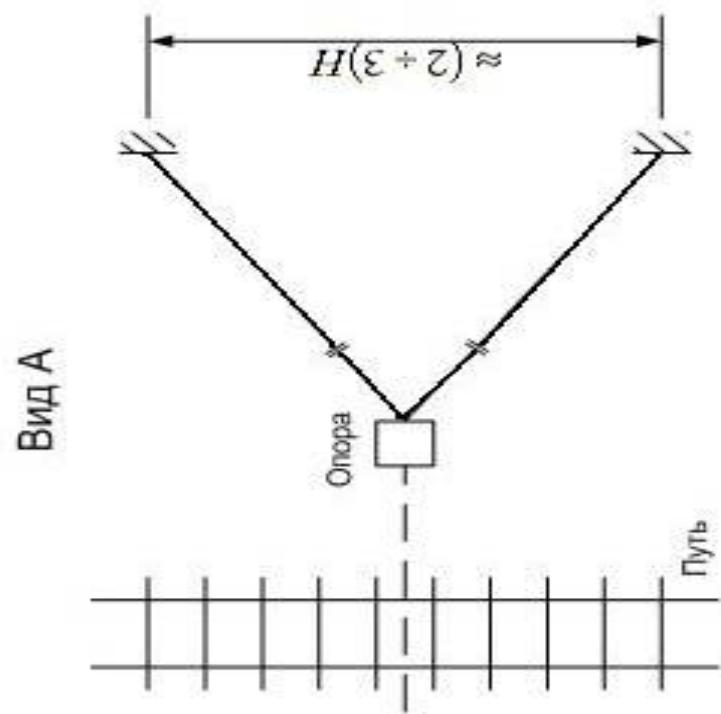


Рис. 6. Расположение оттяжек при откопке опор. H - высота крепления оттяжек

4.4.16. При оценке состояния опор и фундаментов и определении их дефектности устанавливается следующая периодичность проверки состояния конструкций:

- проверка состояния надземной части железобетонных опор (типа СС, СП, СТ) повышенной надежности независимо от рода тока - не позднее 12 лет после ввода в эксплуатацию, далее через 6 лет, остальных опор (типа СЖБК, СК, СКУ, СКЦ, С, СД) 1 раз в 6 лет;

- проверка состояния надземной части опор на искусственных сооружениях – после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем 1 раз в 6 лет;

- проверка состояния подземной части опор и фундаментов при индивидуальных заземлениях на участках постоянного тока с откопкой осуществляется в анодных и знакопеременных зонах, а при групповых заземлениях – и в катодных зонах. При этом в первую очередь проверке подлежат электрокоррозионно опасные опоры, а также электрокоррозионно опасные опоры в групповых заземлениях. Данные опоры должны в обязательном порядке проверяться каждый раз после отказа защитных устройств. При этом откопка и проверка подземной части опор должна производиться сразу после обнаружения отказа защитных устройств, но не позже 2-3 суток после обнаружения. При исправных защитных устройствах проверка должна осуществляться не реже 1 раза в 3 года. Опоры, у которых отсутствует электрокоррозионная опасность, а также опоры, находящиеся в катодных зонах, при отсутствии перетекающих токов, должны проверяться выборочно (2-3 опоры из 100) не реже 1 раза в 6 лет;

- на участках переменного тока проверка состояния подземной части опор и фундаментов с откопкой осуществляется выборочно 1 раз в 12 лет.

На все дефектные опоры должны быть заведены карточки дефектности (Приложение 5).

4.5. Диагностика опор и фундаментов

4.5.1. Диагностика железобетонных опор проводится с целью выявления остродефектных, дефектных опор и определения фактической несущей способности, независимо от имеющихся на них дефектов и повреждений. Применение диагностики позволяет снизить объемы откапываемых и заменяемых опор.

4.5.2. В зависимости от места, где проводится диагностика опор контактной сети и причин, вызывающих снижение несущей способности этих конструкций различают два вида диагностики: диагностику надземной части и диагностику подземной части опор.

4.5.3. По результатам диагностики надземной части проводится оценка несущей способности опор, изменение которой происходит вследствие старения бетона, приводящего к уменьшению его прочностных характеристик, а также вследствие появления повреждений и дефектов.

4.5.4. Диагностика подземной части опор проводится для оценки состояния арматуры и уровня снижения несущей способности опор вследствие

электрокоррозии арматуры. Подобная диагностика должна проводиться и при обнаружении коррозионного повреждения бетона, возникающего под действием агрессивных веществ, попадающих в грунт из подвижного состава.

4.5.5. В зависимости от рода тягового тока на электрифицированных участках необходимо проводить следующие виды диагностики:

- на участках переменного тока должна осуществляться преимущественно диагностика надземной части опор. Диагностика подземной части может проводиться только выборочно, а также в особых случаях, когда обнаруживаются коррозионные повреждения бетона в этой части, вследствие изменения агрессивности среды;

- на участках постоянного тока обязательно следует проводить диагностику обеих частей опор: подземной и надземной.

4.5.6. Диагностика надземной части опор независимо от рода тока может проводиться в двух вариантах: она может быть выборочной или сплошной.

Выборочную диагностику осуществляют для установления несущей способности опор, у которых в процессе эксплуатации появились видимые повреждения в виде продольных трещин, выветривания поверхностного слоя, сетки мелких трещин и т.д., а также замечены прогибы в зоне консоли.

При проведении выборочной диагностики в обязательном порядке рекомендуется проверять также состояние анкерных опор и опор в кривых малого радиуса независимо от наличия на них повреждений. Первую выборочную диагностику раздельных опор с усиленной изоляцией и повышенной надежностью (опоры СС, СП, СТ) следует проводить в зависимости от состояния опор, но не позднее 12 лет после ввода в эксплуатацию.

Сплошная диагностика проводится после длительной эксплуатации опор и появления признаков ускоренного старения бетона опор, насыщения их повреждениями, и снижения ими несущей способности.

4.5.7. Сплошную диагностику надземной части следует проводить для установления несущей способности всех эксплуатируемых опор, а также при достижении опорами срока эксплуатации 40 и более лет.

4.5.8. Диагностику надземной части следует осуществлять ультразвуковым методом, основные положения которого изложены в Приложении 3. Для ее проведения необходимо использовать следующие приборы:

1. Измеритель толщины защитного слоя бетона;

2. Ультразвуковой тестер УК-1401М (УК-1401).

Перед применением приборы должны быть проверены на работоспособность в соответствии с инструкцией по эксплуатации и находиться в исправном состоянии.

4.5.9. Диагностику опор ультразвуковым методом следует осуществлять в такой последовательности:

1. Проводится по книге опор (форма ЭУ-87) уточнение типа (СЖБК, ЖБК, СК, ЖБД, СД и т.д.), нормативной несущей способности (3.5; 4.5; 6.0; 8.0; 10.0 тсм), назначения (консольная, переходная, анкерная, фикси-

рующая и т.д.) и срока службы опор контактной сети. При этом, прежде всего, должно быть произведено разделение опор по типу армирования: предварительно-напряженные и опоры с обычным армированием (без предварительного напряжения арматуры). При отсутствии данных об армировании опор рекомендуется для установления типа центрифугированных опор (по армированию) пользоваться измерителем толщины защитного слоя бетона. В частности, при однородном армировании опор (только проволочная или только стержневая арматура) может быть использован прибор ИЗС-10Н, или другой подобный прибор.

При использовании прибора ИЗС-10Н указатель диаметров устанавливают на цифру «4», а преобразователь перемещается по поверхности опоры. Если показания прибора резко изменяются от 3-4 мм до 10-15 мм, то это свидетельствует, что в опоре имеется стержневая ненапряженная арматура (опоры ЖБК). Если же стрелка прибора постоянно показывает примерно постоянное значение толщины защитного слоя, то это указывает, что данная опора имеет проволочное армирование с предварительным напряжением.

При смешанном армировании тип опор определяется по маркировке или по исполнительной документации. Пользоваться прибором ИЗС-10Н для установления типа опор с таким армированием не рекомендуется.

2. На каждой из диагностируемых опор ультразвуковым прибором УК-1401М (УК-1401) по методике Приложения 3 проводятся ультразвуковые измерения и определяются показатели, необходимые для оценки несущей способности.

3. На основании данных измерений осуществляется оценка несущей способности опор и определяется их дефектность. По данным измерений в отдельную группу выделяются опоры, не имеющие дефектов и повреждений, несущая способность которых удовлетворяет требованиям проектов и стандартов («бездефектные» опоры).

Во вторую группу относятся опоры, содержащие дефекты и повреждения и имеющие несущую способность, равную или ниже установленного проектами и стандартами уровня, но выше минимального значения, необходимого для восприятия внешних нагрузок.

Опоры данной группы относятся к «дефектным» и их заменяют в плановом порядке при снижении несущей способности ниже требуемого уровня.

В третью группу относят опоры, у которых несущая способность оказывается ниже минимально-допустимого уровня, необходимого для восприятия внешней нагрузки. Опоры данной группы независимо от размеров дефектов относятся к «остродефектным» и их заменяют в установленные в п.4.4.8 сроки.

4.5.10. Диагностика подземной части опор должна быть преимущественно выборочной. Сплошная диагностика проводится только на участках постоянного тока в тех случаях, когда опоры длительное время эксплуатировались без защиты и без оценки электрокоррозионной опасности, а также в случаях, когда требуется получить исходные данные по состоянию всех опор.

4.5.11. Диагностику подземной части опор следует осуществлять путем откопки и обследованием подземной части прибором УК-1401М (УК-1401). При этом в первую очередь должны откапываться и обследоваться опоры, оценённые как электрокоррозионно опасные. Порядок диагностики подземной части опор изложен в Приложении 3.

4.5.12. Обследование подземной части опор приборами на участках постоянного тока должно производиться каждый раз после обнаружения отказов защитных устройств. Такому обследованию подлежат, прежде всего, электрокоррозионно опасные опоры. В остальных случаях диагностика подземной части должна производиться в сроки, установленные в п.4.4.16.

4.5.13. Для оценки состояния подземной части опор на участках постоянного тока необходимо вести анализ величины сопротивления цепи заземления одних и тех же опор по годам. Понижение сопротивления опор с течением времени может свидетельствовать о выходе из строя изолирующих втулок и появлению металлического контакта между закладными болтами и арматурой опоры.

Особо должны рассматриваться случаи, когда сопротивление опор резко повышается во времени. Такие повышения могут происходить по нескольким причинам:

- в результате коррозии арматура разрушена полностью, исчезла электрическая цепь через нее;
- в результате случайного разрыва контакта между арматурой и закладным болтом и образования зазора между ними;
- вследствие образования на арматуре продуктов коррозии без разрушения защитного слоя бетона.

Такие опоры должны тщательно обследоваться и приниматься решения об их дальнейшей эксплуатации.

4.5.14. Диагностика подземной части опор при повреждении бетона агрессивной средой производится после откопки опор на глубину до 1 м и должна осуществляться по отдельной методике, с привлечением специализированных лабораторий.

4.5.15. При выборочной диагностике подземной части опор на участках переменного тока выбирают опоры, находящиеся в наиболее неблагоприятных условиях. Опоры откапывают на глубину до 0,8-1,0 м и затем проводятся необходимые ультразвуковые измерения.

4.5.16. Диагностика бетонных и железобетонных фундаментов металлических опор контактной сети на участках постоянного тока должна включать оценку состояния, в первую очередь, анкерных болтов. При проведении данной диагностики без откопки фундаментов должен использоваться преимущественно ультразвуковой прибор А-1220. Порядок применения этого прибора изложен в Приложении 4. Для диагностики состояния анкерных болтов должен быть обеспечен доступ к верхним торцам анкерных болтов. При наличии оголовков для обеспечения доступа к болтам эти оголовки должны быть демонтированы.

Разрешается, кроме ультразвукового метода, применение других методов, прошедших апробацию на эксплуатируемых фундаментах опор и утвержденных к применению в установленном порядке.

4.5.17. При диагностике состояния фундаментов металлических опор на участках постоянного тока при периодической или выборочной откопке, помимо определения состояния анкерных болтов, должно проводиться также определение состояния бетона: наличие в нем повреждений, характер и причины появления этих повреждений, определяться, при необходимости прочность бетона. Последняя может быть измерена ультразвуковым прибором УК-1401М (УК-1401). Измерения следует вести в средней части граней фундамента на участках ниже плоскости, отделяющей оголовок от тела фундамента. Величину прочности бетона по измеренному времени распространения следует определять по таблице, приведенной в Приложении 3. Отклонение измеренной прочности от проектной не должно превышать 25%.

При появлении признаков электрокоррозии анкерных болтов, фундаменты следует дополнительно откапывать на глубину до 1 м, осматривать, выявлять повреждения в соответствии с требованиями п.4.4.14.

4.5.18. На участках переменного тока не требуется проводить диагностику анкерных болтов фундаментов металлических опор ультразвуковым прибором А-1220. На этих участках осуществляется выборочная откопка фундаментов, осматривается их поверхность, выявляется наличие повреждений в соответствии с табл. 3 и проводятся контрольные измерения прочности бетона. Последняя не должна отличаться от проектной прочности более чем на 25%.

5. Защита от коррозии и ремонт железобетонных опор и фундаментов

5.1. Защита железобетонных опор и фундаментов от электрокоррозии

5.1.1. Защита арматурного каркаса железобетонных опор и фундаментов от электрокоррозии осуществляется только на участках постоянного тока и заключается в проведении защитных мероприятий, исключающих опасные токи утечки с рельсов по арматуре конструкций. Это может быть достигнуто:

- применением изолирующих элементов, которые обеспечивают надежную и долговременную изоляцию от бетона и арматуры металлических деталей поддерживающих и фиксирующих устройств контактной сети;
- применением защитных устройств в цепи индивидуального или группового заземления опор.

5.1.2. В качестве изолирующих элементов закладных деталей железобетонных опор должны использоваться типовые изолирующие втулки-прокладки. Во вновь устанавливаемых опорах должна предусматриваться двойная изоляция закладных болтов от арматуры. Она образуется двумя втулками:

- несъемными втулками, устанавливаемыми во все монтажные отверстия при изготовлении опор и закрепляемыми в стенке опор;
- монтажными втулками, устанавливаемыми в отверстия, в которых проходят закладные болты (рис.7а).

При креплении к опорам металлических поддерживающих устройств с помощью хомутов между телом опоры и хомутом должны предусматриваться изолирующие прокладки (рис.7б).

В раздельных опорах с анкерным креплением стоек к фундаментам должна предусматриваться также изоляция анкерных болтов от фундаментов (рис.7б).

5.1.4. Искровые промежутки должны устанавливаться на участках постоянного тока на железобетонных и металлических опорах при индивидуальном заземлении, а также в катодных зонах потенциалов рельсов при групповом заземлении. Диодные заземлители устанавливают в цепи групповых заземлителей в анодных и знакопеременных зонах. Диодно-искровые заземлители устанавливают независимо от зоны потенциалов рельсов при групповом заземлении опор, имеющих сопротивление цепи заземления ниже допустимых по требованиям СЦБ.

В общедоступных местах в цепь заземления опор необходимо устанавливать только диодные заземлители.

Разрешается заземлять наглухо на рельс опоры при индивидуальном заземлении с сопротивлением цепи заземления не менее 10000 Ом, которое обеспечивается установкой изолирующих втулок в отверстия для закладных болтов и прокладок под хомуты.

