ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ЗАЩИТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ

СН 65-76

Заменен СН и П 2.03.11-85 с 01.01.86
пост № 137 от 30.08.85
БСТ 11-85 с. 10

СИ
МОСКВА 1977

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЗАЩИТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ
СН 65-76

Утверждена
постановлением Государственного
комитета Совета Министров СССР
по делам строительства
от 17 сентября 1976 г. № 148

Внесены поправки:
БСИ №9, 1977 г. с. 13.

МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1977

УДК 691.328:620.197.7](083.96)

Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами, СН 65-76, разработана НИИЖБ Госстроя СССР с участием Укргипромеза Минчермета СССР, ЦНИИ МПС, Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР и Уральского Промстройниипроекта Госстроя СССР с использованием материалов, представленных ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, Ленинградским институтом железнодорожного транспорта, Харьковским институтом инженеров транспорта МПС, Днепропетровским химико-технологическим институтом Минвуза УССР, НИС Гидропроекта Минэнерго СССР, Гипроцветметом Минцветмета СССР, службой электроподстанций и сетей Московского ордена Ленина метрополитена им. В. И. Ленина.

С введением в действие настоящей Инструкции утрачивает силу «Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами», СН 65-67.

Редакторы; инж. *И. И. Крупницкая* (Госстрой СССР), *канд.* техн наук *Т. Г. Кравченко* (НИИЖБ Госстроя СССР).

И $\frac{30213-354}{047(01)-77}$ Инструкт.-нормат., 1 вып.— 2—77 © Стройиздат, 1977

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 65-76
	Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами	Взамен СН 65-67

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Требования, изложенные в настоящей Инструкции, должны выполняться при проектировании, производстве работ, приемке и эксплуатации средств защиты железобетонных конструкций зданий и сооружений от коррозии, вызываемой блуждающими токами (электрокоррозии).

1.2. Железобетонные конструкции, подвергающиеся одновременному воздействию агрессивных сред (газовых, жидких или твердых) и блуждающих токов, подлежат защите от коррозии в соответствии с главой СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии и дополнительно защите от электрокоррозии в соответствии с настоящей Инструкцией.

1.3. Железобетонные конструкции зданий и сооружений, подвергающиеся воздействию блуждающих токов, подразделяются на следующие основные группы:

а) железобетонные конструкции зданий и сооружений промышленных предприятий, потребляющих постоянный электрический ток в технологических процессах (отделений электролиза);

б) железобетонные конструкции сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта;

в) железобетонные конструкции зданий и сооружений, расположенные в поле тока от постороннего источника.

Внесены Научно-исследовательским институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР	Утверждены постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 17 сентября 1976 г. № 148	Срок введения в действие 1 июля 1977 г.

Средства защиты железобетонных конструкций от электрокоррозии в зависимости от характера выполняемых мероприятий подразделяются на три группы:

I — мероприятия по ограничению токов утечки, выполняемые на источниках блуждающих токов в соответствии с ГОСТ 9.015—74 «Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сооружения. Общие технические требования» и приложением 1 к настоящей Инструкции;

II — мероприятия пассивной защиты от электрокоррозии, выполняемые на железобетонных конструкциях в соответствии с настоящей Инструкцией;

III — мероприятия активной (электрохимической) защиты, выполняемые на железобетонных конструкциях или вне их в соответствии с настоящей Инструкцией, если выполнение мероприятий пассивной защиты (группы II) невозможно или недостаточно.

1.4. Проектирование защиты от электрокоррозии конструкций зданий и сооружений должно осуществляться одновременно с разработкой проектов этих конструкций на основании результатов предварительной оценки опасности блуждающих токов. Выбранная группа средств защиты от электрокоррозии должна быть обоснована технико-экономическим расчетом. В том случае, когда мероприятия по защите железобетонных конструкций от электрокоррозии могут быть определены только после измерений блуждающих токов в условиях эксплуатации, эти мероприятия должны разрабатываться и осуществляться в первый год эксплуатации указанных конструкций или в первый год эксплуатации источника блуждающих токов.

Предварительная оценка опасности блуждающих токов производится на основании (см. также пп. 2.1, 2.2) данных опыта эксплуатации аналогичных конструкций и результатов инженерных изысканий, в состав которых входит обследование трассы и площадки строительства и измерение:

а) напряженности блуждающих токов в грунте;

б) потенциалов «арматура — бетон» и «арматура — земля», имеющихся на трассе (площадке) аналогичных подземных железобетонных конструкций зданий и сооружений;

в) потенциалов, имеющихся на трассе (площадке) подземных металлических сооружений;

г) удельного электрического сопротивления грунта;
д) содержание хлоридов в грунте.

Измерения, указанные в пп. «а», «в», «г», «д», должны производиться по методике, приведенной в приложениях к ГОСТ 9.015—74, а измерения, предусмотренные в п. «б» — по методике, приведенной в приложении 2 к настоящей Инструкции.

1.5. Запрещается принимать в эксплуатацию:

объекты — источники блуждающих токов — до осуществления всех предусмотренных проектом мероприятий по ограничению токов утечки;

железобетонные конструкции зданий и сооружений — до осуществления всех предусмотренных проектом мероприятий по защите этих конструкций от электрокоррозии (кроме случая, оговоренного в п. 1.4).

1.6. При сдаче в эксплуатацию железобетонных конструкций, подвергающихся воздействию блуждающих токов, должен предъявляться паспорт на все виды предусмотренной проектом защиты этих конструкций от электрокоррозии.

2. ПОКАЗАТЕЛИ ОПАСНОСТИ И ЗАЩИЩЕННОСТИ

2.1. Заведомо опасным с точки зрения электрокоррозии является состояние железобетонных конструкций зданий и сооружений отделений электролиза (фундаментов, опор и перекрытий под электролизерами, колонн зданий и т. п.) и железобетонных конструкций сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта (опор контактной сети, мостов, эстакад, обделки тоннелей и т. п.), в связи с чем проектами этих конструкций следует предусматривать мероприятия по их защите от электрокоррозии, а также производить контроль коррозионного состояния указанных конструкций в период эксплуатации.

Опасность электрокоррозии этих конструкций в период эксплуатации и необходимость осуществления дополнительных мероприятий по их защите в этот период устанавливается по результатам электрических измерений путем сравнения последних с показателями, приведенными в табл. 1, 2, 3 настоящей Инструкции.

2.2. Опасность электрокоррозии подземных железобетонных конструкций, расположенных в поле тока от постороннего источника (трубопроводов, коллекторов,

фундаментов зданий и т. п.), и необходимость их защиты от действия утечек постоянного тока должна устанавливаться по показателям, приведенным в табл. 1:

при проектировании — по результатам расчета плотности тока утечки с арматуры (по прил. 5, 6) или по результатам электрических измерений, указанных в п. 1.4 б;

в период эксплуатации — по результатам электрических измерений, указанных в приложении 2.

2.3. Опасность электрокоррозии железобетонных конструкций от действия утечек переменного тока должна устанавливаться на основании специальных исследований в случаях:

использования железобетонных конструкций в качестве заземлителей;

расположения железобетонных конструкций, в том числе железобетонных конструкций зданий и сооружений электростанций, в зоне действия сильных магнитных переменных полей.

Опасность электрокоррозии других железобетонных конструкций от действия утечек переменного тока не устанавливается и защита от электрокоррозии не производится.

Для железобетонных конструкций железнодорожного транспорта, электрифицированного на переменном токе, электрическое сопротивление цепи заземления опор контактной сети и деталей крепления контактной сети к конструкциям мостов, эстакад, тоннелей при приемке в эксплуатацию должно быть не менее 100 Ом (для исключения опасности электрокоррозии); опасность электрокоррозии железобетонных конструкций в период эксплуатации не устанавливается, так как указанное электрическое сопротивление, при котором отсутствует опасность электрокоррозии, обеспечивается при выполнении требований, необходимых для нормальной работы рельсовых цепей автоблокировки.

2.4. Основными показателями опасности электрокоррозии железобетонных конструкций от действия утечек постоянного тока, определяемыми путем электрических измерений, являются значения потенциалов «арматура — бетон» или плотность тока утечки с арматуры.

Опасность электрокоррозии допускается оценивать по косвенным показателям (ток утечки с арматуры, электрическое сопротивление цепи заземления и т. п.),

если по этим показателям можно определить величину основных показателей.

По значениям потенциалов «арматура — земля» и потенциалов имеющихся на трассе (площадке) строительства подземных металлических сооружений обнаруживают наличие блуждающих токов. Оценка опасности электрокоррозии железобетонных конструкций по этим показателям не производится.

2.5. Методика измерения потенциалов арматуры железобетонных конструкций приведена в прил. 2; методика измерения плотности тока утечки с арматуры железобетонных железнодорожных мостов — в прил. 3; методика электрических измерений на прочих железобетонных конструкциях сооружений железнодорожного транспорта — в прил. 4 к настоящей Инструкции.

2.6. Основные показатели опасности электрокоррозии в анодных и знакопеременных зонах подземных и подводных частей железобетонных конструкций от действия утечек постоянного тока приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели опасности электрокоррозии	Значение показателей (среднее за время измерений) при содержании Cl-ионов в грунте или воде, г/л	
	до 0,2	св. 0,2
Потенциал «арматура — бетон»*, В	Св. 0,5	Св. 0
Плотность тока утечки с арматуры, мА/дм^2	Св. 0,6	Св. 0,6

* По отношению к медно-сульфатному электроду.

Примечания: 1. Приведенные в таблице показатели действительны при условии защищенности арматуры слоем неповрежденного бетона или при наличии в защитном слое бетона трещин с шириной раскрытия не более указанной в п. 3.6.

2. *Для арматуры, не защищенной слоем бетона, или при наличии* в защитном слое бетона трещин с шириной раскрытия более указанной в п. 3.6 показатели опасности электрокоррозии приведены в ГОСТ 9.015—74.

3. Основным показателем опасности электрокоррозии железобетонных конструкций сооружений магистрального и пригородного железнодорожного транспорта, электрифицированного на постоянном токе, является плотность тока утечки с арматуры.

4. Определение содержания Cl-ионов в грунте или воде, отбор проб грунтов и подготовка грунтов, а также приготовление водных вытяжек для анализа производятся в соответствии с прил. 1 к ГОСТ 9.015—74.

2.7. Основные показатели опасности электрокоррозии в анодных и знакопеременных зонах надземных частей железобетонных конструкций от действия утечек постоянного тока приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование цехов, сооружений транспорта	Основные показатели опасности (средние за время измерений)	
	потенциал «арматура — бетон»*, В	плотность тока утечки с арматуры, мА/дм²
Цеха электролиза расплавов	Св. 0,5	Св. 0,6
Цеха электролиза водных растворов	Св. 0	Св 0,6
Сооружения промышленного рельсового транспорта	Св 0,5	Св 0,6
Сооружения магистрального и пригородного железнодорожного транспорта, электрифицированного на постоянном токе	Определение показателей не производится, так как опасность отсутствует	

* По отношению к медно-сульфатному электроду.

2.8. Косвенные показатели опасности электрокоррозии (ток утечки, электрическое сопротивление цепи заземления) в анодных и знакопеременных зонах подземных частей железобетонных конструкций сооружений железнодорожного транспорта, электрифицированного на постоянном токе, приведены в табл. 3.

2.9. Защита железобетонных конструкций от электрокоррозии должна выполняться так, чтобы обеспечить достижение безопасных значений показателей, приведенных в табл. 1, 2, 3.

Таблица 3

Наименование конструкций	Косвенные показатели опасности электрокоррозии		
	электрическое сопротивление цепи заземления на каждый вольт среднего значения положительных потенциалов «рельс — земля» или «трос — земля», Ом/В, менее	ток утечки, мА, свыше*	электрическое сопротивление цепи заземления, Ом, менее
Железобетонные опоры контактной сети с индивидуальным заземлением на рельсы	25	40	—
Железобетонные опоры контактной сети при групповом соединении тросом:			
без заземления троса на рельсы или с заземлением троса на рельсы через искровые промежутки (ИП), диодные заземлители (ЗД) и т п устройства при длине троса:	Опасность отсутствует		
до 600 м	—	—	10**
свыше 600 до 1500 м	—	—	100**
свыше 1500 м			
Бетонные и железобетонные фундаменты металлических опор контактной сети с индивидуальным заземлением на рельсы	25	40	—
Бетонные и железобетонные фундаменты металлических опор контактной сети при групповом соединении опор тросом:			
без заземления троса на рельсы или			

Продолжение табл. 3

Наименование конструкций	Косвенные показатели опасности электрокоррозии		
	электрическое сопротивление цепи заземления на каждый вольт среднего значения положительных потенциалов «рельс — земля» или «трос — земля», Ом/В, менее	ток утечки, мА, свыше*	электрическое сопротивление цепи заземления, Ом, менее
с заземлением троса на рельсы через искровые промежутки (ИП), диодные заземлители (ЗД) и тому подобные устройства при длине троса:			
до 600 м	Опасность отсутствует		
более 600 м	25	40	—
Бетонные фундаменты светофоров	400	2,5	—
Железобетонные мачты светофоров, фундаменты релейных шкафов	100	10	—

* Средний за время измерения.

** Определяется по п 3 прил. 4.

Примечание. Ток утечки определяется делением значений разности потенциалов «рельс — земля» или «трос — земля» на значение электрического сопротивления цепи заземления.

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Общие положения

3.1. Железобетонные конструкции, подвергающиеся опасности электрокоррозии, должны выполняться:

подземные и подводные конструкции — за исключением оговоренных в п. 3.24, из бетона повышенной плотности или особоплотного;

надземные конструкции промышленных предприятий, потребляющих постоянный электрический ток в технологических процессах, а также конструкции сооружений электрифицированного рельсового транспорта — из бетона повышенной плотности;

надземные конструкции зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника, — из бетона, плотность которого не нормируется.

3.2. Показатели плотности бетона следует принимать по табл. 4.

Таблица 4

Бетоны по плотности	Показатели плотности бетона			
	Марка бетона по водонепроницаемости	Величина коэффициента фильтрации, см/с, при испытании на образцах в состоянии		Водопоглощение, % массы
		равновесной влажности	водонасыщения	
Нормальный	В4	Св $2 \cdot 10^{-9}$ до $7 \cdot 10^{-9}$	Св. $1 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^{-10}$	5,7—4,8
Повышенной плотности	В6	Св. $6 \cdot 10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-9}$	Св $5 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-10}$	4,7—4,3
Особоплотный	В8	Св $1 \cdot 10^{-10}$ до $6 \cdot 10^{-10}$	Св. $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-11}$	4,2 и менее

Примечания: 1. Марка бетона по водонепроницаемости определяется по ГОСТ 4800—59.

2. Величина коэффициента фильтрации определяется по ГОСТ 19426—74

3. Водопоглощение бетона определяется по ГОСТ 12730—67.

4. Показатель водопоглощения бетона служит для предварительной оценки его плотности.

3.3. В бетон железобетонных конструкций отделений электролиза и сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта запрещается вводить в качестве ускорителей твердения и противоморозных добавок какие-либо соли, понижающие электрическое сопротивление бетона. В бетон железобетонных конструкций, расположенных в поле тока от постороннего источника и подвергающихся опасности электрокоррозии, запрещается вводить в качестве ускорителей твердения и противоморозных добавок хлористые соли, а также комплексные добавки, имеющие в своем составе хлористые соли; разрешается вводить нитраты, нитриты, нитрат-нитриты кальция (ННК), сульфат натрия, поташ,

при этом в бетон предварительно-напряженных изделий и конструкций, армированных сталью классов Ат-IV, Ат-V, Ат-VI и А-V, разрешается вводить в качестве ускорителей твердения и противоморозных добавок только сульфаты и поташ.

Примечание. В бетон железобетонных конструкций отделений электролиза и сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта допускается вводить в качестве ингибиторов коррозии арматуры от воздействия агрессивных сред (газовых, жидких или твердых) только добавки, не понижающие электрическое сопротивление бетона.

3.4. Допускается применение добавок: пластифицирующих (СДБ, ССБ), пластифицирующих-воздухововлекающих (мылонафта, ВЛХК, ГКЖ-10, ГКЖ-11), воздухововлекающих (СНВ, СПД), микрогазообразующих (ГКЖ-94).

3.5. Вода для приготовления бетонной смеси и для поливки твердеющего бетона должна отвечать требованиям ГОСТ 4797—69* «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления».

3.6. Подземные и подводные железобетонные конструкции, подвергающиеся опасности электрокоррозии, должны быть рассчитаны в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, при этом полная ширина раскрытия трещин должна быть не более 0,1 мм для предварительно-напряженных конструкций и 0,2 мм — для железобетонных конструкций с арматурой без предварительного напряжения;

для надземных железобетонных конструкций указанная величина должна приниматься в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций и главой СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии.

3.7. Толщина защитного слоя бетона для любой арматуры железобетонных конструкций зданий и сооружений должна приниматься в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, главой СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии, требованиями Правил техники безопасности и быть не менее, мм:

а) для арматуры железобетонных конструкций отделений электролиза:

плоских и ребристых плит, стен, стеновых панелей 20

балок, ферм, колонн	25
фундаментных балок, фундаментов .	30
б) для арматуры железобетонных конструкций сооружений электрифицированного железнодорожного транспорта:	
шпал	20
опор и фундаментов опор контактной сети	16
в) для арматуры железобетонных конструкций объектов метрополитена:	
монолитных и сборных обделок . . .	30
шпал	20

3.8. При изготовлении железобетонных конструкций, предназначенных для укладки под землей или под водой, применение стальных фиксаторов положения арматуры не допускается. Следует применять фиксаторы из плотного цементно-песчаного раствора или из пластмассы.

3.9. Не допускается приемка в эксплуатацию подземных или подводных железобетонных конструкций, подвергающихся опасности электрокоррозии, с повреждениями защитного слоя бетона (отколы, выбоины) глубиной более 5 мм и длиной более 50 мм. На поврежденных участках необходимо восстановить защитный слой бетона.

Защита от электрокоррозии железобетонных конструкций отделений электролиза

3.10. Для уменьшения опасности электрокоррозии железобетонные конструкции отделений электролиза следует проектировать возможно больших пролетов с наименьшим числом стоек подванных эстакад; здания этих отделений должны иметь укрупненную сетку колонн.

3.11. В отделении электролиза водных растворов железобетонные перекрытия под электролизеры и железобетонные рабочие площадки для обслуживания электролизеров должны разделяться электроизоляционными швами в обоих направлениях не более чем через каждые 24 м. При проектировании указанных конструкций из полимербетона или сталеполимербетона электроизоляционные швы не предусматриваются.

