

**МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Департамент электрификации и электроснабжения

№ К-146-2002

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель Департамента
электрификации и электроснабжения

МПС России

Г.Б. ЯКИМОВ

25 октября 2002 г.

УКАЗАНИЯ
по техническому
обслуживанию и ремонту
опорных конструкций
контактной сети

г. Москва

2003 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К СТОЙКАМ И ФУНДАМЕНТАМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ	5
4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР И ФУНДАМЕНТОВ	9
4.1. Состав работ по техническому обслуживанию опор и фундаментов	9
4.2. Оценка опасности электрокоррозии арматуры	9
4.3. Классификация состояния железобетонных опор и фундаментов по виду и размерам дефектов	13
4.4. Диагностика опор и фундаментов	20
5. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ И РЕМОНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР И ФУНДАМЕНТОВ	25
5.1. Защита железобетонных опор и фундаментов от электрокоррозии	25
5.2. Защита железобетонных опор и фундаментов от атмосферной и почвенной коррозии	30
5.3. Ремонт железобетонных опор и фундаментов	31
6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	37
6.1. Общие положения	37
6.2. Оценка состояния металлических конструкций	37
6.3. Защита от коррозии	41
6.4. Усиление и замена конструкций	42
6.5. Техническое обслуживание и ремонт железобетонных и металлических прожекторных мачт	42
7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ КОНСТРУКЦИЙ	44
8. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОПОРНЫХ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	44
Приложение 1 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ СТОЕК ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ	48
Приложение 2 КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ	55
Приложение 3 УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА И	

НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ.....	58
Приложение 5 ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ	71
Приложение 6 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ОПОР.....	77
Приложение 7 МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ОПОР И ПОТРЕБНОСТИ НА РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ	84
Приложение 8 ДИАГНОСТИКА АНКЕРНЫХ БОЛТОВ ФУНДАМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПРИБОРОМ А-1220	90
Приложение 9 ДЕФЕКТНАЯ КАРТОЧКА ОПОРЫ (ФУНДАМЕНТА).....	95
Приложение 10 ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ	96

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Указания определяют порядок технического обслуживания и ремонта опорных конструкций контактной сети на электрифицированных участках железных дорог. К опорным конструкциям относятся фундаменты, металлические и железобетонные стойки, консоли, кронштейны и тяги контактной сети, ригели жестких поперечин, прожекторные мачты всех типов, опоры линий продольного электроснабжения.

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 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 конструкций.

1.4. Основной задачей технического обслуживания опорных 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 конструкций.

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 конструкций должны осуществляться по технологическим картам. При этом должен осуществляться учет и анализ работоспособности опорных 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.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

ГОСТ 26433.1-89 Система обеспечения точности геометрических параметров в

строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СТОЙКАМ И ФУНДАМЕНТАМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

3.1. Поступающие для замены при эксплуатации и установки при реконструкции и обновлении контактной сети электрифицированных участков железобетонные центрифугированные стойки должны по всем параметрам и характеристикам соответствовать требованиям ГОСТ 19330 и рабочей документации на них.

Соответствие поступающих для ремонтно-эксплуатационных нужд стоек требованиям ГОСТ 19330 проверяется работниками дистанции электроснабжения.

Основные характеристики и параметры железобетонных центрифугированных стоек опор контактной сети различных марок приведены в приложении 1.

3.2. Железобетонные стойки после хранения на складе и транспортировки перед установкой должны быть дополнительно осмотрены и испытаны. В них не должно быть продольных и поперечных трещин, выбоин и отколов, вызванных нарушениями условий транспортирования и хранения. Во всех отверстиях для закладных болтов должны находиться несъемные изолирующие втулки, а под детали крепления консолей и кронштейнов должны быть установлены монтажные втулки-прокладки. Сопротивление между закладными деталями и арматурой должно быть не менее 10 кОм.

Стойки, находящиеся на хранении более 20 лет, кроме того, должны быть проверены на качество бетона с помощью ультразвукового прибора УК-1401. При этом прочность бетона и несущая способность стоек должны соответствовать требованиям ГОСТ 19330.

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 жестких поперечин должны быть оцинкованы или покрыты другим видом покрытия, разрешенного нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

3.4. 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.

3.5. 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.

3.6. Марки и качество фундаментов, на которые устанавливаются стойки должны соответствовать требованиям утвержденной проектной документации и технических условий. На 1 м² поверхности фундаментов допускается не более трех незаделанных раковин и повреждений ребер глубиной не более 10 мм и длиной не более 20 мм (без оголения арматуры). Ширина раскрытия трещин не должна превышать 0,2 мм.

Фундаменты должны иметь гидроизоляционное покрытие всей подземной части, а также части, расположенной выше поверхности грунта на высоту не менее 0,5 м. В стаканных фундаментах в нижней части стакана должны быть вентиляционные отверстия. В клиновидных фундаментах и в фундаментах для установки в скальных грунтах в отверстия для анкерных болтов должны быть установлены изолирующие втулки, а на нижней поверхности оголовков должны быть образованы канавки для стока воды из отверстий.

3.7. Стаканные стыки фундаментов и стоек должны быть заделаны цементно-песчаным раствором. Запрещается для предотвращения замерзания цементно-песчаного раствора применение различных добавок. Не допускается также после отвердения цементно-песчаного раствора оставлять в стыке деревянные монтажные клинья.

3.8. После установки опор и монтажа на них всех поддерживающих устройств до перевода или монтажа контактной подвески необходимо проверить сопротивление цепи заземления (заземляемые стальные детали — заземляющий проводник — рельс — грунт — защитный слой бетона фундаментной части — арматура — изолирующие детали — защитный слой бетона надземной части — заземляемые стальные детали). Это сопротивление на участках постоянного тока при измерениях в сухую погоду должно составлять не менее 10 кОм, на участках переменного тока не менее 1,5 кОм.

Запрещается вводить в эксплуатацию опоры, имеющие сопротивление цепи заземления менее указанных значений.

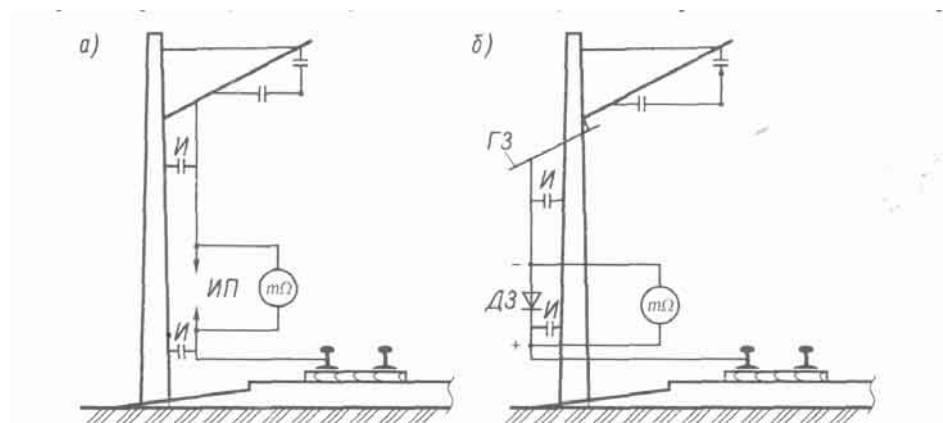


Рис. 1. Измерение сопротивления мегаомметром М1101 на 500 В при индивидуальных заземлениях (а) и при групповых (б):

И — изолятор; ИП — искровой промежуток; ГЗ — трос группового заземления

3.9. Измерение сопротивления цепи заземления опор при отсутствии в рельсах тягового тока или больших бестоковых паузах следует производить мегаомметром М1101 на 500 В по схеме рис. 1,а при индивидуальных заземлениях и по схеме рис. 1,б при групповых заземлениях. В последнем случае «+» прибора (вывод «линия») присоединяется к катоду защитного блока — заземляющему проводнику со стороны рельса, а «-» (вывод «земля») к аноду — заземляющему проводнику со стороны троса группового заземления.

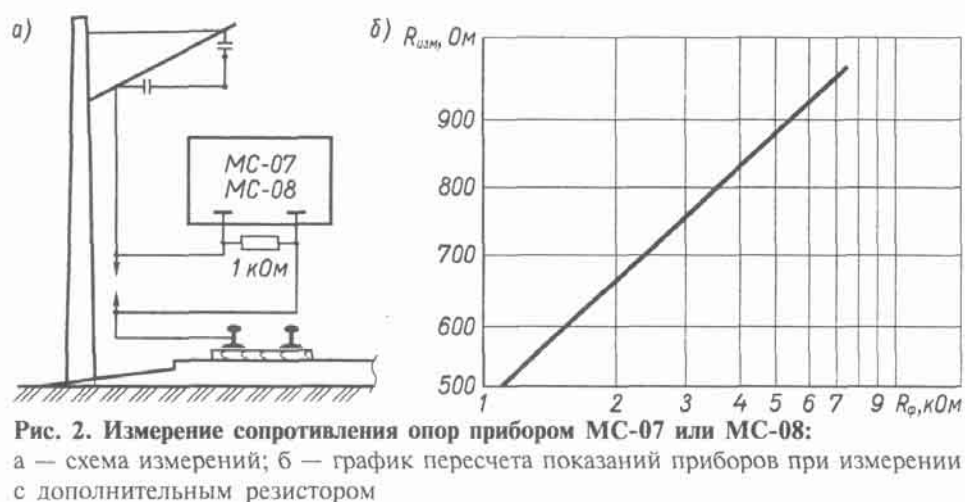


Рис. 2. Измерение сопротивления опор прибором МС-07 или МС-08:
а — схема измерений; б — график пересчета показаний приборов при измерении с дополнительным резистором

При наличии
тягового тока в
рельсах
измерение
сопротивления
цепи
заземления
опор следует
производить
прибором ПК-1

(ПК-1м) или измерителями сопротивления Ф-4103, МС-07 (МС-08) по двухэлектродной схеме рис. 2,а. Если при измерении прибором МС-07 (МС-08) сопротивление оказывается более 1000 Ом, то на вход этого прибора необходимо подключить дополнительный резистор сопротивлением 1000 Ом, а фактическое сопротивление определять по кривой рис. 2,б. При подключении резистора сопротивлением 1000 Ом на вход прибора МС-07 (МС-08) измерение следует производить при установке переключателя в положение «х1». Следует также проверять изоляцию опор от приводов разъединителей и заземляющих проводников роговых разрядников, наличие изоляции между анкерными оттяжками и анкерами.

Проверка изоляции опор от приводов разъединителей и заземляющих проводников роговых разрядников должна производиться приборами ПК-1 (ПК-1м), МС-07 (МС-08) по схемам рис. 3а,б. При отсутствии тягового тока или больших бестоковых паузах в рельсах 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-1 (ПК-1м) и дополнительного источника напряжения типа «Поиск», включаемого в цепь заземления анкерной опоры по схеме рис. 3,в. Появление напряжения на приборе ПК-1 (ПК-1м) при включенном дополнительном источнике напряжения свидетельствует о наличии изоляции между анкером и анкерной оттяжкой.

3.10. Приемку в эксплуатацию опор на вновь электрифицируемых участках после реконструкции и обновления существующих участков необходимо осуществлять одновременно с приемкой контактной сети, руководствуясь при этом требованиями соответствующих разделов СНиП, Нормами по производству и приемке строительных и монтажных работ при электрификации железных дорог (СТН ЦЭ 12-00) и другими действующими ведомственными нормативными документами, а также указаниями МПС.

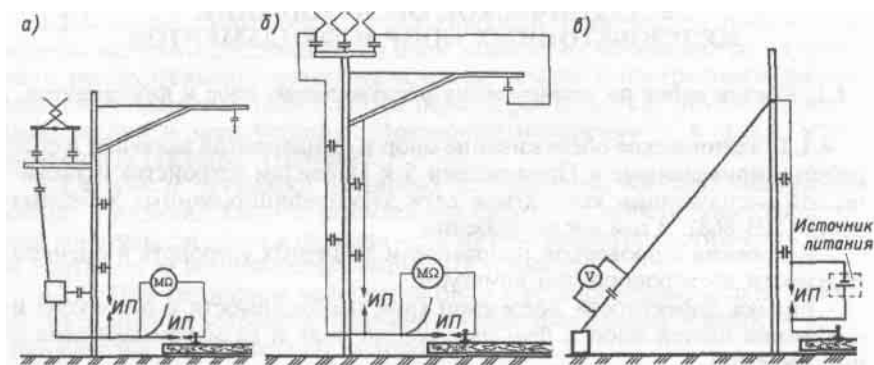


Рис. 3. Проверка изоляции приводов разъединителей (а); роговых разрядников (б); анкеров (в)

3.11. Контроль качества строительно-монтажных работ по установке опор и других опорных конструкций выполняется также работниками дистанций электроснабжения и включает входной контроль рабочей документации, соответствия конструкций требованиям стандартов, технических условий, проектов.

3.12. При входном контроле рабочей документации должна производиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для производства работ.

3.13. При входном контроле конструкций опор, блоков ригелей жестких поперечин, других опорных конструкций необходимо проверять внешним осмотром наличие маркировки, качество внешней поверхности, отсутствие повреждений, наличие и содержание паспортов и сертификатов. Выборочно проверяются отклонения геометрических параметров, толщина защитного слоя бетона железобетонных опор и фундаментов.

3.14. В ходе выполнения строительных работ по устройству опорных конструкций на каждом этапе производства работ должен осуществляться контроль качества выполнения работ с выявлением брака, дефектов и принятием мер по их устранению.

3.15. При приемочном контроле необходимо производить проверку качества выполненных строительно-монтажных работ, а также качество конструкций.

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

Отклонение от вертикали верха установленных мачт не должно превышать $1/100$ высоты мачт, и не более 30 см.

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР И ФУНДАМЕНТОВ

4.1. Состав работ по техническому обслуживанию опор и фундаментов

4.1.1. Техническое обслуживание опор и фундаментов включает в себя работы, приведенные в Приложении 5 к Правилам устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ЦЭ-868). В том числе особенно:

- измерения с проверкой исправности защитных устройств и оценкой опасности электрокоррозии арматуры;
- оценка дефектности подземной (при необходимости с откопкой) и надземной частей опор и фундаментов по виду и размерам дефектов и повреждений;
- диагностика состояния железобетонных опор и фундаментов;
- комплексные измерения на участках постоянного тока сопротивлений опор, токов утечки с арматуры, потенциалов «рельс-земля», составление и корректировка потенциальных диаграмм.

4.1.2. При выполнении технического обслуживания железобетонных опор и фундаментов могут выполняться и другие виды работ. Их характер и объем должны определяться в зависимости от конкретных условий эксплуатации конструкций, срока их эксплуатации и других требований. Вид этих работ, сроки проведения и методики выполнения определяются службой электроснабжения дороги, где возникла необходимость в осуществлении таких работ.

4.2. Оценка опасности электрокоррозии арматуры

4.2.1. Оценка опасности электрокоррозии арматуры производится только на участках постоянного тока в анодных и знакопеременных зонах потенциалов рельсов. В катодных зонах потенциалов рельсов оценка опасности электрокоррозии арматуры не требуется. На участках переменного тока оценка степени опасности электрокоррозии арматуры опор не осуществляется, так как выполнение требований к заземляющим устройствам, обеспечивающим нормальную работу СЦБ (сопротивление опоры должно быть не менее

100 Ом), исключает опасную утечку тягового тока через опоры.

4.2.2. Оценка опасности электрокоррозии арматуры опор и фундаментов производится по косвенным показателям: значению стекающего тока или сопротивлению цепи заземления и потенциалу «рельс-земля». По этим показателям опора считается электрокоррозионно-опасной, если ток утечки через нее превышает 40 мА или сопротивление цепи ее заземления составляет менее 25 Ом на каждый вольт среднего значения положительного потенциала «рельс-земля».

Независимо от значения потенциала «рельс-земля» низкоомные опоры, к числу которых относят все опоры, имеющие сопротивление менее 100 Ом, во всех случаях считаются электрокоррозионноопасными.

4.2.3. Оценка опасности электрокоррозии арматуры по току утечки или по значению сопротивления цепи заземления на каждый вольт среднего положительного потенциала «рельс-земля» с построением потенциальных диаграмм производится первый раз после сдачи участка электрификации в эксплуатацию. Повторные измерения — в сроки, установленные ПУТЭКС (ЦЭ-868).

4.2.4. После установки защитных устройств на все железобетонные опоры с индивидуальным заземлением оценка опасности электрокоррозии арматуры сводится к периодическому измерению сопротивлений опор и контролю за исправностью защитных устройств.

4.2.5. При групповом заземлении опор и установленных в цепь заземления защитных устройствах должна проводиться оценка опасности электрокоррозии от перетекающих токов¹.

Опасность электрокоррозии арматуры от перетекающих токов возникает независимо от длины троса группового заземления при наличии в группе двух и более низкоомных опор.

4.2.6. Определение наличия в заземленной группе низкоомных опор и оценка опасности электрокоррозии арматуры от перетекающих токов производится по величине входного сопротивления группового заземления. Если входное сопротивление группового заземления менее 100 Ом, то это указывает на наличие в групповом заземлении низкоомных опор и существование электрокоррозионной опасности. При входном сопротивлении группового заземления более 100 Ом опасность электрокоррозии арматуры опор, объединенных тросом группового заземления, отсутствует и в таком групповом заземлении не требуется проведения других измерений.

4.2.7. Измерения потенциалов «рельс-земля» при оценке электрокоррозионной опасности выполняют через каждый километр при индивидуальном заземлении опор и в местах

¹ Перетекающий ток — это блуждающий ток, попадающий в опоры из земли через трос группового

присоединения защитных устройств при групповых заземлениях. Измерения выполняют прибором ПК-1 (ПК-1м) или прибором М231 со смещенным нулем. При этом зажим «рельс» прибора ПК-1 (ПК-1м) или положительный зажим прибора М231 соединяют с рельсом, а второй зажим прибора ПК-1 (ПК-1м) или отрицательный зажим прибора М231 — 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.

Контакт с рельсом осуществляется установкой рельсового зажима на подошву или присоединением к стыковому соединению. Измерять потенциал «рельс-земля» на многопутных перегонах следует на рельсовых путях, на которые заземлены опоры.

При измерениях потенциалов «рельс-земля» прибором ПК-1 (ПК-1м) показания записываются автоматически и автоматически вычисляются средние значения положительного и отрицательного потенциалов. При измерениях прибором М231 показания записывают через 10 с в течение 5 мин вручную. Средние значения положительного потенциала «рельс-земля» определяются путем деления суммы измеренных положительных потенциалов на общее количество измерений. Среднее значение отрицательного потенциала «рельс-земля» вычисляется путем деления суммы измеренных отрицательных потенциалов на общее число измерений.