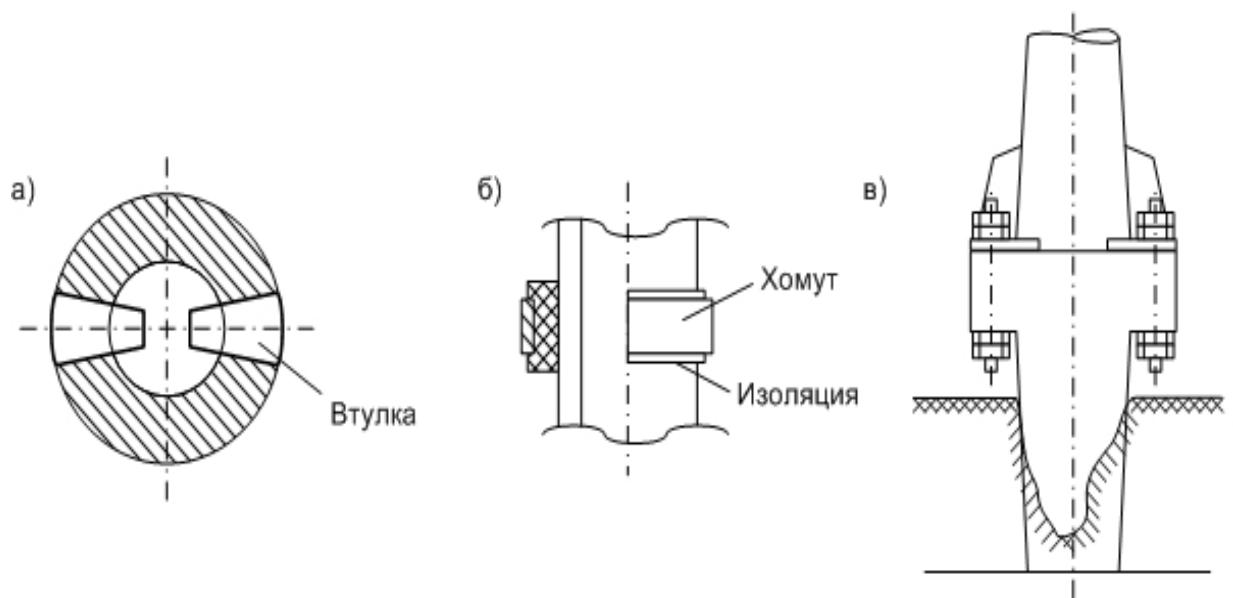


Рис. 7. Изоляция закладных деталей (а), хомутов (б) и анкерных болтов (в)

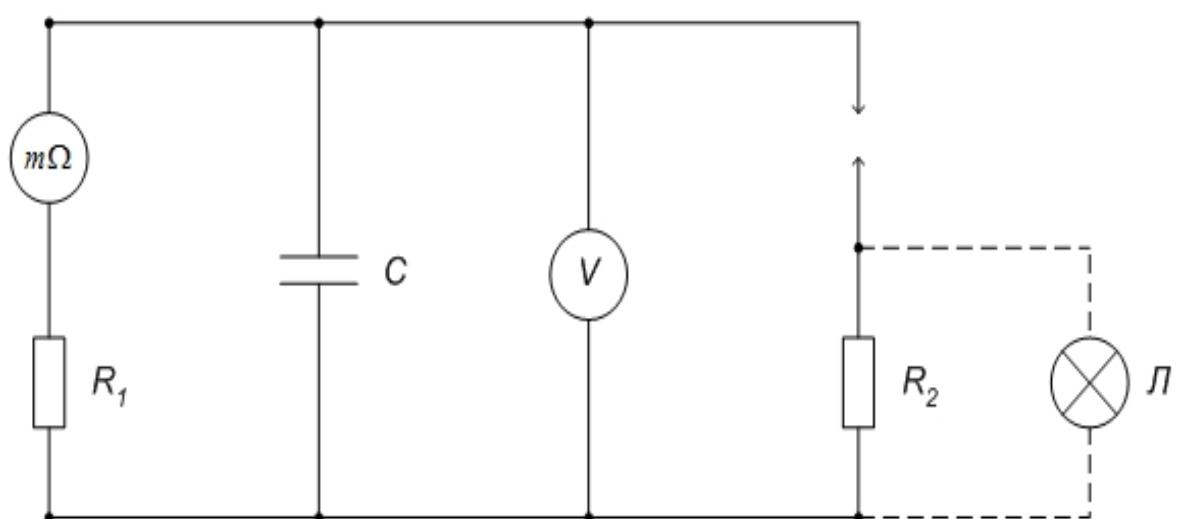


Рис. 8. Схема проверки искровых промежутков перед их установкой:
 С - конденсатор 0,1 мкф; R₁ - резистор МЛТ-220 МОм;
 R₂ - резистор ВС-10; Л - неоновая лампа

5.1.5. Перед установкой на опору каждый искровой промежуток проверяют на отсутствие короткого замыкания в нем и соответствие уровня пробивного напряжения требуемому (1400-1600 В). Проверку осуществляют мегомметром МС-06 на 2000 В (рис.8), или специальными приборами.

При использовании МС-06 к зажимным болтам искрового промежутка подключают параллельно мегомметр, высокоомный вольтметр и конденсатор емкостью 0,1 мкФ на рабочее напряжение 2000 В. Увеличивая постепенно число оборотов ручки мегомметра, наблюдают за стрелкой вольтметра. При исправном искровом промежутке стрелка вольтметра отклоняется в сторону увеличения напряжения до момента пробоя промежутка, после чего возвращается в исходное положение.

Во время испытаний показания прибора не должны быть ниже 1400 и выше 1600 В. Если искровой промежуток закорочен, то стрелка вольтметра не отклоняется. В этом случае требуется разобрать промежуток, зачистить медные или алюминиевые электроды от заусенцев и опилок, собрать его и вновь испытать. Если пробой искрового промежутка наступает при напряжении менее 1400 или выше 1600 В, то следует его разобрать и увеличить или уменьшить число слюдяных прокладок. Болт вкладыша должен быть затянут до отказа. После каждого изменения числа прокладок следует вновь производить испытания. В эксплуатационных условиях исправность искровых промежутков в цепи заземления проверяют с отсоединением из цепи заземления прибором ПК-2.

5.1.6. Длина провода группового заземления должна приниматься в соответствии с требованиями «Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог» (ЦЭ-868). Установливаемые в них диодные заземлители должны быть перед установкой проверены на сохранность вентильных свойств и целостность цепи по значению их сопротивления. Измерения производят мегомметром М1101 на 500 В по схеме, приведенной на рис.9а. Измерения сопротивления выполняют дважды (в прямом и обратном направлениях), для чего «+» мегомметра (вывод «линия») подключается первоначально к аноду, а затем к катоду; «-» (вывод «земля») – первоначально катоду, а затем к аноду.

Диодный заземлитель исправен, если сопротивление в прямом направлении равно нулю, а в обратном – не менее 100 кОм.

В случае, когда сопротивление диодного заземлителя в собранном виде при обратной полярности менее 100 кОм, следует снять крышку и проверить каждый вентиль отдельно (рис.9б). Перед измерением гибкие выводы вентилей отключаются от схемы.

Вентили с сопротивлением в обратном направлении менее 100 кОм (при очищенной от пыли и влаги поверхности вентиля) следует заменить, так как при эксплуатации из-за возможно их быстрого выхода из строя (пробоя) создаются условия электрокоррозионной опасности для защищаемых опор.

В процессе эксплуатации диодный заземлитель проверяют аналогичным образом. Перед измерением заземлитель шунтируют проводом МГ-50 (рис.10), а провод, идущий к рельсам отсоединяют от заземлителя. Если со-

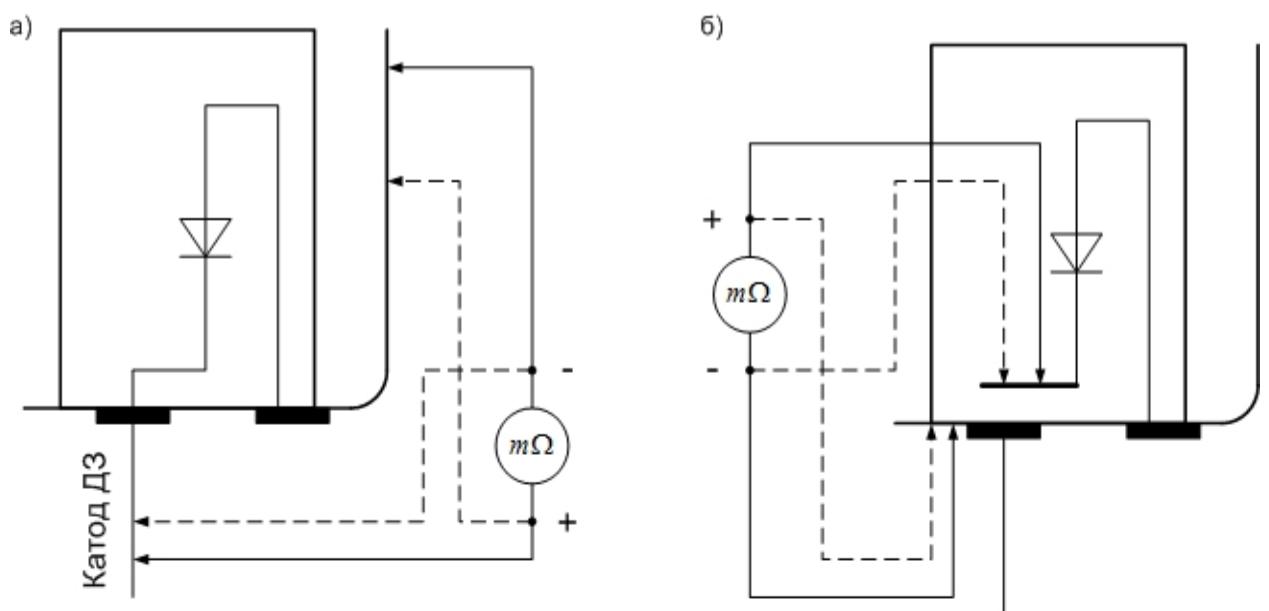


Рис. 9. Схема проверки диодного заземлителя перед его установкой:
а - в сборе; б - каждого вентиля в отдельности

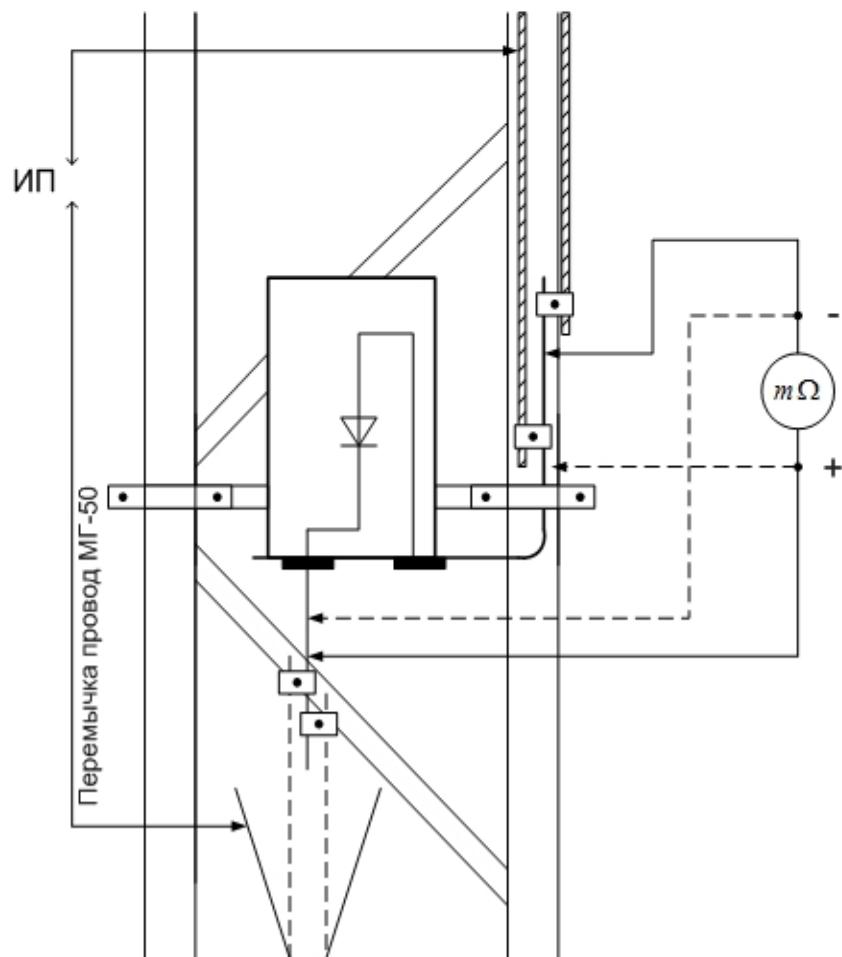


Рис. 10. Схема проверки диодного заземлителя в процессе эксплуатации

противление диодного заземлителя при обратной полярности меньше 100 кОм, следует снять крышку и проверить каждый вентиль отдельно по описанной выше методике. В случае исправности всех диодов проверяют сопротивление изоляции между корпусом заземлителя и стержнем (при отсоединенных гибких выводах вентиляй). Изолирующая втулка подлежит замене при сопротивлении менее 100 кОм (если очистка от пыли, грязи не повысит сопротивление выше 100 кОм). При обнаружении дефектного вентиля допускается временная эксплуатация диодного заземлителя с двумя вентилями.

5.1.7. Оттяжки металлических и железобетонных опор на участках постоянного и переменного тока должны быть изолированы от анкеров изолирующими прокладками в соответствии с рабочими чертежами.

Состояние изоляции анкеров от оттяжек проверяется с помощью прибора ПК-2(ПК-1м) и генератора «Поиск» (рис.11). От генератора в цепь заземления подается измерительное напряжение, а по вольтметру прибора ПК-2(ПК-1м) определяется наличие напряжения. Если прибор показывает наличие напряжения, то изоляция анкера от оттяжки исправна. Отсутствие такого напряжения указывает на неисправность изоляции.

Разрешается проверку состояния изоляции анкеров от оттяжек производить также прибором типа ИСО. В последнем случае от генератора прибора в цепь заземления опоры подается измерительный потенциал, а приемником определяется наличие утечки тока через оттяжку в анкер.

5.1.8. На искусственных сооружениях арматура опор и детали крепления контактной сети должны быть изолированы от арматуры искусственных сооружений. Проверка осуществляется прибором ПК-2, включаемым в режиме измерения сопротивления между арматурой сооружения и рельсом. Признаком отсутствия связи между арматурой сооружения и арматурой опор является высокое сопротивление между рельсом и арматурой.

5.2. Защита железобетонных опор и фундаментов от атмосферной и почвенной коррозии

5.2.1. Железобетонные опоры и фундаменты контактной сети не должны требовать защиты от коррозии в слабо и среднеагрессивной воздушной и почвенной среде.

Работы по защите опор и фундаментов от атмосферной и почвенной коррозии в процессе эксплуатации производятся только в случае изменения степени агрессивности среды и повышения ее до уровня сильноагрессивной.

Оценка агрессивности среды при этом должна производиться в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» путем отбора проб воздуха, воды или грунтов с последующим химическим анализом их в специализированных лабораториях.

5.2.2. Проектирование защиты опор и фундаментов от коррозии в сильноагрязненной среде, ее осуществление должно выполняться специализированными проектными и строительными организациями.

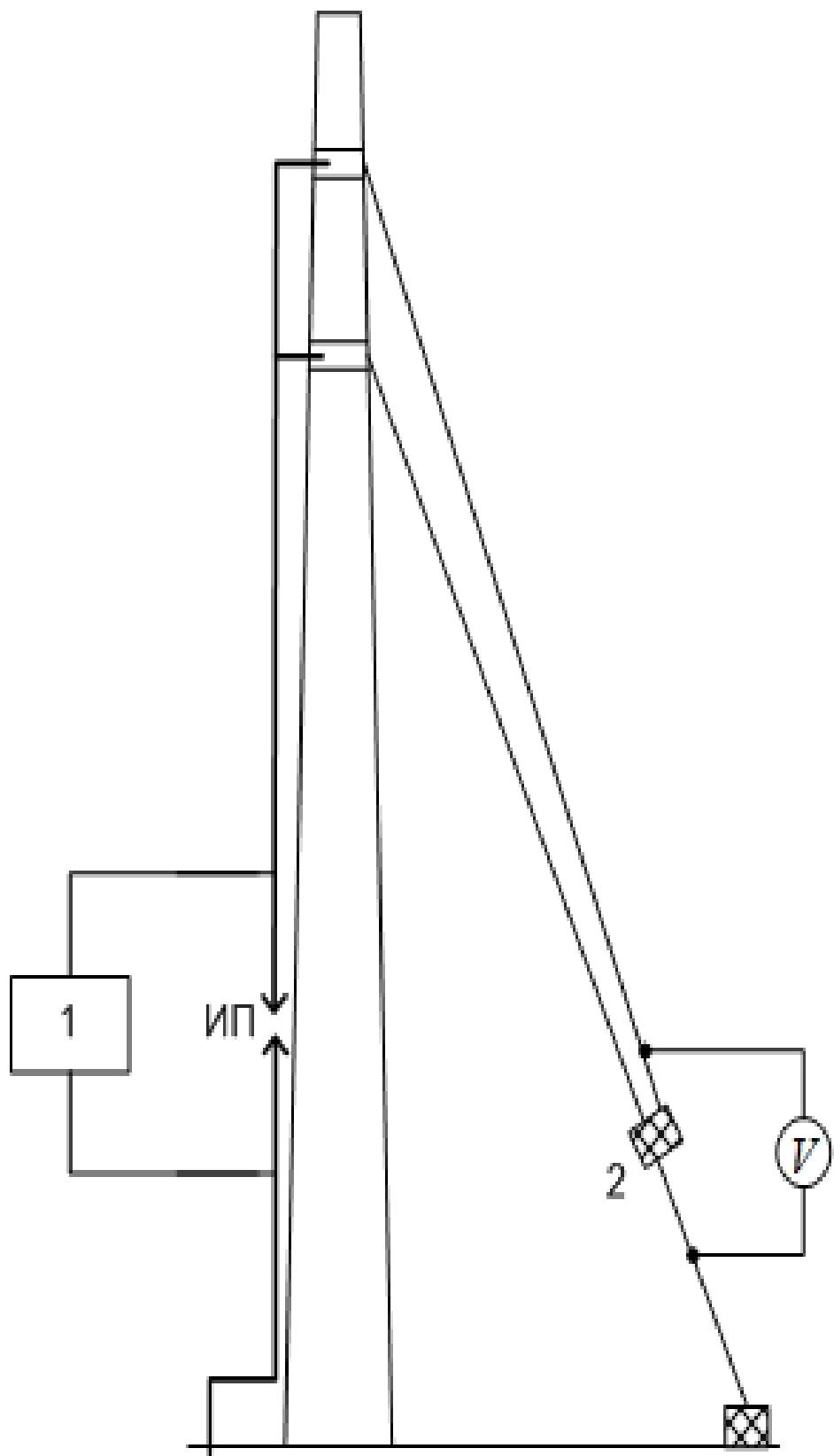


Рис. 11. Проверка изоляции оттяжки:
 1 - Генератор "Поиск" ; 2 - изолирующий элемент; ИП - искровой промежуток

5.2.3. Декоративное покрытие нижней части железобетонных опор должно выполняться из влагопроницаемых красок на высоту не более 1,0-1,2 м от уровня головки рельса.