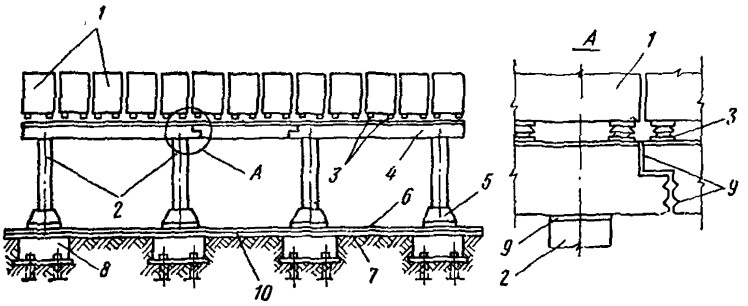

Рис. 1. Пример выполнения электроизоляционных швов в отделениях электролиза водных растворов

1 — электролизная ванна; *2* — колонна; *3* — изолятор; *4* — балка; *5* — полимербетонный башмак; *6* — покрытие пола, *7* — бетонное основание, *8* — фундамент; *9* — шов, выполненный из полимерраствора, *10* — химически стойкая гидроизоляция

В отделениях электролиза расплавов электроизоляционные швы в надземных железобетонных конструкциях по длине корпуса следует совмещать с температурными швами, а в подземных — устраивать их не менее чем через 40 м.

3.12. В отделении электролиза водных растворов солей перекрытие, на котором устанавливаются электролизеры, должно быть отделено электроизоляционным швом от примыкающих к нему железобетонных стен, колонн и перекрытий других отделений.

3.13. Подземные железобетонные конструкции (ленточные фундаменты, фундаментные балки, каналы, коллекторы) должны иметь электроизоляционные швы на выходе из отделений электролиза водных растворов солей.

3.14. Электроизоляционные швы следует предусматривать шириной не менее 30 мм:

в отделениях электролиза водных растворов солей — из электроизоляционных мастичных, листовых и рулонных материалов на основе битума (кроме рубероида), полиэтилена, полихлорвинилового пластиката и т. п., полимерраствора, в виде клеевых соединений монтажных стыков конструкций или в виде воздушных зазоров;

в отделениях электролиза расплавов солей — из материалов на основе битума и т. п. или в виде воздушных зазоров.

Пример выполнения электроизоляционного шва из полимерраствора приведен на рис. 1.

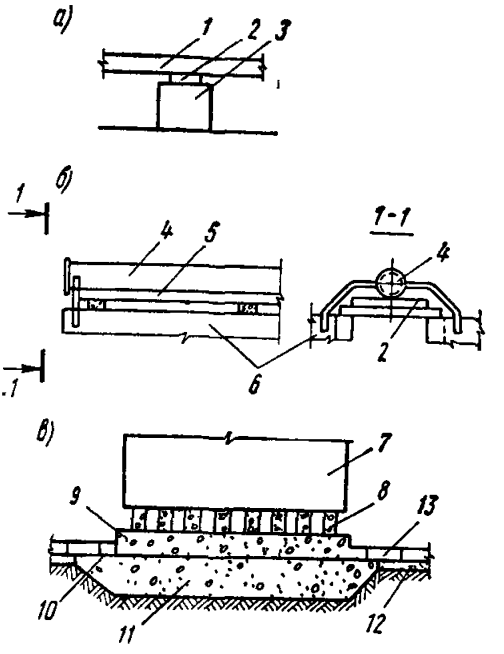

Рис. 2. Примеры конструкций из полимербетона для отделений электролиза водных растворов

а — опорный столб под шины; *б* — опорные плиты под технологические трубопроводы; *в* — опорные балки под технологические емкости, *1* — шина; *2* — прокладка из электроизоляционных материалов; *3* — опорный столбик из полимербетона; *4* — технологический трубопровод, *5* — опорная плита из полимербетона; *6* — электролизная ванна; *7* — технологическая емкость; *8* — опорная балка из полимербетона, *9* — фундамент из полимербетона; *10* — химически стойкая гидроизоляция; *11* — бетонный фундамент; *12* — бетонное основание пола; *13* — химически стойкое покрытие пола

Конструкции клеевых соединений, составы клеев и режимы склеивания приведены в приложении 7 к настоящей Инструкции.

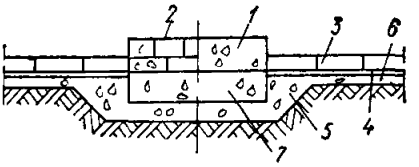

Рис. 3. Примеры фундаментов под оборудование (насосы, циркуляционные баки, опоры промывочных машин и т. д.) в отделениях электролиза водных растворов

1 — вариант выполнения фундамента из полимербетона или из полимерсиликатного бетона; *2* — то же, из кислотоупорного кирпича; *3* — пол из кислотоупорного кирпича, *4* — оклеечная химически стойкая гидроизоляция, *5* — бетонная подготовка; *6* — бетонное основание пола, *7* — бетонный фундамент

В условиях эксплуатации воздушные зазоры должны содержаться в чистоте и ничем не перекрываться.

3.15. Отдельные конструкции отделений электролиза водных растворов солей рекомендуется предусматривать из полимербетона или сталеполимербетона: опоры под электролизеры, башмаки для железобетонных опор под электролизеры, балки под электролизеры, опорные столбы под шинопроводы, фундаменты под электролизеры, опорные балки и фундаменты под оборудование, соединяемое с электролизерами (рис 2, 3).

Составы полимербетонов приведены в приложении 8 к настоящей Инструкции.

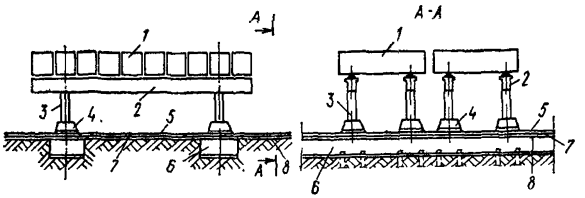

Рис. 4. Пример электроизоляции подванных эстакад отделений электролиза водных растворов от грунтов путем постановки на полы

1 — электролизная ванна; *2, 3* — железобетонная балка и колонна; *4* — полимербетонный башмак, *5* — покрытие пола, *6* — фундамент, *7* — химически стойкая изоляция, *8* — бетонное основание пола

3.16. Не допускается предусматривать из железобетона:

фундаменты под электролизеры при установке электролизеров на нулевой отметке или отметке ниже нулевой;

каналы, желоба и тому подобные конструкции для прокладки коммуникаций в полу отделений электролиза водных растворов солей.

Указанные конструкции следует проектировать:

для отделений электролиза водных растворов солей — из неармированного бетона, полимербетона, кислотостойкого кирпича;

для отделений электролиза расплавов солей — из неармированного бетона или из бетона с местным армированием.

3.17. Эстакады под электролизеры и фундаменты под оборудование (насосы, моечные машины и другое оборудование) в отделениях электролиза водных растворов солей рекомендуется устанавливать непосредственно на пол при сохранении сплошности гидроизоляции (рис. 4).

3.18. Для защиты от электрокоррозии железобетонных фундаментов зданий цехов электролиза при неагрессивных по отношению к бетону грунтовых водах следует предусматривать антикоррозионную защиту поверхности фундаментов как для слабоагрессивных сред в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии.

При наличии на промышленной площадке агрессивных по отношению к бетону грунтовых вод защиту поверхности железобетонных фундаментов корпусов электролиза от коррозии, в том числе электрокоррозии, сле-

Примечание. 1 При высоком уровне грунтовых вод любой агрессивности для повышения надежности защиты железобетонных фундаментов от электрокоррозии рекомендуется предусматривать (при соответствующем технико-экономическом обосновании) устройство электроизолирующего слоя между колонной и фундаментом:

в отделениях электролиза водных растворов — путем омоноличивания колонны в стакане полимерраствором на основе эпоксидных, полиэфирных, полиамидных смол; при этом электроизолирующий слой (толщиной не менее 10 мм в отвержденном состоянии) должен быть выведен выше уровня пола на высоту 300 мм;

в отделениях электролиза расплавов — путем укладки плиток из диабаза, базальта на арзамит-замазке и из других материалов с учетом температурных условий.

2. При высоком уровне грунтовых вод любой агрессивности для повышения надежности защиты от электрокоррозии свайных фундаментов под оборудование рекомендуется предусматривать (при соответствующем технико-экономическом обосновании) электроизолирующий слой по верху бетонной подготовки (рис. 5):

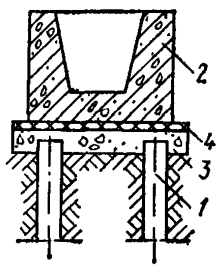

Рис. 5. Пример выполнения электроизоляционного разрыва в свайном фундаменте
1 — железобетонная свая; *2* — железобетонный ростверк; *3* — бетонная подготовка; *4* — слой асфальта

в отделениях электролиза растворов — из полимерраствора (толщиной не менее 10 мм в отвержденном состоянии), рулонных материалов и т. п.;

в отделениях электролиза расплавов — из асфальта (толщиной 20 мм) и т. п.

дует предусматривать в соответствии с требованиями СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии исходя из агрессивности грунтовых вод по отношению к бетону.

3.19. Для отделений электролиза расплавов в случае расположения свай выше уровня грунтовых вод (только с неагрессивной и слабоагрессивной степенью воздействия среды на бетон) допускается использовать сваи в качестве стоек под опорные конструкции электролизеров при установке электролизеров выше уровня земли.

3.20. Для защиты балок подванных эстакад отделений электролиза водных растворов солей в местах обливов должны предусматриваться козырьки из армированного винипласта, полиэтилена и тому подобных материалов или металлические гуммированные козырьки.

3.21. Не допускается предусматривать для отделений электролиза водных растворов солей предварительно-напряженные железобетонные конструкции с проволочной

арматурой или термически упрочненной стержневой арматурой (за исключением конструкций покрытий).

3.22. Если по условиям технологического процесса и монтажа оборудования при выходе из отделения электролиза водных растворов солей не может быть обеспечен разрыв пути блуждающего тока по трубопроводам и другим коммуникациям, транспортирующим электролит, должны предусматриваться мероприятия по защите от электрокоррозии железобетонных конструкций других отделений цеха и отдельно стоящих зданий и сооружений, связанных трубопроводами с отделением электролиза.

Защита от электрокоррозии железобетонных конструкций зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника

3.23. Для зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника, мероприятия по защите от электрокоррозии предусматриваются (при наличии опасности) в подземной и подводной частях конструкций.

3.24. При проектировании подземных железобетонных трубопроводов, коллекторов и тому подобных протяженных железобетонных конструкций должен производиться расчет (по приложению 8) толщины защитного слоя бетона для арматуры, плотности бетона или толщины гидроизоляции (числа слоев), обеспечивающих снижение плотности тока утечки с арматуры до безопасных значений.

Допускается проектировать защиту указанных конструкций от электрокоррозии без проведения расчета (по приложению 8) в соответствии с главой СНиП по проектированию защиты строительных конструкций от коррозии, принимая степень агрессивного воздействия среды с учетом блуждающих токов на одну ступень выше.

Для отдельно стоящих и ленточных фундаментов зданий и сооружений (в том числе свайных) защита от электрокоррозии при проектировании конструкций не предусматривается, так как их состояние, как правило, не является опасным.

3.25. Не допускается соприкосновение арматуры железобетонных конструкций с протяженными подземными металлическими коммуникациями (трубопроводами, кабелями и т. п.). В местах ввода коммуникаций в подзем-

ные железобетонные конструкции должны предусматриваться электроизолирующие муфты, фланцы, прокладки и т. п.

3.26. Компенсаторы, устанавливаемые в местах деформационных швов протяженных железобетонных конструкций (коллекторов, трубопроводов), активная (электрохимическая) защита которых не предполагается, должны быть из электроизоляционных материалов.

3.27. Не допускается пересечение железобетонными трубопроводами и коллекторами железнодорожных и трамвайных путей, а также наземных линий метрополитена в местах стрелок и крестовин, а также в местах присоединения отсасывающих кабелей к рельсам. Такие пересечения должны предусматриваться на расстояниях от указанных устройств на трамвайных путях не ближе 3 м, а на железных дорогах и наземных линиях метрополитена — не ближе 10 м.

Защита железобетонных конструкций сооружений транспорта, электрифицированного на постоянном токе

3.28. При изготовлении железобетонных шпал железнодорожного транспорта, метрополитена и трамвая не допускается контакт арматуры шпал с закладными деталями для крепления рельсов.

3.29. При укладке рельсовых нитей на железобетонных шпалах рельсы и детали их крепления должны быть электроизолированы от бетона и арматуры шпал.

Защита железобетонных конструкций железнодорожного транспорта

3.30. При проектировании железобетонных конструкций сооружений железнодорожного транспорта должна предусматриваться установка электроизолирующих деталей и устройств для изоляции:

а) деталей крепления конструкций контактной сети от арматуры и бетона железобетонных конструкций опор контактной сети, мостов, эстакад тоннелей и т. п. или деталей крепления от заземляемых на рельсы элементов конструкций контактной сети (шапок изоляторов, штырей и т. п.) (рис. 6);

б) железобетонных анкеров опор контактной сети от оттяжек;

в) всех металлических конструкций (перила и т. п.),

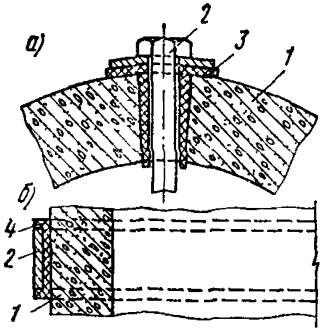

Рис. 6. Примеры изоляции деталей крепления контактной сети при помощи изолирующих втулок (*а*) и изолирующих прокладок (*б*)

1 — опора; *2* — элемент крепления; *3* — изолирующая втулка, *4* — изолирующая прокладка

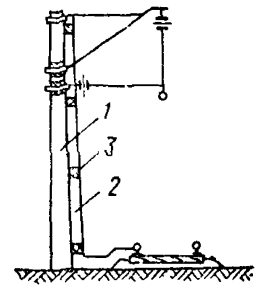

Рис. 7. Изоляция заземляющего проводника от железобетонной опоры
1 — опора; *2* — заземляющий проводник; *3* — изолирующие прокладки

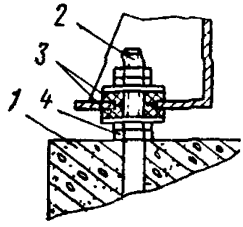

Рис. 8. Пример изоляции металлической опоры от арматуры и бетона фундаментов
1 — фундамент опоры, *2* — анкерный болт; *3* — изолирующие детали, *4* — регулирующая гайка

располагаемых на железобетонных сооружениях и по условиям техники безопасности заземляемых на рельсы, от арматуры сооружений;

г) арматуры железобетонных опор и фундаментов металлических опор, устанавливаемых на мостах, эстакадах и т. п., от арматуры конструкций указанных сооружений;

д) заземляющих проводников от бетона и арматуры (рис. 7);

е) металлических мачт светофоров и консольных металлических опор от анкерных болтов и бетона фундаментов (рис. 8);

ж) заземленных на рельсы металлических частей железобетонных мачт светофоров от бетона и арматуры мачт.

Электрическое сопротивление цепи заземления опор контактной сети и деталей крепления контактной сети к конструкциям мостов, эстакад, тоннелей и т. п. при приемке их в эксплуатацию должно быть не менее 10 000 Ом.

3.31. Арматура железнодорожных железобетонных

платформ не должна иметь контактов с металлическими конструкциями и арматурой железобетонных конструкций пешеходных мостов.

3.32. При обнаружении в период эксплуатации опасности электрокоррозии железобетонных конструкций сооружений железнодорожного транспорта должны приниматься следующие меры защиты: усиление электроизоляции железобетонных конструкций от деталей крепления, заземляемых на рельсы, или установка специальных защитных устройств (искровые промежутки ИП на пробивное напряжение 800—1200 В, диодные заземлители ЗД или их сочетание, состоящее из последовательно включенных ЗД и двух ИП, при этом ИП включаются параллельно). Диодные заземлители ЗД состоят из 2 или 3 включенных параллельно вентилей ВЛ-200 не ниже 8-го класса.

3.33. При проектировании защиты от электрокоррозии вновь устанавливаемых опор контактной сети искровые промежутки (ИП) или диодные заземлители (ЗД) допускается предусматривать только с согласия Министерства путей сообщения.

3.34. При применении схем защиты контактной сети от токов коротких замыканий, в которых не предусматривается объединение опор контактной сети тросом и заземление опор на тяговые рельсы, защита железобетонных конструкций от электрокоррозии не производится.

Защита железобетонных конструкций линий трамвая

3.35. На лежневые части блоков или лежней железобетонных конструкций линий трамвая следует укладывать прокладки из полимерных материалов, обладающих высокими диэлектрическими свойствами.

3.36. Арматура железобетонных элементов подрельсовых оснований и промежуточные рельсовые крепления не должны иметь прямого контакта с рельсами.

Защита железобетонных конструкций метрополитена

3.37. Обделка перегонных тоннелей и станций метрополитена должна быть из водонепроницаемых материалов. В случаях применения обделок из сборных железобетонных элементов или из монолитных железобетонных конструкций должны предусматриваться надежная гидроизоляция, исключающая обводнение тоннелей, а также

смачивание внутренней поверхности тоннелей и бетона верхнего строения пути.

3.38. В местах примыкания перегонных тоннелей к вестибюлям станций метрополитена мелкого заложения должны предусматриваться швы, заполняемые бетоном, с обеспечением сплошности гидроизоляции между тоннелями и вестибюлями станций.

3.39. При необходимости применения непрерывных стержней распределительной арматуры для армированного омоноличивания элементов сборных обделок тоннелей метрополитена следует предусматривать разрывы этой арматуры, имея в виду, что длина участков омоноличивания должна быть не более 30 м.

3.40. Все железобетонные подземные коллекторы и трубопроводы, расположенные на территории депо метрополитена, должны иметь наружное защитное гидроизоляционное покрытие.

3.41. В местах пересечения линий метрополитена мелкого заложения с трамвайными путями обделка тоннелей метрополитена со стороны, обращенной к грунту, должна иметь защитное гидроизоляционное покрытие в пределах трамвайной линии и по 20 м в каждую сторону от оси пересечения.

3.42. Не разрешается оставлять металлические монтажные связи между элементами обделки тоннелей метрополитена, если они создают непрерывную цепь для блуждающих токов.

4. МЕРОПРИЯТИЯ АКТИВНОЙ (ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ) ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

Общие положения

4.1. При проектировании активной (электрохимической) защиты должны выполняться требования:

а) настоящей Инструкции — по обеспечению показателей защищенности в соответствии с п. 2.9.) — для всех способов активной защиты;

б) настоящей Инструкции — в части требований к установкам экранной защиты и защиты методом компенсации блуждающих токов за пределами железобетонных конструкций;

в) ГОСТ 9.015—74, ГОСТ 16149—70 «Защита подземных сооружений от коррозии блуждающим током поляризованными протекторами Технические требования», Инструкции по защите городских подземных трубопроводов от электрохимической коррозии МЖКХ РСФСР — в части требований к установкам электродренажной, катодной и протекторной защиты и требований к безопасности при проведении работ по строительству и эксплуатации этих установок.

4.2. При активной (электрохимической) защите железобетонных конструкций от электрокоррозии (кроме защиты при помощи метода компенсации блуждающих токов за пределами железобетонных конструкций) вся арматура этих конструкций должна соединяться между собой электросваркой или должны предусматриваться другие меры по исключению опасного влияния токов на отдельные части арматуры. Конструкции должны иметь выводы арматуры для подсоединения к ним устройств активной защиты и контрольно-измерительных пунктов.