За период измерения должно пройти не менее одного поезда. При редком движении поездов разрешается производить построение потенциальной диаграммы по расчетным данным.

4.2.8. Сопротивление цепи заземления отдельных опор или входное сопротивление группового заземления измеряют прибором ПК-1 (ПК-1м), МС-07(08), АДО, либо двумя приборами М231 по методу «вольтметра-амперметра» (рис. 4а, б). В последнем случае один прибор включают как вольтметр, а второй — как амперметр в рассечку цепи заземления «рельс-опора» или «рельс-трос группового заземления» в месте установки защитного устройства. Показатели обоих приборов записываются синхронно. Деля мгновенное значение разности потенциалов «рельс-земля» на соответствующий ток утечки через конструкцию, определяют сопротивление цепи заземления «рельс-опора». Измерения по методу «вольтметра — амперметра» должны проводиться при разности потенциалов «рельс — земля» в несколько вольт (8 — 10 В).

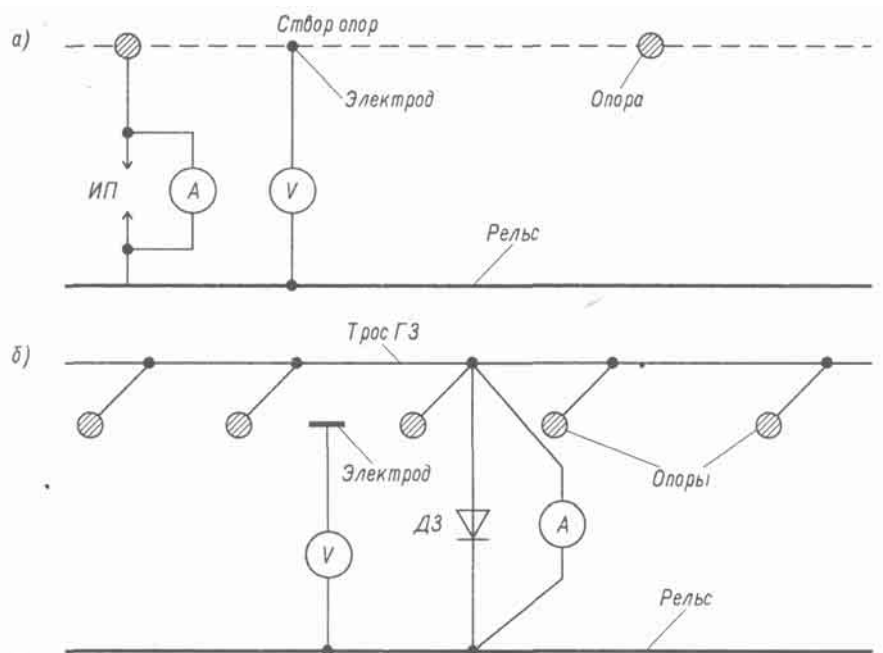


Рис. 4. Схема измерения сопротивления цепи заземления методом вольтметра-амперметра при индивидуальном (а) и групповом (б) заземлении опор

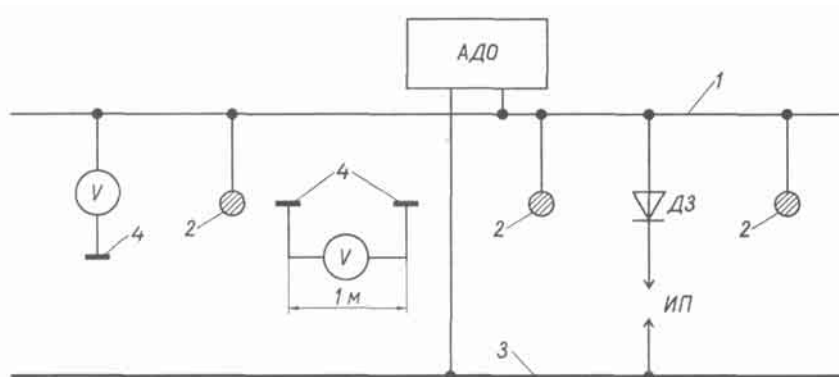


Рис. 5. Схема измерения сопротивления заземления опоры, включенной в групповое заземление, с использованием дополнительного источника тока:
1 — трос группового заземления; 2 — опора; 3 — рельс; 4 — электроды

4.2.9. При групповом заземлении и входном сопротивлении группы менее 100 Ом поиск низкоомных опор должен вестись преимущественно без отсоединения опор от троса группового заземления по методу градиента потенциала. Порядок величины сопротивления заземления опоры $R_{оп}$ в этом методе может быть определен по отношению $\Delta U/U$ (здесь ΔU - градиент потенциала вблизи опоры, U — потенциал «трос-земля»).

$$\begin{array}{l} \Delta U/U > 0,4 > 0,1 > 0,01 \\ R_{оп}, \text{ Ом} < 10 < 100 < 1000 \end{array}$$

Величины U и ΔU определяют с использованием дополнительного источника тока, в качестве которого могут быть использованы генератор «Поиск», приборы АДО, «Диакор» или другие источники постоянного тока. Определение названных величин производят следующим образом. Проверяют исправность защитного устройства. В середине пролета между тросом группового заземления и рельсом подключают источник тока, причем (+) соединяют с рельсом, а (-) с тросом группового

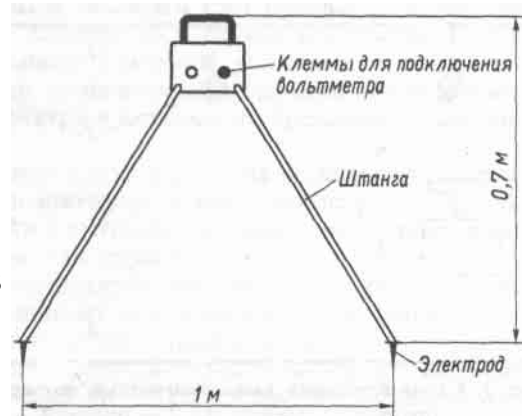


Рис. 6. Электрический зонд ЗД-1

заземления, (рис. 5). При выключенном положении источника тока измеряют потенциал фона земли между двумя переносными заземлителями, один из которых устанавливают непосредственно у фундамента обследуемой опоры, а другой — в 1 м от него в направлении, параллельном рельсовому пути. Вместо переносных заземлителей может быть использован зонд ВНИИЖТ (рис. 6). Затем включают источник тока (либо автоматически периодически включается генератор) и синхронно измеряют потенциал «трос-земля» и градиент потенциала у опоры. Из последнего вычитают значение градиента фона земли и получают значение ΔU . По измеренным значениям U и ΔU определяют порядок значения сопротивления опоры.

4.2.10. Выявление опор с пониженным электрическим сопротивлением при их групповом заземлении может производиться также с использованием других методов и приборов, достоверность которых подтверждена практикой технического обслуживания опор на железной дороге (рис 7).

В случае, если в группе объединенных тросом опор обнаруживаются опоры, имеющие пониженное (менее 100 Ом) сопротивление, они должны быть отсоединены от троса группового заземления, детально обследованы и заземлены на рельс индивидуально через защитное устройство или присоединены к тросу группового заземления через искровой промежуток.

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

4.3.1. 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 классификации дефектов железобетонных опор и фундаментов контактной сети в Приложении 2.

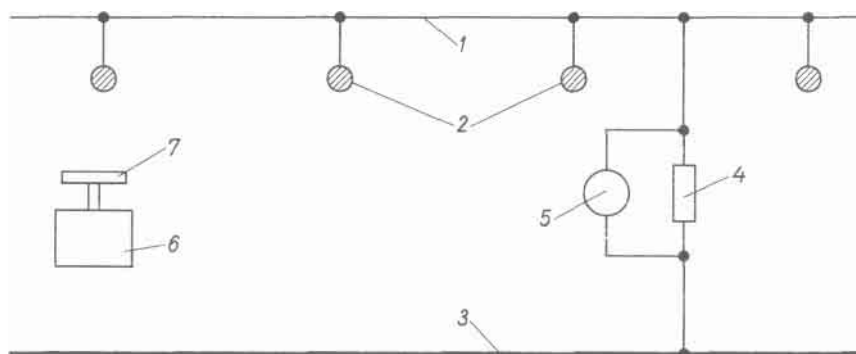


Рис. 7. Схема измерения электромагнитным методом:

1 — трос группового заземления; 2 — опора; 3 — рельс; 4 — защитное устройство; 5 — генератор кабелеискателя; 6 — индикатор; 7 — антенный контур

4.3.2. 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 — конструкции, у которых произошло снижение несущей способности. Однако остаточное значение ее достаточно для восприятия действующих на них нагрузок.

4.3.3. К остродефектным опорам относятся конструкции, имеющие дефекты и повреждения, размер которых превышает значения, указанные в табл. 1 и 2. При этом особое внимание должно уделяться опорам, имеющим:

- электрокоррозионные и коррозионные повреждения арматуры (дефекты 3Ц, 4Ц, 3Д, 4Д);
- сетку трещин в сжатой зоне сечения на поверхности опор (дефект 7Ц);
- отслаивание бетона от арматуры и короткие вертикальные трещины в зоне заделки опоры в фундамент или грунт (дефект 8Ц);
- продольные и поперечные трещины в подземной части (дефекты 6Ц, 6Д).

4.3.4. К остродефектным фундаментам относятся конструкции, имеющие:

- электрокоррозионные и коррозионные повреждения арматуры в подземной части и электрокоррозионный и коррозионный износ анкерных болтов более чем на 25 % (дефекты 3Ф и 4Ф);
- повреждения и дефекты, количество и размеры которых превышают значения, приведенные в таблице 3.

4.3.5. К дефектным относятся опоры с предварительно-напряженной арматурой и опоры с обычным (без предварительного напряжения) армированием, количество и размер повреждений и дефектов в которых не превышает значений, указанных в табл. 1 и 2. К

дефектным фундаментам относятся конструкции, количество и размер повреждений и дефектов в которых не превышает значений, указанных в табл. 3.

4.3.6. При наличии в опорах или фундаментах нескольких видов повреждений и дефектов, расположенных между собой на расстоянии более 0,5 м, степень дефектности конструкций должна приниматься по наиболее опасному повреждению или дефекту.

При наличии в опорах или фундаментах нескольких видов повреждений и дефектов, расположенных между собой на расстоянии менее 0,5 м, такие конструкции считаются остродефектными.

Номера остродефектных опор и фундаментов должны в суточный срок передаваться начальнику дистанции электроснабжения и начальникам районов контактной сети.

Таблица 1

Предельно допустимые размеры повреждений центрифугированных опор

Индекс	Вид и место расположения повреждений по	Характеристика	Допустимые размеры повреждений в	
			С напряженной арматурой	с ненапряженной арматурой и со
/	2	3	4	5
1ц	Местные выколы бетона - в надземной части с оголением	Ширина выкола (в процентах от длины окружности	5% Не допускаются с оголением	10% Допускаются с оголением двух
2ц	Коррозия и выветривание поверхностного слоя	Толщина скорродированного слоя	5 мм	10 мм
3ц	Электрохимическая коррозия арматуры- в надземной части - ниже	Число подверженных коррозии стержней	2 Не допускается	2 Не допускается
4ц	Электрокоррозионное разрушение арматуры и бетона в подземной	Появление продуктов	Не допускается	
5ц	Продольные трещины: в зоне	Число трещин в одном поперечном	Три трещины раскрытием от 0,2 до 3 мм	
	между пятой консоли и условным обрезом		По три трещины раскрытием	По три трещины раскрытием
	в подземной части		Не допускается	

6ц	Поперечные трещины - в надземной части	Ширина раскрытия	0,2мм Не допускается	0,5 мм 0,3 мм
7ц*	Сетка трещин на поверхности опоры в	Ширина раскрытия	Не допускается	0,5 мм
8ц	Отслаивание бетона и короткие вертикальные трещины в зоне заделки опоры в		Не допускается	
Примечание. Такие опоры дополнительно проверяют ультразвуковыми приборами.				

Таблица 2

Предельно допустимые размеры повреждений двутавровых опор

Индекс	Вид и место расположения повреждений по высоте опоры	Характеристика	Допустимые размеры повреждений или число	
			струно- бетонных	с ненапряж. арматурой
/	2	3	4	5
1д	Сколы полок - в надземной части - - в подземной части	Ширина и высота скола (в процентах от	10% Допускается без	30% Допускаются с
2д	Коррозия и выветривание поверхностного слоя	Толщина корродированного	5 мм	8 мм
3д	Коррозия арматуры - выше условного обреза фундамента	Число поврежденных	2	2
4д	Электрокоррозионные разрушения арматуры и бетона в подземной части	Появление продуктов коррозии,	Не допускается	
5д	Продольные трещины: - в надземной части - в подземной части	Число трещин	четыре раскрыт, до 1 мм	четыре раскрыт, до 2 мм
6д	Поперечные трещины - в надземной части - в подземной части	Ширина раскрытия	Не допускается Не	0,5 мм 0,3 мм
7д	Сетка трещин на поверхности опоры в сжа- той зоне надземной части		0,1 мм	0,3 мм

8д	Трещины в стенке и ригелях - в надземной части	Число трещин	8, но не более 4 подряд Не	8, но не более 4 подряд 0,3 мм
----	---	--------------	-------------------------------	-----------------------------------

Таблица 3

Предельно допустимые размеры повреждений фундаментов опор контактной сети

Индекс	Вид и место расположения повреждения по высоте опоры	Характеристика	Допустимые размеры повреждений в фундаментах	
			Блочных и монолитных	стаканных
/	2	3	4	5
1ф	Сколы углов в надземной части	Высота отколотой части, считая от	Не нормируются	Не нормируются
2ф	Коррозия и выветривание поверхностного слоя	Толщина коррозионного	25 мм	10 мм
3ф	Коррозия арматуры - в надземной части - в подземной части	Местное уменьшение сечения арматуры стержней или анкерных болтов в	25% 25%	15% 10%
4ф	Электрокоррозионные разрушения арматуры в подземной части		Уменьшение сечения анкерных болтов	Не допускается
5ф	Продольные трещины в стенках стаканных фундаментов в надземной части	Число, раскрытие и длина трещин		Три трещины раскрытием до 1,0 мм, но не более 2
6ф	Поперечные трещины - в надземной части	Ширина раскрытия	1,0 мм	0,5 мм
7ф	Сетка трещин на		1,0мм	0,5 мм

4.3.7. Оценка состояния опор и фундаментов, их повреждений и дефектов, отношение их к дефектным или остродефектным должны производиться путем диагностирования и путем осмотра конструкций с измерением размеров повреждений и дефектов, причем осмотр может производиться отдельно надземной и подземной частей конструкций и в разное время.

Железобетонные опоры, определенные по результатам визуального осмотра надземной

части, как «остродефектные» в обязательном порядке подлежат приборной диагностике по методике Приложения 3. При остаточной несущей способности надземной части конструкций, удовлетворяющей требованиям проектов и стандартов для восприятия действующих нагрузок, такие опоры, независимо от размеров и числа дефектов, относят к разделу «дефектных» и заменяют в плановом порядке.

Фундаменты отдельных и нераздельных опор контактной сети, отнесенные по размерам дефектов к «остродефектным» должны подвергаться приборной диагностике и откопке. При остаточной несущей способности фундаментов, определенной на основании диагностики и откопки, достаточной для восприятия действующих нагрузок, фундаменты относят к дефектным и ремонтируют или заменяют в плановом порядке.

4.3.8. Остродефектные опоры после их обнаружения должны быть заменены: анкерные — в течение месяца, промежуточные — в течение квартала. До замены на все остродефектные опоры в 3-х дневный срок должны быть установлены оттяжки.

4.3.9. 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;
- толщина поврежденного слоя бетона или глубина выбоин — с помощью штангенциркуля. Точность измерения при этом должна находиться в пределах ± 1 мм.

Относительная величина выкола бетона стенок центрифугированных опор определяется путем деления ширины выкола на периметр опоры, измеренного рулеткой в сечении с выколом. Относительная величина сколов поясов двутавровых опор вычисляется путем деления глубины скола на ширину пояса опоры в сечении со сколом.

Коррозионное состояние арматуры в надземной части определяется на основании визуального осмотра и электрохимических измерений прибором диагностики.

4.3.10. 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 находившихся под воздействием опасного тока утечки.

На участках переменного тока обследование подземной части опор и фундаментов путем откопки производится только в местах с агрессивными грунтами путем выборочной откопки (2 — 3 шт. на 100 опор и фундаментов).

4.3.11. Откопку следует вести с полевой стороны опоры на глубину до 0,8 — 1,0 м и на

ширину не менее $\frac{2}{3}$ по периметру. Как правило, при такой глубине откопки специальных мер по обеспечению устойчивости опор проводить не требуется.

Откопанную конструкцию очищают от фунта и осматривают, прозвучивают прибором 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.

4.3.12. При обнаружении повреждений в подземной части фундаментов с целью определения объема этих повреждений глубину откопки следует увеличить до $\frac{2}{3}$ 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 ПС-70 (рис. 8). В качестве анкеров могут использоваться металлические уголки № 80-100, забиваемые в грунт на глубину не менее 1,2 — 1,5 м.

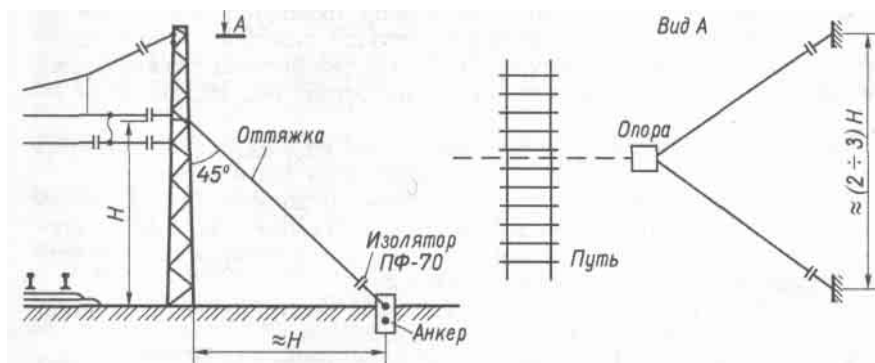


Рис. 8. Расположение оттяжек при откопке опор. Н — высота крепления оттяжек

4.3.13. 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 требованием 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.