5.3. Ремонт железобетонных опор и фундаментов

5.3.1. Железобетонные опоры и фундаменты, отнесенные на основании визуального осмотра и приборной диагностики к категории «дефектных» до плановой замены могут эксплуатироваться без ремонта.

5.3.2. В случае необходимости ремонта следует учитывать следующие рекомендации. Ремонт надземной части опор заключается в заделке трещин, отколов, выбоин, раковин. Для проведения этих работ должен применяться один из рецептов (составов), указанных в табл.4.

Составы готовятся в количестве, необходимом для работы в течение сроков годности, указанных в табл.4 для каждого состава, причем для составов на основе эпоксидных смол срок годности считается с момента введения отвердителя.

Для приготовления полимерцементного раствора по рецепту №1а необходимо: отвесить или отмерить цемент, ПВАЭ, песок, воду; смешать ПВАЭ с водой; смешать цемент с песком; в смесь цемента с песком добавить раствор ПВАЭ и тщательно перемешать до получения однородной пластичной массы. Масса воды, указанная в рецепте, уточняется пробными замесами.

Перед нанесением ремонтного состава поверхность опоры в местах ремонта тщательно очищается от грязи, пыли. Затем подготовленная поверхность смачивается 10%-ным раствором ПВАЭ (одна часть массы ПВАЭ на пять частей массы воды). На смоченную поверхность наносится полимерцементный раствор и заглаживается.

Для заделки трещин с шириной раскрытия до 1 мм должен применяться один из следующих составов (см. табл.4):

- полимерцементное тесто (рецепт №16);
- эпоксицементный состав (рецепт №26).

Таблица 4

Полимерцементные и эпоксицементные составы для ремонта опор

Номер рецепта (состава)	Наименование составляющих	Число частей массы составляющего при		Срок годности состава, ч	Температура воздуха при применении состава, °C
		1-5 мм трещин (рецепт а)	до 1 мм (рецепт б)		
1	Поливинилацетатная эмульсия ПВАЭ	3	3	1-1,5	5-35

1	2	3	4	5	6
1	Поливинилацетатная эмульсия ПВАЭ	3	3	1-1,5	5-35

1	2	3	4	5	6
	Портландцемент марки 500	10	10		
2	Эпоксидная смола ЭД-16 или ЭД-20 Отвердитель-полиэтиленполиамин Пластификатор или дигитилфталат Полиэфирная смола МГР-9 Портландцемент марки 500 Ацетон	100 12 - 15 100 5	100 12 6-10 - - -	1-1,5	5-35
3	Эпоксидная грунтовка ЭП-00-10 Отвердитель №1 (50%-ный раствор гексамилитена в спирте) Портландцемент марки 500	100 8,5 100	- - -	1-1,5	5-35

Примечание: при отсутствии ПВАЭ может быть использован клей «Бустилат-М».

При применении состава по рецепту №2а и 2б на основе эпоксидных смол ЭД-16 или ЭД-20 предварительно смешиваются эпоксидная смола и пластификатор. Смесь хранится неограниченное количество времени. Перед употреблением в нее вводятся отвердитель и ацетон. После перемешивания добавляется цемент, и все снова перемешивается до получения однородной темной массы. Состав наносится путем втирания шпателем в трещины.

5.3.3. Ремонт фундаментов необходимо выполнять также с применением полимерцементных и эпоксидных составов. При небольших повреждениях (трещины раскрытием до 1 мм) необходимо использовать полимерцементный состав №1б, для более крупных повреждений (отколы, раковины, трещины раскрытием 1-5 мм) – полимерцементные составы 1а или эпоксицементный состав №2а и 3. Технология нанесения этих составов на тело фундамента такая же, как и при ремонте опор (см.5.3.2).

5.3.4. Остродефектные фундаменты необходимо ремонтировать или в особых случаях заменять с учетом их назначения, объема и вида повреждения фундаментов.

5.3.5. Монолитные фундаменты гибких поперечин при растрескавшемся, корродированном бетоне и коррозионных повреждениях анкерных болтов в подземной части рекомендуется ремонтировать путем устройства монолитных обойм из бетона марки не ниже М200 (табл.5) с заменой анкерных болтов.

Таблица 5

Примерные составы бетона для ремонта фундаментов

Марка бетона	Марка цемента	Расход, кг/м			Расход воды, л/м
		цемента	песка	щебня	
200	400	270	590	1300	190
300		370	500	1270	200

Ремонт производится в следующей последовательности. Опору гибкой поперечины раскрепляют с помощью временных оттяжек (см. рис.6), затем фундамент откапывают до первого уступа, очищают от грязи, отслоившегося и рыхлого бетона. Затем полностью удаляется бетон в углах фундаментов по всей их высоте на глубину, позволяющую освободить анкерные болты от бетона. После этого поврежденные болты удаляются и на их место устанавливаются новые болты. Причем новые болты должны быть заанкерованы в нижней ступени фундаментов.

После ремонта или замены анкерных болтов вокруг фундамента на всю его откопанную часть устанавливают дополнительную арматуру из стержней периодического профиля диаметром 6-10 мм и с шагом 100-150 мм (рис.12), затем устанавливают опалубку и укладывают бетон, тщательно его уплотняют штыковками или вибратором. После схватывания бетона и приобретения им достаточной прочности на 7-10-е сутки снимают опалубку, засыпают фундамент и снимают временные оттяжки. Толщина обоймы должна быть не менее 100-150 мм.

При производстве ремонта необходимо соблюдать правила техники безопасности. Котлован во время откопки необходимо укрепить от обвалов грунта и ограждать.

При невозможности ремонта фундамента опоры гибкой поперечины, последняя заменяется на жесткую поперечину.

5.3.6. Надземную часть фундаментов металлических опор, разрушенную вследствие недостаточной морозостойкости бетона или его коррозии в агрессивных условиях, ремонтируют одним из следующих способов в зависимости от объема повреждений:

- при частичном разрушении (площадь поврежденного участка составляет не более 1/3 площади поперечного сечения по верхнему обрезу надземной части фундамента) – путем бетонирования разрушенной части (рис.13). В этом случае перед бетонированием разрушенный бетон полностью удаляют, очищают от ржавчины (если она имеется) анкерные болты и арматуру, поверхность бетона промывают от остатков разрушенного бетона

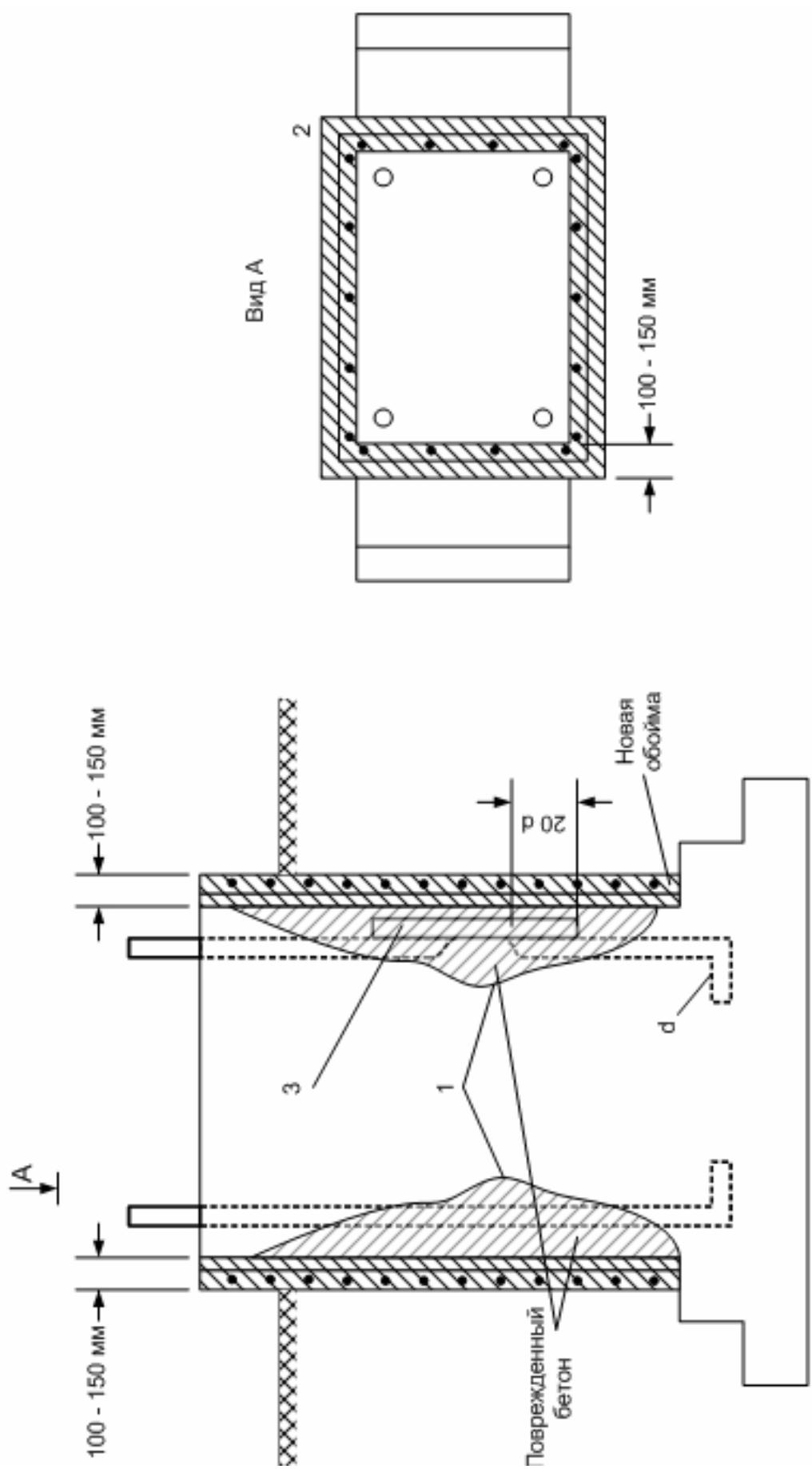


Рис. 12. Ремонт фундамента гибкой поперечины с усилением анкерного болта:
 1 - поверхность неповрежденного бетона; 2 - сетка из стержней 6 - 10 мм; 3 - усиление
 анкерного болта

и ржавчины, устанавливают опалубку и производят бетонирование. Для бетонирования необходимо применять бетон марки не ниже марки, установленной для данного фундамента, но не ниже М200. После бетонирования и приобретения бетоном достаточной прочности (на 7-10 день), опалубку снимают;

- при значительном разрушении (суммарная площадь поврежденных участков превосходит 1/3 площади поперечного сечения надземной части фундамента) – путем устройства железобетонной обоймы. В этом случае также сначала удаляют весь разрушенный бетон, металлические элементы очищают от ржавчины, остатки бетона и ржавчины смывают водой, устанавливают дополнительную арматуру из стержней диаметром 6-10 мм и шагом 100-150 мм в обоих направлениях, затем устанавливают опалубку и бетонируют. Толщина обоймы должна составлять 100-150 мм. Бетон используют такой же марки, как и в предыдущем случае.

5.3.7. Железобетонные стаканные фундаменты, имеющие электрокоррозионные повреждения в подземной части, должны заменяться.

Фундаменты, имеющие повреждения стаканной части над поверхностью грунта целесообразно ремонтировать.

Последовательность ремонта должна быть следующей:

- стакан фундамента осушают от находящейся в нем воды. Для этого откапывают одну из граней фундамента (желательно с полевой стороны) на глубину 1,3 м. В местах с высоким уровнем вод фундамент раскапывают до уровня этих вод. После этого с помощью магнитного искателя определяют положение арматуры на уровне низа стакана (1,2 м от верха стакана). Затем в наиболее тонкой части стакана между стержнями просверливают отверстие диаметром 16-20 мм, через которое выпускается вода. Для образования отверстия используют электрические дрели или электроперфораторы;

- после осушения стакана производят восстановление заделки опоры в фундаменте. Для этого зазор между опорой и стенкой стакана расчищают от мусора и пыли и вновь бетонируют раствором не ниже марки 300;

- после восстановления заделки откопанную часть фундамента вновь засыпают;

- выполняют ремонт надземной части стакана. При трещинах раскрытием до 1-5 мм и отсутствии коррозии арматуры для их заделки могут быть использованы составы №1а и №2а по табл.4.

При трещинах раскрытием более 5 мм, наличии отслоений бетона, коррозии арматуры ремонт стаканной части производят путем устройства железобетонной обоймы (рис.14). Последовательность выполнения работ здесь следующая: стакан очищают от поврежденного бетона, корродированную арматуру очищают от ржавчины. После этого наружную часть стакана промывают водой и устанавливают дополнительную арматуру из стержней диаметром 10-12 мм и шагом 100-120 мм в обоих направлениях. Затем устанавливают опалубку и производят бетонирование. Толщина стенки обоймы должна быть в пределах 100-150 мм, марка бетона – не ниже М300. Арматура должна располагаться посередине стенки обоймы.

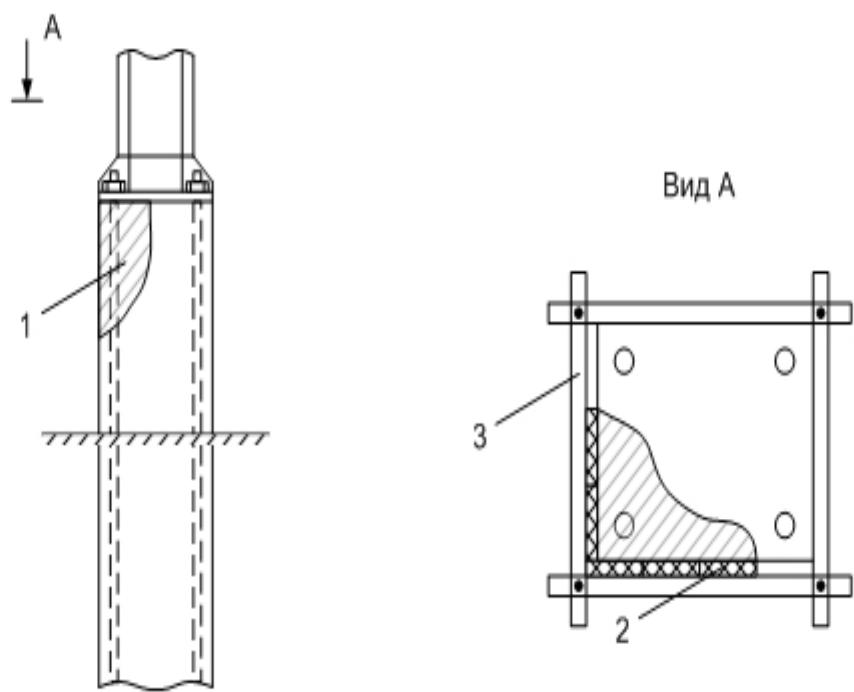


Рис. 13. Ремонт надземной части фундамента при площади повреждения менее 1/3 площади поперечного сечения фундамента путем бетонирования:
 1 - поврежденная часть фундамента; 2 - опалубка; 3 - деревянный хомут

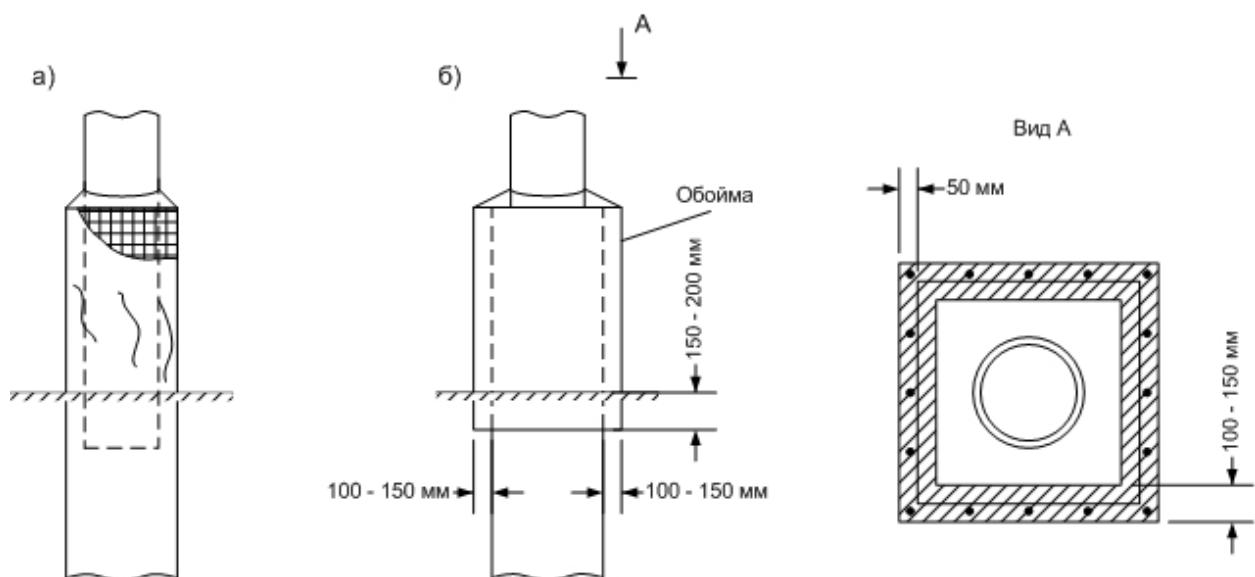


Рис. 14. Ремонт стаканного фундамента путем установки железобетонной обоймы:
 а - поврежденная часть фундамента; б - фундамент с обоймой

6. Техническое обслуживание металлических опорных конструкций

6.1. Общие положения

6.1.1. Требования настоящего раздела распространяются на металлические опоры контактной сети и фидерных линий, ригели жестких поперечин, прожекторные мачты, консоли, кронштейны, металлические свайные фундаменты. Техническое обслуживание этих конструкций включает:

- оценку состояния конструкций;
- защиту металлоконструкций от атмосферной и почвенной коррозии;
- ремонт, усиление и замену металлоконструкций.