4.3. Электрохимическая защита должна осуществляться так, чтобы исключалось вредное влияние токов защиты на смежные железобетонные и металлические сооружения. Вредным влиянием на смежные сооружения считается: появление опасности электрокоррозии на соседних сооружениях, ранее не требовавших защиты; изменение величины защитного потенциала, которое не может быть снято регулировкой применяемых средств защиты.

4.4. Электродренажная защита железобетонных конструкций от электрокоррозии заключается в том, что блуждающие токи, попавшие на железобетонные конструкции, отводятся на источник блуждающего тока путем устройства электрической перемычки между арматурой защищаемых конструкций и источником.

Электродренажная защита должна предусматриваться для железобетонных конструкций, расположенных вблизи источников блуждающих токов (как правило, на расстоянии не более 300—500 м).

Примечание. Специальная электродренажная защита от электрокоррозии железобетонных подванных конструкций цехов электролиза растворов заключается в том, что металлические основания изоляторов всех последовательно соединенных электролизеров соединяются между собой металлическими перемычками, привариваемыми к основаниям изоляторов (рис. 9).

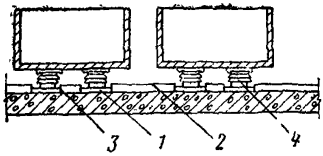

Рис. 9. Закольцовка оснований изоляторов для дренирования токов утечки с изоляторов
1 — металлическое основание изолятора, *2* — металлический соединительный стержень; *3* — сварной стык, *4* — изолятор

4.5. *Катодная защита железобетонных конструкций* от электрокоррозии заключается в катодной поляризации арматуры от внешнего источника тока; при этом отрицательный полюс источника тока подключается к арматуре защищаемых конструкций, положительный — к *аподному заземлению, не имеющему непосредственной* электрической связи с арматурой. Катодная защита железобетонных конструкций предусматривается в случае, если эти конструкции удалены от источника блуждающих токов, кроме того, катодная защита применяется совместно с электродренажной защитой на участках железобетонных конструкций, удаленных от точки дренирования, если включением электродренажей не удается обеспечить защиту железобетонных конструкций в пределах опасной зоны.

4.6. *Протекторная защита железобетонных конструкций* от электрокоррозии заключается в катодной поляризации арматуры путем подключения к ней электродов (протекторов) из металла, обладающего в данной среде бо́льшим отрицательным потенциалом, чем потенциал арматуры.

Протекторная защита железобетонных конструкций должна предусматриваться в тех же случаях, что и катодная, если величина блуждающих токов может быть скомпенсирована током протектора.

При проектировании протекторной защиты железобетонных конструкций, расположенных в грунтах с удельным электрическим сопротивлением выше 40 Ом·м, следует предусматривать дополнительные мероприятия по снижению сопротивления растеканию тока протекторов.

Особенности установки протекторов в грунтах с высоким удельным электрическим сопротивлением приведены в прил. 10.

4.7. Экранная защита железобетонных фундаментов от блуждающих токов, попадающих на арматуру фундаментов с надземной части металлических и железобетонных конструкций, заключается в том, что за счет соеди-

нения арматуры фундамента с контуром заземления уменьшается утечка тока с арматуры.

Контур заземления из стальных стержней сечением 2—3 см^2 должен устанавливаться вокруг фундамента на расстоянии от него 0,2—0,4 м, стержни контура должны соединяться между собой и с арматурой фундамента металлическими перемычками. Соединение контура с арматурой фундамента в знакопеременных зонах следует осуществлять через вентильные устройства.

Глубина установки стержней контура заземления должна быть на 10% больше глубины заложения подошвы фундамента.

Общая длина стержней (м) контура заземления должна приниматься из расчета на 1 м^2 подземной поверхности защищаемой конструкции:

при отличном состоянии гидроизоляции .	0,7
при удовлетворительном состоянии гидроизоляции	1
при отсутствии гидроизоляции	1,5

4.8. Метод компенсации блуждающих токов заключается в том, что за пределами железобетонных конструкций в грунте путем установки заземлителей, подключенных к автоматическим источникам постоянного тока, создается электрическое компенсирующее поле токов, равное по величине и противоположное по направлению полю блуждающих токов.

Указанный метод должен предусматриваться для защиты от электрокоррозии отдельно стоящих железобетонных конструкций любой конфигурации, особенно расположенных в знакопеременных зонах блуждающих токов большой интенсивности (более 10 мВ/м), а также для защиты от электрокоррозии эксплуатируемых конструкций зданий и сооружений, для которых выполнение защиты другими методами невозможно.

Защиту железобетонных конструкций от электрокоррозии методом компенсации блуждающих токов следует проектировать в соответствии с прил. 11.

Эффективность защиты железобетонных конструкций от электрокоррозии методом компенсации блуждающих токов следует контролировать по потенциалу «арматура — бетон».

Электрохимическая защита от электрокоррозии железобетонных конструкций отделений электролиза

4.9. При невозможности ликвидации опасных анодных и знакопеременных зон, образующихся за счет натекания на фундаменты блуждающих токов по колоннам и обнаруживаемых в процессе эксплуатации, в отделениях электролиза на отдельных железобетонных фундаментах опор подванных эстакад и фундаментах несущих колонн зданий рекомендуется предусматривать экранную защиту.

При невозможности устранения в процессе эксплуатации утечек тока на отдельные подванные железобетонные конструкции в отделениях электролиза водных растворов рекомендуется предусматривать специальную электродренажную защиту.

Электрохимическая защита от электрокоррозии железобетонных конструкций зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника

4.10. Для протяженных монолитных железобетонных фундаментов транспортных галерей и других конструкций со сплошным арматурным каркасом рекомендуется предусматривать электродренажную, катодную или протекторную защиту.

4.11. Для отдельно стоящих железобетонных фундаментов ответственных участков эстакад, путепроводов, опор ЛЭП рекомендуется предусматривать экранную защиту (прил. 12).

4.12. Для железобетонных заглубленных и полузаглубленных резервуаров, насосных станций и т. п. рекомендуется предусматривать катодную, протекторную защиту или защиту методом компенсации блуждающих токов за пределами резервуаров.

Расчет протекторной защиты железобетонного резервуара приведен в прил. 13.

Примечание. При катодной защите железобетонных резервуаров для хранения нефтепродуктов необходимо исключать возможность искрообразования путем строгого соблюдения режима работы катодной станции и тщательного выполнения соединений в цепи протекания тока защиты.

4.13. При катодной и протекторной защитах железобетонных резервуаров для создания электрического кон-

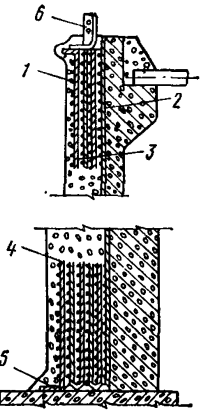

Рис. 10. Детали расположения основной, верхних и нижних контактных шин по отношению к кольцевой навивочной арматуре железобетонного резервуара

1 — арматура; *2* — основная контактная шина; *3* — верхняя контактная шина; *4* — нижняя контактная шина; *5* — нижняя соединительная полоса; *6* — верхняя соединительная полоса

такта всех витков арматуры между собой должна предусматриваться установка по периметру резервуара вертикальных стальных шин сечением 4×40 мм.

В железобетонных резервуарах с многорядным размещением арматуры соединение витков арматуры между собой должно выполняться путем установки основных и дополнительных шин (рис. 10), при этом число шин определяется из расчета так, чтобы расстояние между ними было не более 35 м.

4.14. Для подземных железобетонных трубопроводов и коллекторов рекомендуется предусматривать электродренажную, катодную или протекторную защиту. Схемы защиты приведены в прил. 14.

4.15. В каждой секции железобетонных коллекторов должны оставляться специальные выводы арматуры для устройства электрических перемычек между арматурой смежных секций коллекторов.

4.16. При заводском изготовлении железобетонных труб необходимо предусматривать специальные выводы арматуры или закладные детали, соединенные с арматурой, для устройства электрических перемычек между арматурой смежных секций труб.

5. КОНТРОЛЬ КОРРОЗИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. При контроле коррозионного состояния железобетонных конструкций, подвергающихся опасности электрокоррозии, должны производиться:

визуальный осмотр поверхности бетона в целях обнаружения трещин с определением их величины и расположения, дефектов в антикоррозионных и электроизоляционных покрытиях и устройствах;

электрические измерения на железобетонных конструкциях для определения опасности электрокоррозии;

сравнение результатов электрических измерений с показателями опасности электрокоррозии и при необходимости проведение дополнительных электрических измерений на источниках блуждающих токов и определение мер защиты по ограничению токов утечки.

При обнаружении опасности электрокоррозии должно производиться вскрытие арматуры для установления действительных разрушений по результатам непосредственных обмеров арматуры. Объем вскрытий арматуры устанавливается в зависимости от вида конструкций и результатов электрических измерений организацией, производящей обследование.

5.2. Периодичность контроля коррозионного состояния железобетонных конструкций и рекомендуемый перечень измерений и проверок приведены в табл. 5.

5.3. Контроль за работой устройств электрохимической защиты должен производиться не реже: электродренажей — 4 раза в месяц; катодных станций — 2 раза в месяц; установок для компенсации блуждающих токов — 2 раза в месяц; протекторной и экранной защиты — 1 раз в 6 месяцев.

5.4. Если при обследовании надземной части железобетонных опор и фундаментов сооружений железнодорожного транспорта обнаруживаются признаки существенных повреждений: выход продуктов коррозии арматуры на поверхность бетона, образование трещин в защитном слое бетона, превышение тока утечки с арматуры 0,1 А (электрическое сопротивление цепи заземления ниже 10 Ом/В), — опоры и фундаменты откапывают.

В первую очередь откапывают опоры и фундаменты с трещинами, продолжающимися в подземной части конструкции, а также все опоры, имеющие наиболее низкое электрическое сопротивление цепи заземления на 1 В средней величины положительных значений потенциалов «рельс — земля» и более длительное время находившиеся под воздействием опасного тока утечки (с учетом всего периода эксплуатации). Если количество поврежденных железобетонных конструкций превышает 50%, откапывают все опоры.

Вопрос о пригодности поврежденных опор и фундаментов к дальнейшей эксплуатации, замене или их ремонте решается в зависимости от состояния этих конст-

Таблица 5

Конструкции	Рекомендуемые измерения и проверки	Периодичность
Железобетонные конструкции отделений электролиза; железобетонные конструкции зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника (трубопроводы, коллекторы, резервуары, фундаменты зданий и т. п.:		
а) надземные, а также подземные, оборудованные контрольно-измерительными пунктами	Измерение потенциалов «арматура — бетон», «арматура — земля» (прил 2)	1 раз в год
б) подземные с откопкой (не оборудованные контрольно-измерительными пунктами)	То же	Назначаются по результатам измерений на надземных железобетонных конструкциях при обнаружении опасности электрокоррозии на последних
Железобетонные конструкции сооружений железнодорожного транспорта, электрифицированного на постоянном токе:	"	
опоры контактной сети; мачты светофоров, фундаменты светофоров, фундаменты релейных шкафов		
фундаменты металлических опор, на которых:		
а) не установлены искровые промежутки (ИП) или диодные заземлители (ЗД)	Измерение разности потенциалов «рельс — земля» (прил. 4)	Первые измерения — не позднее 6 мес. после ввода в эксплуатацию электрифицированного участка

Продолжение табл. 5

Конструкции	Рекомендуемые измерения и проверки	Периодичность
	Измерение электрического сопротивления цепи заземления (прил. 4)	железной дороги, в дальнейшем 1 раз в 3 года
	Проверка состояния изоляции анкеров от оттяжек опор контактной сети (прил. 4)	1 раз в год
б) установлены искровые промежутки (ИП) или диодные заземлители (ЗД)	Проверка исправности искровых промежутков* (прил. 4)	1 раз в квартал
	Проверка исправности диодных заземлителей (прил. 4)	2 раза в год (весной и осенью)
	Проверка состояния изоляции анкеров от оттяжек опор контактной сети (прил. 4)	1 раз в год
	Выявление железобетонных опор с пониженным электрическим сопротивлением цепи заземления при групповом соединении их тросом (прил. 4)	1 раз в 5 лет
	Определение опасности электрокоррозии от перетекающих токов при групповом соединении металлических опор тросом длиной более 600 м (прил. 4)	1 раз в 5 лет
Железобетонные мосты железных дорог	Измерение потенциалов «арматура — земля», «рельс — земля» и тока утечки для определения плотности тока утечки с арматуры (прил. 3)	1 раз в 3 года

Продолжение табл. 5

Конструкции	Рекомендуемые измерения и проверки	Периодичность
Железобетонные конструкции линий трамвая	Перечень измерений и их периодичность по ГОСТ 9.015—74 и Инструкции по ограничению токов утечки из рельсов трамвая МЖКХ РСФСР	
Железобетонные конструкции сооружений метрополитена	Измерение потенциалов «арматура — бетон», «арматура — земля» (прил. 2)	1 раз в 3 года

* Исправность искровых промежутков на фидерных линиях в заземлениях к отсосу должна дополнительно проверяться после каждой грозы.

Примечание Первичный осмотр опор контактной сети для проверки наличия изолирующих элементов (втулок, прокладок) и измерение электрического сопротивления между арматурой и закладными деталями следует проводить на комплектовочной базе строительно-монтажной организации перед вывозкой опор на перегон для установки.

Указанное сопротивление цепи заземления следует измерять после установки на опоры всех необходимых металлоконструкций.

При приемке в эксплуатацию железобетонных конструкций сооружений железнодорожного транспорта следует измерять сопротивление цепи заземления согласно прил. 4.

рукций, при этом дефекты определяют в соответствии с «Классификацией дефектов консольных железобетонных опор и фундаментов металлических опор контактной сети», утвержденной МПС.

5.5. Результаты контроля коррозионного состояния в период эксплуатации железобетонных конструкций зданий и сооружений, подвергающихся опасности электрокоррозии, а также вновь принимаемые решения по защите конструкций и их осуществления должны отражаться в паспорте.

5.6. Для проведения электрических измерений на железобетонных конструкциях, подвергающихся опасности электрокоррозии, следует предусматривать устройство контрольно-измерительных пунктов. Места их размещения, число и конструкции должны назначаться при проектировании железобетонных конструкций, подвергающихся опасности электрокоррозии.

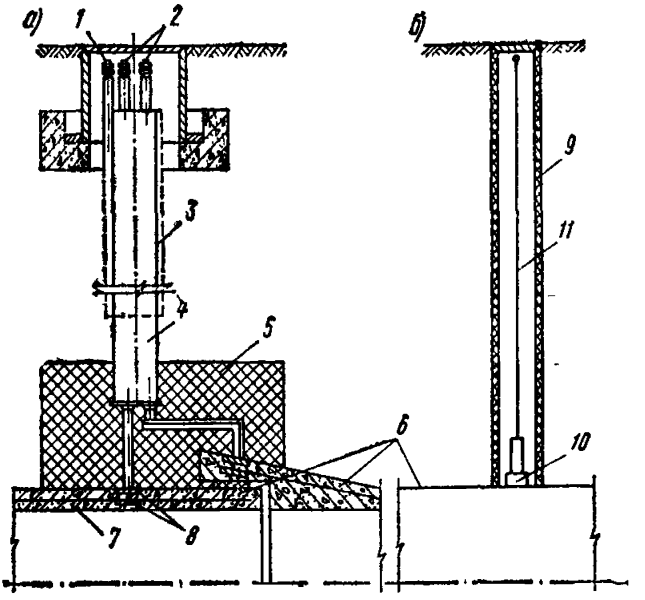

Рис. 11. Пример выполнения контрольно-измерительных пунктов для подземных железобетонных трубопроводов

а — контрольно-измерительный пункт с выводами от арматуры трубопровода; *б* — измерительная колонка; *1* — вывод от постоянного стального электрода; *2* — выводы от арматуры смежных секций труб; *3* — весьма усиленное битумное покрытие защитной гильзы; *4* — неизолированный участок гильзы; *5* — битум марки IV; *6* — секции трубопровода; *7* — арматурный каркас трубопровода; *8* — закладные детали на арматурном каркасе; *9* — асбоцементная труба; *10* — медносульфатный электрод сравнения; *11* — штанга для установки электрода сравнения

5.7. Контрольно-измерительные пункты должны быть стационарными и включать выводы от арматуры для фундаментов отделений электролиза и надземных железобетонных конструкций, или выводы от арматуры и электрод сравнения (стальной или медносульфатный длительного действия) для прочих подземных железобетонных конструкций. На протяженных подземных железобетонных конструкциях следует предусматривать

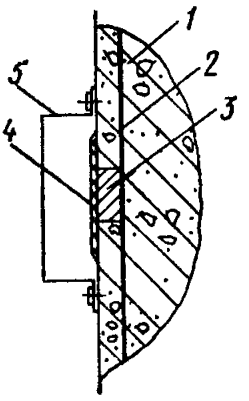

Рис. 12. Пример устройства контрольно-измерительного пункта в надземной железобетонной конструкции
1 — железобетонная конструкция; *2* — арматура, *3* — закладная деталь; *4* — изоляционное покрытие; *5* — коробка из электроизоляционного материала

дополнительно устройство измерительных колонок для установки электродов сравнения. Примеры контрольно-измерительных пунктов приведены на рис. 11, 12.

Примечания: 1. При наличии в железобетонных конструкциях закладных деталей, монтажных петель и других металлических деталей, имеющих электрический контакт с арматурой, устройство специальных выводов от арматуры не требуется.

2. Если арматура надземной и подземной частей железобетонных конструкций связана между собой, то выводы от арматуры для устройства контрольно-измерительных пунктов должны предусматриваться в надземной части конструкций.

5.8. Постоянные контрольно-измерительные пункты на железобетонных трубопроводах, если между арматурой смежных секций предусмотрены металлические перемычки, должны предусматриваться через каждые 150—200 м, измерительные асбестоцементные колонки — через 50 м; на железобетонных коллекторах — через 500 м, но не менее одного на сооружение, а в местах пересечения с рельсовыми путями электрифицированного транспорта — по обе стороны от рельсового пути.

5.9. В отделениях электролиза контрольно-измерительные пункты должны предусматриваться на основных железобетонных конструкциях (колоннах здания, колоннах подванной эстакады или междуэтажного перекрытия, балках междуэтажного перекрытия, фундаментах), минимум в 3 поперечных сечениях, равномерно расположенных по длине отделения.

5.10. На железобетонных конструкциях метрополитена должно предусматриваться устройство контрольно-измерительных пунктов со специальной электрической сетью для производства замеров непосредственно со станций. Контрольно-измерительные пункты должны быть на каждой станции у входных и выходных светофоров, у отсасывающих пунктов, если они расположены не у станций, в оборотных тупиках, у рамп депо и на перегонах через 300 м, на метромостах (в местах сопряжений основных конструкций моста с береговыми устоями и опорами).