4.3.14. При оценке состояния опор и фундаментов по повреждениям и дефектам устанавливается следующая периодичность осмотров и проверки состояния конструкций:

- проверка состояния надземной части отдельных опор с усиленной изоляцией и повышенной надежности — по состоянию но не позднее 12 лет после ввода в эксплуатацию, далее по результатам обследования; остальных опор — 1 раз в 6 лет;
- проверка состояния опор на искусственных сооружениях -после ввода в эксплуатацию; остальных опор — после ввода в эксплуатацию и 1 раз в 6 лет;
- проверка состояния подземной части низкоомных опор с откопкой - при обнаружении признаков повреждений, но не реже, чем 1 раз в 3 года; остальных опор (высокоомных, СС, СТ, СП) — при обнаружении признаков повреждений, но не реже, чем 1 раз в 6 лет.

4.4. Диагностика опор и фундаментов

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

4.4.2.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.

4.4.3.По результатам диагностики надземной части проводится оценка несущей способности опор, изменение которой происходит вследствие старения бетона и уменьшения его прочностных характеристик.

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

Подобная диагностика должна проводиться и при коррозионном повреждении бетона под воздействием агрессивных грунтов.

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

- на участках переменного тока в основном должна осуществляться диагностика надземной части. Диагностика подземной части может проводиться только в исключительных случаях, когда обнаруживаются коррозионные повреждения бетона в этой части;
- на участках постоянного тока обязательно следует проводить диагностику обеих частей опор: подземной и надземной.

4.4.6. Диагностика надземной части опор 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 отдельных опор с усиленной изоляцией и повышенной надежности (опоры СС, СП, СТ) следует проводить в зависимости от состояния опор, но не позднее 12 лет после ввода в эксплуатацию. Для остальных опор выборочную диагностику следует проводить не реже, чем 1 раз в 6 лет.

4.4.7. Сплошную диагностику надземной части следует проводить для установления несущей способности всех эксплуатируемых опор.

Сплошная диагностика проводится при появлении сильной агрессивности среды, признаков ускоренного старения бетона опор и снижения ими несущей способности.

4.4.8. 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;
2. Ультразвуковой тестер У К-1401.

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

4.4.9. 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 тем), назначения (консольная, переходная, анкерная, фиксирующая и т.д.) и срока службы опор контактной сети. При отсутствии данных о типе 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. При использовании этого прибора указатель диаметров устанавливают на цифру «4», а преобразователь перемещается по поверхности опоры. Если показания прибора изменяются от 3 — 4 мм до 10 — 15 мм, то это свидетельствует, что в опоре имеется

стержневая арматура (опоры ЖБК). Если же стрелка прибора постоянно показывает 15—18 мм, то это указывает, что данная опора имеет проволочное армирование.

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-1401 по методике Приложения 3 проводятся измерения времени распространения ультразвука и определяются показатели, необходимые для оценки несущей способности опор.

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 относят 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 относят к «дефектным» и заменяют в плановом порядке.

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 относят к «остродефектным» и заменяют в установленные сроки.

4.4.10. Диагностика подземной части опор может быть также выборочной и сплошной.

Сплошная диагностика проводится только 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.

Основным видом диагностики подземной части опор является выборочная диагностика.

4.4.11. Выборочной диагностике подлежат опоры, определенные в соответствии с разделом 4.2 как электрокоррозионноопасные.

При выполнении диагностики подземной части опор для сокращения работ по построению потенциальных диаграмм, установления границ интенсивности электрокоррозионных процессов и снижения числа диагностируемых опор рекомендуется использовать метод построения электрокоррозионных диаграмм, основные положения которого изложены в приложении 4.

4.4.12. Диагностику подземной части опор следует осуществлять:

1. Виброакустическим методом с применением прибора «Интроскоп-98.1 (1м)».

2. Электрохимическим методом приборами АДО (АДОКС).

3. Ультразвуковым прибором У К-1401 с откопкой подземной части опор. Перед применением все приборы должны быть проверены на работоспособность.

4.4.13. Оценка состояния подземной части опор виброакустическим методом прибором «Интроскоп-98.1(1м)>> осуществляется по значению логарифмического декремента колебаний, определяемого путем записи и расшифровке виброграмм колебаний опор на высокой и низкой частотах.

Метод применим к консольным опорам. Для диагностики подземной части опор жестких поперечин следует использовать прибор УК-1401 с предварительной откопкой опор.

Основные положения виброакустического метода приведены в приложении 5.

4.4.14. Оценка состояния проволочной арматуры подземной части опор электрохимическим методом прибором АДО осуществляется по значению суммарного переходного потенциала арматуры после ее положительной и отрицательной поляризации внешним током. Порядок измерения и оценки состояния арматуры и опор электрохимическим методом приведен в Приложении 6.

4.4.15. При оценке состояния арматуры подземной части опор с проволочной предварительно-напряженной арматурой следует совместно применять виброакустический и электрохимический методы. При этом состояние подземной части конструкций оценивается следующим образом:

- оба метода указывают на то, что в подземной части отсутствует коррозия арматуры.

Опора признается исправной и оставляется в эксплуатации без ограничений;

- один из методов указывает на то, что в подземной части опоры имеется электрокоррозионное повреждение арматуры. Другой метод не подтверждает *наличия* коррозии арматуры. В этом случае опора дополнительно откапывается и обследуется. При отсутствии повреждений опора засыпается, защищается от электрокоррозии. При наличии повреждений она переводится в разряд остродефектных и заменяется;

- оба метода показывают на наличие коррозии арматуры в подземной части опоры. Опора признается остродефектной и заменяется в установленные сроки.

4.4.16. При оценке состояния железобетонных опор со стержневой арматурой должен применяться виброакустический метод. При получении данных о наличии электрокоррозионных повреждений арматуры опоры должны дополнительно откапываться и обследоваться.

4.4.17. Допускается проводить диагностику подземной части опор с применением также ультразвукового прибора У К-1401. В этом случае откопке подлежат все опоры, оцененные как опасные в электрокоррозионном отношении. Порядок диагностики опор

отмеченным прибором приведен в приложении 3.

4.4.18.Обследование подземной части опор приборами диагностики должно производиться каждый раз после обнаружения длительной (более трех месяцев) их эксплуатации с неисправным защитным устройством. Такому обследованию подлежат только низкоомные опоры с сопротивлением цепи заземления менее 100 Ом. В остальных случаях диагностика подземной части должна производиться в сроки, установленные в п.4.3.14.

4.4.19.Для оценки состояния подземной части опор 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.

4.4.20.Диагностика подземной части опор при повреждении бетона агрессивной средой производится после откопки опор на глубину до 1 м и методически должна осуществляться таким же образом, как и в надземной части прибором УК-1401.

4.4.21.При выборочной диагностике подземной части опор на участках переменного тока выбирают опоры, находящиеся в наиболее неблагоприятных условиях. Опоры откапывают на глубину до 1 м, выдерживают в таком состоянии 4-5 дней и затем проводятся необходимые измерения.

4.4.22.Данные диагностики должны обобщаться и анализироваться. Примерная методика анализа приведена в Приложении 7. Отмеченный анализ должен производиться один раз в 12 лет для опор повышенной надежности (СС, СП, СТ), для остальных опор — 1 раз в 6 лет.

4.4.23.Диагностику железобетонных фундаментов металлических опор, имеющих анкерные болты, следует осуществлять с использованием ультразвукового метода

прибором А-1220. Порядок проведения диагностики этим прибором изложен в приложении 8.

Для диагностики фундаментов должен иметься доступ к верхним торцам болтов. Для этого они должны быть освобождены от оголовков. При этом, если прочность бетона оголовков низкая, в нем имеются трещины, повреждения, то такие оголовки демонтируются полностью. При высокой прочности бетона оголовков, превышающей или равной прочности бетона фундаментов, снимается только часть оголовков, расположенная над торцами болтов.

4.4.24. При диагностике фундаментов металлических опор помимо определения состояния анкерных болтов должна также определяться прочность бетона. Последняя может быть измерена ультразвуковым методом прибором УК-1401. Измерения следует вести в средней части граней фундамента на участках ниже плоскости, отделяющей оголовки от тела фундамента. Величину прочности бетона по измеренному времени распространения следует определять по таблице, приведенной в приложении 3.

При появлении признаков коррозии анкерных болтов, фундаменты следует дополнительно откапывать на глубину до 1 м, осматривать, выявлять повреждения в соответствии с требованиями п. 4.3.10.

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 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. 9,а).

При креплении к опорам металлических поддерживающих устройств с помощью хомутов между телом опоры и хомутом должны предусматриваться изолирующие прокладки (рис. 9,б).

В отдельных опорах с анкерным креплением стоек к фундаментам должна предусматриваться также изоляция анкерных болтов от фундаментов (рис. 9,в).

Допускается эксплуатация установленных ранее железобетонных опор без специальной изоляции. Заземление таких конструкций должно выполняться с использованием защитных устройств.

5.1.3. В качестве защитных устройств, устанавливаемых в цепи заземления опор, могут использоваться искровые промежутки и диодные или диодно-искровые заземлители.

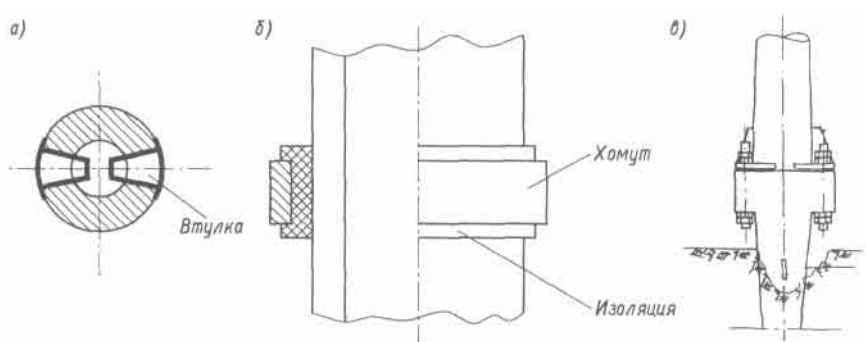


Рис. 9. Изоляция закладных деталей (а), хомутов (б) и анкерных болтов (в)

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 заземления ниже допустимых по требованиям СЦБ.

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

Разрешается заземлять наглухо 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.

5.1.5. Перед установкой на опору каждый искровой промежуток проверяют на отсутствие короткого замыкания в нем и соответствие уровня пробивного напряжения требуемому (800 — 1200 В). Проверку осуществляют мегаомметром МС-06 на 2000 В (рис. 10), или специальными приборами.

При использовании МС-06 к зажимным болтам искрового промежутка подключают параллельно мегаомметр, высокоомный вольтметр и конденсатор емкостью 0,1 мкФ на рабочее напряжение 1500 В. Увеличивая постепенно число оборотов ручки мегаомметра, 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 800 и выше 1200 В. Если искровой промежуток закорочен, то стрелка вольтметра не отклоняется. В этом случае требуется разобрать промежуток, зачистить медные электроды от заусенцев и опилок, собрать его и вновь испытать. Если пробой искрового промежутка наступает при напряжении ниже 800 или выше 1200 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 без их отсоединения из цепи заземления проверяют вольтметром (на шкале 20 В) или специально разработанным для этих целей прибором. При этом вольтметр подключают к выводам искрового промежутка, включенного в цепь заземления опоры.

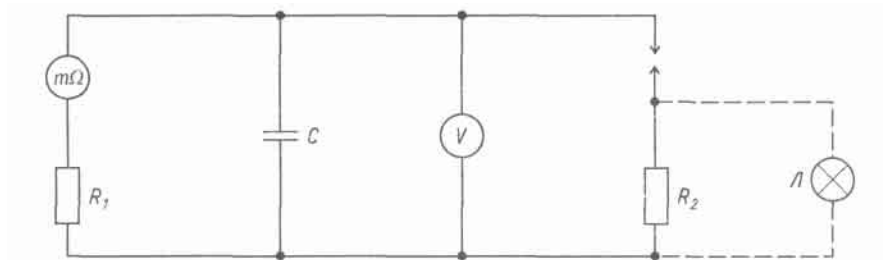


Рис. 10. Схема проверки искровых промежутков перед их установкой:

С — конденсатор 0,1 мкф; R_1 — резистор МЛТ-220 МОм; R_2 — резистор ВС-10;

Л — неоновая лампа

Если при прохождении по участку поезда стрелкавольтметра отклоняется, то промежуток исправлен (рис. 11)



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). Устанавливаемые в них диодные заземлители должны быть проверены на сохранность вентиляных свойств и целостность цепи по значению их сопротивления. Измерения производят мегаомметром МП01 на 500 В по схеме, приведенной на рис. 12,а. Измерения сопротивления выполняют дважды (в прямом и обратном направлениях), для чего «+» мегаомметра (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 и 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 ventиль отдельно (рис. 12,б). Перед измерением гибкие выводы вентиля 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

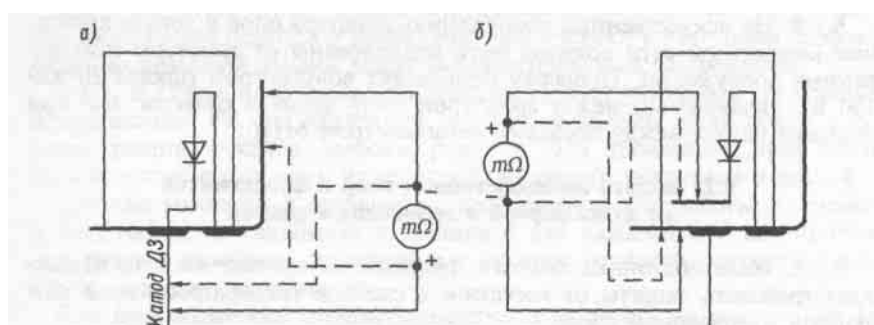


Рис. 12. Схема проверки диодного заземлителя перед его установкой:

а — в сборе; б — каждого вентиля в отдельности

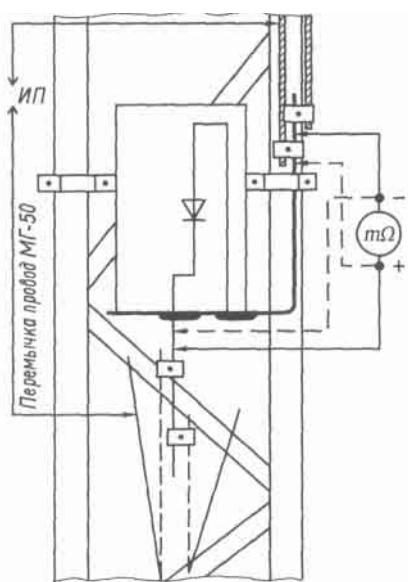


Рис. 13. Схема проверки диодного заземлителя в процессе эксплуатации

В процессе эксплуатации диодный заземлитель проверяют аналогичным образом. Перед измерением заземлитель шунтируют проводом МГ-50 (рис. 13), а провод, идущий к рельсам отсоединяют от заземлителя. Если сопротивление диодного заземлителя при обратной полярности меньше 100 кОм, следует снять крышку и проверить каждый ventиль отдельно по описанной выше методике. В случае исправности всех диодов проверяют сопротивление изоляции между корпусом заземлителя и стержнем (при отсоединенных гибких выводах вентиля). Изолирующая

штулка 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 тока должны быть изолированы от анкеров изолирующими прокладками в соответствии с рабочими чертежами.

Состояние изоляции анкеров от оттяжек проверяют одновременно с проверкой искровых промежутков вольтметром по шкале 2 — 100 В (рис. 14). Если стрелка вольтметра отклоняется при наличии поезда на перегоне, то изоляция исправна. На период измерений искровой промежуток в цепи заземления опоры должен быть закорочен. Допускается проверка изоляции мегаомметром.

5.1.8. На искусственных сооружениях арматура опор и детали крепления контактной сети должны быть изолированы от арматуры искусственных сооружений. Проверку производят вольтметром (шкала 20 или 100 В), включаемым между арматурой сооружения и рельсом, или при больших паузах между поездами мегаомметром М1101.

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.

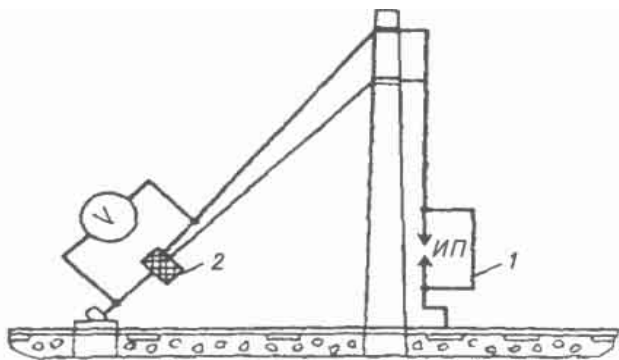


Рис. 14. Проверка изоляции оттяжки: 1 — временная переключатель; 2 — изолирующий элемент

5.2.2. Проектирование защиты опор и фундаментов от коррозии в сильноагрессивной среде, ее осуществление должно выполняться специализированными

проектными и строительными организациями.

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 должен заключаться 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 таблице 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 № 1б);
- эпоксичементный состав (рецепт № 2б).

Таблица 4

Полимерцементные и эпоксичементные составы для ремонта опор

Номер рецепта (состава)	Наименование составляющих	Число частей массы составляющего при		Срок годности состава, ч	Температура воздуха при применении состава, °С
		1 -5 мм трещин в	До 1 мм		
		Рецепт а	Рецепт б		

1	Поливинилацетатная эмульсия ПВАЭ Портландцемент марки 500	3	3	1 — 1,5	5 — 35
		10	10		
2	Эпоксидная смола ЭД-16 или ЭД-20 Отвердитель — полиэтилен- полиамин Пластификатор, дуб. этилфталат	100	100	1 — 1,5	5 — 35
		12	12	1 — 1,5	5 — 35
		15	6—10		
		100			
3	Эпоксидная грунтовка ЭП-00-10 Отвердитель № 1 (50%-ный	100	—	1 — 1,5	5 — 35
		8,5			
		100			

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 время. 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 эпоксидцементных составов. При небольших повреждениях (трещины раскрытием до 1 мм) необходимо использовать полимерцементный состав № 16, для более крупных повреждений (отколы, раковины, трещины раскрытием 1 -- 5 мм) - полимерцементные составы 1а или эпоксидцементный 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 заменять или ремонтировать в особых случаях с учетом их назначения, объема и вида повреждения фундаментов по специальным проектам.

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).