6.1.2. Техническое обслуживание фундаментов эксплуатируемых металлических опор и прожекторных мачт на постоянном токе, не имеющих специальной электрической изоляции анкерных болтов от арматуры фундаментов, а также электрической изоляции от металлических конструкций, устанавливаемых на фундаменты, осуществляется в соответствии с требованиями п.п. 4.5.16 и 4.5.17. При этом не производится оценка электрокоррозионной опасности арматуры и анкерных болтов фундаментов и не требуется проведение измерений сопротивления опор. При этом должна осуществляться периодическая диагностика, не реже 1раза в 3 года, анкерных болтов по методике Приложения 4 и оценка поврежденности и прочности бетона в соответствии с Приложением 3. Также не требуется оценка опасности электрокоррозии опор при групповых заземлениях от перетекающих токов. Все металлические опоры при отмеченных условиях являются электрокоррозионными опасными и подлежат защите.

На участках переменного тока техническое обслуживание фундаментов металлических опор и прожекторных матч должно осуществляться в соответствии с требованиями п. 4.5.18.

6.1.3. При применении для установки металлических стоек контактной сети железобетонных фундаментов, в которых установлена изоляция анкерных болтов от арматуры, обеспечивающая сопротивление между анкерными болтами и арматурой свыше 2,5 кОм, техническое обслуживание должно осуществляться в виде контроля сопротивления между анкерными болтами и арматурой. При сопротивлении между анкерными болтами и арматурой более 2,5 кОм опоры не относятся к категории электрокоррозионно опасных, а их защита от электрокоррозии осуществляется с учетом величины тока утечки или сопротивления опор на каждый вольт среднего потенциала «рельс-земля».

6.2. Оценка состояния металлических конструкций

6.2.1. Оценка состояния металлических опор, фундаментов, жестких поперечин и поддерживающих устройств производится по наличию, виду и

размерам повреждений на этих конструкциях. Классификация этих повреждений и основные причины их появления приведены в Приложении 2.

6.2.2. По наличию повреждений, их виду и объему металлические опорные конструкции подразделяются на **остродефектные и дефектные**.

6.2.3. Основными признаками **остродефектных конструкций являются**:

- **равномерная или неравномерная поверхностная, местная сквозная, с язвами, пятнами, точками коррозия основных конструктивных элементов, сварных швов при уменьшении их площади сечения более чем на 20% (дефекты 2М, 3.1М);**

- **местная нитевидная или поверхностная коррозия, расслоение металла, трещины в конструктивных элементах, сварных швах, болтах и заклепках, обнаруживаемые визуально или с помощью приборов (дефекты 3.2М, 4М, 5М);**

- **щелевая коррозия, вызвавшая обрыв швов, болтов, заклепок от давления продуктов коррозии (дефекты 7М);**

- **ослабление стяжных болтов и заклепок (дефект 8М);**

- **погнутость конструктивных элементов, более 10% (дефект 6.1М) для растянутых элементов, более 1% (дефект 6.2М) для сжатых элементов.**

6.2.4. Основными признаками **дефектных опор** являются:

- частичное (более 50% площади) или полное разрушение окрасочного слоя (дефект 1М);

- сплошная равномерная или неравномерная поверхностная или местная коррозия конструктивных элементов и сварных швов при уменьшении их площади сечения не более чем на 20% (дефекты 2М, 3.1М);

- погнутость сжатых поясов, стоек, расколов и связей при относительном искривлении выше 1% (дефект 6.2М).

Размеры повреждений для дефектных и остродефектных опор приведены в табл.6.

Таблица 6

Предельно допустимые размеры повреждений металлических опорных и поддерживающих конструкций

№ индекса	Наименование повреждения	Характеристика повреждений	Размеры повреждений	
			Дефектные	Остродефектные
1	2	3	4	6
1М	Разрушение защитного покрытия	Наличие	Не нормируется	Не нормируется
2М	Поверхностная коррозия основных несущих элементов	Уменьшение площади сечения	до 20%	более 20%
3М	Местная коррозия:			

1	2	3	4	6
3.1М	пятнами, язвами, точками, сквозная	Уменьшение площади сечения	до 20%	более 20%
3.2М	нитевидная	наличие	не допускается	
4М	расслоение металла	Наличие	не допускается	
5М	Трещины:			
5.1М	в конструктивных элементах	наличие	не допускается	
5.2М	в накладках, косянках	наличие	не допускается	
5.3М	в сварных швах	наличие	не допускается	
5.4М	в болтах, заклепках	наличие	не допускается	
6М	Погнутость:			
6.1М	растянутых конструктивных элементов	отношение стрелы провеса к расстоянию между центрами	до 10%	более 10%
6.2М	сжатых конструктивных элементов	отношение стрелы провеса к расстоянию между центрами	1%	1%
7М	Щелевая коррозия	наличие	допускается при отсутствии обрывов сварных швов, болтов и заклепок	не допускается при наличии обрывов сварных швов, болтов и заклепок
8М	Ослабление стяжных болтов и заклепок	наличие	не допускается	
9М	Неправильная установка ригеля или блока в нем	наличие	допускается при контролльном перерасчете	

К дефектам жестких поперечин относится также неправильная установка ригелей или отдельных блоков в них (рис.15).

В случае неправильной установки ригелей или их отдельных блоков должен производиться перерасчет ригелей с учетом измененной статической схемы и с учетом фактических действующих нагрузок. Ригели, несущие

щая способность, которых обеспечивается при измененной статической схеме, при действии фактических нагрузок могут оставаться в эксплуатации. В случае эксплуатации конструкций под нагрузкой, меньшей, чем предусмотрено типовым проектом, допускается переводить остродефектные конструкции по размеру коррозионного износа в дефектные. При этом остаточная прочность конструкций должна быть подтверждена расчетом, и при необходимости испытанием образцов.

Максимальный коррозионный износ во всех случаях должен быть не более 20% от исходного сечения элементов.

Коррозионный износ основных элементов должен определяться на основании измерений их остаточной толщины, вычисления фактической площади сечения элементов, определения величины уменьшения площади сечения и сопоставления величины уменьшения площади к исходному名义ному значению сечения элемента.

Пример: Для изготовления металлической стойки были использованы уголки № 8 при толщине полок 8 мм.

Исходная площадь сечения уголка $12,3 \text{ м}^2$.

Измерения остаточной толщины на каждой полке: 6, 7, 7, 4 мм (на каждой полке по два измерения).

Средняя остаточная толщина полок:

$$d = \frac{6 + 7 + 7 + 4}{4} = 6 \text{ мм}$$

Остаточная площадь уголка при этом составит:

$$F_\phi = 0,6 (8+8) = 9,6 \text{ см}^2$$

Коррозионный износ по площади:

$$\Delta F = 12,3 - 9,6 = 2,7 \text{ см}^2$$

Или в процентном отношении:

$$\% = \frac{2,7}{12,3} = 22 \% > 20 \%$$

6.2.6. В процессе эксплуатации остродефектные конструкции заменяются или усиливаются. Решение по замене или усилению конструкций принимаются руководством дистанции электроснабжения. Дефектные конструкции следует защищать от дальнейшего быстрого разрушения и ремонтировать.

6.2.7. Оценку состояния конструкций следует проводить на основании осмотров, диагностики, измерения остаточной толщины элементов и их прогибов, а в отдельных случаях и металлографических исследований. Последние следует выполнять тогда, когда возникают опасения за правильность применения марки стали для изготовления конструкций. Основанием для этого должны являться: хрупкое разрушение отдельных элементов, большие местные коррозионные повреждения, в особенности коррозионное растрескивание, межкристаллитная коррозия, сквозная коррозия при малом среднем уменьшении сечения уголков, накладок, косынок, наличие трещин в конструктивных элементах. Для проведения металлографических исследований

должны привлекаться специализированные лаборатории, связанные с изготавлением металлоконструкций.

6.2.8. При осмотре необходимо определять: общее состояние защитного покрытия, наличие и площадь местных разрушений защитного покрытия, общее коррозионное состояние конструкций, места с повышенным коррозионным износом и степень износа, наличие трещин в основных конструктивных элементах (поясах, раскосах, связях, косынках, накладках и др.). Состояние соединений элементов конструкций, наличие прогибов, погнутостей и искривлений элементов.

6.2.9. Осмотр защитных покрытий должен производиться в сухую погоду при хорошей освещенности.

Признаками разрушения защитного покрытия следует считать изменение его цвета, появление пузырей и вздутий, возникновение сетки трещин, отслаивание и шелушение. О потере защитных свойств покрытия свидетельствуют также бурые пятна на окрашенном слое, особо тщательно необходимо рассматривать состояние защитных покрытий в местах со средне и сильно агрессивной средой.

Покрытие считается полностью разрушенным, если его площадь на конструкции составляет более 50% поверхности конструкции.

6.2.10. Для определения толщины стенок конструктивных элементов, подвергшихся коррозии могут использоваться штангенциркули, ультразвуковые толщиномеры любой конструкции, обеспечивающие точность измерения не менее 0,1 мм. Перед измерениями конструктивные элементы очищаются от продуктов коррозии, грязи и зачищаются до основного металла. В каждом сечении элементов проводиться не менее 4-х измерений и на основании этих измерений определяется остаточная площадь сечения элементов. Коррозионный износ определяется как частное от деления величины уменьшения площади сечения элементов к проектной площади сечения элементов.

6.2.11. Выявление трещин в конструктивных элементах производится визуальным осмотром с использованием луп с не менее чем 6-и кратным увеличением. В качестве дополнительного метода выявления трещин может служить «проба на керосин». В местах образования трещин на поверхности обработанных мелом конструкций после смачивания керосином появляются темные полосы.

6.2.12. При осмотре конструкций особо тщательно следует осматривать сварные швы в стыках блоков или секций. В них не допускаются трещины, разрывы, а общий коррозионный износ не должен превышать 20%.

При осмотре болтовых и заклепочных соединений определяется их плотность затяжки и прилегания, наличие повреждений виде трещин, смятия головок, поворота головок болтов и заклепок, появление ржавых потеков из под головок заклепок и болтов.

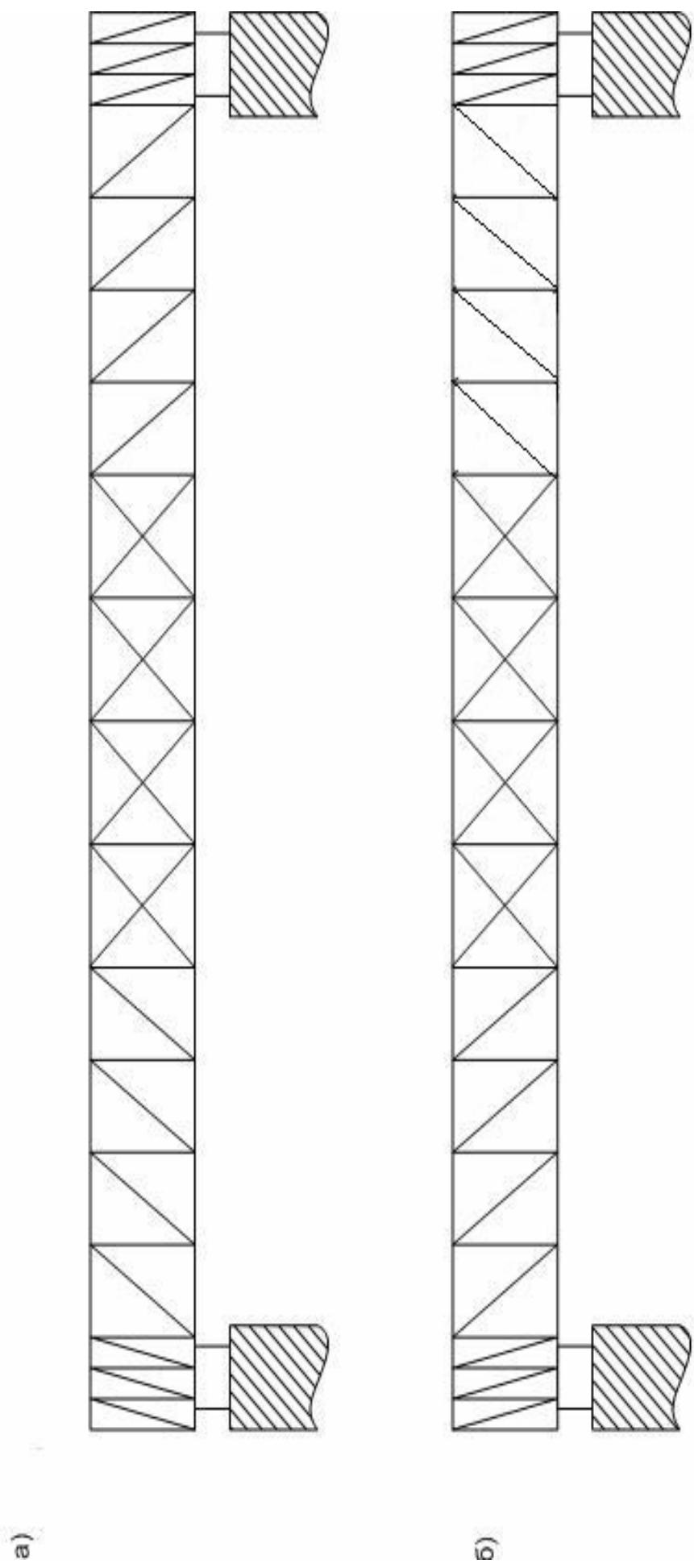


Рис. 15. Неправильная (а) и правильная (б) установка ригелей

Ослабление болтов и заклепок проверяется обстукиванием: ослабленные болты и заклепки издают дребезжащий звук.

6.2.13. Изгиб и погнутость элементов следует проверять путем измерения линейкой просвета между поверхностью элемента и приложенной к нему прямолинейной линейкой или рейкой.

6.3. Защита от коррозии

6.3.1. Защита от атмосферной коррозии эксплуатируемых металлических конструкций контактной сети должна производиться нанесением лакокрасочного покрытия, стойкого в среднеагрессивной среде.

Возобновление лакокрасочного покрытия должно производиться не позднее, чем когда площадь поверхности с нарушенным покрытием достигает 50% от общей площади поверхности конструкций.

6.3.2. Нанесение лакокрасочных покрытий должно осуществляться на предварительно очищенную от ржавчины и грязи поверхность.

Разрешается наносить лакокрасочное покрытие на поверхность конструкции без очистки от ржавчины при условии применения преобразователей ржавчины.

6.3.3. Разрешается защиту конструкций от коррозии осуществлять также комбинированными металлизационно-полимерными покрытиями, наносимыми на конструкции, очищенные от остатков прежних покрытий и ржавчины пескоструйной обработкой. Нанесенные комбинированные покрытия должны обеспечивать срок службы конструкций до возобновления покрытия не менее 30 лет.

6.3.4. При нанесении лакокрасочных составов, их приготовлении, нанесении комбинированных металлизационно-полимерных покрытий должны соблюдаться правила санитарии и техники безопасности. Персонал, производящий работы по защите конструкций от коррозии, должен быть обучен, снабжен спецодеждой и средствами защиты органов дыхания, зрения, кожи рук и лица.