5.11. Измерения потенциалов на железобетонных конструкциях должны производиться приборами, характеристика которых приведена в прил. 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТРЕБОВАНИЯ К ИСТОЧНИКАМ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ ОТДЕЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗА (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ К ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ 9.015—74)

Общие указания

1. Выпрямители преобразовательных подстанций электролизных цехов на стороне постоянного тока должны быть надежно изолированы от земли и строительных конструкций. Сопротивление изоляции обеих шин выпрямителя относительно земли при отключенной электролизной установке должно быть не ниже 0,5 МОм.

2. При многорядовом расположении электролизных установок подключение их к выпрямителям рекомендуется выполнять так, чтобы соседние электролизные установки были обращены друг к другу участками одинаковой полярности.

3. Шины, технологические трубопроводы, желоба, как металлические, так и выполненные из неэлектропроводных материалов, должны быть изолированы от строительных конструкций воздушными зазорами не менее 50 мм, а от заземленного оборудования (баков, насосов и. т. п.) и стоек под оборудование, не защищенных специальной оклеечной изоляцией, — зазорами не менее 200 мм.

4. Все проемы в местах пересечения шин и металлических трубопроводов с железобетонными конструкциями оборудуются гильзами и вставками из электроизоляционных материалов.

5. Для крепления трубопроводов и шин рекомендуется применять кронштейны из электроизоляционных материалов (например, армированного винипласта) (рис. 13) или металлические кронштейны и подвески с изоляцией в двух точках (рис. 14). Крепление кронштейнов к железобетонным конструкциям следует осуществлять с помощью обжимных хомутов, накладываемых на бетонную поверхность конструкции.

Крепления и подвески, пропускаемые через железобетонные конструкции, не рекомендуются. При вынужденном использовании таких креплений и подвесок места контакта с железобетонными конструкциями должны оборудоваться электроизоляционными вставками (рис. 15) или закладные детали креплений должны устанавливаться на полимерном клее (приложение 7).

Примечание. При выборе материала для кронштейнов следует учитывать теплостойкость материала.

6. Железобетонные конструкции не должны иметь контакта с подземными шпунтами или подземными металлическими контурами (грозозащитными, дренажными и другими).

Отделения электролиза водных растворов

7. Для изоляции электролизеров, шин, трубопроводов и другого технологического оборудования рекомендуется применять подвесные и опорные изоляторы зонтичного типа для наружных установок на соответствующие механические нагрузки и напряжение 3—6 кВ.

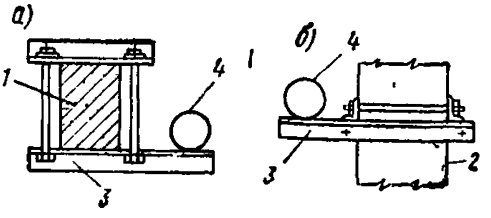

Рис. 13. Примеры выполнения держателей из электроизоляционных материалов для крепления трубопроводов

а — к балке; *б* — к колонне; *1* — железобетонная балка; *2* — железобетонная колонна; *3* — держатель из электроизоляционных материалов; *4* — трубопровод

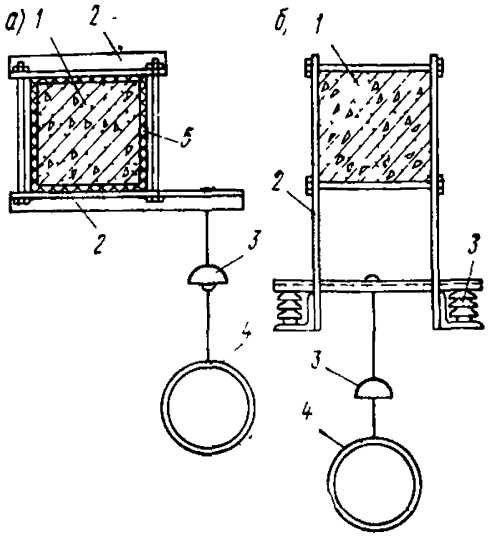

Рис. 14. Примеры выполнения металлических держателей для крепления трубопроводов

а — с электроизоляционной вставкой в подвеске и в месте крепления хомута к железобетонной конструкции; *б* — с двумя электроизоляционными вставками в подвеске; *1* — железобетонная конструкция; *2* — металлический держатель; *3* — изолятор; *4* — трубопровод; *5* — изоляционная прокладка

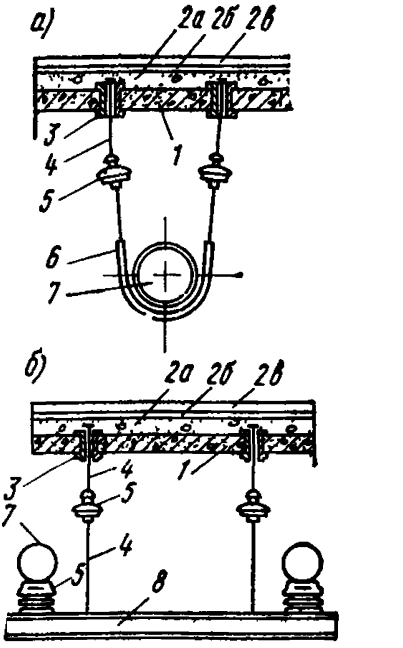

Рис. 15. Пример подвесок типа шпильки для крепления технологических трубопроводов

а — одиночного; *б* — нескольких; *1* — железобетонная конструкция; *2* — конструкция пола (*а* — бетонное основание пола; *б* — химически стойкая гидроизоляция, *в* — покрытие пола); *3* — диэлектрическая гильза; *4* — металлическая тяга, *5* — изолятор; *6* — изоляционная прокладка; *7* — трубопровод; *8* — поддерживающая конструкция

8. Рекомендуется технологические трубопроводы крепить через изоляционные подвески к элементам электролизных ванн, избегая креплений к железобетонным конструкциям (рис. 16).

9. Трубопроводы и желоба, по которым транспортируют электролит и продукты электролиза, должны, как правило, выполняться из неэлектропроводных материалов (фторопласт, стеклопластики, фаолит и др.).

10. Металлические трубопроводы, соединяемые с электролизерами, могут применяться только при соблюдении следующих условий:

а) внутренняя поверхность металлических труб должна быть гуммирована или защищена другими электроизоляционными и хи-

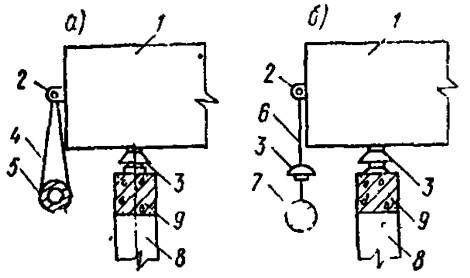

Рис. 16. Схема подвески технологических трубопроводов к конструкциям электролизных ванн

а — подвеска и трубопровод из электроизоляционного материала; *б* — металлические подвеска и трубопровод; *1* — электролизная ванна; *2* — подъемная петля; *3* — изолятор; *4* — подвеска из пластиката; *5* — винипластовый трубопровод; *6* — металлическая подвеска; *7* — металлический трубопровод; *8* — железобетонная колонна, *9* — железобетонная балка

мически стойкими покрытиями; монтаж трубопроводов осуществляется с электроизоляцией стыков; при применении титановых или других металлических трубопроводов, обладающих высокой коррозионной стойкостью и используемых без защиты внутренней поверхности, уменьшение блуждающих токов должно быть выполнено по специальному проекту;

б) соединение с электролизерами должно осуществляться трубами и шлангами из неэлектропроводных материалов длиной не

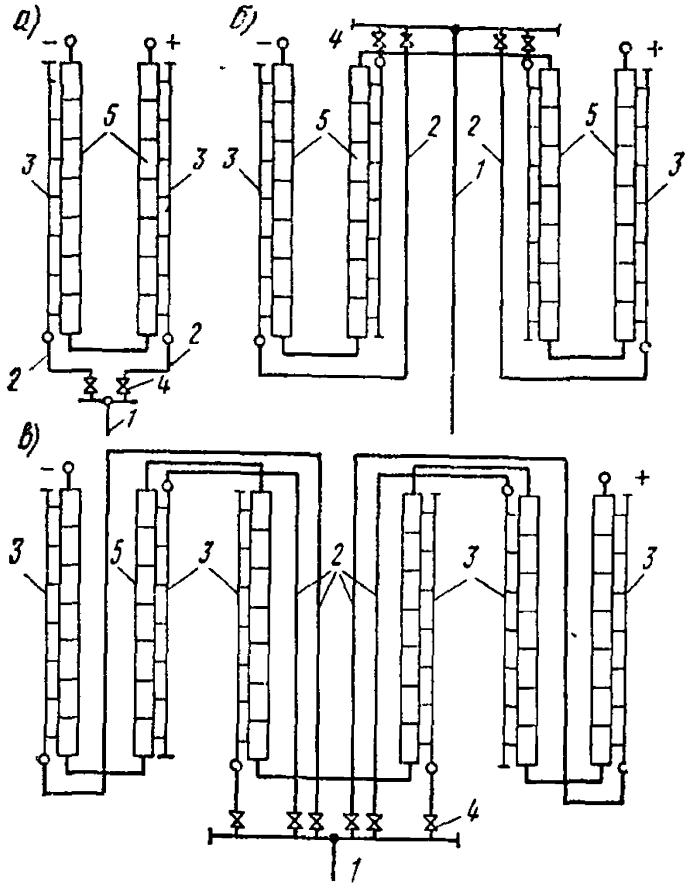

Рис. 17 Схема ввода электролитов в коллекторы электролизной установки, обладающая минимальными токами утечки

а, б, в — схемы с двумя, четырьмя и шестью рядами электролизеров соответственно, *1* — труба ввода электролита в цех, *2* — труба ввода электролита в коллектор; *3* — рядовой коллектор электролита, *4* — вентиль; *5* — электролизеры

менее 3 м; уменьшение длины вставок до 1 м возможно на газопроводах при условии выполнения вставок из фторопласта-4;

в) соединение рядовых трубопроводов (коллекторов) со сборным трубопроводом должно производиться трубами из неэлектропроводных материалов длиной не менее 6 м во всех случаях, кроме газопроводов, соединение которых с электролизерами выполняется с помощью вставок из фторопласта-4 в соответствии с п. «б»;

г) на всех металлических трубопроводах в местах перехода из грунта в электролизное отделение должны устанавливаться электроизолирующие вставки для разрыва цепи тока по трубопроводу.

11. Для разрыва струи поступающего и вытекающего электролита рекомендуется снабжать электролизеры капельницами и другими устройствами.

12 Ввод электролита в коллекторы и вывод продуктов электролиза из коллекторов электролизной установки, а также присоединение технологического оборудования к электролизной установке необходимо осуществлять в местах с наименьшим потенциалом относительно земли ближе к нейтральной точке (рис. 17, 18).

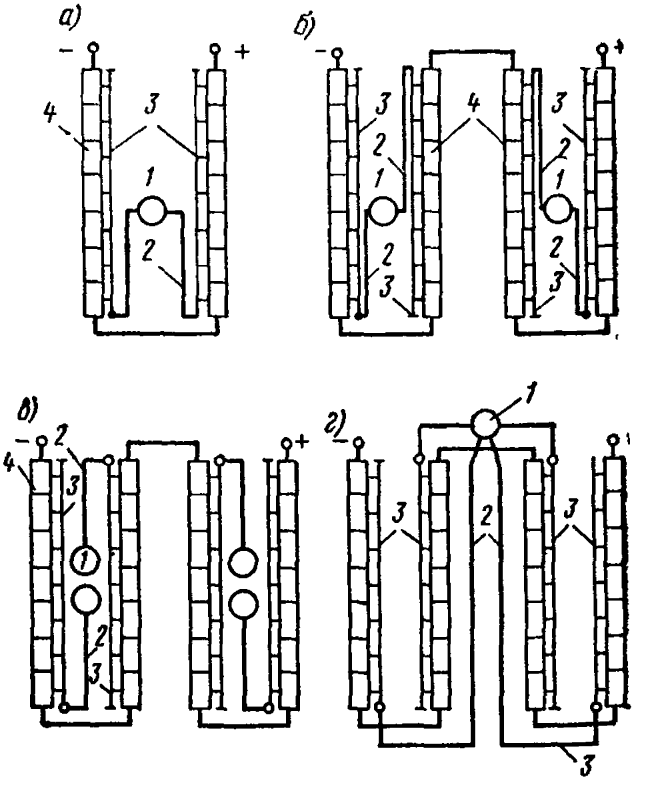

Рис. 18. Схемы присоединения технологического оборудования к электролизной установке с уменьшенными токами утечки

а — схема с двумя рядами электролизеров и общим сборным баком, *б* — схема с четырьмя рядами электролизеров и двумя сборными баками; *в* — схема с четырьмя рядами электролизеров и четырьмя сборными баками; *г* — схема с четырьмя рядами электролизеров и одним сборным баком, *1* — сборный бак электролита; *2* — отводящий трубопровод; *3* — рядовой коллектор с электролитом, *4* — электролизеры

13 Технологическое оборудование необходимо располагать в цехе и подключать к электролизной установке симметрично относительно середины электролизной установки

14. Каждый ряд электролизеров должен иметь индивидуальные коллекторы или желоба, транспортирующие входящие электролиты и продукты электролиза.

15. Катодная, дренажная и протекторная защита оборудования электролизных установок может быть применена только после специальных проектных разработок и экспериментальных исследований, подтверждающих, что применение защиты уменьшает ток утечки через защищаемый участок и не приводит к резкому увеличению тока утечки на незащищенных участках.

Отделения электролиза расплавов

Напольные металлические решетки, находящиеся под потенциалом катода электролизера, должны быть электроизолированы от несущих строительных конструкций.

В отделениях электролиза расплавов солей алюминия допускается использовать в качестве электроизоляционных материалов: ацеид, асбокартон, асбест (в сухом состоянии).

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Потенциал «арматура — бетон» ($U_{а-б}$) — потенциал участка арматуры конструкции по отношению к электроду сравнения, устанавливаемому на поверхности бетона вблизи этого участка, измеряется в соответствии со схемой рис. 19.

Потенциал «арматура — земля» ($U_{а-з}$) — потенциал арматуры по отношению к электроду сравнения, устанавливаемому на землю, измеряется в соответствии со схемой рис. 19.

По потенциалам $U_{а-з}$, включающим падение напряжения в грунте и, как правило, значительно превышающим по абсолютной величине потенциалы $U_{а-б}$, производится обнаружение участков конструкций, подверженных влиянию блуждающих токов. Определение опасности электрокоррозии железобетонных конструкций производят по потенциалу $U_{а-б}$. При измерении потенциала $U_{а-з}$ электрод сравнения может устанавливаться:

а) в точке «далекая земля», т. е. в точке, для которой дальнейшее увеличение расстояния от конструкции не вызывает изменение значения $U_{а-з}$;

б) в постоянной произвольно выбираемой точке земли, условно принимаемой за нуль;

в) в точках земли, расположенных вдоль конструкции на небольшом расстоянии от нее (точка — «близкая земля»).

Для железобетонных конструкций, расположенных в поле блуждающего тока от постороннего источника, измерение потенциала $U_{а-з}$ обычно производят в соответствии с положениями «б» или «в», при этом для железобетонных подземных трубопроводов измерения выполняют только в соответствии с положением «в».

Для конструкций, на которые опирается источник блуждающих токов, измерение $U_{а-з}$ производят в соответствии с положением «а» или «б», при этом условно точкой «далекая земля» допускается считать точку, расположенную от железобетонной конструкции на расстоянии:

для конструкций, опирающихся на землю

$$x = 8{,}3\sqrt{S}, \qquad (1)$$

для заглубленных конструкций

$$x = 12{,}4\sqrt[3]{V}; \qquad (2)$$

где x — минимальное расстояние между конструкцией и точкой установки электрода сравнения, м; S — площадь опирания конструкции на землю, м^2; V — объем заглубленной части конструкции, м^3.

При установке электрода сравнения в точке «далекая земля» потенциал $U_{а-з}$ в пределах отдельных элементов железобетонных конструкций, обладающих ограниченной протяженностью и не имеющих непосредственной электрической связи с арматурой смежных железобетонных конструкций, практически является величиной постоянной.

Во всех других случаях характер изменения потенциала $U_{а-з}$ аналогичен характеру изменения потенциала $U_{а-б}$.

В качестве электрода сравнения при измерении потенциалов $U_{а-б}$ применяется неполяризующийся медно-сульфатный электрод, при измерении потенциалов $U_{а-з}$ — неполяризующийся медно-сульфатный электрод или стальной электрод при абсолютных значениях потенциалов $U_{а-з}$ более 1 В.

Медно-сульфатный неполяризующийся электрод (рис. 20) состоит из прутка (полосы, трубки и т. п) красной меди, погруженного в водный насыщенный раствор медного купороса $CuSO_4$. Раствор заливается в специальный неметаллический сосуд, дно которого выполнено из пористого материала. Раствор медного купороса, просачиваясь через пористое дно, создает контакт между медным электродом и грунтом или бетоном, на который электрод устанавливается В медно-сульфатных электродах, устанавливаемых на землю, дно может выполняться из жестких пористых материалов, в медно-сульфатных электродах, устанавливаемых на бетон, для обеспечения надежного электролитического контакта с бетоном — из пористой губчатой резины

Для локализации участка измерений поверхность медно-сульфатного электрода, контактирующую с железобетонной конструкцией, рекомендуется делать не более 3—4 см².

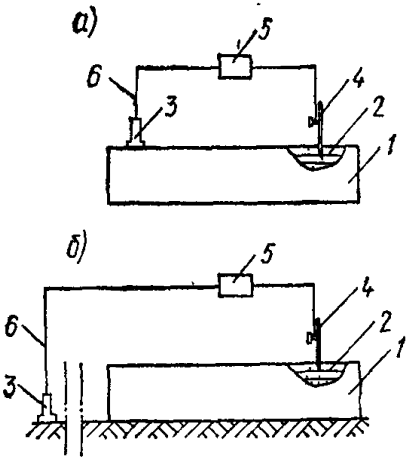

Рис. 19. Схема измерения потенциалов «арматура — бетон» (*а*) и «арматура — земля» (*б*)

1 — железобетонная конструкция; *2* — арматура; *3* — медно-сульфатный электрод, *4* — стальной электрод-шпилька, *5* — измерительный прибор, *6* — соединительные провода

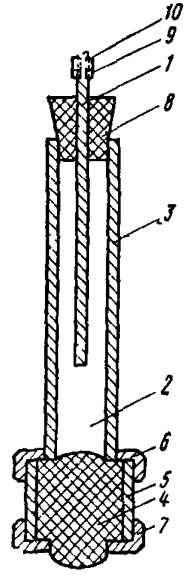

Рис. 20. Неполяризующийся медно-сульфатный электрод для контакта с бетоном

1 — медный стержень; *2* — насыщенный раствор $CuSO_4$; *3* — корпус электрода; *4* — пористая резина; *5, 6, 7* — корпус, верхняя и нижняя крышки сборной пробки для сжатия пористой резины; *8* — резиновая пробка, *9, 10* — шайба и гайка для подсоединения проводников электрической схемы

Для проведения измерений на вертикальных поверхностях рекомендуются медно-сульфатные электроды коленчатой формы

Подготовка медно-сульфатных электродов к измерениям выполняется следующим образом Медный стержень очищается от загрязнений и окисных пленок. Обычно это достигается травлением в концентрированной азотной кислоте или механической зачисткой, например наждачной бумагой. После травления стержень следует тщательно промыть дистиллированной водой. Попадание кислот в сосуд электрода не допускается. После механической зачистки стержень следует обезжирить ацетоном, спиртом или другим растворителем.