Таблица 5

Примерные составы бетона для ремонта фундаментов

Марка	Марка	Расход, кг/м			Расход воды, л/м
		Цемент	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. 8), затем фундамент откапывают до первого уступа, очищают от грязи, отслоившегося и рыхлого бетона. Затем полностью удаляется бетон в углах фундамента 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 заанкерены 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. 15), 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 крепить от обвалов грунта и ограждать.

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

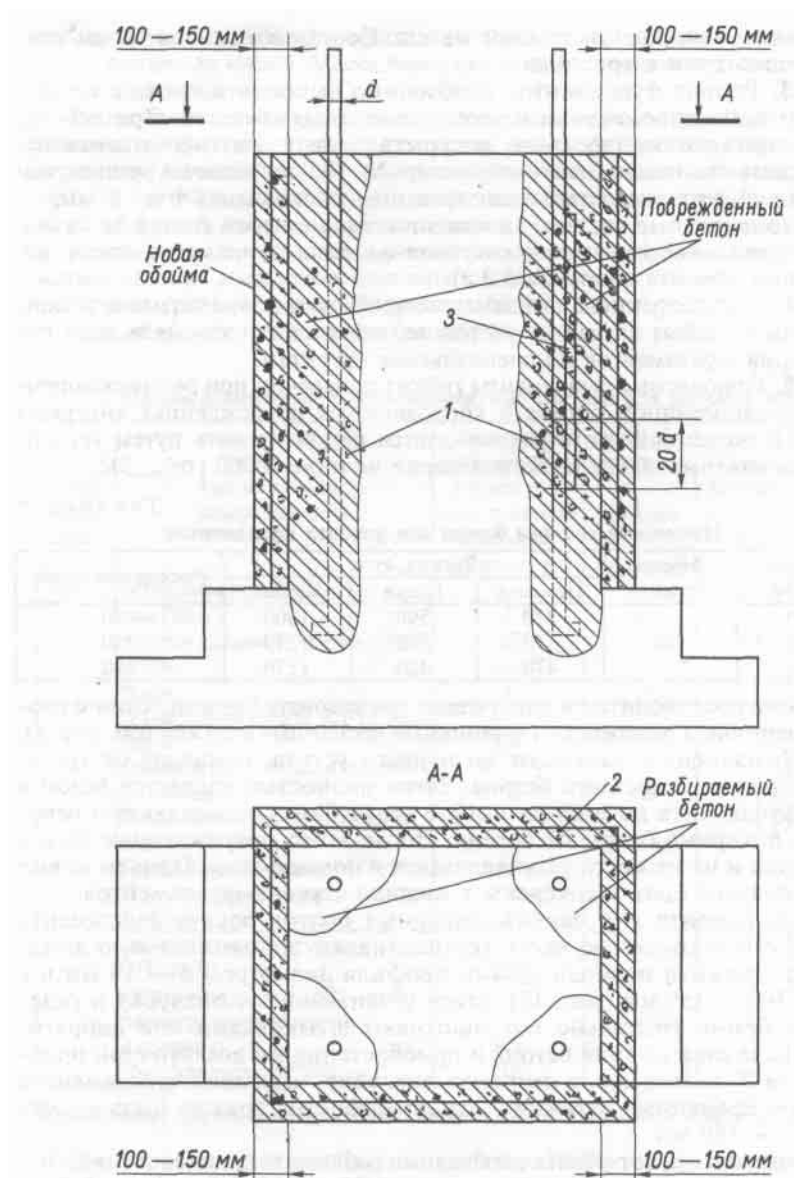


Рис. 15. Ремонт фундамента гибкой поперечины с усилением анкерного болта:

1 — поверхность неповрежденного бетона; 2 — сетка из стержней 6—10 мм;

3 — усиление анкерного болта

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 $\frac{1}{3}$ площади поперечного сечения по верхнему обрезу надземной части фундамента) — путем бетонирования разрушенной части (рис. 16). 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 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 $\frac{1}{3}$ 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 стаканые фундаменты, имеющие электрокоррозионные повреждения в подземной части, должны заменяться.

Фундаменты, имеющие повреждения стаканной части над поверхностью фунта, 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

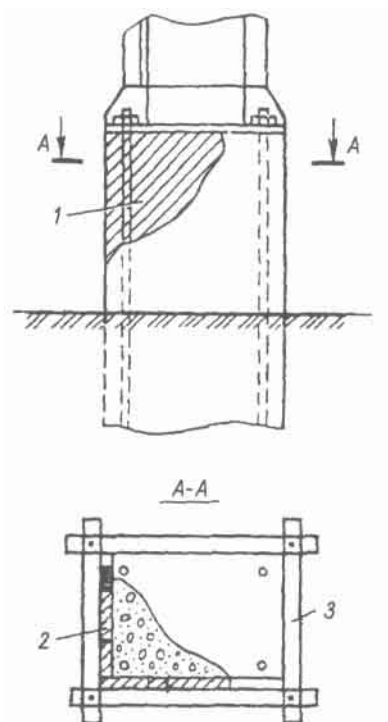


Рис. 16. Ремонт путем бетонирования надземной части фундамента при площади повреждения менее $\frac{1}{3}$ его поперечного сечения: 1 — поврежденная часть фундамента; 2 — опалубка; 3 — деревянный хомут.

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 просверленное отверстие в стакане заделывают цементным раствором и 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. 17). 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.

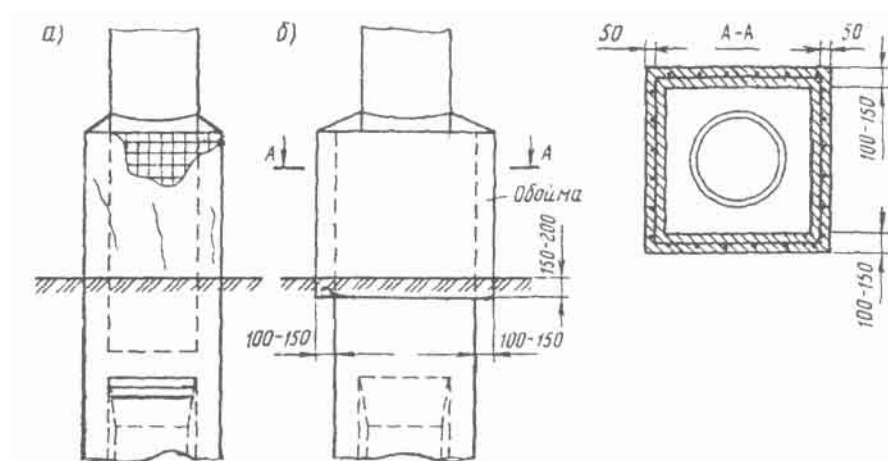


Рис. 17. Ремонт стаканного фундамента путем установки железобетонной обоймы:

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 и тяги, находящиеся в зоне воздействия подвижного состава.

Техническое обслуживание этих конструкций включает:

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

6.1.2. Техническое обслуживание фундаментов металлических опор и прожекторных мачт осуществляется в соответствии с требованиями раздела 4. При этом не производится оценка электрокоррозионной опасности фундаментов и не требуется проведение измерений сопротивления опор. Также не требуется оценка опасности электрокоррозии при фупповых заземлениях опор от перетекающих токов. Все металлические опоры являются низкоомными и подлежат защите.

6.2. Оценка состояния металлических конструкций

6.2.1. Оценка состояния металлических опор, жестких поперечин и поддерживающих устройств производится по наличию, виду и размерам повреждений на этих конструкций. 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; дефектные

6.2.3. Основными признаками остродефектных конструкций являются:

- равномерная или неравномерная поверхностная, местная сквозная, с язвами, пятнами, точками коррозия конструктивных элементов, сварных швов при уменьшении их площади сечения более чем на 20 % (дефекты 2М, 3.1М);
- местная нитевидная или подповерхностная коррозия, расслоение металла, трещины в конструктивных элементах, сварных швах, болтах и заклепках, обнаруживаемые визуально или с помощью приборов (дефекты 3М, 4М, 5М);
- щелевая коррозия, вызвавшая местные искривления сопряженных элементов, или дополнительные усилия в связках (накладках, болтах, заклепках, сварных швах) от давления продуктов коррозии (дефекты 7М);

- ослабление стяжных болтов и заклепок (дефект 8М);
- погнутость конструктивных элементов, более 5 % (дефект 6.1М) для растянутых элементов, более 0,6 % (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 свыше 0,5 % (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
Ш	Разрушение защитного покрытия	наличие		
2М	Поверхностная коррозия	Уменьшение площади сечения	до 20 %	более 20 %
3м	Местная коррозия:			
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, косынках	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 5 %	более 5 %
6.2М	сжатых конструктивных элементов	отношение стрелы провеса к расстоянию между центрами	до 0,6 %	более 0,6 %
7М	Щелевая коррозия	наличие	не допускается	
8М	Ослабление стяжных болтов и заклепок	наличие	не допускается	
9М	Неправильная установка ригеля или блока в нем	наличие	Допускается при контрольном перерасчете	

К дефектам жестких поперечин относится также неправильная установка ригелей или отдельных блоков в них (рис. 18).

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, несущая способность, которых обеспечивается при измененной статической схеме при действии фактических нагрузок могут оставаться в эксплуатации.

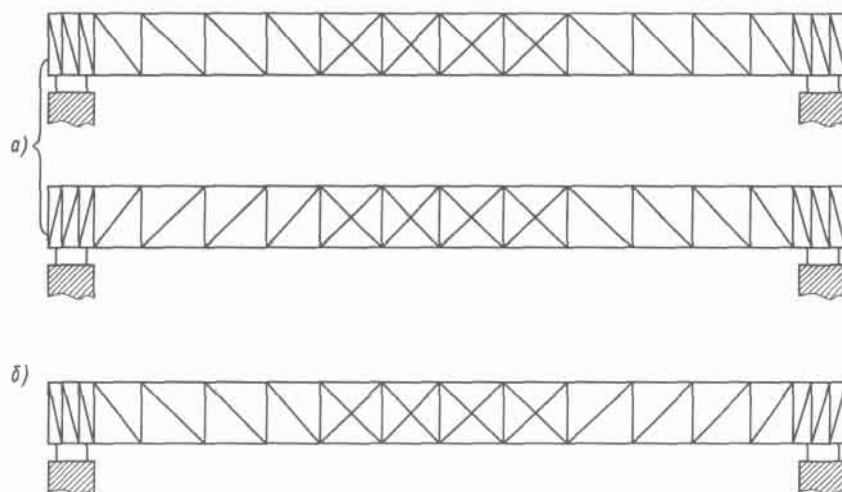


Рис. 18. Неправильная (а) и правильная (б) установка ригелей

6.2.5. 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.

6.2.6. В процессе эксплуатации остро дефектные 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 изготовлением 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 осматривать состояние защитных покрытий в местах со средне и сильно агрессивной средой.

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

6.2.10. Для определения толщины стенок конструктивных элементов, подвергшихся коррозии могут использоваться штангельциркули с игольчатыми губками, ультразвуковые толщиномеры любой конструкции, обеспечивающие точность измерения не менее 0,1 мм.

6.2.11. Выявление трещин в конструктивных элементах производится визуальным осмотром с использованием лупы или микроскопа МПБ-2. 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 в виде трещин, смятия головок, поворота головок болтов и заклепок, появление ржавых потеков из под головок заклепок и болтов.

Ослабление болтов и заклепок проверяется обстукиванием: ослабленные болты и заклепки издадут 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 конструкций 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 квартала.

6.4.2. Ремонт или усиление металлических конструкций разрешается производить при местных повреждениях элементов конструкций : погнутостях, локальной коррозии, разрывах швов, болтов, заклепок.

При значительных повреждениях и невозможности замены усиление и ремонт конструкций должны производиться на основании данных обследований, испытаний и расчетов.

6.4.3. Работы по замене конструкций должны выполняться по технологическим 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 должны предусматривать:

- ремонт заземления;
- очистку от грязи, кустарников, травы 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:

- окраску металлических конструкций;
- ремонт и замену отдельных элементов; замену прожекторных мачт и их фундаментов;

усиление фундаментов.

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-1401 в соответствии с методикой приложения 3 определяется прочность бетона и остаточная несущая способность опор;
- при наличии фундамента производится осмотр его надземной части, откопка подземной части на глубину 0,5 — 0,7 м с определением повреждений и прочности бетона.

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 производиться в последовательности:

- осматривается наружная часть мачты, устанавливается степень разрушения защитного покрытия;
- определяется характер и степень коррозионного износа элементов мачты;
- оценивается состояние сварных соединений и степень их износа;
- особо тщательно обследуется часть мачт, находящаяся 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 элементов;
- после оценки состояния надземной части мачт следует провести диагностику анкерных болтов, заделанных в бетон.

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 свыше 20 % во всех случаях должны заменяться.

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 производит измерения, второй наблюдает за движением поездов) с квалификационной группой не ниже третьей.

Расположение приборов и лица, производящего 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 защитных 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 мм², 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 перемычки.

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

7.4. Воспрещается производить любые измерения как 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 годовыми (месячными) планами, составленными с учетом требований действующей нормативно-технической документации и утвержденными руководством дистанций электроснабжения.

8.3. При ремонтно-ревизионных участках дистанций электроснабжения должны создаваться 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 руководством дистанции. Во всех случаях оно должно быть не менее 2-х человек.

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 годового плана работ по техническому обслуживанию и ремонту опор с указанием в нем перегонов, станций и номеров опор;
- выполнение всех работ, предусмотренных годовым 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 годовой план-график работ по обследованию фундаментов и опор контактной сети подстанции электроснабжения в целом и по каждому ЭЧК, 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 целостностью защитных устройств;
- оформлять карточки (приложение 10) 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 месяца 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 (коррозии). Количественный состав группы определяет служба электроснабжения.

На дорогах, где отсутствуют такие лаборатории, для координации работ по техническому обслуживанию, ремонту и защите от коррозии опор и фундаментов должно быть выделено лицо из числа инженерно-технических работников службы электроснабжения дороги.

Дистанции электроснабжения в конце года обязаны представлять в дорожную электротехническую лабораторию (ДЭЛ) или службу электроснабжения отчет о проделанной за год работе с предложениями по плану будущего года. 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, РРЦ, 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.

Начальник технического отдела ЦЭ МПС С. В. Попов

Главный научный сотрудник ВНИИЖТа В. И. Подольский

Приложение 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ СТОЕК ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

1. Марки, параметры, размеры и армирование центрифугированных стоек

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

С (СКУ, СКЦ, СК) — 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.

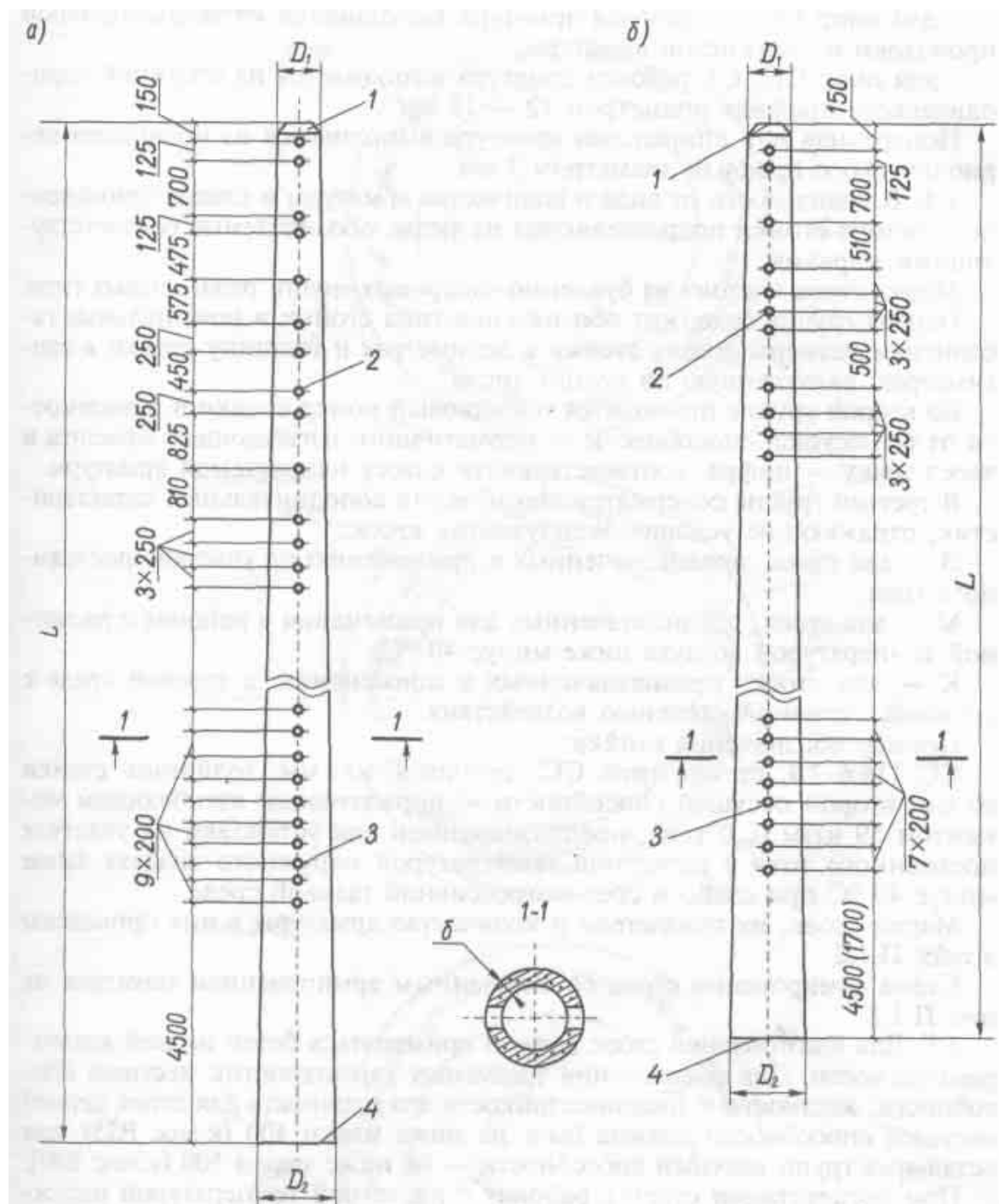
1.2. Основные размеры стоек приведены в табл. П. 1.1, а форма и расположение отверстий — на рис. П. 1.1.