6.4. Усиление и замена конструкций

6.4.1. Конструкции, отнесенные по результатам визуального осмотра, измерения коррозионного износа элементов, оценки других повреждений, данных диагностики к дефектным и остродефектным, должны заменяться. Дефектные конструкции должны заменяться в плановом порядке, остродефектные - в течение трех месяцев.

6.4.2. Ремонт или усиление металлических конструкций разрешается производить при местных повреждениях неосновных элементов конструкций: погнутостях, локальной коррозии, разрывах швов, болтов, заклепок на основании указаний дистанции электроснабжения.

При значительных повреждениях основных элементов и невозможности замены, усиление и ремонт конструкций должны производиться на ос-

новании данных обследований, испытаний и расчетов с привлечением специализированных проектных организаций.

6.4.3. Работы по замене конструкций должны выполняться по техническим картам, утвержденным руководством дистанции электроснабжения. При этом должны приниматься меры, исключающие перегрузку соседних конструкций, их деформации и разрушение.

6.4.4. Вновь устанавливаемые конструкции должны иметь защитное покрытие, обеспечивающее защиту конструкций от коррозии в течение 30 лет, не иметь дефектов и повреждений элементов.

6.5. Техническое обслуживание и ремонт железобетонных и металлических прожекторных мачт

6.5.1. Техническое обслуживание прожекторных мачт предусматривает:

- осмотр прожекторных мачт;
- проверку состояния заземлений;
- обследование и диагностику несущей способности мачт и фундаментов;
- измерение габаритов и наклона мачт.

6.5.2. Текущий ремонт должен предусматривать:

- ремонт заземления;
- очистку от грязи, кустарников, травы в нижней части мачт;
- проверку состояния с откопкой, при необходимости, фундаментов металлических и железобетонных мачт с определением прочности бетона, коррозионного состояния арматуры и анкерных болтов;
- восстановление знаков высокого напряжения и номеров.

6.5.3. Капитальный ремонт прожекторных мачт предусматривает:

- ремонт и замену отдельных элементов;
- окраску металлических конструкций.

6.5.4. Оценку состояния железобетонных прожекторных мачт следует проводить в последовательности:

- осматривается надземная часть мачт, выявляются дефекты и повреждения, определяются их размеры;
- с помощью прибора УК-1401М (УК-1401) в соответствии с методикой Приложения 3 определяется прочность бетона и остаточная несущая способность опор;
- на участках постоянного тока при заземлении мачт на рельс производится откопка подземной части на глубину 0,1-1,0 м с определением состояния арматуры и прочности бетона;
- на участках переменного тока, а также на участках постоянного тока при заземлении на специальный контур откопка подземной части должна проводиться выборочно с учетом фактического состояния мачт.

6.5.5. При оценке вида и размеров дефектов и повреждений, их предельный размер и дефектность конструкций устанавливаются в соответствии с требованиями раздела 4 настоящих Указаний.

6.5.6. При несущей способности мачт ниже требуемой по проекту (ниже нормативного значения для принятой стойки) мачты должны заменяться или усиливаться с помощью бандажей.

6.5.7. Обследование металлических прожекторных мачт должно проводиться в последовательности:

- осматривается наружная часть мачты, устанавливается степень разрушения защитного покрытия;
- определяется характер и степень коррозионного износа элементов мачты;
- определяется состояние сварных соединений и степень их износа;
- особенно тщательно обследуется часть мачт, находящихся в переходной зоне от атмосферы в бетон. В этой части для оценки коррозионного износа основных элементов рекомендуется вскрывать слой бетона оголовков на глубину 80-100 мм вокруг основных элементов;
- после оценки состояния надземной части мачт на участках постоянного тока следует провести диагностику анкерных болтов, заделанных в бетон;
- на участках переменного тока диагностика анкерных болтов не требуется.

6.5.8. Диагностика анкерных болтов должна проводиться по той же методике, что и диагностика анкерных болтов фундаментов металлических опор контактной сети.

6.5.9. Для продления сроков службы металлических мачт по результатам обследований и диагностики целесообразно проводить поверочные расчеты.

Мачты, имеющие износ сварных соединений и металла основных элементов свыше 20% во всех случаях должны заменяться.

Заключение о необходимости замены мачт должны подписать старший электромеханик по коррозии ДЭЛ, начальник или его заместитель дистанции электроснабжения и электромеханик по коррозии дистанции электроснабжения.

6.6. Техническое обслуживание винтовых металлических свай для установки опор в сложных инженерно-геологических условиях

6.6.1. Техническое обслуживание металлических винтовых свайных фундаментов предусматривает:

- осмотр надземной части свай;
- проверку состояния защитных устройств;
- диагностику и проверку подземной части свай.

6.6.2. При осмотре надземной части свай должны проверяться:

- состояние крепежных болтов для соединения стоек со сваей. Не допускается ослабление болтов и применение болтов с гальваническим покрытием;

- состояние защитного покрытия на сваях, степень его повреждения. При степени повреждения покрытия свай выше 50% должны производиться работы по возобновлению покрытия;

- вертикальность положения опоры, установленной на свае.

Особо должны учитываться опоры, вертикальное и горизонтальное (выпучивание) положение которых изменяется во времени.

6.6.3. Проверку состояния защитных устройств заземлений следует проверять в последовательности:

- проверяется целостность цепи заземления, надежность ее крепления к рельсу и опоре;

- проверяется исправность защитного устройства с помощью прибора ПК-2. Все защитные устройства, имеющие параметры ниже установленных настоящими Указаниями, должны заменяться.

6.6.4. Диагностику и проверку подземной части свай следует осуществлять в следующем порядке:

- сваи должны быть откопаны на глубину 0,6 – 0,8 м;

- поверхность сваи очищается от ржавчины, грязи и с помощью звукового толщиномера определяется средняя толщина стенки свай. На откопанном участке должно быть проведено не менее 12 измерений по периметру и высоте свай и определена средняя толщина стенки трубы свай. Уменьшение толщины стенки против проектной не должна превышать 50%;

- после измерений подземная часть свай до оголовка должна быть покрыта защитным покрытием из битумо-эпоксидных эмалей и произведена обратная засыпка свай. При отсутствии коррозионных повреждений допускается не наносить защитное покрытие на сваи.

6.6.5. Обследование свайных фундаментов по приведенной методике должно производиться не менее один раз в 12 лет.

7. Техника безопасности при техническом обслуживании и ремонте конструкций

7.1. При техническом обслуживании и ремонте опорных конструкций устройств электроснабжения и проведении электрических измерений на них следует руководствоваться Правилами безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях, Правилами техники безопасности при эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог и устройств электроснабжения автоблокировки, Инструкцией по технике безопасности для электромонтера контактной сети.

7.2. В целях обеспечения безопасности работающих, электрические измерения вблизи путей необходимо проводить бригадой не менее чем из 2-х человек (один проводит измерения, второй наблюдает за движением поездов) с квалификационной группой не ниже третьей.

Расположение приборов и лица, проводящего измерения, при движении поездов должно быть не ближе 5 м (на участках скоростного движения – 10 м) от крайней нити железнодорожного пути.

7.3. Работы по техническому обслуживанию заземлений выполняют без снятия напряжения. При этом должна сохраняться непрерывность цепи заземления конструкций. В случае необходимости разрыва цепи заземления с целью ремонта или производства измерений место разрыва должно быть шунтировано глухой перемычкой из медного провода сечением не менее 50 мм^2 , оборудованной соединительными зажимами. Для присоединения перемычек к рельсу следует применять специальный рельсовый башмак. Отсоединять от рельса (контура заземления) основной заземляющий проводник допускается только после установки перемычек.

При измерениях сопротивления заземления конструкций на рельсовую сеть допускается включать в цепь перемычки искровой промежуток.

7.4. Запрещается проводить любые измерения, как на защитных устройствах, так и на подземных сооружениях при прохождении поездов, во время дождя, грозы, мокрого снега, тумана, а также в темное время суток.

8. Организация технического обслуживания и ремонта опорных и поддерживающих конструкций

8.1. За правильную и четкую организацию технического обслуживания и ремонта опорных и поддерживающих конструкций отвечают начальники дистанций электроснабжения, их заместители, начальники районов контактной сети, которые в соответствии с должностными обязанностями обеспечивают организацию своевременного технического обслуживания, осуществление мероприятий по борьбе с коррозией, проведение ремонта и замены поврежденных конструкций.

8.2. Работу по техническому обслуживанию и ремонту опор и фундаментов проводят районы контактной сети в соответствии с квартальными планами, составленными с учетом требований действующей нормативно-технической документации и утвержденными руководством дистанций электроснабжения.

8.3. При ремонтно-ревизионных участках дистанций электроснабжения должны быть укомплектованы и оснащены приборами группы диагностики (коррозии), отвечающие за проведение работы по диагностике состояния железобетонных опор и фундаментов контактной сети, а также металлических конструкций устройств электроснабжения (ригели, опоры, прожекторные мачты), ее качество и достоверность.

Возглавляет группу электромеханик (старший электромеханик). Группу курирует заместитель начальника дистанции по контактной сети.

8.4. Количество работников, включаемых в состав группы, зависит от эксплуатационной длины участка, состояния и срока эксплуатации конструкций и определяется руководящими документами железных дорог.

8.5. Работы по откопке и обследованию опор и фундаментов, ремонту, покраске и другие работы выполняются бригадами районов контактной сети по утвержденному руководством дистанции электроснабжения плану. Работники группы диагностики должны выполнять необходимые обследования, измерения, записи. Результаты обследования оформляются протоколами.

В случае обнаружения при обследовании конструкций, требующих немедленной замены или ремонта, необходимо докладывать начальнику района контактной сети и руководству дистанции электроснабжения.

8.6. Начальник района контактной сети обязан обеспечить:

- составление совместно с работниками группы диагностики квартального плана работ по техническому обслуживанию и ремонту опор с указанием в нем перегонов, станций и номеров опор;
- выполнение всех работ, предусмотренных квартальным планом;
- ведение и хранение технической документации по вопросу состояния опорных конструкций;

- осмотр опор и фундаментов перед установкой и в процессе их эксплуатации. При обнаружении в них дефектов подготавливать и направлять заводам-изготовителям рекламации по качеству.

8.7. Работники группы диагностики обязаны:

- составлять квартальный план-график работ по обследованию фундаментов и опор контактной сети подстанции электроснабжения в целом и по каждому району контактной сети, предварительно согласовав объемы работ с руководителями цехов;

- совместно с руководством районов контактной сети определять участки железной дороги с наиболее неблагоприятными условиями работы фундаментов и опор контактной сети (высокий потенциал «рельс-земля», высокая коррозионная активность грунтов и т.п.), вести контроль за состоянием конструкций на этих участках;

- проводить измерения и обследования, анализ полученных результатов и подготавливать предложения по предупреждению повреждений опор и фундаментов, их ремонту или замене;

- осуществлять контроль за правильным подключением заземляющих устройств и целостность защитных устройств;

- оформлять карточки (Приложение 5) на дефектные опоры и фундаменты;

- оформлять заявки на необходимые средства измерения, приборы, документы учета и отчетности, техническую литературу;

- проводить технические занятия с причастным персоналом по вопросам технического обслуживания и ремонта опор и фундаментов по плану, утвержденному руководством дистанции электроснабжения;

- по окончании каждого квартала представлять в районы контактной сети и дистанцию электроснабжения обобщенный отчет с замечаниями и предложениями по итогам обследований и материалам протоколов.

8.8. Обобщение материалов о состоянии опор и фундаментов в пределах железной дороги выполняют дорожные электротехнические лаборатории. При лабораториях должны быть организованы группы диагностики опор. Количественный состав группы определяет служба электрификации и электроснабжения.

Дистанции электроснабжения в конце каждого квартала обязаны представлять в дорожную электротехническую лабораторию (ДЭЛ) или службу электрификации и электроснабжения отчет о проведенной за квартал работе с предложениями по плану следующего квартала. Форма отчетности устанавливается службой электроснабжения.

8.9. Для осуществления технического обслуживания их работоспособности на должном уровне на дистанциях электроснабжения должен быть необходимый запас материалов, опор, приспособлений, требуемые измерительные и диагностические приборы и средства.

8.10. Во всех подразделениях (ЭЧК, РРУ, ЭЧС), занимающихся техническим обслуживанием опорных и поддерживающих конструкций

контактной сети, должна иметься необходимая нормативно-техническая и проектная документация.

8.11. На дорогах и дистанциях электроснабжения должны проводиться технические занятия с причастным персоналом по всем вопросам технического обслуживания опор и фундаментов. Вновь принятые работники должны пройти учебу в специализированных учебных заведениях с отрывом от производства в течение не менее 7 дней.

Приложение 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ СТОЕК ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

1. Марки, параметры, размеры и армирование центрифугированных стоек

Находящиеся в эксплуатации и изготавливаемые центрифугированные стойки разделяются на следующие марки:

СЖБК, СК, СКУ, СКЦ, С – с рабочей проволочной напрягаемой арматурой;

СО – с рабочей проволочной напрягаемой арматурой и с ненапрягаемой стержневой арматурой в фундаментной части;

СС – с рабочей проволочной напрягаемой арматурой и с ненапрягаемой стержневой арматурой по всей длине конструкций;

СП – с рабочей стержневой напрягаемой арматурой;

СТ – с рабочей стержневой напрягаемой арматурой и уменьшенной коничностью.

1.2. Основные размеры стоек приведены в табл.П.1.1, а форма и расположение отверстий – на рис.П.1.1.

Таблица П.1.1.

Типоразмер стойки	Размеры стойки, мм				Справочная масса, т
	L	D ₁	D ₂	δ	
1	2	3	4	5	6
СЖБК	-	290	-	50	2,1
СК	-	290	-	60	2,2
СКУ	-	290	-	60	2,2
СКЦ	-	290	-	60	2,2
C 156.6	15600	290	524	60	2,8
СС 156.6					
C 156.7	15600	290	524	75	3,1
СС 156.7					
C 136.6					
СО 136.6	13600	290	492	60	2,2
СС 136.6					
СП 136.6					
C 136.7					
СО 136.7	13600	290	492	60	2,8
СС 136.7					
СП 136.7					

1	2	3	4	5	6
С 108.6	10800	290	450	60	1,6
СО 108.6					
СП 108.6	10400	290	446	60	1,5
С 108.7					
СО 108.7	10800	290	450	75	1,9
СП 108.7	10400	290	446	75	1,8
СТ 136.6				60	2,5
СТ 136.7	13600	350	486	75	2,7

1.3. Армирование стоек осуществляется следующими видами арматуры:

- для опор СЖБК, СК, СКУ, СКЦ, С рабочая арматура выполняется из высоко-прочной проволоки класса Вр-II диаметром 4 или 5 мм; для опор СО, СС рабочая арматура выполняется из высокопрочной проволоки и стержневой арматуры;

- для опор СП, СТ рабочая арматура выполняется из стержней периодического профиля диаметром 12-16 мм.

Поперечная или спиральная арматура выполняется из проволоки периодического профиля диаметром 3 мм.

1.4. В зависимости от вида и количества арматуры и класса примененного бетона стойки подразделяются на типы, обозначаемые соответствующими марками.

Современная марка стоек состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных тире.

Первая группа содержит обозначение типа стойки и номинальные габаритные размеры: длину стойки в дециметрах и толщину стенки в сантиметрах, округленную до целого числа. Во второй группе приводится порядковый номер стойки в зависимости от ее несущей способности – нормально-го изгибающего момента и через точку – цифра, соответствующая классу напрягаемой арматуры.