Электрод заливается насыщенным раствором медного купороса (марок Ч, ХЧ, ЧДА) в дистиллированной воде и выдерживается до смачивания пористых диафрагм.

Медно-сульфатный электрод, располагающийся на земле, устанавливается в лунку Пористое дно электрода должно по всей поверхности соприкасаться с грунтом. Если грунт сухой, его нужно увлажнить чистой водой.

Контакт проводников измерительной схемы с арматурой железобетонных конструкций осуществляется с помощью стальных электродов, различных зажимов, магнитных присосок и т. п. через выводы от арматуры в постоянных контрольно-измерительных пунктах или непосредственно при вскрытии защитного слоя бетона.

Стальной электрод представляет собой стержень диаметром 10—15 мм Длина электрода, предназначенного для забивки в грунт, 0,6—0,8 м, для контакта с арматурой — любая. Конец электрода заточен на конус В верхнем конце для подсоединения проводов измерительной схемы электрод снабжен гайками и шайбами. Перед проведением измерений поверхность стального электрода и места его касания арматуры (или вывода от нее) зачищают до блеска.

При проведении измерений на железобетонных конструкциях потенциал $U_{а-б}$ измеряется в нескольких точках по всей длине конструкции Стальной электрод контактирует с арматурой, освобожденной от защитного слоя бетона или выводом от нее в контрольно-измерительном пункте; медно-сульфатный электрод перемещается вдоль арматуры на возможно меньшем расстоянии от нее с определенным шагом по всей длине (высоте) конструкции. Шаг измерения потенциалов зависит от размеров конструкции, контакта с другими металлическими и железобетонными конструкциями и др.

При измерении потенциалов $U_{а-б}$ арматуры железобетонных труб электрод сравнения устанавливается на поверхности бетона в измерительных колонках, а контакт с арматурой осуществляется в контрольно-измерительных пунктах.

Потенциал $U_{а-э}$ по отношению к «далекой земле» элементов железобетонных конструкций, обладающих ограниченной протяженностью и не имеющих непосредственной электрической связи с арматурой смежных конструкций, измеряют, касаясь арматуры в одной произвольной точке. Потенциал $U_{а-э}$ по отношению к «близкой земле» измеряется с определенным шагом аналогично потенциалу $U_{а-б}$.

Обработка результатов измерений потенциалов заключается в вычислении средних за период измерения значений потенциалов и построении диаграмм, представляющих собой кривые распределения потенциалов по длине (высоте) конструкции. По потенциальным

Таблица 6

Гип прибора	*Завод-изготовитель* или технические условия	$R_{вх}$, Ом	Диапазоны измерения постоянного напряжения, В	Основная погрешность	Питание	Масса, кг
Лабораторный pH-метр ЛПУ-01	ЗИП, Гомель	10^{10}	—1,4+1,4	±2,5%	220 В от сети	9
Вольтметр катодный ВК2-16	ЯЫ 2.710.017	10^{10}	1—3—10—30— —100—300 мВ; 1—3—10—20 В	±4% на пределе 1 мВ; ±2,5% на остальных пределах	То же	9
Вольтметр катодный ВК7-3 (А4-М2)	ВФ 2.771.001 ТУ	$1,1 \cdot 10^7$ ±5%	1—3—10—30— —100—300—1000	±3±4%	»	7,2
Вольтметр катодный ВК7-7 (420)	ОШ728.000. ТУ	10^7	1,5—5—15—50—150	±2,5%	»	7
Вольтметр катодный ВК7-4	ЖА2.710.009 ТУ	$2,5 \cdot 10^7$	0,5—1,5—5—15— —150—500	На пределе 0,5 В±4%, на остальных ±2,5%	»	9
Вольтметр катодный ВК7-9	ЯЫ2.710.001	$1,5 \cdot 10^7$	0,5—1,5—5—15— —150—500	±2,5%	»	6
Вольтметр катодный ВК7-13	ЯЫ2.728.002	$1,5 \cdot 10^6$ (10 мА—10В) $13,5 \cdot 10^6$ (на остальных пределах)	0,03—0,1—0,3—1,0— —3,0—10—30— —100—300—1000	±2,5%	»	4,2

Вольтметр катодный ВК7-15	ЯЫ2 728 005	$15 \cdot 10^6$	0,3—1—3—10—30—100—300—1000	±2,5%	»	5,5
Электрометр ЭД-05	ОКИП, Таллин	10^{14}	0,01—0,1—0,5—1—2—10—50	±1,1%	»	20
Цифровой вольтметр Щ-1312	«Вибратор», Ленинград	На диапазоне 1В — 10^9, на остальных $10^6 \pm 1\%$	1—10—100—1000	±0,2%	»	5
То же Щ-1412	То же	На диапазоне 1В — 10^9, на остальных $10^7 \pm \pm 1\%$	1—10—100—1000	±0,05%	»	25
» Щ-1513	»	10^{10}	0,3—3—30—300—1000	На пределе 0,3±0,01% от показания, +0,005% от предела измерения; погрешность входного делителя не более ±0,005%	»	25
Амперметр М-231	ТУ II ОПП.533.527-60	20 кОм/В	Пределы по напряжению: 75 мВ—0,5—1—5—10—50—100 В; пределы на току: 5—50—100 мА, 1—10 А. Шкала прибора двухсторонняя	Класс точности 1,5	Прибор магнитоэлектрической системы	1,4

Продолжение табл. 6

Тип прибора	Завод-изготовитель или технические условия	$R_{вх}$, Ом	Диапазоны измерения постоянного напряжения, В	Основная погрешность	Питание	Масса, кг
Милливольтмикроамперметр Н-373-1 с встроенным усилителем Ф-117-7	—	66 кОм/В	Пределы по напряжению: 0,5—1,5—5—15—50—75—150 мВ; 0,5—1,5—5—15—50—150 В; пределы по току: 5—15—50—150 мкА, 0,5—1,5—5—15—50—75—150 мА Шкала прибора двухсторонняя	Класс точности 1,5	От сети переменного тока 127/220 В	10
Милливольтмикроамперметр Н-373-2 с встроенным усилителем *Ф-117/10*	—	66 кОм/В	Пределы по напряжению: 5—15—50—75—150 мВ; 0,5—1,5—5—15—50—150 В. Пределы по току: 0,5—1,5—5—15—50—150 мкА, 0,5—1,5—5—15—50—150 мкА Шкала прибора двухсторонняя	То же	От сети переменного тока 127/220 В	10

Милливольтмикроамперметр Н-373-3 с встроенным усилителем Ф-117/7	—	66 кОм/В	Пределы по напряжению: 0,5—1,5—5—15—50—75—150 мВ, 0,5—1,5—5—15—50—150 В. Пределы по току: 5—15—50—150 мкА, 0,5—1,5—5—15—50—75—150 мА Шкала прибора двухсторонняя	Класс точности 1,5	Комбинированное питание: от сети переменного тока 127/220 В или от малогабаритного блока аккумуляторов 12±1,2 В	10
Самопишущий милливольтметр Н-39	ТУ 25-04-191-67	На пределах 5—250 мА не менее 1 МОм; на пределах 1—100 В, не менее 200 кОм	Пределы по напряжению: 1—2,5—5—10—25—50—100. Пределы по току: 5—10—25—75—250 мА Шкала прибора с нулем слева или двухсторонняя	Класс точности при внешнем сопротивлении не более 2 кОм на пределах 5—250 мВ —1,5	Комбинированное питание от сети переменного тока 127/220 В или от малогабаритного блока аккумуляторов 12±1,2 В	10

диаграммам определяется направление перетекания блуждающего тока, положение анодных и катодных зон на арматуре.

Длительность измерений потенциалов составляет:

а) при снятии потенциальных диаграмм железобетонных конструкций допускается производить единичные отсчеты потенциалов сразу после установки медно-сульфатного электрода на поверхность железобетонной конструкции;

б) при изучении характера влияния блуждающих токов на арматуру железобетонных конструкций, окончательной оценки степени опасности электрокоррозии, эффективности работы электрозащиты выполняется регистрация потенциала в течение не менее 30 мин (самопишущими приборами или с интервалом 10 с).

Измерение потенциалов на железобетонных конструкциях следует производить вольтметрами с большим входным сопротивлением: вольтметры с $R_{вх} > 10^9$ Ом (ВК2-16, ЛПУ-01, Щ-1312 и др.) рекомендуются для электрических измерений на железобетонных конструкциях с любой степенью увлажненности бетона;

вольтметры с $R_{вх} = 10^6 — 10^7$ Ом (ВК7-4, ВК7-7, ВК7-9 и др.) — для электрических измерений на железобетонных конструкциях, находящихся в атмосфере с относительной влажностью более 75% или в других случаях более сильного увлажнения бетона конструкций;

вольтметры с меньшими значениями входного сопротивления (М231, Н-373, Н-39) — для электрических измерений на подземных, подводных и сильно увлажненных надземных конструкциях.

Характеристика приборов, рекомендуемых для измерения потенциалов арматуры железобетонных конструкций, приведена в табл. 6.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТОКА УТЕЧКИ С АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Ток утечки с арматуры железобетонных железнодорожных мостов определяют по средней величине потенциала «арматура — земля» и электрическому сопротивлению заземления арматуры

$$I_{ср}=\frac{U_{а-з}}{R_{а-з}}, \qquad (3)$$

где $I_{ср}$ — средний за период измерения ток утечки с арматуры железобетонных конструкций моста, А; $U_{а-з}$ — средний за период измерения потенциал «арматура — земля», измеряемый при отсутствии соединения арматуры железобетонных конструкций моста с рельсами, В; $R_{а-з}$ — электрическое сопротивление заземления арматуры, Ом.

Величину $R_{а-з}$ вычисляют по потенциалам «рельс — земля» и токам утечки с арматуры железобетонных конструкций моста, измеряемым при соединении арматуры с рельсами

$$R_{а-з}=\frac{U_{р-з}}{I'_{ср}}, \qquad (4)$$

где $U_{р-з}$ — средний за период измерения потенциал «рельс — земля» при соединении арматуры железобетонных конструкций моста с рельсом, В; $I'_{ср}$ — средний за период измерения ток утечки с арматуры железобетонных конструкций моста при соединении арматуры этих конструкций с рельсом (через амперметр, присоединяемый к рельсам только в средней точке дроссель-трансформатора), А.

Продолжительность времени измерений $U_{а-з}$, $U_{р-з}$, $I'_{ср}$ должна быть не менее 30 мин, за этот период должно пройти не менее двух поездов в каждом направлении (отсчеты с приборов снимают через 10 с).

При измерениях потенциалов «рельс — земля» и «арматура — земля» заземлители (стальные стержни диаметром 10—15 мм и длиной 0,6—0,8 м) располагают в створе устоев моста, в середине пролета между устоями.

На двухпутном мосту измерения необходимо производить относительно того рельсового пути, у которого среднее значение потенциалов «рельс — земля» за период измерения больше.

В зоне знакопеременных потенциалов на рельсах ток утечки с арматуры определяют по средним положительным значениям $U_{а-з}$ и $U_{р-з}$. Для определения этих величин сумму положительных значений потенциалов следует разделить на общее число замеров за период измерений.

Плотность тока утечки с арматуры находят из отношения величины тока утечки $I_{ср}$ к величине поверхности арматуры, с которой стекает ток в бетон.

Поверхность арматуры конструкций моста, с которой происходит утечка тока, определяют расчетным путем. При положительных значениях потенциалов «рельс — земля» считается, что утечка тока происходит с половины поверхности наружного слоя арматуры подземной части железобетонных устоев или половины поверхности нижнего слоя арматуры бетонных устоев.

МЕТОДИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА, ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

При приемке в эксплуатацию

При приемке в эксплуатацию производят измерение электрического сопротивления цепи заземления опор и деталей крепления контактной сети:

при отсутствии в рельсах тягового тока и тока автоблокировки (до пуска электрифицированного участка в эксплуатацию) — мегомметром М1101 напряжением 100 В, тестером (с изменением полярности включения приборов), измерителем сопротивления заземления МС-07 (08), а также другими приборами с соответствующими пределами измерения;

при наличии в рельсах тягового тока и токов автоблокировки — измерителем сопротивления заземления МС-07 (08).

Включение приборов при отсутствии в рельсах тягового тока и тока автоблокировки осуществляют по схеме рис. 21. Во время измерений заземляющий проводник не должен касаться земли. При наличии в рельсах тягового тока и тока автоблокировки указанные измерения производят по методике, приведенной ниже (без учета коэффициента А).

В период эксплуатации

Все измерения по определению степени опасности электрокоррозии арматуры железобетонных конструкций производят при незамерзшем грунте.

1. Измерения разности потенциалов «рельс — земля»

Измерять разность потенциалов «рельс — земля» следует на тех рельсовых путях, на которые заземлены опоры Измерения производят через 10—12 опор высокоомным вольтметром (не менее 2000 Ом на 1 В с двухсторонней шкалой). Вольтметр соединяют положительным зажимом с рельсами, отрицательным — со специальным заземлителем, который представляет собой стальной стержень диаметром 10—15 мм и длиной 0,6—0,8 м, забитый в грунт в середине пролета между соседними по данному пути опорами (в створе опор).

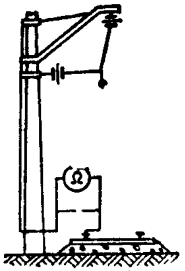

Рис. 21. Схема измерения электрического сопротивления цепи заземления опор при приемке в эксплуатацию

Контакт вольтметра с рельсами осуществляется установкой рельсового зажима на подошву или присоединением проводника непосредственно к стыковому соединителю.

Для измерения разности потенциалов «рельс — земля» могут применяться интеграторы напряжения с входным сопротивлением не менее 10 000 Ом.

За период измерения разности потенциалов «рельс — земля» на участке железных дорог с интенсивным движением поездов (более 100 пар поездов в сутки) должно пройти не менее двух поездов в каждом направлении, на участках с неинтенсивным движением (менее 100 пар поездов) — не менее одного поезда. Продолжительность периода измерения должна быть не менее 30 мин (с интервалом 10 с).

Для нахождения средних величин положительных и отрицательных значений потенциалов нужно отдельно сумму положительных и сумму отрицательных значений потенциалов разделить на общее число измерений. По полученным средним положительным и отрицательным значениям потенциалов строят потенциальную диаграмму.

2. Измерение электрического сопротивления цепи заземления железобетонных конструкций и металлических опор контактной сети с железобетонными и бетонными фундаментами при индивидуальном заземлении опор на рельсы

Электрическое сопротивление цепи заземления конструкции измеряют прибором МС-07 (МС-08) по двухэлектродной схеме (рис. 22). При измерении сопротивления более 1000 Ом на вход прибора подключают резистор $R_{доп} = 1000$ Ом (рис. 22), а измеренное сопротивление пересчитывают по кривой, приведенной на рис. 23

Электрическое сопротивление цепи заземления конструкций можно измерить методом вольтметра — амперметра (рис. 24). Для этого один прибор включают как вольтметр (сопротивление не менее 2000 Ом на 1 В шкалы) и измеряют им разность потенциалов «рельс — земля»; другой прибор включают как амперметр (с малым входным сопротивлением) в рассечку цепи заземления конструкции. Показания обоих приборов снимают синхронно.

Электрическое сопротивление цепи заземления конструкции $R_{изм}$ определяется как отношение мгновенных значений разности потенциалов «рельс — земля» к току утечки

Измерения производят при разности потенциалов «рельс — земля» не менее 1 В. Во время измерений заземляющий проводник не должен касаться земли.

Электрическое сопротивление цепи заземления железобетонных опор $R_{оп}$ при измерении его в устойчивую сухую и жаркую погоду рассчитывается с учетом коэффициента А, зависящего от числа дней в году с осадками

$$R_{оп} = AR_{изм}.$$

Значения коэффициента А для Азербайджанской, Закавказской, Октябрьской, Прибалтийской, Северо-Кавказской и Приднепровской дорог — 0,2; всех остальных — 0,3.

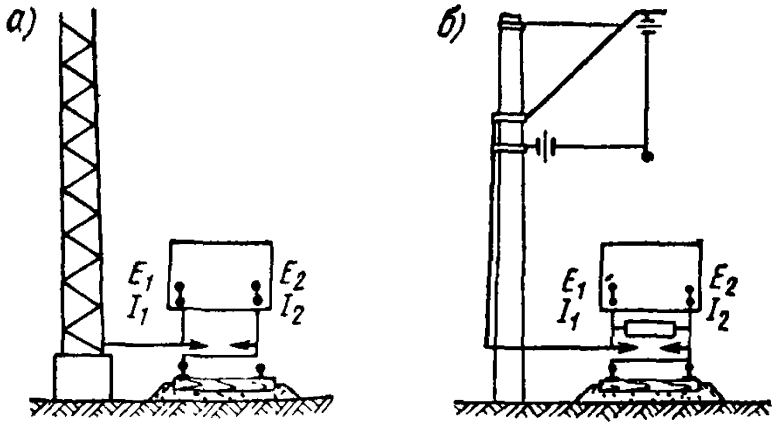

Рис. 22. Схемы измерения сопротивления цепи заземления опор в период эксплуатации $R \leqslant 1000$ Ом (*а*) и $R > 1000$ Ом (*б*) по двухэлектродной схеме

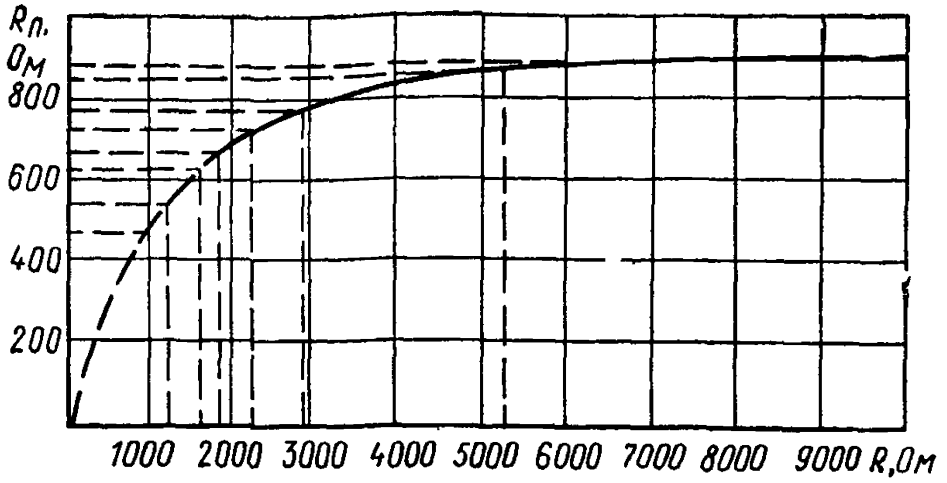

Рис. 23 Кривая для определения сопротивления цепи заземления опор по показаниям прибора при $R_{доп} = 1000$ Ом

$R_п$ — показание прибора; R — электрическое сопротивление цепи заземления опоры

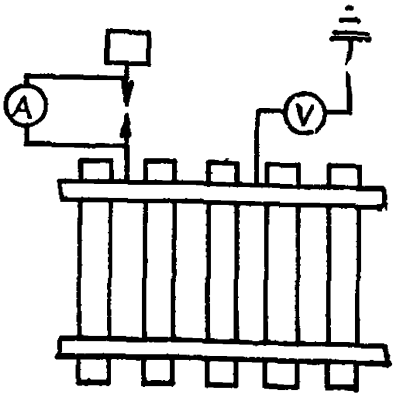

Рис. 24 Схема измерения сопротивления цепи заземления опор (выше 1000 Ом) методом вольтметра-амперметра

3. Способ выявления железобетонных опор, бетонных и железобетонных фундаментов металлических опор контактной сети с пониженным электрическим сопротивлением цепи заземления при групповом соединении их тросом длиной более 600 м без заземления троса на рельсы и с заземлением троса на рельсы через ИП, ЗД и т. п. устройства

Для выявления железобетонных опор контактной сети с пониженным электрическим сопротивлением цепи заземления при групповом соединении опор тросом длиной более 600 м величину электрического сопротивления опоры определяют по графику (рис 25) зависимости электрического сопротивления опоры от отношения

$$\frac{\Delta U_{эл}}{U_{р-я}},$$

где $\Delta U_{эл}$ — разность потенциалов между переносными заземлителями.