Таблица П. 1.1

Типоразмер стойки	Размеры стойки, мм				Справочная
	Б	0.	О ₂	6	
1	2	3	4	5	6
С 156.6 СС 156.6	15600	290	524	60	2,75
С 156.7 СС 156.7	15600	290	524	75	3,08
С 136.6 СО 136.6 СС 136.6	13600	290	492	60	2,13
С 136.7 СО 136.7 СС 136.7	13600	290	492	75	2,53
С 108.6 СО 108.6	10800	290	450	60	1,58
СП 104.6 •	10400	290	446	60	1,49
С 108.7 СО 108.7	10800	290	450	75	1,88

СП 104.7	10400	290	446	75	1,79
СТ 136.6	13600	350	486	60	2,38
СТ 136.7	13600	350	486	75	2,7

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

1.3. Армирование стоек осуществляется следующими видами арматуры:

- для опор С, СКУ, СКЦ рабочая арматура выполняется из высоко-прочной проволоки класса В_р-П 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.

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 — нормативного 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 40 °С;

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), предназначенной для установки на участках постоянного тока с расчетной температурой наружного воздуха выше минус 40 °С 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 влагонепроницаемости. 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 минус 40 °С марка бетона по морозостойкости должна быть не ниже 150, при расчетной температуре наружного воздуха ниже -40 °С — не ниже 200.

1.6. Для обеспечения устойчивой работы автоблокировки и защиты от электрокоррозии во всех отверстиях стойки должны иметь 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).

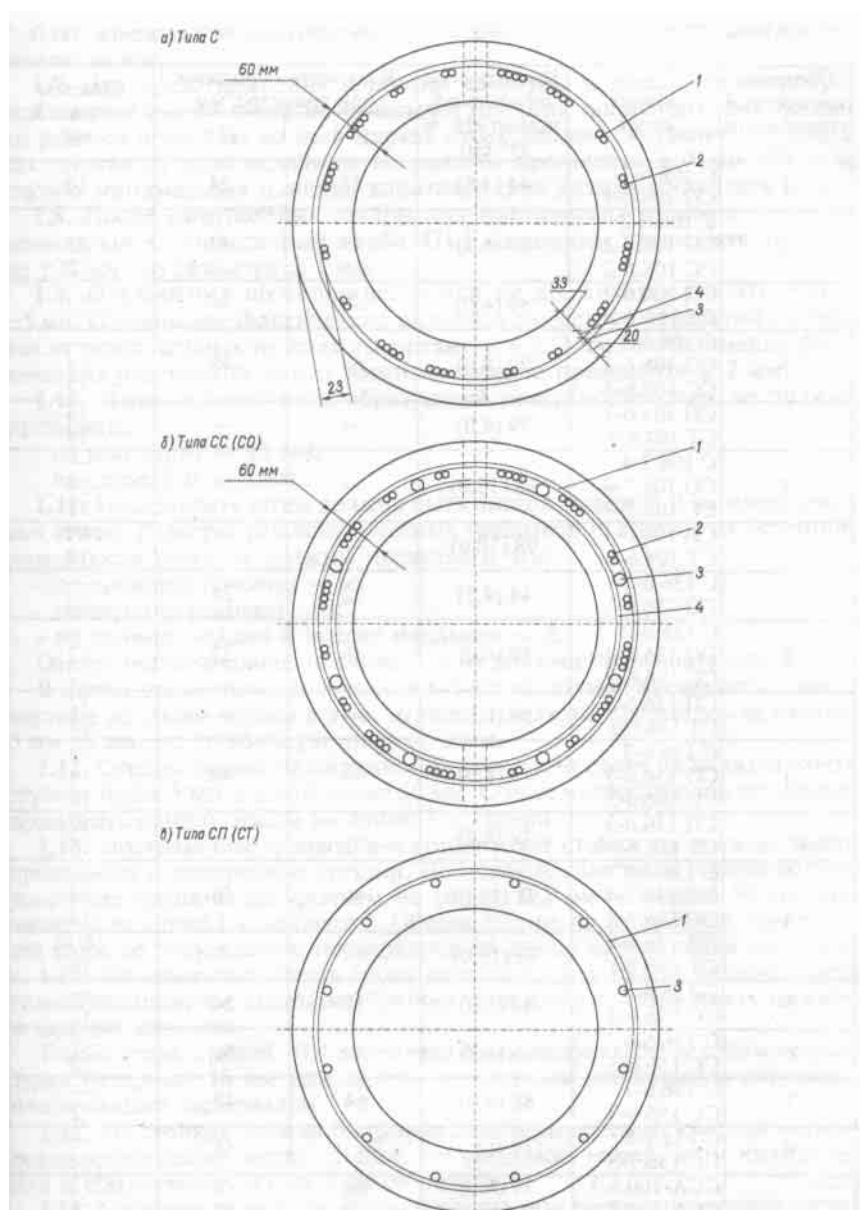


Рис. П. 1.2. Схема армирования различных типов стоек:

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

Таблица П. 1.2

Обозначение несущей способности стоек	Марка стоек	Нормативный изгибающий момент кН' м (т- см)	Количество проволок при диаметре, мм		Диаметр стержней, мм
			04	05	
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 104.6-2 СТ 104.6-2	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 104.6-3 СТ 104.6-3	79 (8,0)	—	—	14 14
4	C 108.7-4 CO 108.7-4 CC 108.7-4	98(10,0)	—	56	14 12
	СП 104.6-4 СТ 104.6-4	98(10,0)	—	—	14/16 14
1	C 136.6-1 CO 136.6-1	44 (4,5)	32	24	10
2	C 136.6-2 CO 136.6-2 CC 136.6-2	59 (6,0)	48	32	12 12
	СП 136.6-2 СТ 136.6-2	59 (6,0)	—	—	12 14
3	C 136.6-3 CO 136.6-3 CC 136.6-3	79 (8,0)	64	48	14 12
	СП 136.6-3 СТ 136.6-3	79 (8,0)	—	—	12 16
4	C 136.7-4 CO 136.7-4 CC 136.7-4	98(10,0)	—	56	14 14
	СП 136.7-4 СТ 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 156.6-7 CC 156.6-7	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 CC A- 100.7-4 CCA- 120.6-3 CCA- 120.7-4	79 (8,0) 98(10,0) 79 (8,0) 98(10,0)	64 64	48 56 48 56	12 14 12 14

Для производства 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. П1.1 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 номинальных не должны превышать ± 2 мм, а отклонение 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 свыше 0,2 мм и длиной 50 мм при числе их на длине 1 м не более 5. Обвалы бетона на внутренней поверхности стоек не допускаются; проверяются на заводе до установки заглушек.

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

Торцы стоек длиной 10,4 м должны быть оштукатурены слоем штукатурки толщиной 10 мм

или затерты цементным раствором и окрашены изолирующим материалом.

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

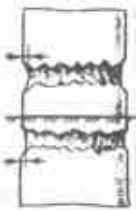
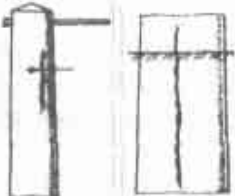
1.16. Хранение стоек должно осуществляться на ровных площадках в штабелях, высотой не более 5 рядов. Между рядами должны быть уложены прокладки, расположенные на расстоянии $\frac{1}{5}$ длины от каждого торца стойки.

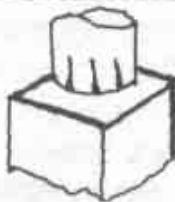
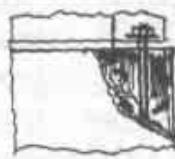
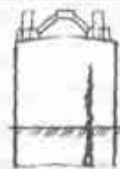
Приложение 2

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Таблица 1

Классификация дефектов консольных железобетонных опор контактной сети

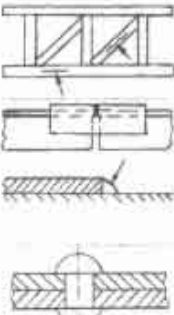
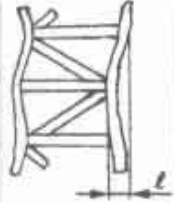
Индекс	Описание	Вид	Возможные причины
1	2	3	4
Основные повреждения центрифугированных опор			
1ц	Местные выколы бетона с обнажением арматуры, сквозные отверстия в стенке опор		Механические повреждения. Наличие в бетоне активного заполнителя с пониженной морозостойкостью
2ц	Коррозия и выветривание поверхностного слоя бетона		Агрессивность окружающей среды. Попеременное замораживание и оттаивание в увлажненном состоянии
3ц	Коррозионные разрушения арматуры		Нарушение пассивности арматуры в бетоне
4ц	Электрокоррозионные разрушения арматуры в подземной части		Стекание тока с арматуры при нарушении средств защиты
5ц	Продольные трещины: в зоне крепления консоли в надфундаментной и в фундаментной частях опоры		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 и наклонные трещины		Временная перегрузка опоры в процессе монтажа. Меньшая мощность опоры, чем это требуется по действующим на нее нагрузкам

1	2	3	4
7ц	Сетка трещин на поверхности опоры		Повышенная усадка. Чрезмерное обжатие бетона усилием предварительного напряжения арматуры, воздействие внутренних напряжений при замораживании и оттаивании бетона
8ц	Отслаивание бетона и короткие вертикальные трещины в зоне заделки опоры в стаканый фундамент		Давление продуктов коррозии арматуры при электрокоррозии
Основные повреждения фундаментов металлических и железобетонных опор			
1ф	Сколы углов		Механические повреждения в процессе монтажа или эксплуатации
2ф	Коррозия и выветривание поверхностного слоя бетона		Агрессивность окружающей среды. Попеременное замораживание и оттаивание в увлажненном состоянии
3ф	Электрохимическая коррозия арматуры		Агрессивность окружающей среды. Отсутствие защитного слоя или потеря им защитных свойств
4ф	Электрокоррозия арматуры и болтов		Воздействие токов утечки
5ф	Продольные трещины в стенках фундаментов		Давление при замерзании воды в полости стакана. Давление от монтажных клиньев при их набухании. Давление от гидрозахватов при вибропогружении фундаментов
6ф	Поперечные трещины		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

1	2	3	4
7ф	Сетка трещин на поверхности фундаментов		Повышенная усадка бетона. Кристаллизация солей в поровом пространстве цементного камня, недостаточная морозостойкость бетона

Таблица 2

Классификация повреждений металлических конструкций

Индекс	Описание	Вид	Возможные причины
1м	Разрушение защитного покрытия	Изменение цвета и вспучивание, сетка трещин, отслаивание и шелушение	Солнечная радиация, наличие агрессивных газов и воды
2м	Поверхностная коррозия		Наличие агрессивных газов и воды, разрушение или слабые защитные свойства покрытия
3м	Местная коррозия		Неравномерность агрессивного воздействия механических напряжений, неравномерность состава и структуры металла, дефекты структуры металла, инородные включения
3.1м	Пятнами, язвами, точками		
3.2м	Нитевидная, подповерхностная		
4м	Расслоение металла		Дефекты в металле
5м	Трещины:		Высокие растягивающие напряжения, концентраторы напряжений, усталость
5.1м	В конструктивных элементах		То же
5.2м	В накладках, косынках		Высокие растягивающие напряжения, нарушения технологии сварки
5.3м	В сварных швах		Большие усилия, коррозия, повреждения, концентраторы усилий
5.4м	В болтах, заклепках		
6м	Погнутости:		Перегрузка в процессе транспортировки, монтажа, случайных воздействий
6.1м	Растянутых конструктивных элементов		
6.2м	Сжатых 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

Приложение 3

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 и структуры бетона, наличия и накопления в нем тех или иных повреждений.

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 датчиков с сухим акустическим контактом. В качестве таких приборов необходимо применять прибор У К-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

2.1. Показатели прочности бетона и опор

2.1.1. Оценка прочности бетона и несущей способности эксплуатируемых опор с помощью ультразвука производится по двум 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 распространения 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.

2.1.2. Показатели П1 и П2 при оценке прочности бетона и несущей способности опор применяются совместно. Устанавливаются следующие допускаемые 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-1401 на базе измерений 150 мм.

Примечание. Рекомендуется при обследованиях 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.

2.1.3. Устанавливаются предельные значения показателей П1 и 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-1401 на базе 150 мм — более 48 мкс.

2. Показатель П2 — более 1,4.

При отмеченных значениях показателей П1 и П2 опора считается исчерпавшей свой ресурс и подлежит 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 допускаемых, но меньше предельных величин, несущая способность конструкций приближенно оценивается по показателю П2 в соответствии с табл. П.3.1.

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 Мн)	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

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

2.1.5. Рекомендациями табл. П.3.1 целесообразно пользоваться, когда П1 превышает значения 36 мкс при измерениях прибором УК-1401, а 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 ГП. 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		Прочность неповрежденного бетона, кгс/см ²	ГП мкс, для приборов		Прочность неповрежденного бетона, кгс/см ²
УК- 1401	УК-14ПМ		У К- 1401	УК-14ПМ	
31.2	26.0	724.0	34.4	28.7	478.0
31.6	26.3	704.0	34.8	29.0	452.0
32.3	26.9	645.0	35.2	29.3	426.0
32.6	27.2	616.0	35.5	29.6	400.0
33.0	27.5	588.0	35.9	29.9	374.0
33.4	27.8	560.0	36.2	30.3	348.0
33.7	28.1	532.0	36.6	30.5	322.0
34,1	28,4	508,0	37,0	30,8	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 пяты 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 пяты консоли — 0,8 Мн.

2.2. Проведение измерений

2.2.1. Для проведения измерений времени распространения ультразвука в бетоне стоек рекомендуется использовать прибор 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 112

Прочность неповрежденного 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						
296.0	176	160	144	125	106		
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	ПО
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
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 ИЗО-ЮН 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 их расположения, а также визуально различимую сетку мелких трещин. Все данные по повреждениям заносят в карту измерений.

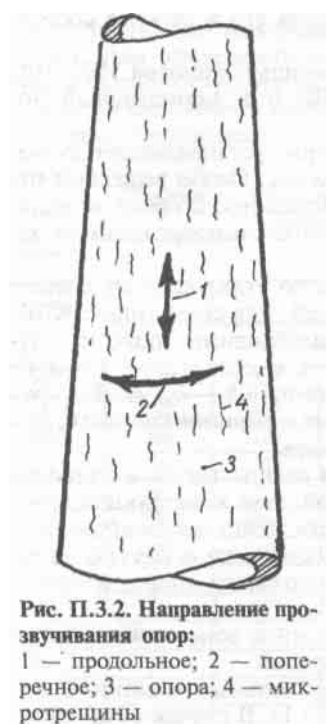
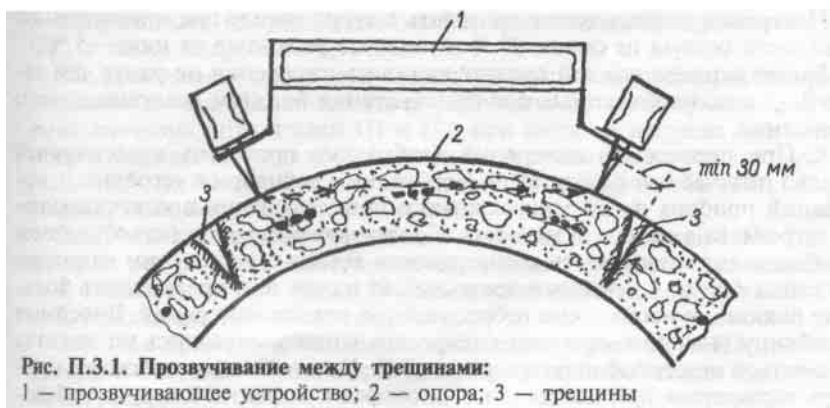
3. Определяют участки измерений. Количество этих участков зависит от типа стойки и степени повреждения последней. Для стоек типа СЖБК, не имеющих отверстий в вершинной части, необходимо проводить измерения не менее, чем на двух участках — на высоте 1,2 -- 1,5 м от поверхности земли и в зоне ниже пяты 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 расположении 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 (рис. П.3.1). 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 (рис. П.3.2). Затем включают прибор и, последовательно прикладывая к поверхности опоры и отнимая от нее, записывают по три показания прибора при положении прозвучивающего устройства или прибора поперек опоры и вдоль нее.

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 °С.

После периода дождей следует начинать измерения не ранее чем через 2—3 дня, необходимых для приобретения бетоном воздушно-сухого состояния.

8. При проведении измерений необходимо проводить качественный анализ получаемых результатов. Необходимо добиваться устойчивых показаний прибора путем многократного прикладывания прозвучивающего устройства в одни и те же места. Прозвучивающее 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 прозвучивающее устройство 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 стороны нейтральной 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 П2. По значению показателей П1 и П2 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 стоек 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 У К-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-1401;

2. Показатель П2 — более 1,6.

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

Таблица П.3 . 5

Несущая способность опор ЖБК в зависимости от показателя П2

	Показатель				
	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.

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 и в этих же местах времени распространения ультразвука в продольном 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 и продольном направлениях.

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. Увеличение показателя П2 свыше значения 1.1, что свидетельствует о наличии трещин в бетоне, ориентированных в продольном направлении.

Примерно одинаковое время распространения ультразвука в поперечном направлении на различных участках периметра и по глубине опоры, а также значения показателя П2 не превышающее значение 1.1, 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 двутавровых опор и фундаментов всех типов 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.

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 У К-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 быть не менее проектной. При меньшей прочности принимаются меры либо по усилению, либо по замене конструкций.

*Приложение 4***МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИОННЫХ ДИАГРАММ**

1. Электрокоррозионные диаграммы на участках постоянного тока используются для оценки границ электрокоррозионной опасности для арматуры и установления интенсивности электрокоррозионных процессов. В основе этого способа оценки лежит применение интегрирующих датчиков электрокоррозии.
2. Интегрирующий датчик электрокоррозии представляет собой бетонную призму

сечением 20х20 мм и длиной 150 мм, внутри которой имеется металлический электрод, выступающий на 20 мм над торцевой гранью и имеющий такой же защитный слой у другой торцевой грани.

Электрод изготавливается из проволоки такого же диаметра и такого же класса, как и применяемая для изготовления опор (рис. П.4.1).

Электроды перед установкой их в датчики тщательно взвешиваются с точностью до 0,01 г и маркируются.

3. Подготовленные электроды устанавливаются в формы и заливаются раствором или бетоном примерно такого же состава, как и при изготовлении опор. При отсутствии данных по составу бетона опор используется растворная или бетонная смесь с расходом цемента не менее 450 кг/см³.