В третьей группе содержатся обозначения дополнительных характеристик, отражающие условия эксплуатации стоек:

Э – для стоек, предназначенных к применению на участках постоянного тока;

М – для стоек, предназначенных для применения в районах с расчетной температурой воздуха ниже минус 40⁰С;

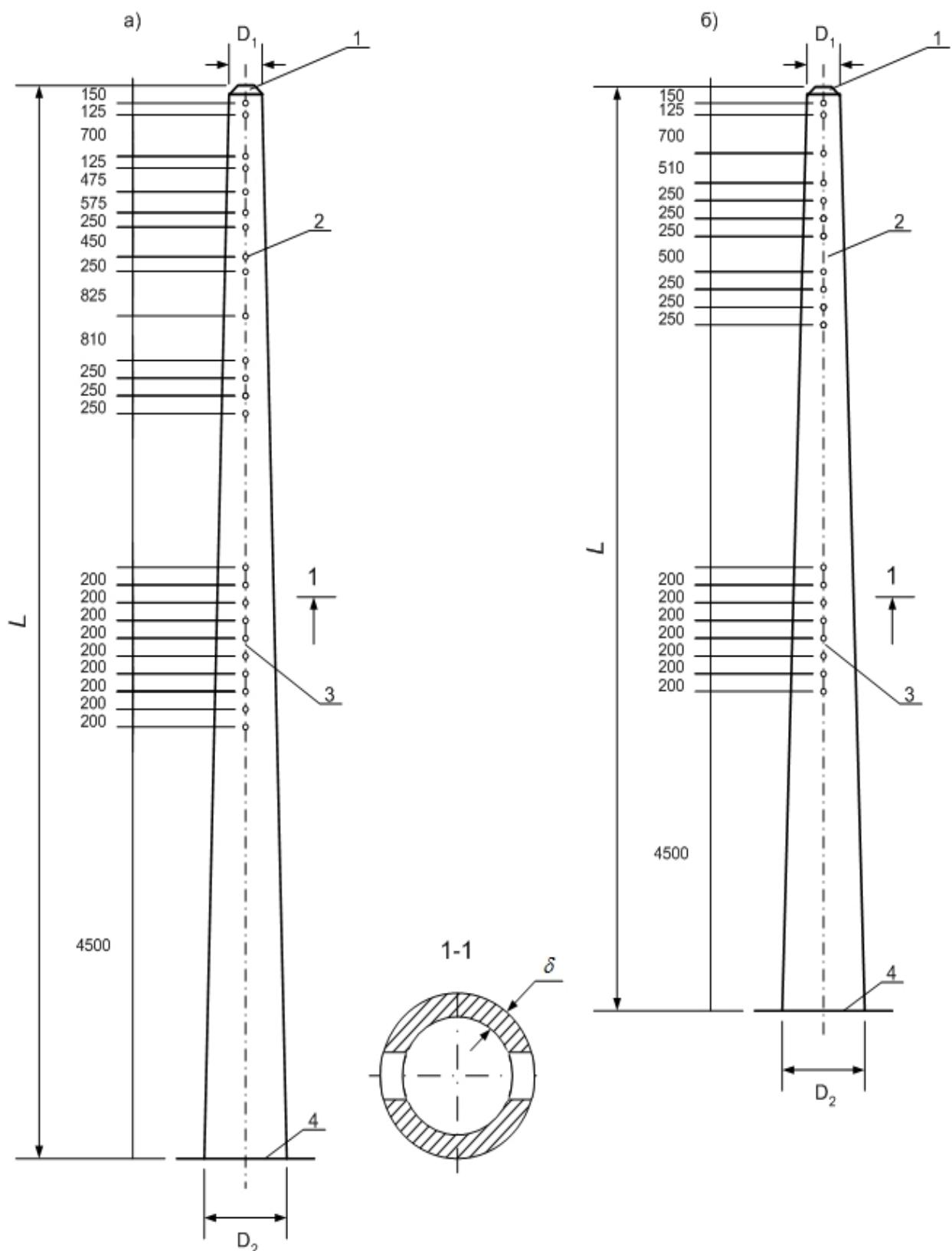


Рис. П.1.1. Основные размеры центрифугированных стоек:
 (а) - стойки длиной 15, 6 м; (б) - стойки длиной 13,6 и 10,8 м; 1 - заглушка верхняя; 2 - отверстия для установки деталей крепления контактной сети; 3 - отверстия для вентиляции; 4 - заглушка нижняя

К – для стоек, предназначенных к применению в газовой среде с сильноагрессивной степенью воздействия.

Пример обозначения стойки:

СС 136.6-2Э, стойка типа СС, длиной 13600 мм, толщиной стенки 60 мм, второй несущей способности – нормативным изгибающим моментом 59 кНм (6,0 тем), предназначеннной для установки на участках постоянного тока с расчетной температурой наружного воздуха выше -40°C при слабо и среднеагрессивной газовой среде.

Марки стоек, их показатели и количество арматуры в них приведены в табл.П.1.2.

Схема армирования стоек со смешанным армированием показана на рис.П.1.2.

1.5. Для изготовления стоек должен применяться бетон низкой влагопроницаемости. Для обеспечения требуемых характеристик несущей способности, жесткости и трещиностойкости его прочность для стоек первой несущей способности должна быть не ниже марки 400 (класс В35), для остальных групп несущей способности – не ниже марки 500 (класс В40).

При эксплуатации стоек в районах с расчетной температурой наружного воздуха выше -40°C марка бетона по морозостойкости должна быть не ниже 150, при расчетной температуре наружного воздуха ниже -40°C – не ниже 200.

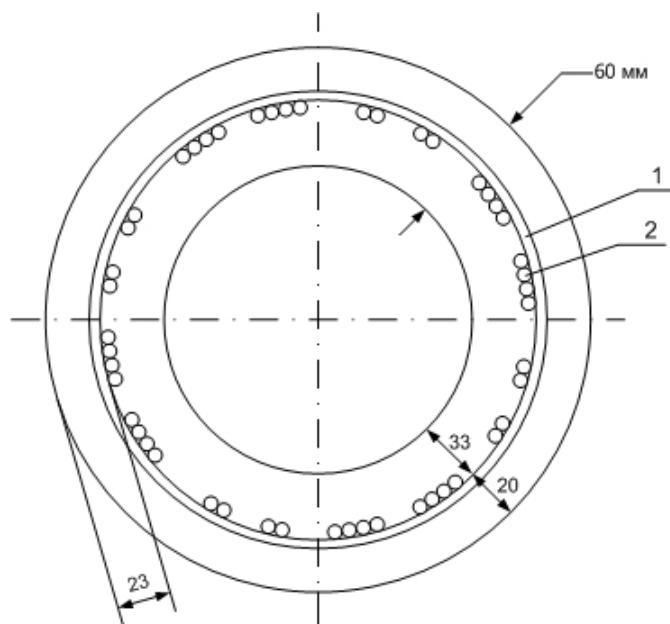
1.6. Для обеспечения устойчивой работы автоблокировки и защиты от электрокоррозии во всех отверстиях стойки должны быть изолирующие втулки, обеспечивающие электрическое сопротивление между закладными деталями и арматурой не менее 10 кОм (при сухой поверхности бетона, изолирующих элементов и деталей для крепления консолей и кронштейнов).

Таблица П.1.2.

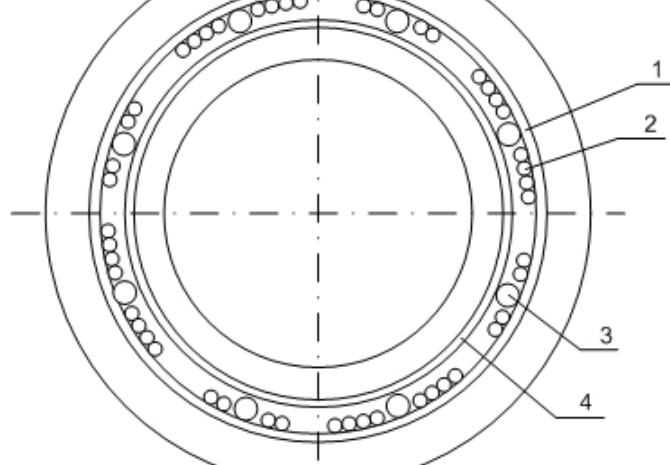
Обозначение несущей способности стоек	Марка стоек	Нормативный изгибающий момент кН·м (тсм)	Количество проволок при диаметре, мм		Диаметр стержней, мм
			04	05	
-	СЖБК	44	32	24	-
		59	40	32	-
-	СК	44	24	16	-
		59	40	32	-
		79	56	40	-
-	СКУ	44	32	24	-
		59	48	32	-
		79	64	48	-

1	2	3	4	5	6
-	СКЦ	44 59 78	32 48 64	24 32 48	- - -
1	C 108.6-1 CO 108.6-1	44(4,5)	32	24	10
2	C 108.6-2 CO 108.6-2 CC 108.6-2	59(6,0)	48	32	12 12
	СП 108.6-2 CT 108.6-2	59(6,0)	-	-	12
3	C 108.6-3 CO 108.6-3 CC 108.6-3	79(8,0)	64	48	14 12
	СП 108.6-3 CT 108.6-3	79(8,0)	-	-	14 14
4	C 136.7-4 CO136.7-4 CC 136.7-4	98(10,0)	-	56	14 14
	СП 136.7-4 CT 136.7-4	98(10,0)	-	-	14/16 16
5	C 156.6-5 CC 156.6-5	49(5,0)	32	24	12
6	C 156.6-6 CC 156.6-6	66(6,7)	48	32	12
7	C 156.7-7 CC 156.7-7	88(9,0)	64	48	12
8	C 156.7-8 CC 156.7-8	111(11,3)	-	56	14
9	CCA 100.6-3 CCA100.7-4 CCA120.6-3 CCA120.7-4	79(8,0) 98(10,0) 79(8,0) 98(10,0)	64 64	48 56 48 56	12 14 12 14

а) Тип С



б) Тип СС (СО)



в) Тип СП (СТ)

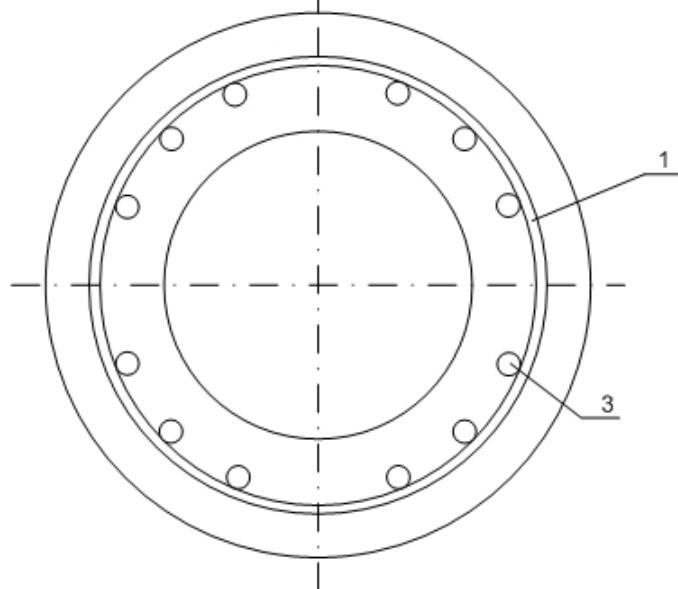


Рис. П.1.2. Схема армирования различных типов стоек:

1 - спираль; 2 - струны из высокопрочной проволоки; 3 - стержневая арматура; 4 - монтажное кольцо

Для проведения диагностики все стойки должны иметь диагностический вывод.

1.7. Для предотвращения коррозии арматуры и обеспечения требуемой долговечности стоек, номинальная толщина защитного слоя бетона до рабочей арматуры во всех марках стоек должна составлять 23 мм, а отклонения от этой величины не должны превышать ± 5 мм. Во всех случаях минимальная толщина защитного слоя должна составлять 16 мм.

1.8. После изготовления, отклонения фактических размеров стоек от номинальных, приведенных в табл.П.1.1 не должны превышать: по длине ± 20 мм; по диаметру ± 5 мм.

1.9. Отклонения по толщине стенки не должно превышать +30 и -5 мм. Отклонение фактических размеров диаметров отверстий в стойках от номинального не должно превышать ± 2 мм, а отклонения фактических расстояний между ними не должно превышать ± 2 мм.

1.10. Непрямолинейность образующей поверхности стоек не должна превышать:

- на всю длину – 13 мм;
- на длине 2 м – 3 мм.

1.11. Поверхность стоек должна быть чистой, гладкой и не иметь ржавых пятен. Размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности стоек не должны превышать, мм:

- по диаметру раковин -6;
- по глубине раковин – 3;
- по глубине впадин и высоте наплывов -3.

Общее число раковин на длине 2 м не должно превышать одной.

В местах стыка полуформ, высота уступа не должна превышать 3 мм, а местные наплывы бетона в этих местах не должны превышать величины 5 мм по высоте (глубине) и ширине 2 мм.

1.12. Отколы бетона на наружной поверхности стоек не должны иметь глубину более 5 мм и длину более 50 мм. Общее число отколов не должно превышать одного откола на длине 1 м стойки.

1.13. Поступающие с заводов-изготовителей стойки не должны иметь продольных и поперечных трещин. Допускаются местные поверхностные усадочные трещины раскрытием не более 0,2 мм и длиной 50 мм при числе их по длине на 1 м не более 5. Обвалы бетона на внутренней поверхности стоек не допускаются; проверяются на заводе до установки заглушек.

1.14. Фундаментальная часть стоек длиной 13,5 и 15,6 м должна иметь гидроизоляционное покрытие. Стойки этих длин должны иметь нижние и верхние заглушки.

Торцы стоек длиной 10,8 м должны быть затерты цементным раствором и окрашены изолирующим материалом.

1.15. На стойках должна быть нанесена несмываемая краской маркировка, содержащая марку стойки, ее заводской номер, дату изготовления и обозначение завода-изготовителя.

1.16. Хранение стоек должно осуществляться на ровных площадках в штабелях, высотой не более 5 рядов. Между рядами должны быть уложены прокладки, расположенные на расстоянии $1/5$ длины от каждого торца стойки.

**КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ**

Таблица 1

Классификация дефектов консольных железобетонных опор контактной сети

Индекс	Описание	Возможные причины
1	2	3
Основные повреждения центрифугированных опор		
1Ц	Местные выколы бетона с обнажением арматуры, сквозные отверстия в стенке опор	Механические повреждения. Наличие в бетоне активного заполнителя с пониженной морозостойкостью
2Ц	Выветривание поверхностного слоя бетона в наземной части	Попеременное замораживание и оттаивание в увлажненном состоянии
3Ц	Электрохимическая коррозия арматуры в надземной части	Нарушение пассивности арматуры в бетоне
4Ц	Электрокоррозионные разрушения арматуры в подземной части опор, в стаканной части фундаментов	Стекание тока с арматуры при нарушении средств защиты
5Ц	Продольные трещины в надземной и подземной частях опор	Ограничение температурно-влажностных деформаций бетона в результате замкнутости сечения. Неравномерное увлажнение или обжатие бетона усилием предварительного напряжения арматуры, попеременное замораживание и оттаивание бетона
6Ц	Поперечные трещины	Временная перегрузка опоры в процессе монтажа. Меньшая мощность опоры, чем это требуется по действующим на нее нагрузкам
7Ц	Сетка продольных трещин на поверхности опоры в надземной части	Повышенная усадка. Чрезмерное обжатие бетона усилием предварительного напряжения арматуры, воздействие внутренних напряжений при замораживании и оттаивании бетона
8Ц	Отслаивание бетона, вертикальные трещины, выходящие из фундаментов	Давление продуктов коррозии арматуры при электрокоррозии

1	2	3
Основные повреждения фундаментов металлических и железобетонных опор		
1Ф	Сколы ребер в надземной части	Механические повреждения в процессе монтажа или эксплуатации
2Ф	Выветривание поверхностного слоя бетона	Агрессивность окружающей среды. Попеременное замораживание и оттаивание в увлажненном состоянии
3Ф	Электрохимическая коррозия арматуры и анкерных болтов в надземной части	Отсутствие защитного слоя или потеря им защитных свойств
4Ф	Электрокоррозионный износ анкерных болтов и арматуры в подземной части	Воздействие токов утечки
5Ф	Продольные трещины в стенках стаканных фундаментов и в оголовках призматических фундаментов	Давление при замерзании воды в полости стакана. Давление от монтажных клиньев при их набухании. Давление от гидроиздатков при вибропогружении фундаментов
6Ф	Поперечные трещины в надземной и подземной частях фундаментов	Меньшая мощность фундаментов, чем это требуется по действующим на нее нагрузкам. Выключение из работы арматуры и анкерных болтов в результате потери сцепления их с бетоном. Уменьшение прочности бетона в результате коррозии и попеременного замораживания и оттаивания
7Ф	Сетка трещин на поверхности фундаментов в надземной части	Повышенная усадка бетона. Кристаллизация солей в поровом пространстве цементного камня, недостаточная морозостойкость бетона

Таблица 2
Классификация повреждений металлических конструкций

Индекс	Описание	Возможные причины
1	2	3
1м	Разрушение защитного покрытия	Изменение цвета и вспучивание, сетка трещин, отслаивание и шелушение Солнечная радиация, наличие агрессивных газов и воды
2м	Поверхностная корро-	Наличие агрессивных газов и воды, разру-

1	2	3
	зия основных несущих элементов	шение или слабые защитные свойства покрытия
3м	Местная коррозия:	
3.1м	Пятнами, язвами, точечная, сквозная	Неравномерность агрессивного воздействия механических напряжений, неравномерность состава и структуры металла, дефекты структуры металла, инородные включения
3.2м	Нитевидная	
4м	Расслоение металла	Дефекты в металле
5м	Трещины:	
5.1м	В конструктивных элементах	Высокие растягивающие напряжения, концентраторы напряжений, усталость
5.2м	В накладках, косынках	То же
5.3м	В сварных швах	Высокие растягивающие напряжения, нарушения технологии сварки
5.4м	В болтах, заклепках	Большие усилия, коррозия, повреждения, концентраторы усилий
6м	Погнутости:	
6.1м	Растянутых конструктивных элементов	Перегрузка в процессе транспортировки, монтажа, случайных воздействий
6.2м	Сжатых конструктивных элементов	То же
7м	Щелевая коррозия	
8м	Ослабление стяжных болтов и заклепок	Вибрация, износ, усталость
9м	Неправильная установка ригеля или блоков в нем	Нарушения технологии монтажа

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

1. Общие положения

1.1. Данный метод применим для оценки прочности бетона и несущей способности эксплуатируемых центрифугированных опор контактной сети. Он основан на зависимости параметров распространения ультразвуковых колебаний от состояния структуры бетона.