Измерение указанных разностей потенциалов производят синхронно при условии, что трос группового соединения опор соединен с тяговым рельсом. Для измерения $\Delta U_{эл}$ один из заземлителей устанавливают у фундамента обследуемой опоры, другой — на расстоянии l одного или двадцати метров в направлении, параллельном рельсовым путям.

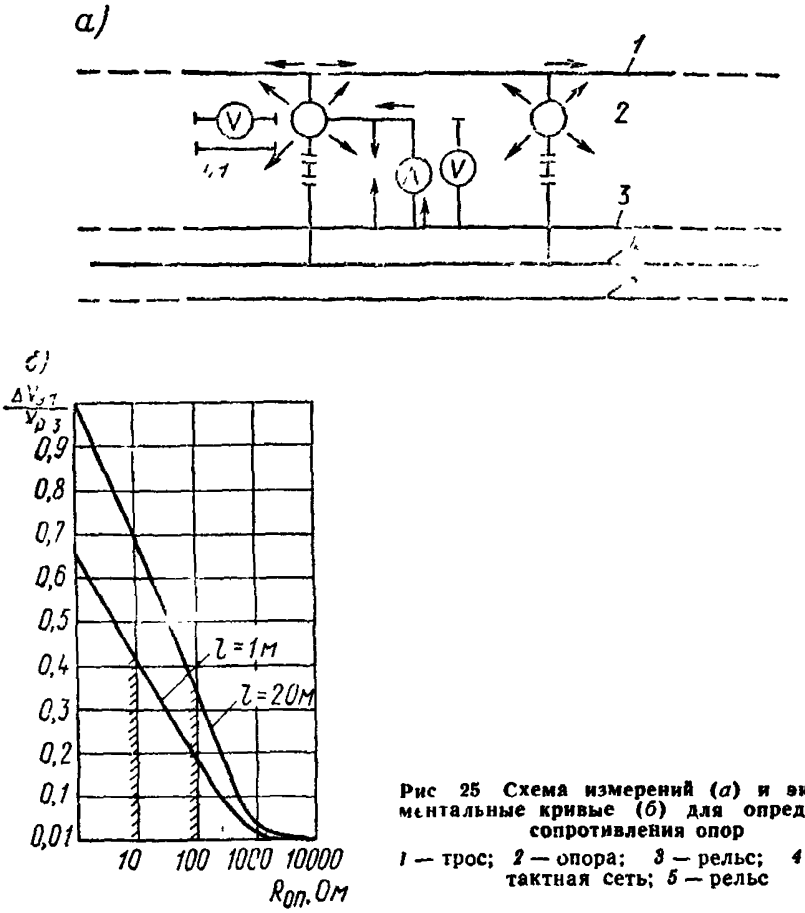

Рис 25 Схема измерений (*а*) и экспериментальные кривые (*б*) для определения сопротивления опор

1 — трос; *2* — опора; *3* — рельс; *4* — контактная сеть; *5* — рельс

4 Определение опасности электрокоррозии бетонных и железобетонных фундаментов металлических опор контактной сети при групповом соединении их тросом длиною более 600 м без заземления троса на рельсы и с заземлением троса на рельсы через ИП, ЗД и тому подобные устройства

Для определения опасности электрокоррозии бетонных и железобетонных фундаментов металлических опор контактной сети при групповом соединении их тросом длиною более 600 м измеряют разность потенциалов «трос — земля» и электросопротивление цепи заземления опор (приложение 4, п. 3), вычисляют электросопротивление цепи заземления на каждый вольт среднего значения положительных потенциалов «трос — земля», затем по табл. 3 настоящей Инструкции определяют опасность электрокоррозии.

При измерении разности потенциала «трос — земля» вольтметр соединяют положительным зажимом с опорой, а отрицательным — с заземлителем, установленным в середине пролета между данной опорой и соседней Подсчет средней величины разности потенциалов, продолжительность измерения, требования к прибору и заземлителю такие же, как и при измерениях по определению разности потенциалов «рельс — земля».

5 Проверка изоляции анкеров опор контактной сети

Состояние изоляции анкеров опор контактной сети от оттяжек проверяют вольтметром (на шкалах 20 или 100 В), включаемым по схеме рис 26, или специальным прибором.

При проверке вольтметром искровой промежуток, установленный в цепь заземления, должен быть закорочен. Если стрелка вольтметра отклоняется при наличии электропоездов на перегоне, то изоляция исправна.

6. Проверка искрового промежутка перед установкой в цепь заземления

Перед установкой на конструкцию каждый искровой промежуток (ИП) проверяют на отсутствие короткого замыкания в нем и соответствие уровня пробивного напряжения нормируемому Проверку производят мегомметром типа МС-06 на 2000 В и 1000 МОм следующим образом·

к выводам искрового промежутка подключают параллельно мегомметр, высокоомный вольтметр и конденсатор емкостью 0,1 мкФ на рабочее напряжение 2000 В (рис. 27);

увеличивая постепенно скорость вращения ручки мегомметра, наблюдают за стрелкой вольтметра. При исправном искровом промежутке стрелка вольтметра отклоняется в сторону увеличения на-

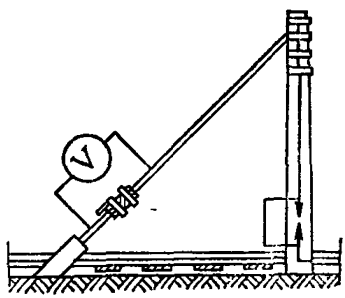

Рис. 26 Схема проверки изоляции анкеров от оттяжек опор контактной сети

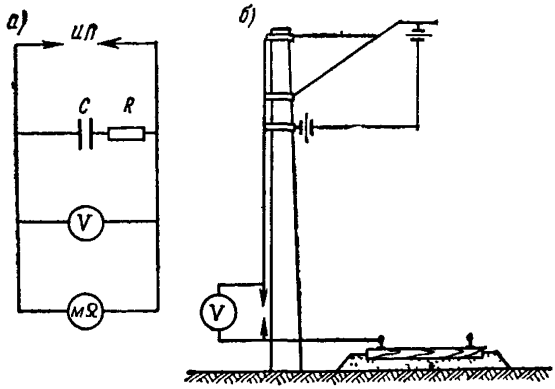

Рис. 27. Схемы проверки искрового промежутка перед установкой в цепь заземления (*а*) и в условиях эксплуатации (*б*)

пряжения до момента пробоя промежутка, после чего возвращается в исходное положение.

Показания прибора должны быть не ниже 800 или не выше 1200 В. Если искровой промежуток закорочен, то стрелка вольтметра не отклоняется, в этом случае, а также если пробой искрового промежутка наступит при напряжении ниже 800 или выше 1200 В, требуется замена съемного элемента искрового промежутка.

7. Проверка искрового промежутка в эксплуатационных условиях

В условиях эксплуатации проверяют исправность искровых промежутков (ИП) вольтметром или специальным прибором

Вольтметр (на шкале более 20 В) подключают к выводным болтам промежутка, включенного в цепь заземления опоры или сооружения (см. рис. 27). Если при прохождении поездов по участку стрелка вольтметра отклоняется, то промежуток исправен.

8. Проверка диодного заземлителя

Диодные заземлители (ЗД) должны проверяться перед установкой на конструкции и в условиях эксплуатации.

Перед установкой на конструкции диодный заземлитель проверяется мегомметром 500 В на одностороннюю проводимость, измерения производятся дважды с изменением полярности. Если обратное электрическое сопротивление диодного заземлителя выше 100 кОм, — диодный заземлитель считается исправным

В условиях эксплуатации диодный заземлитель проверяется также, как и перед установкой, при этом диодный заземлитель шунтируется глухой перемычкой, а вывод ЗД, идущий к рельсу, отсоединяется

При установке на конструкции защитного устройства, состоящего из последовательно соединенных ЗД и двух ИП, проверка ЗД и ИП производится без отсоединения их выводов от заземляющих спусков.

При этом на период измерения ЗД и ИП шунтируются перемычкой с включенным в нее исправным искровым промежутком.

9. Меры безопасности при производстве измерений

При включении измерительных приборов необходимо принимать следующие меры во избежание электротравматизма:

а) до отсоединения заземляющего проводника от рельса дополнительно заземляют опору на рельсы через исправный искровой промежуток с помощью провода сечением, эквивалентным сечению медного провода не менее 50 мм². Для присоединения последнего к рельсу применяется специальный рельсовый башмак, а к основному заземляющему проводнику опоры — соединительная клемма;

б) после установки дополнительного заземления отсоединяют основной заземляющий провод от рельса и производят нужные измерения. Окончив работу, восстанавливают основное заземление и снимают временное;

в) отсоединение заземляющих проводов от рельса и измерение сопротивления заземления или величины тока утечки во время дождя, грозы, мокрого снега и тумана, а также в темное время суток воспрещается.

РАСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ТОКА УТЕЧКИ С АРМАТУРЫ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ БЛОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ (ТИПА КОЛЛЕКТОРОВ, ТРУБОПРОВОДОВ И Т. П.)

Расчет среднего значения плотности тока утечки с арматуры j_S железобетонных сооружений блочной конструкции производится по формуле

$$j_S = 0{,}02 \frac{E}{\rho_г} A_1; \tag{6}$$

$$A_1 = \frac{\bar{l}^2}{(1+\bar{h})^2 \left\{ 2 \left[\ln \frac{2\bar{l}}{1+\bar{h}} - 1 \right] + \frac{\rho_б}{\rho_г} + \frac{2\bar{R}_{из}\bar{l}}{(1+\bar{h})^2} \right\}} \tag{7}$$

где $\bar{l} = \frac{l}{r_0}$; $\bar{h} = \frac{h_1}{r_0}$; $\bar{R}_{из} = \frac{R_{из}}{r_0 \rho_г}$;

$2l$ — длина блока, м; r_0 — радиус основной арматуры, уложенной по длине блока (арматура не имеет контакта с источниками блуждающих токов), м; h_1 — толщина защитного слоя бетона с наружной стороны блока, м; $\rho_б$ — удельное электрическое сопротивление бетона, Ом·м (определяется по рис. 28, влажность бетона принимается в первом приближении равной влажности грунта); $R_{из}$ — электрическое сопротивление гидроизоляции на поверхности железобетонной конструкции, Ом·м² (определяется по табл. 7 или расчетом: $R_{из} = \rho_{из} \cdot h_2$); $\rho_{из}$ — удельное электрическое сопротивление гидроизоляции, Ом·м; h_2 — толщина слоя гидроизоляции, м; $\rho_г$ — удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м (измеряется по методике, приведенной в прил. 1 к ГОСТ 9.015—74); E — напряженность электрического поля блуждающих токов мВ/м (измеряется по методике, приведенной в приложении 3 к ГОСТ 9.015—74).

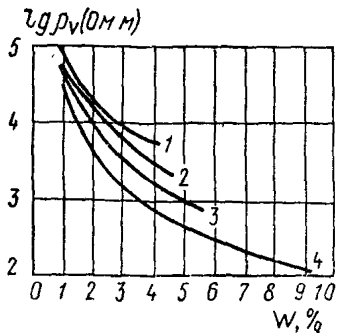

Рис. 28. Удельное объемное электросопротивление бетона

1 — бетон с водопоглощением менее 4,2% (по массе), марка по водонепроницаемости В8, *2* — бетон с водопоглощением 4,7—4,3%, марка по водонепроницаемости В6; *3* — бетон с водопоглощением 5,7—4,8%, марка по водонепроницаемости В4, *4* — бетон с водопоглощением более 5,8%, марка по водонепроницаемости не нормируется. Электросопротивление бетонов с добавками определяется измерением на образцах)

Расчет максимального значения плотности тока утечки с арматуры j_{max} (с учетом неравномерного ее распределения по периметру поперечного сечения арматуры) производится по формулам:

а) при $\frac{\rho_б}{\rho_г} \leqslant 10$ $\quad j_{max} = \frac{2 j_S \bar{k}}{1+\bar{k}}$, (8)

коэффициент $\bar{k}$ определяется по рис. 29;

б) при $\frac{\rho_б}{\rho_г} > 10$ $\quad j_{max} = 2 j_S$. (9)

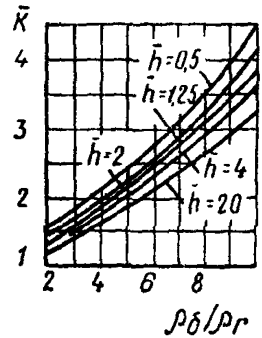

Рис. 29. Номограмма для определения коэффициента $\bar{K}$

Для определения опасности электрокоррозии величина j_{max} сравнивается с показателями, приведенными в табл. 1 настоящей Инструкции.

Таблица 7

Электрические сопротивления покрытий поверхности подземных конструкций

Номера вариантов антикоррозионной защиты поверхности по СНиП II-28-73	Среда	Вид защитного покрытия по СНиП II-28-73	Толщина покрытия или количество слоев	Электрическое сопротивление покрытия, Ом м², не менее при состоянии гидроизоляции* $R_{из}$	
				отличное	удовлетворительное
1	Слабоагрессивная	Битумные	3 мм	10^4	10^2
			6 мм	10^4	10^3
2		Битумно-латексные	3 мм	10^5	10^3
			6 мм	10^6	10^4

Продолжение табл. 7

Номера вариантов антикоррозионной защиты поверхности по СНиП II-28-73	Среда	Вид защитного покрытия по СНиП II-28-73	Толщина покрытия или количество слоев	Электрическое сопротивление покрытия, Ом. м², не менее при состоянии гидроизоляции* $R_{из}$	
				отличное	удовлетворительное
2	Среднеагрессивная	Оклеечные битумными рулонными материалами	4 мм	$5 \cdot 10^7$	10^3
3		Битумно-этиноловые	3—4 слоя	10^8	10^5
1	Сильноагрессивная	Эпоксидные; каменноугольно-эпоксидные, битумно-эпоксидные	3—4 »	10^9	10^5
2		Оклеечные усиленные рулонными материалами с защитной стенкой	7,5 мм	10^9	10^6
3		Оклеечные химически стойкими пленочными материалами	2—3 слоя	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^4$

* При отличном состоянии гидроизоляции площадь незащищенных участков составляет не более 1%, при удовлетворительном — 5—10%.

РАСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ТОКА УТЕЧКИ С АРМАТУРЫ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ (ТИПА ЗАГЛУБЛЕННЫХ И ПОЛУЗАГЛУБЛЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ)

Расчет среднего значения плотности тока утечки с арматуры j_S подземных железобетонных сооружений типа заглубленных и полузаглубленных резервуаров производится по формулам

$$j_S = 0{,}08 \frac{E}{\rho_г} A_2 \sqrt{1 - \left(\frac{H}{d}\right)^2}; \qquad (10)$$

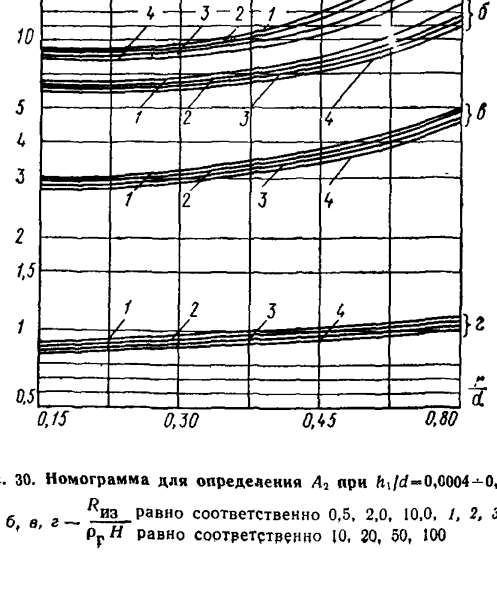

Рис. 30. Номограмма для определения A_2 при $h_1/d = 0{,}0004 \div 0{,}001$

а — $R_{из} = 0$, *б*, *в*, *г* — $\frac{R_{из}}{\rho_г H}$ равно соответственно 0,5, 2,0, 10,0, *1*, *2*, *3*, *4* — $\rho_б/\rho_г$

$$A_2 = \frac{1-\left(\frac{H}{d}\right)^2}{\frac{\rho_б}{\rho_г}\frac{h_1}{d}\frac{H}{d}\left(1-\frac{H}{d}\right)\left\{1+3\frac{H}{d}\left[\frac{H}{d}+\frac{h_1}{d}\left(1+\frac{H}{d}\right)\right]\right\}} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \times \left[2+\left(\frac{H}{d}\right)^2\right]\left[1-\left(\frac{H}{d}\right)^2\right]^{3/2}+\left[1-2\left(\frac{H}{d}\right)^2\right]+\frac{R_{из}}{\rho_г H}\left(1-\frac{H}{d}\right), \quad (11)$$

где $2d$ — диаметр внешней поверхности резервуара, м; H — заглубление резервуара в грунт (от поверхности земли до нижней отметки днища), м; $\rho_г$, $\rho_б$, h_1, $R_{из}$, E — то же, что и в прил. 5

Величина A_2 может быть определена по рис. 30.

Расчет максимального значения плотности тока утечки с арматуры j_{max} (с учетом неравномерного ее распределения по периметру поперечного сечения арматуры) производится по формуле

$$j_{max} = \frac{2j_S\bar{k}}{1+\bar{k}}. \quad (12)$$

Величина $\bar{k}$ определяется по рис. 29.