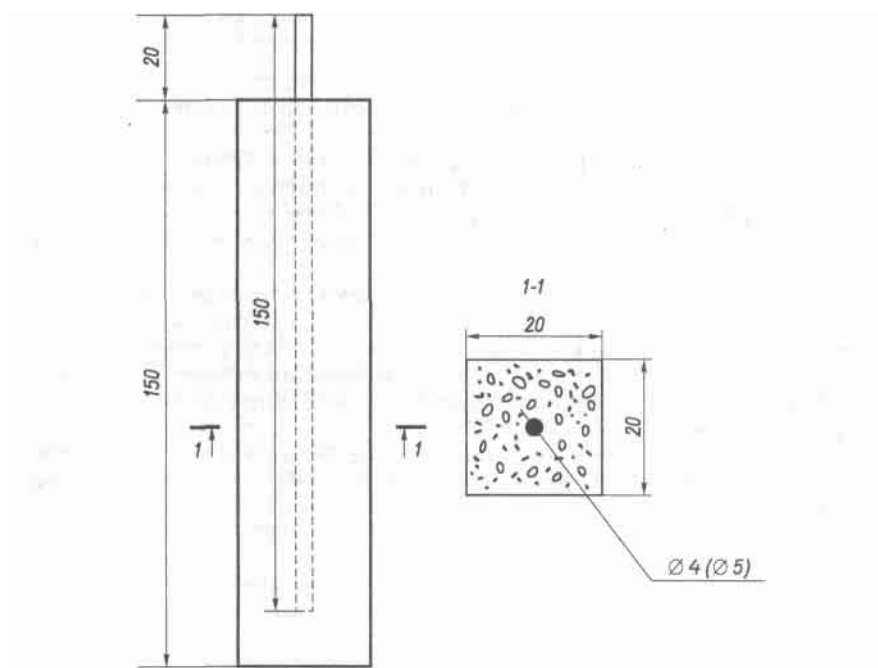


Рис. П.4.1. Интегрирующий датчик электрокоррозии

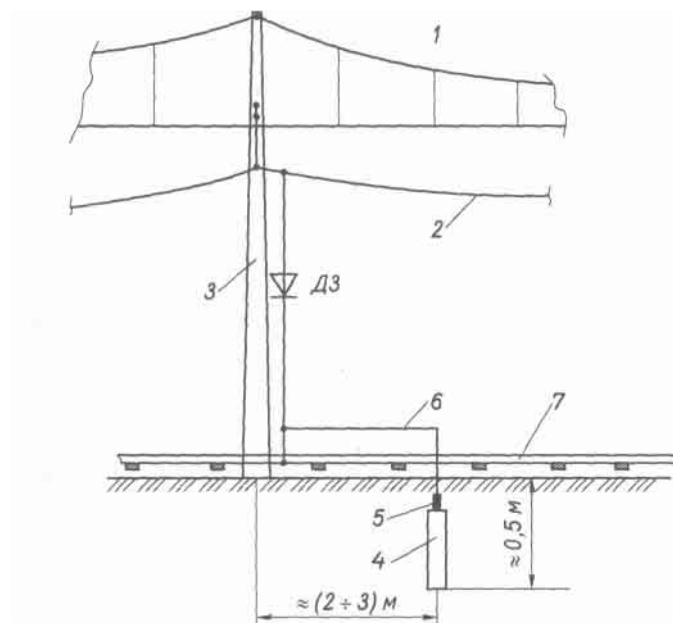


Рис. 11.4.2. Схема установки интегрирующего датчика электрокоррозии:
 1 — контактная сеть; 2 — трос группового заземления; 3 — опора; 4 — интегрирующий датчик электрокоррозии; 5 — изоляция; 6 — изолированный провод; 7 — рельс

После бетонирования датчики выдерживаются в формах не менее 7 дней и затем распалубливаются.

4. Подготовленные датчики снабжаются изолированным проводником длиной 2,5 — 3 м. Место присоединения проводника к электроду тщательно изолируется битумной мастикой, либо клейкой лентой.

5. После оборудования датчиков проводниками они закапываются в фунт и подсоединяются к рельсу. Датчики устанавливаются в створе опор на расстоянии 2 — 3 м от них и подсоединяются к защитному устройству со стороны рельса. Глубина заковки датчика принимается примерно равной 0,5 м. При индивидуальных заземлениях опор устанавливается один датчик на километр пути, при групповых заземлениях — один датчик на группу опор. В последнем случае датчик устанавливается в месте расположения защитного устройства (рис. П.4.2).

6. Присоединенные к рельсу интегрирующие датчики находятся под воздействием токов утечки в течении 3 — 4 месяцев. Затем их демонтируют.

Извлеченные из грунта датчики разбиваются и из них извлекаются электроды. Последние очищаются от ржавчины, изоляции и снова взвешиваются с точностью 0,01 г. По результатам начального взвешивания и взвешивания после электрокоррозионного воздействия определяются потери металла и рассчитывается удельный вынос металла в $\text{г/дм}^2\text{сут}$ для каждого датчика.

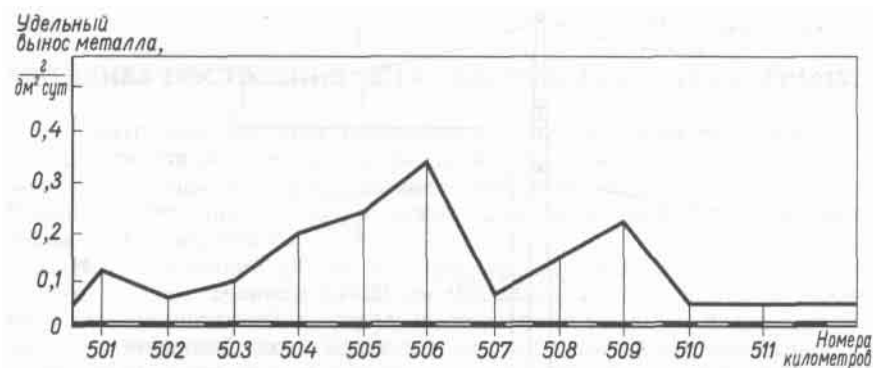


Рис. П.4.3. Электрокоррозионная диаграмма для участка 501 — 512 км

7. На горизонтальной линии графика (рис. ПА3) наносятся в определенном масштабе места установки датчиков и в этих точках откладываются вертикальные отрезки, изображающие удельный вынос металла. Концы отрезков соединяются линиями, полученный график представляет собой электрокоррозионную диаграмму. Она позволяет определить участки с наибольшей электрокоррозионной опасностью, принять меры по обеспечению защиты опор и чаще проводить диагностику на этих участках.

Приложение 5

ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

1. Общие положения

1.1. Виброакустический метод предназначен для диагностики нераздельных консольных железобетонных опор, несущая способность которых уменьшается вследствие электрокоррозии арматуры в подземной части.

1.2. С помощью виброакустического метода может проводиться диагностика железобетонных опор как с предварительно-напряженной, так и ненапряженной арматурой без откопки подземной части.

1.3. Метод предназначен для диагностики опор с кольцевым или двутавровым сечением, показатели прочности бетона которых удовлетворяют требованиям первой группы (бездефектные) опор в соответствии с П. 3 настоящих Указаний.

1.4. Виброакустический метод диагностики опор основан на зависимости характеристик механических колебаний опор и параметров распространения акустических сигналов в бетоне от наличия в конструкциях и материалах дефектов и повреждений.

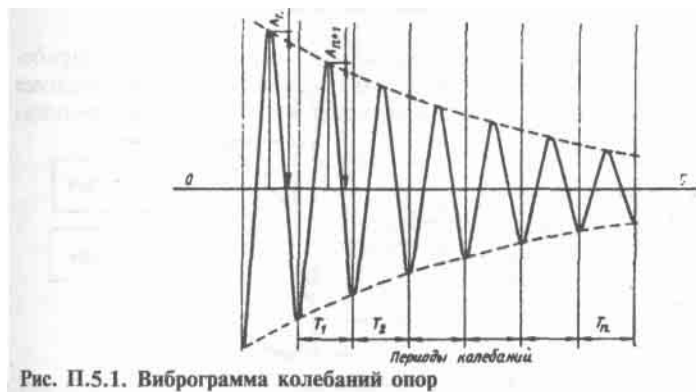
1.5. В качестве основной характеристики в виброакустическом методе принят логарифмический декремент колебаний, определяемый на основании возбуждения, записи и обработки колебаний опор.

1.6. Логарифмический декремент колебаний характеризует скорость затухания колебаний и его величина определяется только состоянием и свойствами бетона и арматуры конструкций.

Логарифмический декремент колебаний математически представляет собой логарифм отношения амплитуд колебаний через один период (рис. П.5.1):

$$\delta = 1 \ln(A_n + 1 / A_n)$$

1.7. Величина логарифмического декремента колебаний



опор по мере электрокоррозии арматуры сначала уменьшается, а затем после образования трещин возрастает.

2. Показатели состояния подземной части опор

2.1. Оценка состояния подземной части опор в виброакустическом методе проводится на основании сравнения логарифмического декремента колебаний, определенного в локальной неповрежденной области в надземной части опор на высокой частоте, и логарифмического декремента колебаний, определенного на собственной частоте (резонансной).

2.2. В зависимости от соотношения этих логарифмических декрементов опора может находиться в одном из трех состояний:

- в исправном;
- в начальной стадии электрокоррозионного повреждения арматуры без повреждения бетона и образования в нем трещин;
- в стадии интенсивной коррозии арматуры с уменьшением ее площади сечения, образованием трещин и снижением несущей способности.

2.3. Показателем исправности опоры является равенство логарифмических декрементов колебаний, измеренных на высокой и низкой (собственной) частоте. В этом состоянии несущая способность опоры соответствует требованиям проекта и стандартов.

2.4. Показателем начальной стадии коррозии арматуры является уменьшение логарифмического декремента колебаний опоры на собственной частоте по сравнению с логарифмическим декрементом колебаний, измеренным на высокой частоте. В этом состоянии арматуры образуется плотная контактная зона, трещины отсутствуют, несущая способность опоры достаточна для восприятия действующих нагрузок.

2.5. Показателем стадии интенсивной коррозии арматуры в подземной части опоры является значительное увеличение логарифмического декремента колебаний, измеренного на собственной частоте, по сравнению с логарифмическим декрементом колебаний, измеренным на высокой частоте. В этой стадии происходит существенное уменьшение площади сечения арматуры, появляются продольные трещины в подземной части, происходит резкое снижение несущей способности опоры.

3. Порядок диагностики

3.1. Диагностика виброакустическим методом осуществляется прибором «Интроскоп 98.1» (или прибором «Интроскоп 98.1м»), являющимся специализированным компьютеризированным измерительным комплексом и позволяющим проводить измерения логарифмических декрементов с колебаний на собственной и высокой частоте.

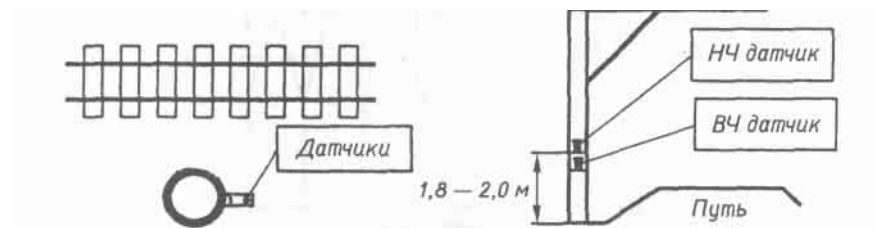


Рис. П.5.2. Схема закрепления датчиков на опоре

3.2.Порядок проверки работоспособности прибора и сам процесс измерений

осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

3.3.Перед проведением диагностики опоры осуществляется ее визуальный осмотр и диагностика надземной части прибором УК-1401 по методике приложения 3 настоящих указаний.

3.4.После диагностики надземной части производится виброакустическая диагностика подземной части опоры. Она выполняется бригадой, состоящей из двух операторов. Один из операторов осуществляет подготовку к проведению измерений и возбуждение требуемых видов колебаний опоры. Второй оператор производит необходимые манипуляции с прибором, следит за движением поездов.

3.5.Подготовка к проведению измерений заключается в проведении следующих операций:

- закрепление датчиков на опоре;
- подключение датчиков к прибору;
- закрепление на опоре приспособления для возбуждения низкочастотных (НЧ) собственных колебаний.

3.6. Сначала устанавливается на опоре НЧ-датчик. Датчик располагается в плоскости колебаний опоры (вдоль пути) (рис. П.5.3). НЧ-датчик закрепляется эластичным хомутом на высоте 1,8 — 2 м от уровня фунта. При закреплении датчика необходимо следить, чтобы датчик плотно прилегал к поверхности опоры и не имел возможности свободно раскачиваться.

3.7. Высокочастотный датчик (ВЧ-датчик) закрепляется на опоре с помощью второго эластичного хомута на 10 — 15 см ниже НЧ-датчика в той же плоскости с условием плотного прилегания к поверхности опоры (не устанавливать датчик на шов, крупные выступающие наплывы и т.д.). При необходимости ВЧ-датчик можно смещать на 10 — 20 см вправо или влево по окружности сечения. Для снижения помех во время записи

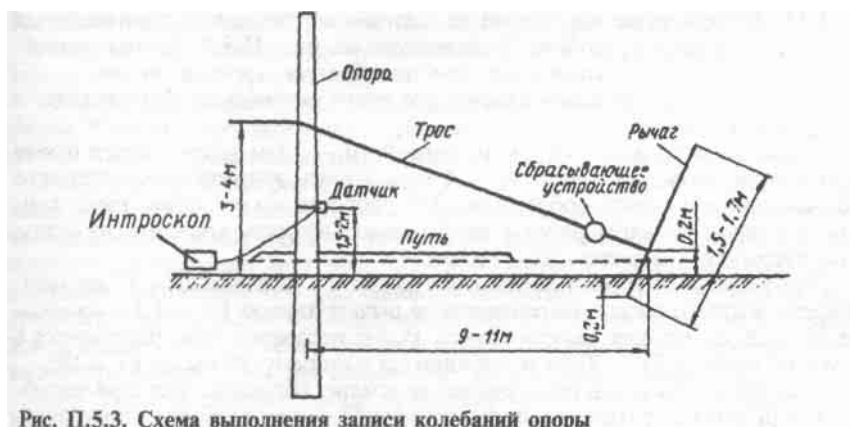


Рис. П.5.3. Схема выполнения записи колебаний опоры

НЧ-сигнала необходимо провод от НЧ-датчика крепить к опоре поясом крепления ВЧ-датчика.

3.8. Проведение измерений на каждой опоре выполняется в течение нескольких циклов, каждый из которых состоит из двух этапов :

- записи ВЧ-колебаний;
- записи НЧ-колебаний

Какой-либо специальной подготовки самого прибора к работе не требуется. Достаточно подключить соответствующие разъемы провода от датчиков, включить питание выключателем на задней панели прибора и прибор готов к работе.

3.9. Для выполнения измерений логарифмического декремента на высокой частоте необходимо нажать кнопку ВЧ на клавиатуре. После появления на табло сообщения об ожидании сигнала по опоре наносится удар с помощью молотка, входящего в комплект прибора. Удар наносится закругленной стороной молотка выше места установки датчиков на уровне 2,0 — 2,5 м от поверхности фунда. Сила удара не нормируется, но должна быть достаточной для принятия сигнала прибором.

3.10. Вторым этапом после записи ВЧ сигнала выполняется возбуждение и запись собственных низкочастотных колебаний опоры. Низкочастотная мода колебаний опоры представляет собой колебания инертной массы надземной части опоры относительно закрепленной в грунте подземной части с точкой перегиба примерно на уровне фунда. При этом амплитуда колебаний должна быть достаточно велика, чтобы определить характер рассеяния энергии в точках максимальной деформации железобетона опоры. Учитывая, что масса опоры составляет две — три тонны, то для возбуждения низкочастотных колебаний опоры необходимо приложить гораздо больше энергии, чем при возбуждении высокочастотной составляющей колебаний. Возбуждение колебаний производится в плоскости, параллельной оси пути.

Возбуждение колебаний может производиться любым способом, позволяющим вызвать в опоре свободные колебания на основной частоте с амплитудой в месте установки датчика не

менее 0,1 мм.

3.11. Возбуждение колебаний на низкой частоте могут производиться также с помощью устройств, показанного на рис. П.5.3. Данное устройство состоит из сбрасывающего приспособления, троса и рычага.

Возбуждение колебаний с помощью этого устройства производится в следующем порядке:

- трос диаметром 3 — 4 мм и длиной 10 — 12 м закрепляется одним концом на опоре на высоте 3 — 4 м, а другим концом соединяется со сбрасывающим приспособлением. Для удобства закрепления троса концы его перед началом работы необходимо снабдить крюками из стальных стержней диаметром 8—10 мм;
- трос вместе со сбрасывающим устройством с усилием 10 — 15 кгс натягивается в створе опор и закрепляется на рычаге длиной 1,5— 1,7 м на высоте 15 — 20 см от поверхности фунта. Рычаг предварительно погружается в грунт на глубину 25 — 30 см и наклоняется в сторону опоры на 10 — 15°;
- поворотом рычага в тросе создается усилие, сбрасывающее приспособление при этом срабатывает и опора приходит в режим свободных колебаний.

В качестве сбрасывающего приспособления могут быть использованы упругие кольца с разрезом или пружиной, или другие приспособления, позволяющие сбрасывать нагрузку. До начала работы они должны быть отрегулированы на усилие, вызывающее размах колебаний необходимой интенсивности для *записи* в прибор.

3.12. Для получения наиболее достоверного результата обследований рекомендуется выполнять не менее 5 циклов измерений, т.е. не менее 5 пар вибропрограмм.

3.13. По окончании измерений прибор выключается, все датчики с опоры снимаются. Дальнейшая обработка сигналов производится после передачи их в персональный компьютер с помощью специализированной программы «Интроскоп 98».

Данная программа производит анализ сигналов и в зависимости от соотношения логарифмических декрементов соответствующих сигналов дает условную пятибалльную оценку состояния подземной части опоры. Кроме оценки состояния опоры, программа выдает также рекомендации по дальнейшей эксплуатации опоры:

- при $5_{НЧ} \gg 5_{ВЧ}$ (оценка 5) — опора исправна, коррозионные повреждения арматуры отсутствуют;
- при $8_{НЧ} \approx 5_{ВЧ}$ (оценка 4) — в подземной части опоры идет процесс коррозии арматуры без образования трещин. Опора продолжает эксплуатироваться, но ставится под более частый периодический контроль;
- при $8_{НЧ} \approx 2 \cdot 5_{ВЧ}$ (оценка 3) — в подземной *части* опоры идет процесс коррозии арматуры, в бетоне появились трещины. При этих показателях производится контрольная откопка опоры,

она ставится на оттяжки и в течение квартала заменяется;

- полученной оценке «3» соответствует превышение $5_{нч}$ над $8_{вч}$ (на 10 — 30 %), либо значительному превышению (более 3 %) $5_{вч}$ над $5_{нч}$. В обоих случаях разница в логарифмических декрементах колебаний может быть вызвана снижением прочности бетона в надземной части опоры. При получении такой оценки рекомендуется произвести ультразвуковое обследование надземной и подземной частей опоры с откопкой до 1 м;

- оценке «2» соответствует превышения $6_{нч}$ над $5_{вч}$ более 30 % и необходимость срочной замены опоры;

- оценка «1» соответствует отсутствию корректных сигналов колебаний опоры. В связи с этим невозможно выдать заключение о текущем состоянии опоры. В этом случае необходимо провести повторную диагностику опоры.