1.2. Ультразвуковой метод позволяет провести оценку состояния центрифугированных железобетонных стоек опор контактной сети, несущая способность которых в процессе эксплуатации изменяется вследствие деструктивных процессов, происходящих в бетоне под воздействием климатических факторов внешней среды, под влиянием вибраций от подвижного состава и других факторов.

Ультразвуковой метод не распространяется на случаи оценки несущей способности, когда снижение несущей способности стоек происходит вследствие коррозии арматуры конструкций в надземной их части.

Метод может быть использован для обнаружения электрокоррозионных повреждений арматуры в подземной части опор при их обследовании с откопкой. Метод также может быть использован для оценки прочности бетона двутавровых железобетонных опор и фундаментов.

1.3. Для оценки несущей способности опор рекомендуется использовать ультразвуковые приборы, работающие в условиях применения датчика с сухим акустическим контактом. В качестве таких приборов необходимо применять прибор УК-1401М (УК-1401). При использовании этого прибора измерения проводятся с внешней поверхности конструкций по методу поверхностного прозвучивания, что упрощает оценку прочности бетона и не требует доступа к внутренней поверхности опор.

1.4. Для повышения достоверности ультразвукового контроля рекомендуется регулярно проводить повторные измерения одних и тех же опор, что позволяет наблюдать за развитием деструктивных процессов в бетоне и своевременно заменять опоры.

Полезным может оказаться применение ультразвуковых приборов при обследовании опор, где разрушение бетона связано с коррозией (электрокоррозией) арматуры, а также при оценке качества новых опор.

2. Контроль несущей способности предварительно-напряженных центрифугированных стоек

Показатели прочности бетона и опор.

Оценка прочности бетона и несущей способности эксплуатируемых пор с помощью ультразвука производится по трем показателям:

1. По показателю П1, представляющему собой время распространения ультразвука в бетоне в поперечном по отношению к продольной оси опоры направлении на заданной базе измерений.

2. По показателю П2, представляющему собой отношение времени распределения ультразвука в поперечном направлении ко времени его распространения в продольном направлении опоры при одинаковой базе измерений в том и другом направлениях.

Физически показатель П2 характеризует степень насыщения бетона микроповреждениями и является основным при оценке состояния стоек и их отбраковке.

3. По показателю П3, представляющему собой время распространения переднего фронта ультразвуковой волны в бетоне и характеризующему состояние структуры бетона.

2.1.2. Показатели П1, П2 и П3 при оценке прочности бетона и несущей способности опор применяются совместно. Устанавливаются следующие допустимые значения этих показателей, при которых прочность бетона и, соответственно, несущая способность конструкций находятся в пределах, установленных проектом и стандартами на эти конструкции:

1. Показатель П1 – для всех видов стоек не более 36 мкс при измерении прибором УК-1401М (УК-1401) на базе измерений 150 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рекомендуется при обследовании опор ультразвуковым методом устанавливать нормативное значение показателя П1 дифференцированно для каждого участка или перегона, где установлены однотипные опоры, одного года изготовления и одного и того же завода-изготовителя. Для этих опор в качестве нормативного значения показателя П1 следует использовать среднее значение времени распространения ультразвука поперек опор, полученные из данных измерений на не менее, чем 25 опорах, у которых показатель П2 не превышал величину 1.1.

2. Показатель П2 не более 1.1.

3. Показатель П3 не превышает 2,0-5,0 мкс. Допускается при показателе П1 менее 36 мкс и показателе П2 менее 1.1. показатель П3 при оценке прочности бетона и несущей способности опор не использовать и не производить его измерение.

Показатель П3 следует использовать преимущественно в случаях, когда показатель П1 превышает значение 36 мкс, а показатель П2 находится в пределах менее 1.1. В этом случае значение показателя П3 в пределах более 2,0-5,0 мкс свидетельствует об особенностях состава бетона. Опоры с такими показателями относятся к конструкциям, имеющим установленную проектами и стандартами несущую способность.

2.1.3. Устанавливаются предельные значения показателей П1, П2, при которых прочность бетона и, соответственно, несущая способность опор

снижается ниже уровня, необходимого для восприятия нормативных нагрузок:

1. Показатель П1 – при измерениях прибором УК-1401М (УК-1401) на базе 150 мм – более 48 мкс.

2. Показатель П2 – более 1,4.

При данных показателях П1 и П2 измерение показателя П3 не требуется.

При отмеченных значениях показателей П1 и П2 опора считается исчерпавшей свой ресурс, относится к остродефектным, и полежат замене. До замены необходимо проводить разгружающие мероприятия (установка оттяжек, шпренгелей, снятие проводов и т.д.).

2.1.4. Для промежуточных состояний опор, когда значения показателей П1 и П2 больше допустимых, но меньше предельных величин, несущая способность конструкций приближенно оценивается по показателю П2 в соответствии с табл.П3.1.

Таблица П.3.1.
Несущая способность стоек в зависимости от показателя П2

	Показатель П2						
	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
Несущая способность стоек (кратность по отношению к Mn)	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

В табл.П.3.1 Mn обозначает нормативный момент, указанный в обозначении типа опоры, тсм. Для опор типа СЖБК 4,5 Mn равен 4,5 тсм, для опор СК6/13,6 он равен 6 тсм и т.д.

2.1.5. Рекомендациями табл.П.3.1 целесообразно пользоваться, когда П1 превышает значения 36 мкс при измерениях прибором УК-1401М (УК-1401), при значениях П1 меньше 36 мкс необходимо проводить уточненное определение несущей способности опор. Оно выполняется в следующем порядке:

1. Устанавливают зависимость между прочностью неповрежденного бетона и показателем П1. В качестве неповрежденного бетона используется бетон подземной части опор при отсутствии видимых следов почвенной или электрической коррозии. Для этого опора раскапывается до уровня, где показатель П2 не превышает значения 1,1, выдерживается в таком состоянии несколько дней для выравнивания температуры и влажности бетона надземной и подземной частей и затем определяется показатель П1. Прочность бетона в зависимости от названного показателя определяется по табл.П.3.2.

Таблица П.3.2.

Прочность центрифугированного бетона в зависимости от показателя П1

П1, мкс для приборов УК -1401М (УК-1401)	Прочность неповрежденного бетона, кгс/см ²	П1, мкс для приборов УК -1401М (УК-1401)	Прочность неповрежденного бетона, кгс/см ²
1	2	3	4
31,2	724,0	34,4	478,0
31,6	704,0	34,8	452,0
32,3	645,0	35,2	426,0
32,6	616,0	35,5	400,0
33,0	588,0	35,9	374,0
33,4	560,0	36,2	348,0
33,7	532,0	36,6	322,0
34,1	508,0	37,0	296,0

2. По полученному значению прочности неповрежденного бетона и показателю П2 в надземной части по табл.П.3.3 определяется прочность поврежденного бетона в надземной части.

3. По данным о фактической прочности поврежденного бетона определяется несущая способность опор. Для этого может быть использована табл.П.3.4, в которой содержатся значения несущей способности опор типа СЖБК и СК при различной прочности бетона.

В табл. П.3.4 даны кратности значения несущей способности опор от нормативного изгибающего момента. Несущая способность опор в зоне пятых консоли дана также в долях от нормативного момента. При определении требуемой несущей способности опор необходимо исходить из условия, что в уровне условного обреза фундамента в соответствии с нормативно-технической документацией для нормальной эксплуатации несущая способность опор должна быть не менее 1,6 Мн, в зоне пятых консоли – 0,8 Мн.

2.2. Проведение измерений

2.2.1. Для проведения измерений времени распространения ультразвука в бетоне стоек рекомендуется использовать прибор УК-1401М (УК-1401).

Перед измерениями прибор должен быть настроен и проверен на соответствие требованиям инструкции по эксплуатации.

Таблица П.3.3.

Прочность поврежденного бетона в надземной части опор
в зависимости от показателя П2

Прочность поврежденного бетона, кгс/см ²	Показатель П2						
	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
Прочность поврежденного бетона, кгс/см ²							
1	2	3	4	5	6	7	8
296,0	176	160	144	125	106		

1	2	3	4	5	6	7	8
322,0	192	174	156	136	115		
348,0	208	186	168	147	125		
374,0	224	202	180	158	135		
400,0	240	216	192	169	145	121	98
426,0	256	230	205	180	154	129	104
452,0	272	244	218	191	164	137	110
478,0	287	258	230	202	173	145	117
505,0	303	273	243	213	183	153	123
532,0	319	288	256	225	193	161	130
560,0	336	303	270	236	203	170	137
588,0	353	318	283	248	213	178	144
616,0	370	333	296	260	223	186	151
645,0	387	349	311	272	234	196	157
704,0	423	381	339	297	255	214	172
724,0	435	392	349	306	263	220	177

Таблица П.3.4.
Несущая способность опор в зависимости от прочности поврежденного бетона в надземной части

Прочность поврежденного бетона, кгс/см ² (см.табл.П.3.3)	Несущая способность опор в долях от Мн					
	СЖБК-4,5		СЖБК-6		СК-6 (СКУ-6)	СК-8 (СКУ-8)
	УОФ	ПК	УОФ	ПК	УОФ	УОФ
1	2	3	4	5	6	7
100	0,86	0,28	0,52		0,855	0,51
150	1,39	0,65	1,03	0,34	1,35	0,98
200	1,75	0,92	1,48	0,63	1,72	1,36
250	2,0	1,12	1,74	0,85	2,0	1,68
300	2,18	1,27	1,93	1,02	2,22	1,94
350	2,31	1,39	2,07	1,15	2,4	2,16
400	2,42	1,49	2,18	1,25	2,55	2,34

УОФ – условный обрез фундамента; ПК – пята консоли.

2.2.2. После настройки прибора и приведения его в рабочее состояние порядок измерений следующий:

1. По технической документации или с помощью прибора ИЗС-10Н устанавливается тип опоры (СЖБК, СК, ЖБК) и ее нормативный момент (4,5; 6,0).

2. Осматривают наружную поверхность опоры, устанавливают имеющиеся повреждения, их количество, расположение. Особо выделяют отдельные продольные трещины, зоны и расположения, а также визуально различимую сетку мелких трещин.

Все данные по повреждениям заносят в карту измерений.

3. Определяют участки измерений. Количество этих участков зависит от типа стойки и степени повреждения последней. Для стоек типа СЖБК, не имеющих отверстий в вершинной части, необходимо проводить измере-

ния не менее, чем на двух участках – на высоте 1,2-1,5 м от поверхности земли и в зоне ниже пяты консоли на 0,5-0,7 м. Для других типов стоек (типа СК), имеющих отверстия в вершинной части, достаточно одного участка – в нижней части опоры.

Выбранные для измерений участки должны располагаться в наиболее нагруженной части сечения опор, т.е. в сжатой зоне конструкций, расположенной со стороны пути или в плоскости действия наибольшего изгибающего момента. При необходимости в особо сложных случаях число участков увеличивается в зависимости от расположения опоры, действующих на нее нагрузок и наличия повреждений.

Обязательным является проведение измерений в зоне сетки трещин независимо от высоты расположения ее над землей.

4. В выбранных участках при наличии продольных трещин измерения проводятся между трещинами. В случае сетки мелких трещин, прибор устанавливают в сжатой зоне таким образом, чтобы в базу измерений попадало наибольшее число этих трещин. В зоне контакта ультразвуковых преобразователей с поверхностью бетона не должно быть раковин, выбоин и воздушных пор глубиной более 3 мм и диаметром более 6 мм. Места измерений должны быть очищены от грязи, краски и других материалов, могущих оказать влияние на результат измерений.

Не рекомендуется измерение поперек опоры проводить через шов полуформ. Целесообразно прибор устанавливать таким образом, чтобы шов полуформ находился вне базы измерений.

5. Измерения начинают с нижнего участка опоры. В выбранном участке подготавливают поверхность опоры в соответствии с рекомендациями предыдущего пункта и намечают линии прозвучивания в поперечном и продольном направлении. Затем включают прибор и, прикладывая к поверхности опоры, снимают показания прибора при положении прозвучающего устройства прибора поперек опоры и вдоль нее. При этом добиваются стабильных показаний прибора. Затем прибор смещают от первоначального места на 100-150 мм и измерения повторяют вновь. После этого прибор вновь смещают на 100-150 мм и измерения повторяют в той же последовательности. На каждом участке производят не менее трех измерений.

6. Используя лестницу или выдвижную площадку дрезины, оператор затем поднимается к пяте консоли. В этом месте поверхность опоры подготавливают для измерений аналогичным образом, как и в нижней части опоры, и затем производят по три измерения времени распространения ультразвука поперек опоры и вдоль нее. При чистой гладкой поверхности центрифугированных опор предварительную подготовку ее можно не производить.

7. При необходимости измерения по приведенной методике повторяют и для других участков. Во всех случаях следует строго соблюдать технику безопасности при работе на электрифицированных линиях.

Измерения рекомендуется проводить в сухую погоду при относительной влажности воздуха не выше 90% и температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

После периода длительных дождей следует начинать измерения не ранее, чем через 1-2 дня, необходимых для приобретения бетоном воздушно-сухого состояния. При кратковременных дождях измерения можно начинать после подсыхания поверхности опор.

8. При проведении измерений необходимо проводить качественный анализ получаемых результатов. Необходимо добиваться устойчивых показаний прибора путем многократного прикладывания прозвучающего устройства в одни и те же места. Прозвучающее устройство при этом необходимо прикладывать к поверхности бетона с небольшим нажатием (порядка 4 кгс). Случайные чрезвычайно малые или чрезвычайно большие показания необходимо отбрасывать на стадии измерений. Вносимые в таблицу значения времени распространения ультразвука не должны отличаться между собой более, чем на 5%. Неустойчивые показания прибора характерны при измерениях на опорах с дефектной структурой бетона, что является дополнительным признаком снижения прочности бетона.

В стойках с ненарушенной структурой бетона, как правило, наблюдаются стабильные показания прибора.

9. При измерениях времени распространения ультразвука вдоль опоры во избежание ошибок от влияния продольной арматуры рекомендуется датчики прибора располагать между пучками арматуры. Положение последних целесообразно определять с помощью прибора ИЗС-10Н. В поперечном направлении арматура практически не влияет на показания прибора.

10. При измерениях времени распространения ультразвука в подземной части опор откопку следует вести на глубину 0,5-0,7 м со сторонынейтральной зоны опоры. Размер котлована должен быть таким, чтобы в него мог опуститься оператор и произвести измерения.

2.3. Обработка результатов измерений.

2.3.1. На основании отдельных измерений времени распространения ультразвука в бетоне, полученных на выбранных участках опоры, определяется среднее значение времени распространения ультразвука в поперечном и в продольном направлении.

2.3.2. По полученным средним значениям времени распространения ультразвука в поперечном и продольном направлениях определяется показатель прочности бетона Π_2 . По значению показателей Π_1 и Π_2 оценивается несущая способность опор.

3. Контроль несущей способности ненапряженных центрифугированных стоек

3.1. Несущая способность ненапряженных центрифугированных стоек (ЖБК) в значительной степени обеспечивается за счет стержневой ненапряженной арматуры. Влияние прочности бетона на несущую способность этих

стоеч более слабое, чем у стоек с предварительно-напряженной арматурой. По данной методике оценивается прочность предварительно-напряженных опор со смешанным армированием типа СС, а также опор типа СТ, СП.

3.2. Для оценки прочности бетона и несущей способности центрифугированных ненапряженных стоек устанавливаются следующие допускаемые значения показателей П1 и П2, при которых несущая способность опор находится в пределах, определенных проектом на эти опоры:

1. П1 – не более 48 мкс при измерениях прибором УК-1401М (УК-1401).

2. П2 – не более 1,2.

3.3. Устанавливаются предельные значения показателей П1 и П2, при которых ресурс опор считается исчерпанным и они подлежат замене:

1. Показатель П1 – более 72 мкс при измерениях прибором УК-1401М (УК-1401).

2. Показатель П2 – более 1,6.

3.4. При промежуточных значениях показателей П1 и П2 прочность бетона и несущая способность опор приблизительно может быть оценена по табл.П.3.5.

Таблица П.3.5.

Несущая способность опор ЖБК в зависимости от показателя П2

	Показатель П2				
	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Несущая способность опор	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

3.5. Методически измерения следует проводить в том же порядке, что и при измерениях на предварительно-напряженных стойках, при этом не требуется измерения в зоне пяты консоли.

4. Контроль состояния подземной части опор на участках постоянного тока

4.1. На участках постоянного тока существует опасность электрокоррозионного разрушения подземной части опор. В этой части под влиянием токов утечки арматура подвергается коррозии, а в бетоне возникают деструктивные процессы, появляются микро- и макротрещины.

4.2. Для обнаружения электрокоррозионных повреждений арматуры и бетона в подземной части рекомендуется проводить ультразвуковые обследования бетона этой части.

Порядок указанных обследований следующий:

1. Опору откапывают на глубину 0,7-1,0 м, причем размеры котлована должны быть достаточными для проведения в нем измерений.