Для определения опасности электрокоррозии величина j_{max} сравнивается с показателями, приведенными в табл. 1 настоящей Инструкции.

СОСТАВЫ КЛЕЕВ И РЕЖИМЫ СКЛЕИВАНИЯ

Для клеевых соединений железобетонных конструкций рекомендуются следующие составы эпоксидного клея (полимерраствора) в частях по массе:

Состав № 1

Эпоксидная смола ЭД-16	100
Пластификатор-модификатор (полиэфиры МГФ-9, ТМГФ-11, жидкий тиокол, дибутилфталат, трикрезилфосфат)	20
Отвердители:	
быстродействующие: полиэтиленполиамин ПЭПА, гексаметилендиамин ГМД, диэтилентриамин ДЭТА	10
или	*или*
медленнодействующий	
триэтаноламин ТЭА	15
Минеральный наполнитель	300—500

Состав № 2

Эпоксидная смола ЭД-20	100
Пластификатор-модификатор полиэфиры МГФ-9, ТМГФ-11, жидкий тиокол, дибутилфталат, трикрезилфосфат)	10
Отвердители:	
быстродействующие: полиэтиленполиамин ПЭПА гексаметилендиамин ГМД диэтилентриамин ДЭТА	15
или	или
медленнодействующий — триэтаноламин ТЭА	20
Минеральный заполнитель	300—500

Допускается в указанные составы полимеррастворов вводить комбинированные отвердители в виде смеси из быстродействующих и медленнодействующих.

Для обеспечения качественного приготовления эпоксидного состава необходимо сначала тщательно перемешать в рецептурном количестве все жидкие компоненты, а затем вводить расчетное количество наполнителя с перемешиванием всей смеси до получения однородной массы.

В целях упрощения технологии приготовления эпоксидных составов можно пользоваться эпоксидной смолой, предварительно соединенной с соответствующим количеством пластификатора (такая смесь может сравнительно длительное время храниться в герметической емкости и использоваться в готовом виде при приготовлении составов).

Учитывая ограниченный срок годности эпоксидных составов с быстродействующими отвердителями (ПЭПА, ГМД и ДЭТА), приготовление их рекомендуется делать вручную, небольшими дозами (1—3 кг).

При необходимости увеличения срока годности эпоксидного состава в качестве отвердителя следует применить ТЭА или смесь его с ПЭПА (а также с ГМД или ДЭТА). Приготовление таких составов можно производить большими замесами (до 50—60 кг) с использованием механических мешалок (типа растворомешалок).

Не допускается разогревать отдельные компоненты и применять их в работе разогретыми из-за преждевременного отверждения состава или значительного повышения его вязкости.

Склеиваемые поверхности перед нанесением на них клея должны быть очищены от ржавчины, окалины и других загрязнений, обез-

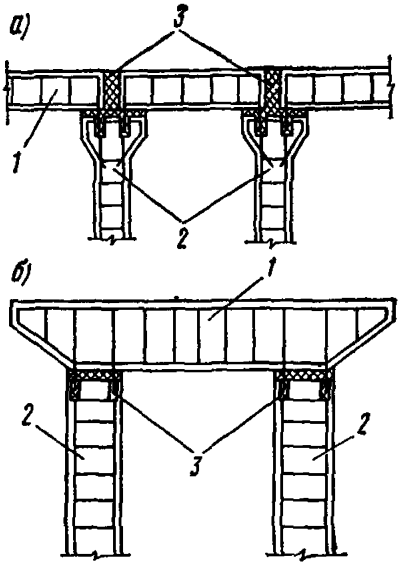

Рис. 31. Примеры клеевых соединений железобетонных конструкций подванных эстакад с разрезкой конструкций

а — вертикальными и горизонтальными швами, *б* — горизонтальным швом; *1* — железобетонная балка; *2* — железобетонная колонна; *3* — эпоксидный полимерраствор

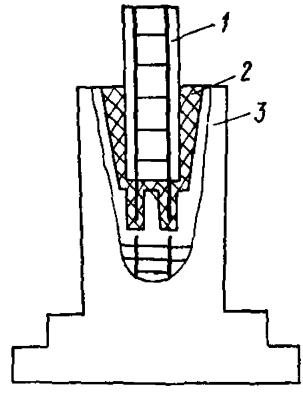

Рис. 32. Пример клеевого соединения железобетонной колонны с фундаментом подванных эстакад

1 — железобетонная колонна; *2* — эпоксидный полимерраствор; *3* — железобетонный фундамент

жирены и обеспылены. Для этих целей могут быть рекомендованы практически все возможные (доступные на месте) механические и химические способы обработки поверхности. Для обезжиривания можно использовать растворители типа ацетона, бензина и др. Обеспыливание склеиваемых поверхностей производится струей сжатого воздуха или обработкой тампоном, смоченным в спирте или ацетоне Полностью подготовленная к склеиванию поверхность металла или бетона должна быть чистой, сухой и прочной.

Используемые в составах клея (полимерраствора) материалы должны соответствовать техническим требованиям ГОСТ или ТУ на эти материалы.

Клеевые соединения надземных конструкций показаны на рис 31, фундаментов — на рис 32 Толщина клеевой прослойки в таких соединениях назначается 8—10 мм, а длина клеевого закрепления арматурного стержня в анкерном отверстии в бетоне или в соединительной стальной трубе-муфте l_a для арматуры периодического профиля может быть принята равной $l_a \geqslant (8—10)d_a$, где d_a — расчетный диаметр стержня.

В случае стыкования арматуры вперепуск необходимо, чтобы концы анкеруемого стержня располагались вперепуск с основной расчетной арматурой на длину $l_a \geqslant (8—10)d_a$ и чтобы диаметр анкерного отверстия в бетоне удовлетворял условию

$$d_0 \geqslant \frac{\tau_{к.\,ср}}{R_{б.\,ср}} d_a, \qquad (13)$$

где d_0 — диаметр анкерного отверстия в бетоне; $\tau_{к.\,ср.}$ — расчетный предел прочности клея на срез [при содержании минерального наполнителя в клее в количестве 300 частей по массе $\tau_{к.\,ср.}$ равно 20 МПа (200 кгс/см²) 500 частей — 15 МПа (150 кгс/см²)]; $R_{б.\,ср.}$ — расчетный предел прочности бетона на срез.

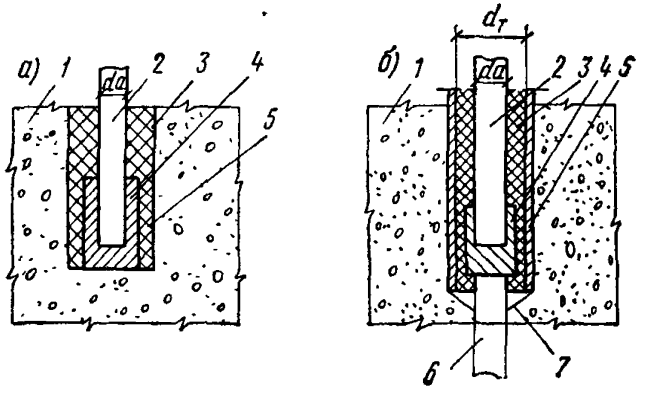

Рис. 33 Примеры обеспечения электроизоляции анкерного стержня в стальной трубе-муфте или в бетоне

а — электроизоляция анкерного стержня в бетоне; *б* — электроизоляция анкерного стержня в муфте; *1* — бетон; *2* — анкерный стержень; *3* — эпоксидный полимерраствор, *4* — наконечник-изолятор; *5* — отверстие в бетоне или соединительная стальная труба-муфта; *6* — рабочая арматура железобетонного элемента; *7* — сварка

В целях обеспечения электроизоляции анкерного стержня в анкерном отверстии или в стальной муфте следует использовать специальные наконечники в виде ограничительных пробок-фиксаторов. Такие наконечники могут быть изготовлены из термопластичного полимерного материала, резины или из эпоксидного полимерраствора, предварительно нанесенного на концы анкерного стержня или залитого небольшим слоем в отверстие и отвержденного до установки арматурного стержня в анкерное отверстие (рис. 33). Возможно также использование заранее изготовленных изоляционных вставок в виде диска, которые опускаются на дно соединительной трубы-муфты или отверстия в бетоне перед заполнением их эпоксидным полимерраствором и установкой анкерного стержня. Диаметр ограничительных наконечников и вставок должен быть меньше, чем диаметр анкерного отверстия, на 1—2 мм.

Если сечение конструкции полностью сжато, допускается применять клеевые стыки без перекрытия зоны стыка арматурой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ПРИМЕРНЫЕ СОСТАВЫ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ И ПОЛИМЕРСИЛИКАТНОГО БЕТОНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Составляющие	Содержание составляющих, %			
	тяжелый полимербетон ФАМ объемной массой 2200—2300 кг/м³	легкий полимербетон ФАМ объемной массой 1700—1750 кг/м³	легкий полимербетон ПН объемной массой 1700—1750 кг/м³	полимерсиликатный бетон объемной массой 2400 кг/м³
Щебень аглопоритовый (5—50 мм)	—	35—39	37—39	—
Щебень гранитный или кварцевый (5—50 мм)	53—55	—	—	—
Песок кварцевый (0,15—5 мм)	23	32	32	—
Мука аглопоритовая (0,15 мм)	—	18—20	18—19	—
Мука андезитовая (менее 0,15 мм)	12,5—13,5	10,5—11	—	—
Смола ФАМ	8,5—9	10,5—11	—	—
Бензолсульфокислота	1,7—2,3	2—2,3	—	—
Смола ПН-1	—	—	10,5—11	—
Нафтанат кобальта НК	—	—	0,9	—
Гипериз III	—	—	0,5	—
Жидкое стекло, уд. масса 1,38—1,4	—	—	—	11
Кремнефтористый натрий	—	—	—	1.5
Уплотняющая полимерная добавка (фуриловый спирт или фурфурол, или смесь фурилового спирта с фурфуролом в отношении 1 : 1)	—	—	—	0,1
Гидрофобная добавка (кремнеорганические жидкости ГКЖ-10 или ГКЖ-11)	—	—	—	0,1
Кварцевая мука (0,05—0,2 мм)	—	—	—	18
Песок кварцевый (0,5—5 мм)	—	—	—	26
Щебень типа гранита (5—30 мм)	—	—	—	43

Примечание Полимербетоны ПН и полимерсиликатные бетоны не рекомендуется применять для изготовления конструкций, на которые возможно попадание щелочей.

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА ДЛЯ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ВЫБОР МАРКИ БЕТОНА ПО ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ (ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТОКА УТЕЧКИ С АРМАТУРЫ)

При проектировании железобетонных блочных конструкций или конструкций типа заглубленных или полузаглубленных резервуаров толщина гидроизоляции и защитного слоя бетона для арматуры, а также марка бетона по водонепроницаемости выбирается на основании расчета при условии, что

$$\frac{j_{max}}{j_{доп}} \leqslant 1, \tag{14}$$

где j_{max} — определяется по приложению 5 или 6; $j_{доп}$ — принимается по табл. 1 настоящей Инструкции.

Например, для сооружений блочной конструкции при равномерном распределении тока ($j_{max} = j_s$) и $j_{доп} = 0{,}6$ мА/дм² соотношение (6) имеет вид

$$0{,}0334 \frac{E}{\rho_г} A_1 \leqslant 1 \tag{15}$$

Расчет производится путем подбора значений $\bar{h}$, $\bar{k}$, $R_{из}$ и подстановки этих значений в формулу (7), а затем значения A_1 — в формулу (15).

$\bar{h} = h_1/r_0$ — безразмерная величина, зависящая от толщины защитного слоя бетона для арматуры и радиуса арматуры; $\bar{k} = \rho_б/\rho_г$ — безразмерная величина, зависящая от удельного электрического сопротивления бетона и грунта, $R_{из}$ — электрическое сопротивление гидроизоляции.

По значениям величин $\bar{h}$, $\bar{k}$, $R_{из}$, удовлетворяющих условию формулы (15), производят вычисление:

толщины защитного слоя бетона

$$h_1 = \bar{h} r_0, \tag{16}$$

толщины гидроизоляции

$$h_2 = \frac{R_{из}}{\rho_{из}}, \tag{17}$$

величины электрического сопротивления бетона

$$\rho_б = \bar{k}\, \rho_г \tag{18}$$

(где $\rho_{из}$ — удельное электрическое сопротивление гидроизоляции) и выбирается соответствующая марка бетона по водонепроницаемости по рис. 28.

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ПРОТЕКТОРОВ В ГРУНТАХ С ВЫСОКИМ УДЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

В целях уменьшения электрического сопротивления растеканию тока протекторов, применяемых для защиты железобетонных конструкций и устанавливаемых в грунтах с высоким электрическим сопротивлением, котлованы или скважины, предназначенные для размещения протекторов, должны заполняться хорошо перемятой пастой из глины, замешанной на растворе сернокислого магния или отходов эпсомита. Глубина этих котлованов и скважин ($l_ш$ в еди-

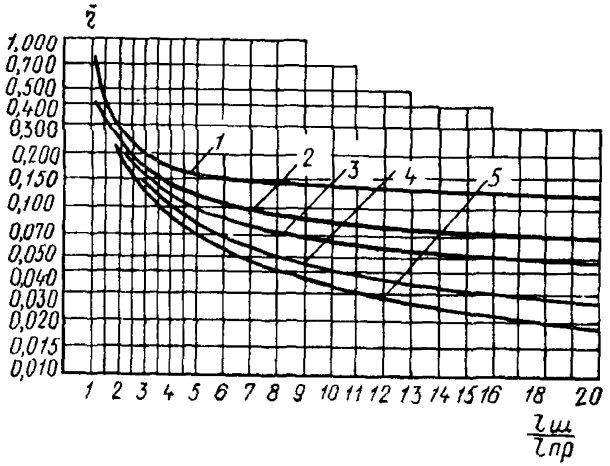

Рис 34. Номограмма для вычисления $l_ш$ по η и $\rho_г$

1, 2, 3, 4, 5 — $\rho_г$ соответственно 10, 20, 33, 100 и 200 Ом · м

ницах длины металлической части протектора $l_{пр}$) определяется по значениям удельного электрического сопротивления грунта $\rho_г$ и требуемого снижения сопротивления растеканию тока протектора η, вычисленного по формуле

$$\eta = \frac{c + U_{(а-б)\,0} + \Delta U_{(а-б)\,з}}{0{,}634 \rho_г I_з}, \qquad (19)$$

где $U_{(а-б)0}$ — потенциал «арматура — бетон» железобетонной конструкции до защиты, В; $\Delta U_{(а-б)з}$ — требуемое по условиям защиты изменение потенциала $U_{(а-б)0}$, В; $I_з$ — защитный ток протектора, обеспечивающий требуемое изменение потенциала «арматура — бетон», А; $\rho_г$ — удельное электрическое сопротивление грунта, в котором помещается протектор, Ом·м (определяется измерением по ГОСТ 9.015.74); c — постоянная величина, равная 1,6 В.

При $\eta \geqslant 1$ снижение сопротивления растеканию тока протектора не требуется, протекторы могут устанавливаться непосредственно в грунт.

Рекомендуемый состав заполнителя котлована или скважины (на 1 м³): глина от 1,6 до 1,8 т; вода от 40 до 60 л; сернокислый магний или отходы эпсомита от 5 до 7 кг.

Примечание Эпсомит — смесь гидратированных солей состава: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 70%; $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ — 15%; K_2SO_4 — 13%; прочие примеси — 2%.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕЙ ЦЕПИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СООРУЖЕНИЯ

Расчет параметров внешней цепи устройства для компенсации блуждающих токов за пределами сооружения заключается в определении следующих величин:

а) максимального значения тока от автоматического источника тока, подключенного к одной паре заземлений;

б) общего электрического сопротивления внешней цепи одной пары заземлений;

в) длин заземлений и мест их расположения.

Расчет максимального значения тока от автоматического источника, подключенного к одной паре заземлений, производится по формуле

$$I = \frac{2{,}2\pi}{\rho_r}\left[\frac{2E_l\, l^2}{K_1} + \frac{2E_d\, d^2}{K_2}\right], \qquad (20)$$

где $$K_1 = \ln \frac{(\sqrt{l_1^2 + d_1^2} + d_1)^2 \left[\sqrt{(l+l_1)^2 + (d+d_1)^2} - (d+d_1)\right]^2}{(\sqrt{(l+l_1)^2 + d_1^2} + d_1)^2 \left[\sqrt{l_1^2 + (d+d_1)^2} - (d+d_1)\right]^2}; \qquad (21)$$

$$K_2 = \ln \frac{(\sqrt{d_2^2 + l_2^2} + d_2)^2 \left[\sqrt{(d+d_2)^2 + (l+l_2)^2} - (l+l_2)\right]^2}{\left[\sqrt{d_2^2 + (l+l_2)^2} - (l+l_2)\right]^2 (\sqrt{(d+d_2)^2 + d_2^2} + d_2)^2}; \qquad (22)$$

l, d — габаритные размеры подземной части железобетонного сооружения (в плане),

$$l_1 = 0{,}5d;\ l_2 = 0{,}6l;\ d_1 = 0{,}6d;\ d_2 = 0{,}5l.$$

E_l; E_d — максимальные значения напряженности поля блуждающих токов по направлениям l и d соответственно (определяются в соответствии с прил. 3 ГОСТ 9.015—74); ρ_r — удельное сопротивление грунта на участке расположения защищаемого сооружения (определяется в соответствии с приложением 1 ГОСТ 9.015—74).

Расчет общего электрического сопротивления внешней цепи одной пары заземлений производится по формуле

$$R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{вых}}}{I}, \tag{23}$$

где $U_{\text{вых}}$ — величина выходного напряжения автоматического источника тока, подключенного к каждой паре заземлений.

При проектировании сооружений длина заземлений и места их расположения определяются расчетом и уточняются при наладочных работах, а в период эксплуатации сооружений определяются опытной защитой.

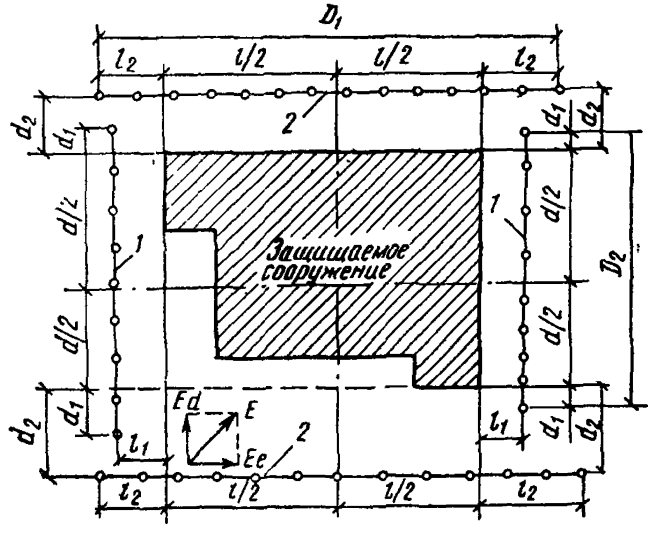

Рис. 35. Пример расположения двух пар заземлений (*1* и *2*) около сооружения для компенсации блуждающих токов в грунте

Заземления следует располагать перпендикулярно к осям сооружений, проведенным через середины максимальных габаритов, симметрично этим осям (рис. 35).