3.14. По результатам расчета программа «Интроскоп 98» составляют протокол диагностики с автоматически выработанным заключением и рекомендациями по дальнейшему техническому обслуживанию опоры. Данный протокол представляет лист Мюгозой Excel, который можно редактировать, дополнять соответственно замечаниями оператора и заключением по результатам ультразвукового обследования подземной части опоры с откопкой. В дальнейшем протокол сохраняется, распечатывается и в случае необходимости используется для составления акта о замене опор.

3.15. При диагностике опор прибором «Интроскоп 98.1м» данные о логарифмических декрементах колебаний прибор выдает на индикатор.

Приложение 6

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ОПОР

1. Основные принципы метода и порядок измерений

1.1. Электрохимический метод диагностики опор основан на зависимости степени анодной (положительной) поляризации арматуры от ее электрохимического состояния. При наличии анодного тока пассивная сталь (при отсутствии коррозии) сильно поляризуется, т.е. ее потенциал резко смещается в положительную сторону. В активном состоянии при наличии коррозии степень поляризации арматуры при одной и той же плотности тока контролирующего импульса значительно меньше или она вовсе отсутствует.

Электрохимический метод предназначен для оценки, прежде всего, состояния высокопрочной проволочной арматуры предварительно-напряженных опор. Однако он может быть использован и для качественной оценки состояния стержневой арматуры ненапряженных опор и анкерных болтов фундаментов металлических опор. С помощью этого метода можно установить, имеется или отсутствует коррозия стержней или анкерных болтов.

Электрохимический метод не рекомендуется использовать при диагностике опор установленных в агрессивных грунтах с большим содержанием хлорионов, в мерзлых грунтах.

1.2. Оценка состояния арматуры в бетоне производится по значению электрохимического потенциала, который измеряется в переходном режиме (переходный потенциал) после отключения внешнего источника тока через заданный интервал времени (рис. П.6.1).

Оценку состояния арматуры по значению переходного потенциала при положительной поляризации можно производить только при отсутствии на арматуре наведенных потенциалов. Поскольку в эксплуатации на арматуре опор могут присутствовать наведенные потенциалы, то для исключения влияния этих потенциалов при диагностике опор рекомендуется осуществлять положительную и отрицательную поляризацию арматуры, а оценку состояния опоры производить по значению суммарного переходного потенциала (рис. П.6.2):

$$A_{\phi} = D_{\phi} + D_{\phi 7};$$

где A_{ϕ} — переходный потенциал арматуры, измеренный после положительной поляризации в заданный момент времени t после отключения источника тока, В;

1.3. $A_{\phi 7}$ — переходный потенциал арматуры, измеренный после отрицательной поляризации в заданный момент времени t после отключения источника тока, В.



1.4. При измерении составляющих суммарного переходного потенциала обязательным является строгое соблюдение параметров контролирующего импульса: плотность тока поляризации должна составлять 2 — 5 МА/дм², время поляризации — не менее 1 мин.

1.5. Режимы поляризации как положительный, так и отрицательный должны быть одинаковыми и при выполнении последующих измерений.

Таблица П.6 . 1

Мощность опоры, тем	Требуемые токи поляризации, А, для арматуры опор типа	
	СК	СКУ
4,5	0,5/0,5	0,8/0,8
6,0	0,9/0,9	1,1/1,1
8,0	—/1,0	1,4/1,3
10,0		1,5

Примечание. В числителе даны токи при диаметре арматуры 4 мм, а в знаменателе — 5 мм. Допускается принимать исходный ток поляризации для всех опор независимо от их мощности одинаковым и равным 0,5 А.

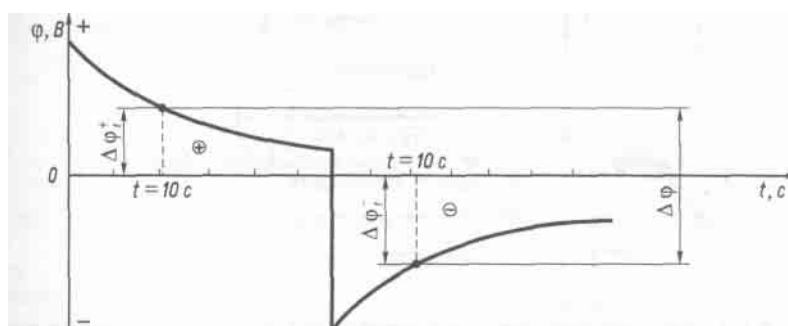


Рис. П.6.2. Получение суммарного переходного потенциала арматуры в бетоне

1.6. При требуемой в соответствии с п. 1.4 плотности тока ток поляризации арматуры опор должен назначаться в зависимости от типа и глубины погружения опор. Необходимый ток поляризации определяется умножением требуемой плотности тока на площадь поверхности в подземной части опор. Для опор типа СК и СКУ этот ток должен быть не менее, чем приведенный в табл. П.6.1.

1.7. Перед производством измерений должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверяется исправность средств изоляции опоры от рельсов, искровых промежутков и диодных заземлителей. При неисправных средствах защиты опора отсоединяется от рельсов и присоединяется индивидуальным заземлителем через исправный промежуток к рельсу. При групповом заземлении опоры на время измерений подсоединяется к тросу группового заземления через исправный искровой промежуток;
- подготавливается и очищается от грязи, ржавчины вывод диагностического проводника или внутреннего заземляющего проводника для подсоединения аппаратуры;
- в опорах, не имеющих выводов диагностического проводника, определяется положение прядей арматуры, расположенных в нейтральной зоне сечения опоры. Для этого целесообразно использовать как типовые приборы типа ИЗС, так и простейшие магнитные искатели. Последние представляют собой обычный магнит массой 10 — 15 г, подвешенный на нить длиной 0,3 — 0,5 м. При перемещении нити вместе с магнитом вдоль периметра опоры по ее поверхности магнит в местах расположения арматуры будет притягиваться к поверхности опоры, указывая точное расположение прядей. В качестве магнитного искателя может использоваться, например, магнитный контакт;
- над обнаруженной прядью вскрывается защитный слой бетона. Вскрытие может производиться сверлением или с помощью пробойников. Однако при этом должны приниматься меры предосторожности против чрезмерного раскалывания бетона. Диаметр образуемого в бетоне отверстия не должен превышать 10—15 мм. После измерений отверстие заделывается цементным раствором, либо вскрытая арматура окрашивается масляной или эпоксидной краской для предотвращения появления коррозии арматуры;
- на участках с интенсивным засорением балластной призмы и основной площадки земляного полотна токопроводящими материалами (уголь, руда, удобрения и т.п.) вокруг опор производится удаление загрязненного слоя фунта на глубину 100 — 150 мм шириной 200 мм (рис. П.6.3);
- для установки электрода сравнения в створе опор на расстоянии 2 м измеряемой опоры также образуется лунка глубиной 100 — 150 мм. Технолог изготовления электрода сравнения

приведена в р. 3 настоящего приложения.

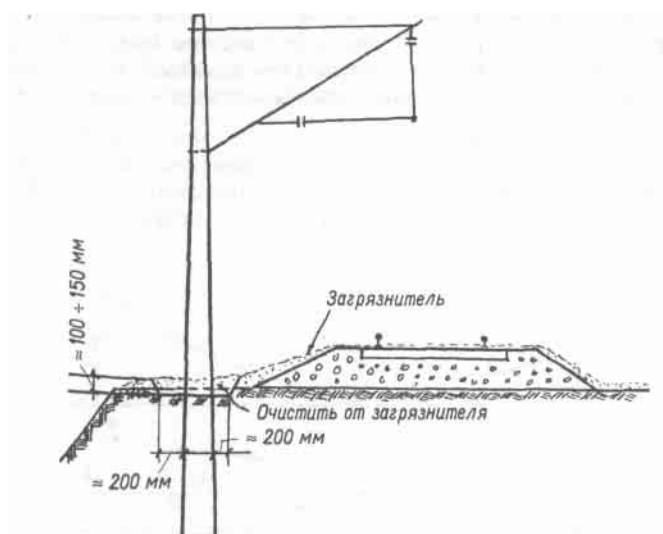


Рис. П.6.3. Схема подготовки опоры к измерению потенциалов на участках с загрязненным балластом

1.8. После проведения подготовительных работ основные работы по измерению переходных потенциалов арматуры и определению суммарного переходного потенциала производятся с помощью прибора АДО. Перед измерениями прибор должен быть проверен в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации.

1.9. Измерения переходных потенциалов и определение суммарного переходного потенциала следует производить в последовательности:

- в соответствии с рис. П.6.4 собирается схема измерения. Под соединение аппаратуры к рельсу и арматуре осуществляется с помощью разъемов типа «крокодил» с изолированными ручками;
- включается прибор, проверяется достаточность питания прибора и кнопкой «пуск» последний запускается для измерений. После запуска прибора потенциометром устанавливается необходимый ток поляризации для измеряемой опоры в соответствии с табл. П.6.1.

Если после запуска прибора на табло не высвечиваются цифры необходимого тока поляризации, то следует проверить контакты присоединения прибора к рельсу и арматуре;

- после автоматической положительной поляризации записывается переходный потенциал и то же самое делается после отрицательной поляризации. На основании обоих значений потенциала определяется суммарный переходный потенциал. При этом необходимо учитывать, что при разных знаках потенциалов после положительной ($\Delta\phi_1^+$) и отрицательной ($\Delta\phi_1^-$) поляризации суммарный переходный потенциал находится сложением абсолютных значений этих потенциалов. При одном знаке потенциалов после положительной и отрицательной поляризации суммарный переходный потенциал находится

путем вычитания абсолютных значений измеренных потенциалов;

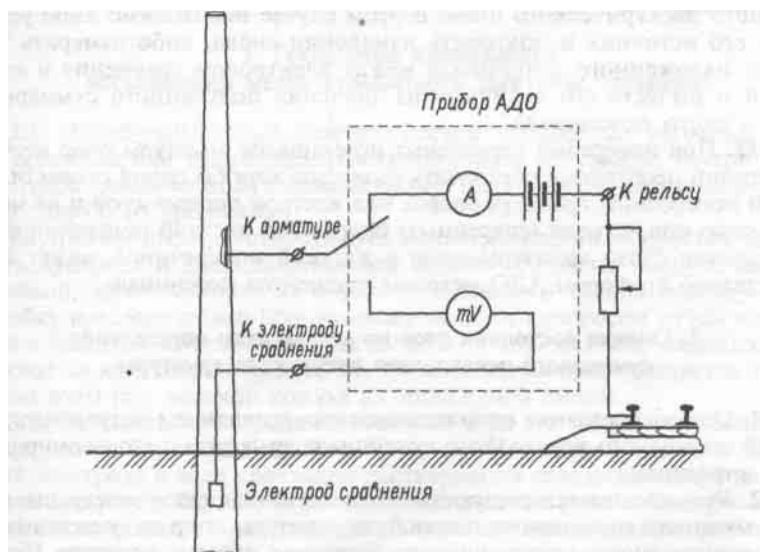


Рис. 6.4. Схема подсоединения АДО к опоре

- на каждой опоре проводят не менее трех измерений положительного и отрицательного потенциалов.

1.10. При измерении потенциалов арматуры опор необходимо избегать прямой электрической связи опор с подземными металлическими конструкциями (трубопроводы, кабели и т.д.).

Признаком такой связи

является невозможность осуществить как положительную, так и отрицательную поляризацию арматуры опоры. В этом случае необходимо отыскать пути утечки тока и устранить их. После этого измерения необходимо повторить снова.

1.11. При измерении переходного потенциала арматуры следует вести оперативный контроль его значения. Превышение суммарным потенциалом значения 1,5 В свидетельствует о наличии внешнего наложенного электрического поля. В этом случае необходимо либо устранить его источник и повторить измерения снова, либо измерить значение наложенного потенциала между электродом сравнения и арматурой и вычесть его величину из значения полученного суммарного переходного потенциала.

1.12. При измерении переходных потенциалов арматуры опор жестких поперечин необходимо обеспечить изоляцию хотя бы одной опоры от жесткой поперечины при двух опорах под жесткой поперечиной и не менее трех опор при четырех (спаренных) опорах под жесткой поперечиной.

Наличие связи арматуры опор с жесткой поперечиной может быть определено прибором АДО методом градиентов потенциала.

2. Оценка состояния опор по результатам определения суммарного переходного потенциала арматуры

2.Г. Оценка состояния опор производится сравнением полученных значений суммарного переходного потенциала арматуры с его нормированным значением.

2.2. Устанавливается следующая количественная связь между значением суммарного переходного потенциала арматуры опор их состоянием:

а) конструкции, отвечающие требованиям норм и проектов (бездефектные) — суммарный переходный потенциал не менее 0,75 В, при-

чем положительная часть суммарного переходного потенциала должна быть не менее 0,4 В;

б) дефектные конструкции, — суммарный переходный потенциал *накопится* в пределах 0,4 — 0,75 В. При этом значении суммарного переходного потенциала в подземной части на арматуре образуется небольшой коррозионный налет. Несущая способность конструкций снижается на 25 %; такие опоры заменяются в плановом порядке;

в) остродефектные конструкции — суммарный переходный потенциал ниже 0,4 В. При таком значении суммарного переходного потенциала в подземной части конструкций имеются значительные повреждения с отслоением бетона. Снижение несущей способности опор составляет более 25 % первоначальной, и конструкции должны освобождаться от нагрузки и немедленно заменяться.

2.3. Отмеченные в п. 2.2 значения суммарного переходного потенциала целесообразно использовать при оценке состояния опор находящихся длительное время в эксплуатации.

Для вновь электрифицируемых участков или реконструкции и замены опор рекомендуется измерять начальные значения потенциала, а оценку состояния опор в дальнейшем вести сравнением с первоначальными значениями этого параметра.

2.4. При оценке состояния подземной части опор рекомендуется при получении первых низких значений положительного переходного потенциала (менее 0,4 В) проводить многократную повторную положительную поляризацию. Если при повторной поляризации потенциал арматуры растет, то делается вывод о пассивном состоянии арматуры. Если же потенциал арматуры не растет, то такую опору откапывают, и делают дополнительные обследования в соответствии с разд. 3 настоящих Указаний.

3. Технология изготовления насыщенного медно-сульфатного электрода сравнения

3.1. Медно-сульфатный электрод состоит из корпуса, изготовленного из оргстекла или иного электроизолирующего материала, внутри которого расположен медный стержень (может быть также использована трубка или спираль из проволоки).

Внутреннее пространство корпуса заполнено пастой из кристаллов медного купороса и

дистиллированной водой. Отверстие корпуса закрыто пробкой, изготовленной из пористой древесины (осина береза и т.д.). Пробку предварительно пропитывают медным купоросом путем кипячения в насыщенном растворе в течение 1 —2 ч. К медному стержню подключается контактный провод. Место соединения предохраняется от действия воды при помощи кожуха из эпоксидной смолы.

3.2. Потенциал электрода не изменяется до тех пор, пока в электроде сохраняются кристаллы медного купороса. С течением времени при работе электрода в воде кристаллы растворяются вследствие диффузии через пористую пробку. По мере расходования электрод необходимо заполнять свежеприготовленной пастой. В периоды между проведением измерений электрод следует хранить в стакане, заполненном насыщенным раствором медного купороса.

Приложение 7

МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ОПОР И ПОТРЕБНОСТИ НА РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ

1. Анализ на уровне ЭЧ

На основании данных диагностики опор составляется донесение, в состав которого включаются следующие сведения:

1.1. Общее количество опор шт.

в том числе железобетонных шт.

металлических..... шт.

1.2. Подробную характеристику парка железобетонных и металлических опор по типам и срокам эксплуатации.

Таблица П.7.1

Состав парка железобетонных опор на ЭЧ

Тип опор	Всего, шт.	Количество опор по срокам эксплуатации, шт.							
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	свыше
ЖБК									
СК									
Итого									

Таблица П.7.2

Состав парка металлических опор на ЭЧ

Тип опор	Всего, шт.	Количество опор со сроком эксплуатации, лет			
		до 30	31-40	41-50	более 50
Консольные гибких					
Итого					

1.3: Состав парка железобетонных опор по остаточной несущей способности (в соответствии с П.3.4.9) на ЭЧ:

1. Общее количество опор первой группы шт/%

2. Общее количество опор второй группы..... шт/%

3. Общее количество опор третьей группы шт/%

(заменяемых)

Таблица П.7.3

**Характеристика заменяемых опор по типам и срокам службы по ЭЧ (опоры
заменяются в текущем году)**

Тип опор	Всего заменено, шт.	Замена опор по срокам службы, лет							
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	более
ЖБК									
ГЗЖБК									
СК									
С									
СО									
Итого									

Таблица П.7.4

**1.4. Список опор, подлежащих замене в текущем году (остродефектные) по ЭЧК,
перегонам, станциям**

№ п/п	Наименование станций, перегонов	№ опор	Тип опоры	Срок замены в месяцах	Срок установки оттяжек
Итого					

Таблица П.7.5

1.5. Рекомендации по замене опор II группы на предстоящие 5 лет (дефектные)

№ п/п	Наименование станций, перегонов	№ опор	Тип опор	Рекомендуемый срок замены по годам	Мероприятия по обеспечению устойчивости до замены
Итого					

1.6. Количество низкоомных опор.....шт/%.

2. Анализ на уровне службы электроснабжения дороги

На основании донесений дистанций электроснабжения составляются сводные данные по дороге.

2.1. Общее число опор на дороге шт.