2. Последовательно цепочкой по всему периметру опоры проводят измерения времени распространения ультразвука в поперечном направлении. Измерения начинают с уровня поверхности земли и затем опускаются все

ниже, примерно через 10-20 см по высоте, проводя отмеченные выше измерения в поперечном направлении.

4.3. Признаками появления электрокоррозии арматуры в подземной части являются:

1. Появление резких различий по времени распространения ультразвука в поперечном направлении в различных местах по периметру опоры.

2. Примерно одинаковое время распространения ультразвука в поперечном направлении на различных участках периметра и по глубине опоры свидетельствует об отсутствии электрокоррозионных повреждений в подземной части опор. Опоры в этом случае следует засыпать и продолжать эксплуатировать без ограничений.

5. Контроль прочности бетона ненапряженных двутавровых железобетонных опор и фундаментов

5.1. Контроль прочности бетона ненапряженных железобетонных опор и фундаментов всех типов и анкеров производится на основании измерения скорости распространения ультразвука в бетоне. При этом зависимость между скоростью ультразвука и прочностью бетона принимается в соответствии с табл. П.3.6.

Таблица П.3.6.

Зависимость между скоростью ультразвука и прочностью бетона

Скорость, м/с	Прочность	Скорость, м/с	Прочность
3000	47	3300	77
3050	52	3350	84
3100	56	3400	90
3150	62	3450	98
3200	66	3500	108
3250	72	3550	117
3600	127	4100	295
3650	137	4150	320
3700	150	4200	350
3750	165	4250	380
3800	180	4300	415
3850	192	4350	455
3900	210	4400	490
3950	230	4450	525
4000	247	4500	550
4050	270		

5.2. Измерение скорости ультразвука в бетоне следует производить прибором УК-1401М (УК-1401), предварительно переведя его в режим измерения скорости.

Прибор при измерении скорости ультразвука в бетоне следует устанавливать в направлении, поперечном расположению рабочей арматуры. Допускается также измерение скорости ультразвука и вдоль арматуры, но при этом датчики должны быть удалены от стержней не менее чем на 30 мм.

5.3. Измерения должны вестись на участках конструкций, на которых отсутствуют видимые трещины, грязь, недопустимые раковины. Для измерений поверхность должна быть очищена, а в местах установки датчиков должен быть снят верхний слой поврежденного бетона: в монолитных фундаментах на глубину не менее 10 мм, в сборных опорах и фундаментах – на глубину 2-5 мм.

5.4. Измеренная прочность бетона должна отличаться от проектной не более чем на 25% в сторону уменьшения. При большем отклонении прочности принимаются меры либо по усилению, либо по замене конструкций.

ДИАГНОСТИКА АНКЕРНЫХ БОЛТОВ ФУНДАМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПРИБОРОМ А-1220

1. Общие положения

1.1. Ультразвуковой прибор А-1220 предназначен для диагностики анкерных болтов диаметром 24-36 мм фундаментов металлических опор контактной сети. Он может быть использован также для оценки состояния анкерных болтов фундаментов металлических прожекторных мачт.

1.2. Прибор А-1220 позволяет проводить диагностику анкерных болтов фундаментов без откопки при доступе только к верхней торцевой поверхности болтов.

Болты, закрытые бетонными оголовками, должны быть очищены от бетона оголовков до металлических частей пяты башмака опор.

1.3. Прибор А-1220 позволяет проводить диагностику цельных анкерных болтов длиной до 3,5 м. При составных анкерных болтах прибор позволяет проводить диагностику только верхнего участка анкерного болта до места его сварки с арматурным стержнем.

2. Диагностические признаки

2.1. Прибор А-1220 работает по принципу «Эхо-сигнала», при котором состояние болта оценивается по наличию и качеству отраженного от противоположного торца болта ультразвукового сигнала при его продольном прозвучивании.

2.2. Основными диагностическими признаками являются:

- отсутствие отраженного от противоположного торца болта сигнала. В этом случае на поверхности болта отсутствует коррозия, контактная зона между болтом и вследствие этого сигнал уходит в бетон и рассеивается (рис.П.4.1);

- появление отраженного от противоположного торца болта сигнала. В этом случае на поверхности болта образуется слой продуктов коррозии, контактная зона между болтом и бетоном нарушается, появляется отражающая сигнал плоскость. Признаком цельности болта является совпадение измерений (путем деления измеренного времени распространения сигнала на скорость ультразвука в металле, равной 4500 м/с) и проектной длины болта, которые для основных типов фундаментов приведены в таблице П.4.1. (рис.П.4.2);

- появление отраженных сигналов с глубины, составляющей меньше проектной длины болта. **Это является признаком обрыва болта.** В этом

случае сигнал отражается от вновь образовавшейся в результате обрыва промежуточной поверхности (рис.П.4.3).

Таблица П.4.1.
Проектные диаметры и длины анкерных болтов
основных фундаментов опор

№№ п/п	Тип фундамента	Размер болтов, мм		№№ п/п	Тип фундамента	Размер болтов, мм	
		d	l _k			d	l _k
1	2	3	4	5	6	7	8
1	K-1-24	24	1160	31	П-II-24	24	1090
2	K-II-24	24	1160	32	П-II-30	30	3030
3	K-II-30	30	1400	33	П-III-24	24	1090
4	K-III-24	24	1160	34	П-III-30	30	3030
5	K-IV-24	24	1160	35	П-IV-24	24	1090
6	K-IV-30	30	1400	36	П-IV-30	30	3530
7	K-IV-36	36	1640	37	П-V-24	24	1090
8	K-V-24	24	1160	38	П-V-30	30	3530
9	K-V-30	30	1400	39	П-VI-24	24	1090
10	K-V-36	36	1640	40	П-VII-24	24	1090
11	K-VI-24	24	1160	41	П-VIII-24	24	1090
12	K-VI-30	30	1400	42	П-VIII-30	30	1330
13	K-VI-36	36	1640	43	П-IX-24	24	1090
14	K-VII-36	36	1640	44	П-IX-30	30	1330
15	K-VIII-24	24	1160	45	П-X-30	30	1330
16	K-IX-24	24	1160	46	П-XI-24	24	1090
17	K-IX-30	30	1400	47	П-XI-30	30	1330
18	K-X-24	24	1160	48	П-XII-24	24	1090
19	K-X-30	30	1400	49	П-XII-30	30	1330
20	K-XI-30	30	1400	50	П-XIII-30	30	1330
21	AK-I-36	36	1640	51	П-XIV-30	30	1330
22	AK-II-36	36	1640	52	П-XV-30	30	1330
23	AK-III-36	36	1640	53	П-XVI-30	30	1330
24	AK-IV-36	36	1640	54	П-XVII-30	30	1330
25	AK-V-36	36	1640	55	П-XVIII-30	30	1330
26	AK-VI-36	36	1640	56	П-XIX-30	30	1330
27	AK-VII-30	30	1330	57	П-XX-36	36	1570
28	AK-VIII-30	30	1330	58	П-XXI-36	36	1570
29	AK-IX-30	30	1330	59	П-XXII-36	36	1570
30	П-II-30	30	3030	60	П-XXIII-36	36	1570

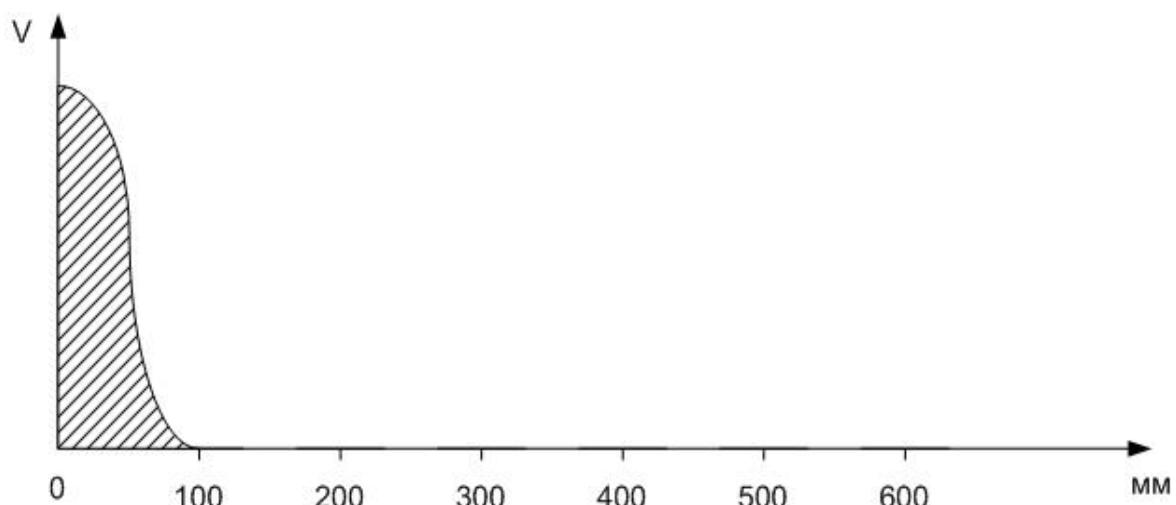


Рис. П.4.1. Прохождение ультразвукового сигнала при отсутствии коррозии болтов

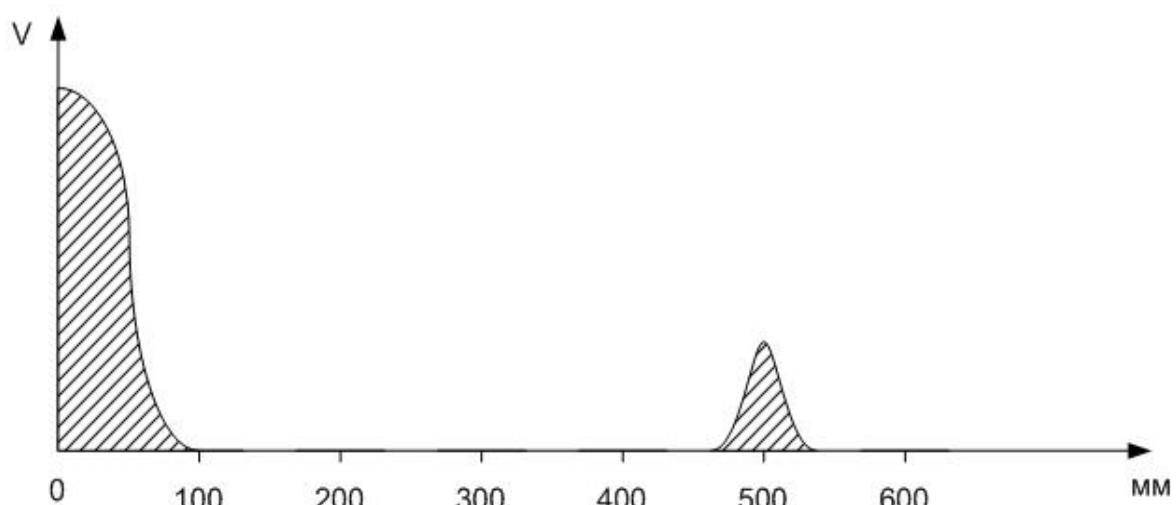


Рис.П.4.2. Прохождение ультразвукового сигнала при наличии коррозии на болтах

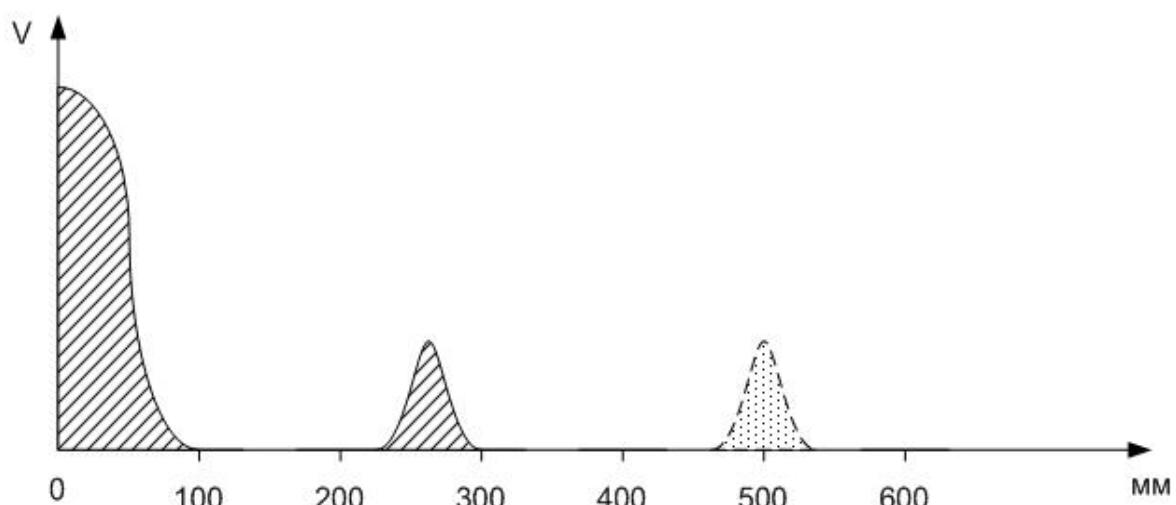


Рис.П.4.3. Прохождение ультразвукового сигнала при **обрыве болта вследствие коррозии**

3. Проведение диагностики

3.1. Перед проведением диагностики необходимо провести подготовительные работы. Верх фундаментов очищается от мусора, грязи, зарослей травы и кустарников, посторонних предметов. Затем обеспечивается доступ к головкам болтов. Для этого на фундаментах, в которых имеются оголовки, вскрываются места расположения болтов и болты очищаются от бетона.

3.2. С помощью абразивного инструмента (напильник, дрели) тщательно выравнивается и зачищается верхняя плоскость болтов для возможности установки на нее датчика прибора.

3.3. На подготовительную верхнюю плоскость болтов наносится слой акустической смазки. В качестве последней может использоваться солидол, глицерин, вазелин и другие смазочные материалы.

3.4. Затем включается прибор, датчик устанавливается на подготовительную плоскость болта и прижимается к ней. Одновременно наблюдают за сигналом на мониторе прибора и появлением отраженных сигналов.

3.5. Поочередно проверяются все болты, причем в первую очередь диагностируются болты, расположенные в растянутой зоне фундаментов.

4. Оценка результатов диагностики

4.1. По характеру и наличию отраженных сигналов в соответствии с признаками п.2 оценивается состояние болтов.

4.2. При появлении на экране монитора прибора отраженных сигналов следует произвести откопку фундаментов и обследовать визуально их подземную часть.

В зависимости от вида и размера, обнаруженных повреждений фундаменты относятся к дефектным или остродефектным.

Приложение 5

ДЕФЕКТНАЯ КАРТОЧКА ОПОРЫ (ФУНДАМЕНТА)

Лицевая сторона карточки

Наименование железной дороги _____
ЭЧ _____ ЭЧК № _____

1. _____ (тип назначения)
2. _____ (год установки, дата последнего ремонта)
3. _____ (способ обнаружения, дата)
4. _____ (дефект, номер)
5. _____ (дата последнего обследования)
6. _____ (состояние искрового промежутка)
7. _____ (год установки)
8. _____ (потенциал «рельс-земля»)
9. _____ (зона)
10. _____ (сопротивление опоры)

Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление
Год	Сопротивление	Год	Сопротивление

11. _____ (причина повреждения)
12. _____ (меры, принятые для лечения опоры)
13. _____ (трудовые затраты)

На обнаружение _____ чел.-ч. _____

На ремонт _____ чел.-ч. _____

Оборотная сторона карточки

14. Подробное описание повреждения (эскиз, фотография)

Подпись _____

ПРИМЕЧАНИЕ: Допускается применять другие формы дефектных карточек, утвержденных Службой электроснабжения железной дороги.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ

Постоянный ток

1. Прибор ПК-2.....	2 шт.
2. Генератор «Поиск».....	1 шт.
3. Ультразвуковой тестер УК-1401М.....	2 шт.
4. Ультразвуковой прибор А-1220.....	1 шт.
5. Мегаомметр М 1101 на 500 В.....	1 шт.
6. Приборы для линейных измерений:	
- лупа с 6-ти кратным увеличением	1 шт.
- неметаллическая рулетка.....	1 шт.
- штангенциркуль.....	1 шт.
7. Бинокль.....	1 шт.
8. Ультразвуковой толщиномер.....	2 шт.
9. Щупы.....	1 копл.

Переменный ток

1. Прибор ПК-2.....	2 шт.
2. Ультразвуковой тестер УК-1401М.....	1 шт.
3. Мегаомметр М 1101 на 500 В.....	1 шт.
4. Приборы для линейных измерений:	
- лупа с 6-ти кратным увеличением	1 шт.
- неметаллическая рулетка.....	1 шт.
- штангенциркуль.....	1 шт.
5. Бинокль.....	1 шт.
6. Ультразвуковой толщиномер.....	2 шт.
7. Щупы.....	1 копл.

ПРИМЕЧАНИЕ: Разрешается также при работе групп диагностики использовать имеющиеся, но снятые с производства прибор М-231.