Каждую пару заземлений следует располагать на одинаковом расстоянии от соответствующих сторон сооружения. При сложном геоэлектрическом разрезе и в других необходимых случаях заземления могут выполняться из отдельных секций, расположенных специальным способом и соединенных друг с другом через резисторы.

Выбор места установки каждой секции заземления производится при наладочных работах или моделированием

Минимальная длина D_1 каждого из заземлений, параллельных стороне l, определяется

$$D_1 = 2{,}2l. \tag{24}$$

Минимальная длина D_2 каждого из заземлений, параллельных стороне d, определяется

$$D_2 = 2{,}2d. \tag{25}$$

Минимальная длина каждого вертикального электрода L определяется:

для заземления, параллельного стороне l

$$L_1 = 1{,}1\,(H + d_2); \tag{26}$$

для заземления, параллельного стороне d

$$L_2 = 1{,}1\,(H + l_1), \tag{27}$$

где H — заглубление подземной части железобетонных конструкций сооружения.

С учетом вычисленных длин заземлений, принятой конструкции заземлений, а также выбранных параметров проводников, соединяющих заземления с автоматическими источниками тока, рассчитывается сопротивление одной пары заземлений $R_{\text{заз}}$ так, чтобы соблюдалось условие

$$R_{\text{заз}} \leqslant R_{\text{об}} - R_{\text{каб}} - R_{\text{вн}}, \tag{28}$$

где $R_{\text{каб}}$ — сопротивление соединительных проводников; $R_{\text{вн}}$ — внутреннее сопротивление автоматического источника тока.

СХЕМА ЭКРАННОЙ ЗАЩИТЫ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

Экранная защита рекомендуется для железобетонных фундаментов опор эстакады мостовых кранов, колонн зданий цехов с металлическими подкрановыми балками, опор эстакады трубопроводов и т. п. при наличии на металлических конструкциях положительных потенциалов относительно земли (рис. 36).

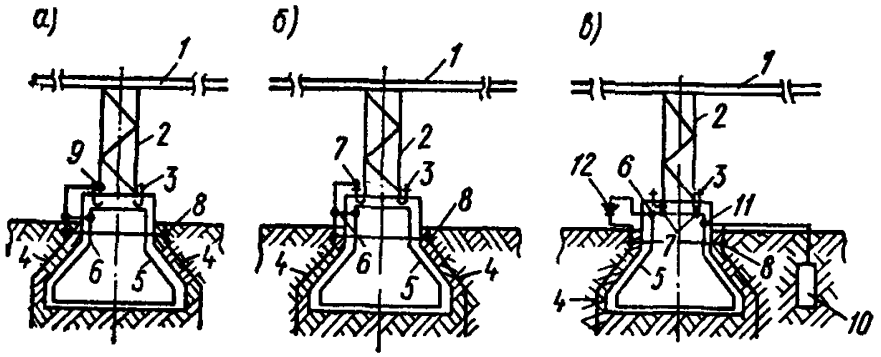

Рис. 36. Схемы экранной защиты

а — при необходимости заземления металлических конструкций; *б* — без заземления металлических конструкций; *в* — повышенной надежности; *1* — металлические конструкции; *2* — металлические опоры; *3* — анкерный болт; *4* — стержни экранного заземления, *5* — арматурный каркас, *6* — соединение арматуры с экранным заземлением; *7* — соединение анкерных болтов с арматурой фундамента; *8* — соединение стержней экранного заземления; *9* — соединение металлической опоры с экраном; *10* — протектор, *11* — присоединение протектора к арматуре, *12* — вентильная перемычка между экраном и арматурой фундамента

РАСЧЕТ ПРОТЕКТОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА, И СПОСОБ ИХ УСТАНОВКИ

Число протекторов, необходимых для защиты одного железобетонного резервуара, определяют в зависимости от величины общей поверхности арматуры железобетонных конструкций резервуара, подлежащей защите, и интенсивности блуждающих токов.

Величину тока одной протекторной установки подсчитывают по формулам:

$$I_{\text{п}} = \frac{U_{\text{п}} - U_{(\text{а}-\text{б})0}}{R_{\text{п}} + R_{\text{р}} + r_{\text{пр}}}; \tag{29}$$

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l_{\text{акт}}} \left(\ln \frac{2l_{\text{акт}}}{d_{\text{акт}}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_{\text{акт}}}{4t - l_{\text{акт}}} + \frac{\rho_{\text{акт}}}{\rho_{\text{г}}} \ln \frac{d_{\text{акт}}}{d} \right), \tag{30}$$

где $U_{(\text{а}-\text{б})0}$, $U_{\text{п}}$ — потенциал «арматура — бетон» железобетонного резервуара до защиты и потенциал протектора (по отношению к одноименному электроду сравнения), В; $r_{\text{пр}}$ — сопротивление проводника, соединяющего протектор с арматурой, Ом; $R_{\text{р}}$ — сопротивление растеканию тока резервуара, Ом; $R_{\text{п}}$ — то же, протектора, Ом; $l_{\text{акт}}$ — высота активатора, м; $d_{\text{акт}}$ — диаметр активатора, м; $\rho_{\text{акт}}$ — удельное сопротивление активатора, Ом·м; $\rho_{\text{г}}$ — то же грунта, Ом·м; d — диаметр протектора, м; t — расстояние от поверхности земли до середины протектора, м.

Общий ток $I_{\text{общ}}$, необходимый для защиты всей арматуры данного резервуара, определяется по формуле

$$I_{\text{общ}} = jS, \tag{31}$$

где j — необходимая плотность тока защиты, А/м²; S — поверхность арматуры резервуара, подлежащая защите, м².

Необходимое для защиты данного резервуара число протекторов определяют по формуле

$$n = \frac{I_{\text{общ}}}{I_{\text{п}}}. \tag{32}$$

Протекторная установка состоит из специального протектора, активатора (смеси сернокислых солей с глиной) и проводника, служащего для подключения протектора к арматуре резервуара. Схема защиты железобетонного резервуара протекторами представлена на рис. 37.

В настоящее время промышленностью выпускаются протекторы типа ПМ-5У, ПМ-10У, ПМ-20У, которые могут устанавливаться непосредственно в грунт.

От протектора к проводу, уложенному вокруг резервуара, роют траншею глубиной не менее 0,8 м, в которую укладывают провод от протектора, последний припаивают к проводу, уложенному вокруг резервуара. Место припайки изолируют битумом.

Для измерения тока, сопротивления «арматура — протекторная установка» и потенциалов арматуры устанавливают контрольно-измерительные колонки (рис. 38).

Колонки устанавливают между резервуаром и проводом, опоясывающим резервуар, а также между отдельными протекторами и тем же проводом. Примерное расположение всех контрольно-измерительных колонок указано на рис. 37.

Для монтажа контактных шин к стенке резервуара следует предусмотреть специальные крепления.

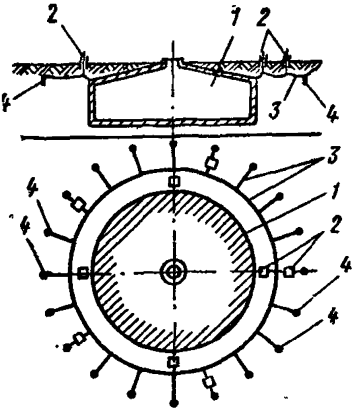

Рис. 37. Схема защиты железобетонного резервуара протекторными установками

1 — железобетонный резервуар; *2* — контрольно-измерительные колонки; *3* — провода марки ПВ; *4* — протекторные установки

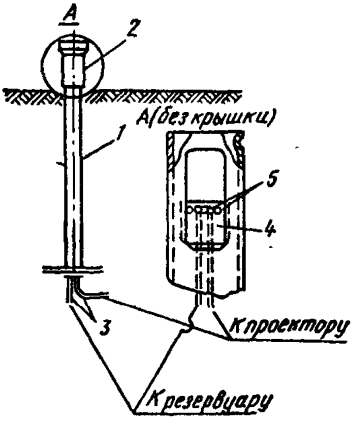

Рис. 38. Контрольно-измерительная колонка

1 — колонка, *2* — крышка; *3* — провода; *4* — щиток, *5* — клеммы

Витки арматуры припаивают к шине бескислотным флюсом марки *ЛТИ-120*. Температура нагрева арматуры при пайке не должна превышать 300° С.

По периметру резервуара на расстоянии 1,5—2 м от стенки укладывают в грунт на глубину не менее 0,8 м провод марки ПВ в полихлорвиниловой изоляции сечением не менее 4 мм².

В зависимости от числа протекторов, предназначенных для установки вокруг резервуара, на расстоянии 7 м от стенки последнего роют шурфы на равных расстояниях друг от друга, глубиной от 2 до 2,5 м, диаметром 0,25 м Шурфы роют специальными бурильными машинами.

Для присоединения контрольно-измерительных колонок провода припаивают к выступающей части стальных стержней, устанавливаемых вертикально у стенки резервуара. Места пайки тщательно изолируют перхлорвиниловым лаком.

Каждый провод соединяют с одной из клемм контрольно-измерительных колонок. При осадке грунта может произойти обрыв проводов в местах соединения их с арматурой резервуара. Для того чтобы предотвратить это явление, следует длину провода давать с запасом в 1 м.

Перед подключением защитных установок к резервуару производят измерение разности потенциала «арматура — бетон» защищаемой арматуры.

Измерения проводят в 8—12 точках по периметру резервуара.

В случае обнаружения анодных зон и изменяющейся во времени разности потенциалов «арматура — бетон» протекторы устанавливают по всей окружности резервуара на одинаковых расстояниях друг от друга.

В случае обнаружения анодной зоны с неизменяющейся во времени разностью потенциалов «арматура — бетон» в какой-либо части резервуара протекторы устанавливают в этой зоне в числе, обеспечивающем ликвидацию анодной зоны.

После подключения протекторных установок к резервуару проводят измерения потенциалов «арматура — бетон». Протекторные установки могут быть приняты в эксплуатацию, если на всех точках конструкции ликвидированы потенциалы, соответствующие по табл. 1 настоящей Инструкции опасному состоянию.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРОЗАЩИТЫ БЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Схему электродренажной защиты (рис. 39, *а*) рекомендуется предусматривать для знакопеременных зон потенциалов электрифицированных рельсовых путей, в которых преобладают по величине и времени катодные значения потенциалов более 1 В.

Схему катодной защиты (рис. 39, *б*) рекомендуется предусматривать для анодных зон потенциалов электрифицированных рельсовых путей. При этом, в случае необходимости глухого соединения блочных конструкций между собой, соединения должны выполняться в соответствии с рис. 40.

Схему протекторной защиты (рис 39, *в*) рекомендуется предусматривать для знакопеременных зон потенциалов при значениях потенциалов «рельс — земля» в пределах ±1 В.

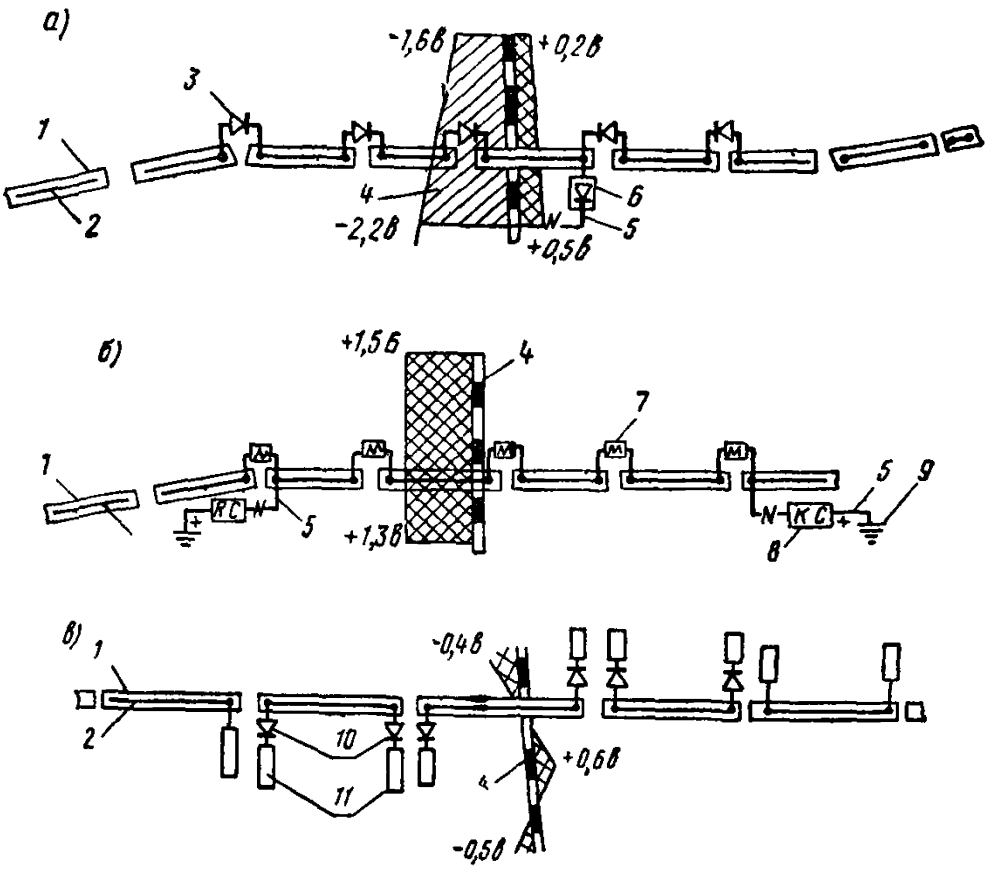

Рис. 39. Схемы защиты блочной железобетонной конструкции

а — электродренажная защита; *б* — катодная защита, *в* — протекторная защита; *1* — отдельный железобетонный блок; *2* — арматурный каркас блока; *3* — регулируемая вентильная перемычка; *4* — рельсовый путь электрифицированной железной дороги и потенциальная диаграмма, *5* — дренажный кабель; *6* — устройство электрического дренажа, *7* — регулируемая перемычка; *8* — источник постоянного тока (катодная станция); *9* — анодное заземление; *10* — диод; *11* — протектор

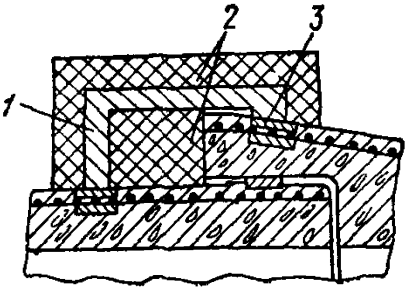

Рис. 40. Общий вид перемычки между арматурой смежных секций труб

1 — стальная полоса 10×60 мм; *2* — битум марки IV; *3* — закладные части, установленные на арматурном каркасе

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие указания 3

2. Показатели опасности и защищенности 5

3. Мероприятия пассивной защиты от электрокоррозии железобетонных конструкций 10

Общие положения 10
Защита от электрокоррозии железобетонных конструкций отделений электролиза 13
Защита от электрокоррозии железобетонных конструкций зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника 18
Защита железобетонных конструкций сооружений транспорта, электрифицированного на постоянном токе . . 19

4. Мероприятия активной (электрохимической) защиты железобетонных конструкций от электрокоррозии 22

Общие положения 22
Электрохимическая защита от электрокоррозии железобетонных конструкций отделений электролиза 26
Электрохимическая защита от электрокоррозии железобетонных конструкций зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника 26

5. Контроль коррозионного состояния железобетонных конструкций 27

Приложение 1. Требования к источникам блуждающих токов отделений электролиза (дополнительные к требованиям ГОСТ 9.015—74) 34

Приложение 2. Методика измерения потенциалов арматуры железобетонных конструкций 39

Приложение 3. Методика определения плотности тока утечки с арматуры железобетонных железнодорожных мостов . . 47

Приложение 4. Методика электрических измерений на железобетонных конструкциях сооружений железнодорожного транспорта, электрифицированного на постоянном токе 49

Приложение 5. Расчет плотности тока утечки с арматуры подземных железобетонных сооружений блочной конструкции (типа коллекторов, трубопроводов и т. п.) 56

Приложение 6. Расчет плотности тока утечки с арматуры подземных железобетонных сооружений (типа заглубленных и полузаглубленных резервуаров) 59

Стр

Приложение 7. Составы клеев и режимы склеивания . . . 61

Приложение 8. Примерные составы полимербетонов и полимерсиликатного бетона для изготовления конструкций . . . 65

Приложение 9. Расчет толщины гидроизоляции и защитного слоя бетона для арматуры железобетонных конструкций и выбор марки бетона по водонепроницаемости (для снижения плотности тока утечки с арматуры) 66

Приложение 10. Особенности установки протекторов в грунтах с высоким удельным электрическим сопротивлением . . 67

Приложение 11. Расчет параметров внешней цепи устройства для компенсации блуждающих токов за пределами сооружения 69

Приложение 12. Схема экранной защиты отдельно стоящих фундаментов 72

Приложение 13 Расчет протекторов, необходимых для защиты железобетонного резервуара, и способ их установки . . 73

Приложение 14. Схемы электрозащиты блочной железобетонной конструкции 76

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЗАЩИТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ОТ КОРРОЗИИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ
СН 65-76**

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *Л. Н. Кузьмина*
Мл. редактор *С. А. Зудилина*
Технические редакторы *Н. В Высотина, Т. В. Кузнецова*
Корректоры *Е. Н. Кудрявцева, Н. П. Чугунова*

Сдано в набор 30 XII 1976 г Подписано в печать 12 V 1977 г
Формат 84×108 1/32 д. л. Бумага типографская № 2. 4,2 усл печ л.
(уч.-изд. 3,25 л.) Тираж 40 000 экз. Изд № XII—6986.
Зак. 1375 Цена 15 коп

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Москва, И 41, Б. Переяславская ул., дом № 46

БСТ №9, 1977 г. с. 13

Поправки к «Инструкции по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами» (СН 65-76)

Стр. 17. Примечание следует читать после п. 3.18.

Стр. 50. Формула должна иметь номер (5).

Стр. 57, 4-я и 5-я строки сверху. Обозначение коэффициента должно быть K.

Стр. 59, 1-я и 2-я строки снизу следует читать: а — $R_{из}=0$; б, в, г — $R_{из}/\rho_г H$ равно соответственно 0,5; 2; 10;

1, 2, 3, 4 — $\rho_б/\rho_г$ равно соответственно 10, 20, 50, 100.

Стр. 60, 4-я и 5-я строки снизу. Обозначение коэффициента должно быть K.

Стр. 61, 15-я строка снизу. Должно быть (полиэфиры

Стр. 66, 4-я, 11-я, 15-я, 19-я строки снизу. Обозначение коэффициента должно быть K.

Стр. 66, 16-я строка снизу. Должно быть h.