в том числе железобетонныхшт./ %

металлических.....шт./ %

Таблица П.7.6

2.2. Общая характеристика парка железобетонных опор по типам и возрасту

Тип опор	Всего опор, шт.	Количество опор со сроком эксплуатации, %, лет						
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
Ненапряженные (ЖБК)								
Предварительно-напряженные (СЖБК, СК)								
Итого								

Таблица П.7.7

2.3. Характеристика заменяемого парка опор (n_i) за контролируемый период t между плановыми обследованиями

Тип опор	Всего замена по типам, шт.	Количество заменяемых опор по возрастным группам						
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
ЖБК								
СЖБК, СК, СКУ, С								

2.4. На основании данных табл. П.7.7 определяется интенсивность замены по каждой возрастной группе по выражению:

$$\lambda_i = n_i / (N_i \cdot t),$$

где n_i - количество заменяемых опор в каждой возрастной группе;

N_i — общее количество опор в возрастной группе;

t - контролируемый период, принимается в соответствии с Правилами ЦЭ-197, равным 3 годам на участках постоянного тока и 6 годам на участках переменного тока.

Таблица П.7.8

Всего заменяется опор	Интенсивность замены опор (1/год) по возрастным группам						
	до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
ЖБК							
СЖБК							

2.5. На основании данных об интенсивности замены опор по каждой возрастной группе определяется прогнозируемый средний срок службы опор:

$$\bar{T} = 1/\bar{\lambda}_i$$

Таблица П.7.9

Тип опор	Всего опор, лет	Средний срок службы опор, лет						
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
ЖБК								
СЖБК, СК, С								

2.6. Средний срок службы опор по дороге $T_{cp} = \sum(T_c \cdot N_i)/N$,

где N — общее число железобетонных опор.

2.7. Прогнозируемое ежегодное число замен на предстоящие 3 года:

$$z = (\lambda_1 N_1 + \lambda_2 N_2 + \dots + \lambda_k N_k),$$

где λ_i и N_i - удельная замена и количество опор по каждой возрастной группе.

2.8. Удельное содержание опор с различным сроком службы

Таблица П.7.10

Тип опор	Всего опор, шт.	Количество опор со средним сроком службы, лет			
		до 50	50-70	71-90	91-120
Ненапряженные					
Преднапряженные					
Итого					

Пример . На основании донесений дистанций дороги получены следующие данные:

- Общее количество опор на дороге.... 150 тыс. шт.
в том числе железобетонных120 тыс. шт./80 %
металлических..... 30 тыс. шт/20 %

- Общая характеристика парка опор по типам и возрастному составу

Таблица П.7. 1 1

Тип опор	Всего опор, тыс. шт.	Количество опор со сроком эксплуатации, лет						
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
ЖБК	30			2	3	10	15	
СЖБК, СК	90	10	20	40	20			
Итого	120	10	20	42	23	10	15	-

3. Характеристика заменяемого парка опор за 3 года

Таблица П.7.12

Тип опор	Всего замена, тыс. шт.	Количество заменяемых опор, тыс. шт., по возрастным группам					
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
ЖБК	3,0			0,1	0,2	0,7	2,0
СЖБК, СК, СКУ, С	9,0	0,1	1,9	4,0	3,0	-	-

4. Интенсивность замен по возрастным группам

Таблица П.7.13

Тип опор	Всего замена опор, тыс. шт.	Интенсивность замены опор, (1/год), по возрастным группам*					
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
ЖБК	3,0			0,0166	0,0222	0,0233	0,0444
СЖБК, СК, СКУ	9,0	0,00333	0,03170	0,0333	0,05	-	-

* Пример определения λ_i . Для опор СЖБК возрастной группы 26 - 30 лет при количестве 40,0 тыс. шт. заменяется 4,0 тыс. опор. Контролируемый период 3 года: $\lambda_i = 4000 / (40000 - 3) = 0,033$.

5. Средний срок службы опор по возрастным группам

Таблица П.7.14

Тип опор	Всего опор, тыс. шт.	Средний срок службы, лет*					
		до 20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
ЖБК	30			60	45	43	22
СЖБК, СК, С	90	300	31,0	30	20	—	—

- Пример определения среднего срока службы. Для возрастной группы 26 — 30 лет опор типа СЖБК при $\lambda_i = 0,0333$. Средний срок службы $T_{\text{ср.}} = 1 / 0,0333 = 30$ лет.

6. Прогнозируемое ежегодное число замен опор

Типа ЖБК

$$Z = (0,0166 \cdot 2 + 0,0222 \cdot 3 + 0,0233 \cdot 10 + 0,0444 \cdot 15) = 998,8.$$

$$Z = 1000 \text{ шт.}$$

Типа СЖБК (СК, СКУ, С)

$$Z = (0,00333 \cdot 10 + 0,0317 \cdot 20 + 0,0333 \cdot 40 + 0,05 \cdot 20) = 2999,0.$$

$$Z = 3000 \text{ шт. опор}$$

7. Удельное содержание опор с различным сроком службы

Таблица П.7.15

Тип опор	Количество опор со средним сроком службы, лет			
	до 50	50-70	71-90	91-120
ЖБК	28	2		
СЖБК	80	-	-	10

Данные прогнозирования, полученные на основании приведенной методики, распространяются на период не более 3 — 5 лет. По истечении этого срока следует проводить повторную диагностику опор и уточнять на предстоящий период средние сроки службы опор, а также потребность их на замену.

Анализ состояния опор для сети дорог для ЦЭ МПС с целью определения средних сроков службы и потребности в опорах для развития производства проводится по специальной методике ВНИИЖТом.

Приложение 8

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.8.1);
- 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 измеренной (путем деления измеренного времени распространения сигнала на скорость ультразвука в металле, равной 4500 м/с) и проектной длин болта, которые для основных типов фундаментов приведены в таблице П.8.1 (рис. П.8.2);
- 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.8.3)

Таблица П.8.1

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	К-I-24	24	1160	31	П-II-24	24	1090
2	К-II-24	24	1160	32	П-II-30	30	3030
3	К-II-30	30	1400	33	П-III-24	24	1090
4	К-III-24	24	1160	34	П-III-30	30	3030
5	К-IV-24	24	1160	35	П-IV-24	24	1090
6	К-IV-30	30	1400	36	П-IV-30	30	3530
7	К-IV-36	36	1640	37	П-V-24	24	1090
8	К-V-24	24	1160	38	П-V-30	30	3530
9	К-V-30	30	1400	39	П-VI-24	24	1090
10	К-V-36	36	1640	40	П-VII-24	24	1090
11	К-VI-24	24	1160	41	П-VIII-24	24	1090
12	К-VI-30	30	1400	42	П-VIII-30	30	1330
13	К-VI-36	36	1640	43	П-IX-24	24	1090
14	К-VII-36	36	1640	44	П-IX-30	30	1330
15	К-VIII-24	24	1160	45	П-X-30	30	1330
16	К-IX-24	24	1160	46	П-XI-24	24	1090
17	К-IX-30	30	1400	47	П-XI-30	30	1330
18	К-X-24	24	1160	48	П-ХП-24	24	1090
19	К-X-30	30	1400	49	П-ХП-30	30	1330
20	К-XI-30	30	1400	50	П-ХШ-30	30	1330
21	АК-I-36	36	1640	51	П-XIV-30	30	1330
22	АК-II-36	36	1640	52	П-XV-30	30	1330
23	АК-III-36	36	1640	53	П-XVI-30	30	1330
24	АК-IV-36	36	1640	54	П-XVII-30	30	1330
25	АК-V-36	36	1640	55	П-XVIII-30	30	1330
26	АК-VI-36	36	1640	56	П-XIX-30	30	1330
27	АК-VII-30	30	1330	57	П-XX-36	36	1570
28	АК-VIII-30	30	1330	58	П-XXI-36	36	1570
29	АК-IX-30	30	1330	59	П-XXII-36	36	1570
30	П-II-30	30	3030	60	П-XXIII-36	36	1570

3. Проведение диагностики

3.1. Перед проведением диагностики необходимо провести подготовительные работы. Верх фундамента 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 (напильники, дрели) тщательно выравнивается и зачищается верхняя плоскость болтов для возможности установки на нее датчика прибора.

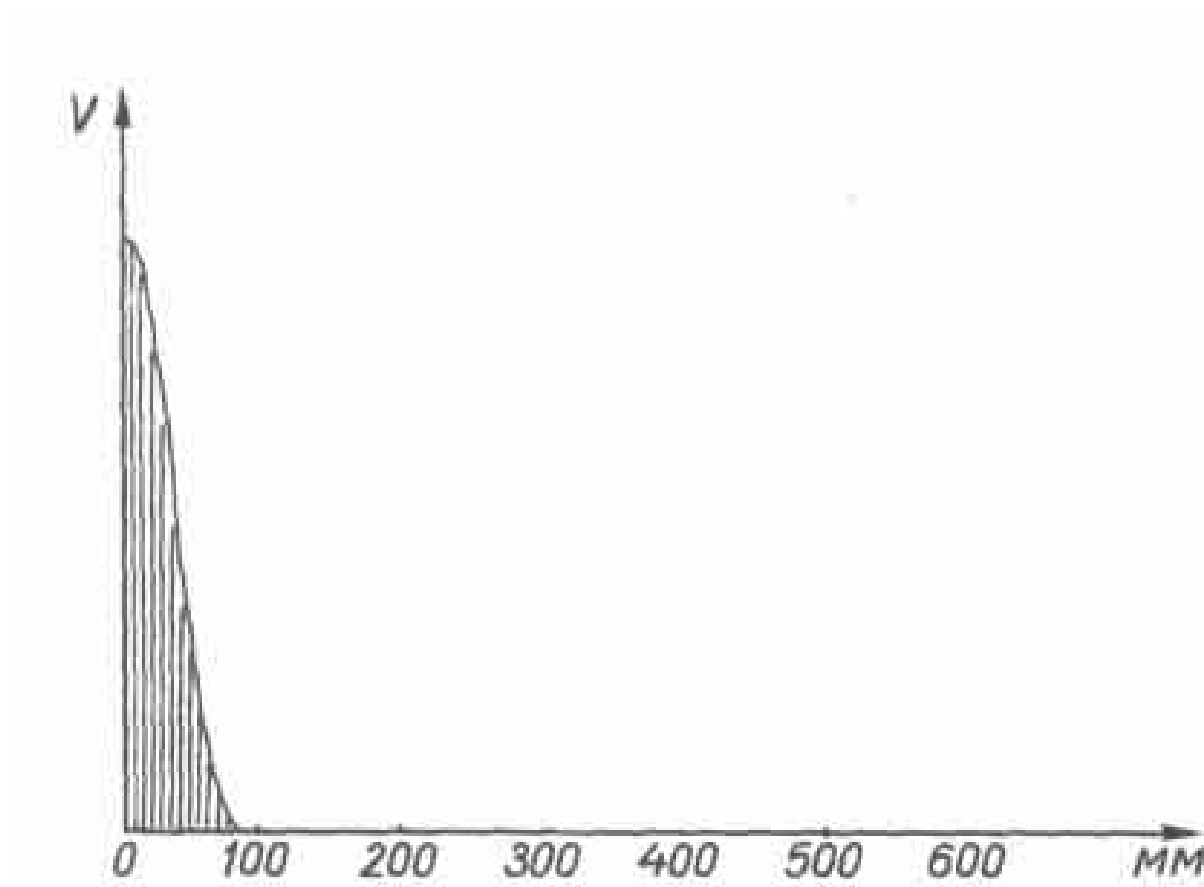


Рис. П.8.1 Прохождение ультразвукового сигнала при отсутствии коррозии болтов

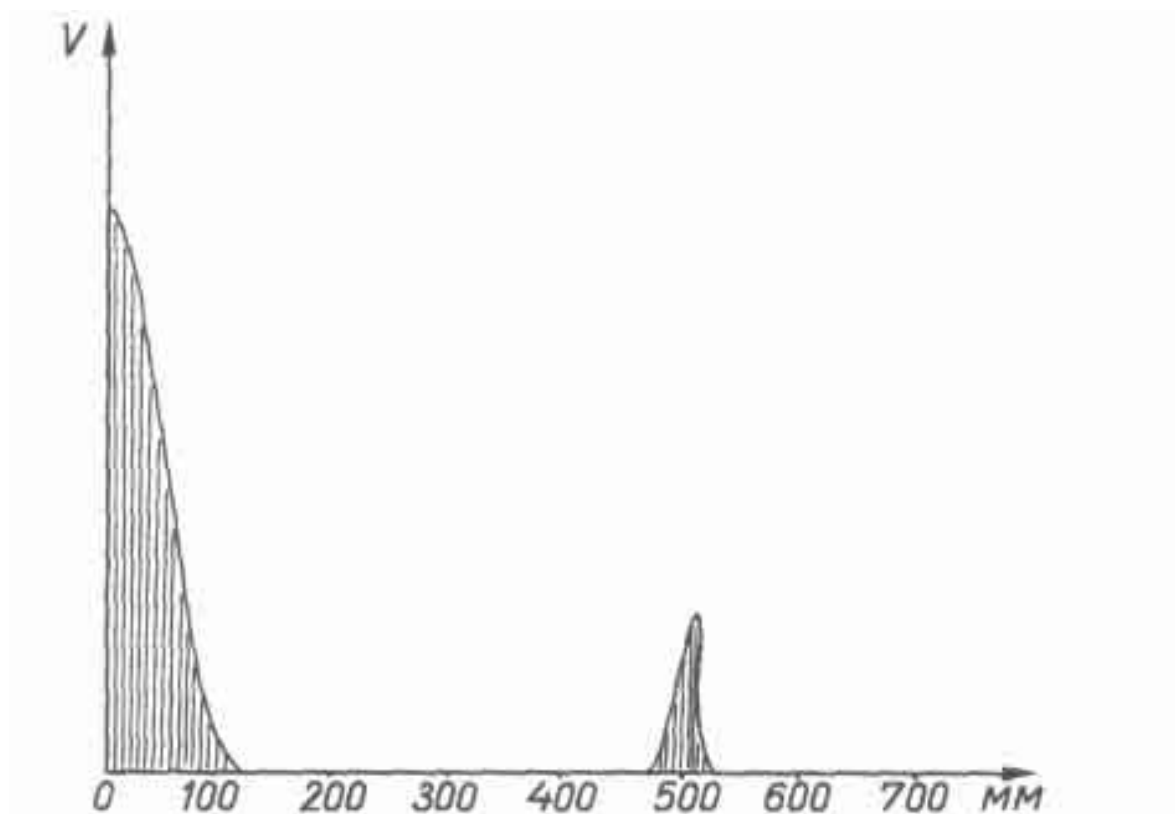


Рис. П.8.2 Прохождение ультразвукового сигнала при
наличии коррозии на болтах

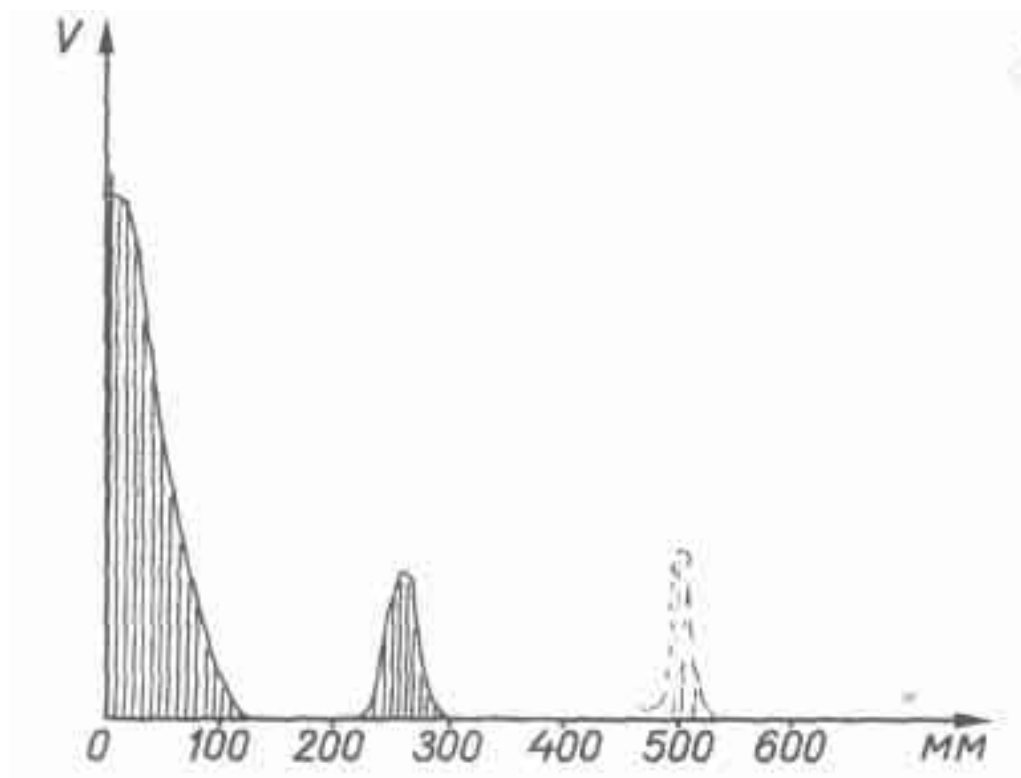


Рис. 11.8.3 Прохождение ультразвукового сигнала при
обрыве болта

3.3. На подготовленную 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 подготовленную 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 9.....

ДЕФЕКТНАЯ КАРТОЧКА ОПОРЫ (ФУНДАМЕНТА)

Лицевая сторона карточки

Наименование железной дороги

ЭЧ	ЭЧК №			
	(тип, назначение)			
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
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 _____

Приложение 10

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ И ПРИБОРОВ

Постоянный ток

1. Прибор ГЖ-1м.....2 шт.
2. Генератор «Поиск»1 шт.
3. Ультразвуковой тестер УК-1401.....1 шт.
4. Прибор АДО.....1 шт.
5. Прибор «Интроскоп-98.1м»1 шт.
6. Ультразвуковой прибор А-1220*1 шт.
7. Мегаомметр М 1101 на 500 В.....1 шт.
8. Приборы для линейных измерений:
 - микроскоп МПБ-2.....1 шт.
 - рулетка1 шт.
 - штангенциркуль.....1 шт.
 - бинокль1 шт.

** Прибор А-1220 целесообразно размещать в ДЭЛ.*

Переменный ток

1. Прибор ПК- 1м2 шт.
2. Ультразвуковой тестер УК-1401.....1 шт.
3. Мегаомметр М 1101 на 500 В.....1 шт.
4. Приборы для линейных измерений:
 - микроскоп МПБ-2.....1 шт.
 - рулетка1 шт.
 - штангенциркуль.....1 шт.
 - бинокль... ..1 шт.

Примечание. Разрешается также при работе групп диагностики использовать имеющиеся но снятые с производства приборы МС 07(08), М-321, а также измерители сопротивления Ф-4103.