ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА СССР
(ГОССТРОЙ СССР)

ПРАВИЛА

ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ КОРРОЗИИ

СН 266—63

МОСКВА—1964

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА СССР
(ГОССТРОЙ СССР)

ПРАВИЛА
ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ КОРРОЗИИ

СН 266—63

Утверждены
Государственным комитетом
по делам строительства СССР
30 декабря 1963 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва — 1964

УДК 621.315.2 : 620.197 + 621.643.23 : 620.197

Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии разработаны Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Панфилова Министерства коммунального хозяйства РСФСР, Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ) Государственного комитета газовой промышленности СССР, Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ЦНИИ) Министерства путей сообщения СССР и научно-исследовательским Институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) Государственного комитета по делам строительства СССР.

При составлении настоящих правил использованы также научно-исследовательские работы Института физической химии АН СССР, Тбилисского института энергетики Государственного комитета по энергетике и электрификации СССР, Азербайджанского института нефти и химии им. М. Азизбекова, Московского энергетического института, Центрального научно-исследовательского института связи и его Киевского отделения Министерства связи СССР, эксплуатационных и проектных организаций Мосгорисполкома и Ленгорисполкома, а также проектных институтов «Трансэлектропроект», «Гипросвязь» и др.

Министерствам и ведомствам надлежит привести утвержденные ими инструкции, технические условия и другие нормативные документы по защите подземных металлических сооружений от коррозии в соответствии с настоящими правилами.

Редактор — инж. *Г. А. Балалаев*

Государственный комитет по делам строительства СССР (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 266—63
	Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии	Взамен СН 28—58

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие правила устанавливают меры по защите подземных металлических сооружений от почвенной коррозии и коррозии, вызываемой блуждающими токами, осуществляемые как на самих сооружениях, так и на источниках блуждающих токов.

2. Настоящие правила распространяются на устройство и эксплуатацию вновь строящихся и реконструируемых:

а) линий трамвая, метрополитена и электрифицированного на постоянном токе магистрального, пригородного и промышленного рельсового транспорта;

б) линий постоянного тока дистанционного питания усилителей по системе «провод — земля»;

в) подземных стальных трубопроводов всех назначений независимо от способа их прокладки;

г) кабельных линий — силовых, связи и сигнализации, прокладываемых в земле независимо от способа их прокладки.

Примечание. Настоящие правила не распространяются на железобетонные и чугунные конструкции, а также на стальные резервуары, сваи, шпунты и другие подобные подземные металлические сооружения.

3. Для обеспечения надежной противокоррозийной защиты вновь строящихся и реконструируемых подземных коммуникаций в зонах воздействия блуждающих токов эксплуатируемых участков электрифицирован-

Внесены Министерством коммунального хозяйства РСФСР	Утверждены Государственным комитетом по делам строительства СССР 30 декабря 1963 г.	Срок введения 1 июля 1964 г.

ного на постоянном токе транспорта необходимо выполнение:

для участков железных дорог — требований пп. 12—16, 19—20, 22—24, 26, 27 и 31 настоящих правил;

для участков трамвая — требований пп. 33, 37—42, 44, 46—49, 52—57 настоящих правил;

для участков метрополитена — требований пп. 58—61, 63—65, 67, 70, 73—77, 80, 83 настоящих правил.

Для обеспечения надежной противокоррозийной защиты вновь строящихся и реконструируемых подземных металлических сооружений, присоединяемых к уже эксплуатируемой системе подземных коммуникаций, для последних необходимо выполнение требований пп. 96, 97, 100, 105—125, 139, 141, 142, 144—146 настоящих правил.

4. Мероприятия по ограничению утечки электрических токов в землю осуществляют организации и предприятия, в ведении которых находятся действующие и строящиеся сооружения, являющиеся источниками блуждающих токов, а мероприятия по защите от блуждающих токов строящихся и действующих подземных металлических сооружений и коммуникаций — организации и предприятия, в ведении которых находятся эти сооружения и коммуникации.

5. Предусмотренные проектами мероприятия по ограничению токов утечки и защите подземных металлических сооружений и коммуникаций от коррозии, вызываемой блуждающими токами, должны осуществляться до ввода в эксплуатацию объектов, являющихся источниками блуждающих токов, а также подземных металлических сооружений и коммуникаций.

В случае когда указанные мероприятия могут быть осуществлены лишь после специальных измерений блуждающих токов в условиях эксплуатации этих объектов, противокоррозийные мероприятия должны осуществлять организации и предприятия, в ведении которых находятся подземные сооружения, в первый год эксплуатации объектов, являющихся источниками блуждающих токов.

6. Катодную поляризацию предусматривают в проектах защиты подземных металлических сооружений и уточняют по результатам экспериментальной проверки эффективности ее действия на защищаемом объекте.

7. Запрещается принимать в эксплуатацию сооружения — источники блуждающих токов — до осуществления всех предусмотренных проектом мер по ограничению блуждающих токов, а также принимать в эксплуатацию подземные металлические сооружения до осуществления всех предусмотренных проектом мер по защите этих сооружений от коррозии.

8. В городах с сильно развитым подземным хозяйством организация на территории городов изыскательских, проектных и наладочных работ, связанных с защитой от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций, независимо от их ведомственной принадлежности, должна осуществляться исполкомами Советов депутатов трудящихся.

9. Мероприятия по защите подземных металлических сооружений от коррозии должны быть согласованы с местными организациями, координирующими работу по защите от коррозии, а в городах, где такие организации отсутствуют,— с организациями, эксплуатирующими расположенные в непосредственной близости подземные металлические сооружения и сооружения, являющиеся источниками блуждающих токов.

10. В организациях, эксплуатирующих подземные металлические сооружения, должны проводиться систематическая регистрация и анализ коррозийных повреждений.

II. МЕРЫ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

1. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ ПРИГОРОДНЫЕ И МАГИСТРАЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Рельсовый путь

11. На главных путях электрифицированных железных дорог рельсы должны быть уложены на щебеночном или равноценном ему по изоляционным свойствам балласте.

12. Деревянные шпалы, укладываемые в путь, должны быть пропитаны масляными антисептиками, не проводящими электрический ток. Укладка шпал, пропитанных водными антисептиками, не допускается.

Изолирующие свойства рельсовых путей, уложенных на железобетонных шпалах, должны быть не ниже, чем при применении деревянных шпал.

13. Между подошвой рельса и балластом должен быть зазор не менее 30 *мм* как на перегонах, так и на станциях.

Противоугонные устройства должны быть изолированы от балласта воздушным промежутком 30 *мм*.

14. На всех электрифицированных путях электрическое сопротивление каждого неизолирующего рельсового стыка не должно превышать сопротивление рельса длиной 3 *м*. Это должно обеспечиваться постановкой рельсовых стыков на графитовую мазь или приваркой стыковых соединителей.

Если стыки рельсов оборудуют приварными гибкими медными электрическими соединителями, то их сечение должно быть не менее 70 $мм^2$. Поверхность контакта в месте приварки должна быть не менее 250 $мм^2$.

15. На электрифицированных путях, оборудованных рельсовыми цепями автоблокировки или электрической централизацией, должны быть установлены медные междупутные соединители сечением не менее 70 $мм^2$ в следующих местах:

а) при двухниточных рельсовых цепях автоблокировки — через два дроссельных стыка на третий;

б) при однониточных рельсовых цепях — в горловинах станции у выходных сигналов и через каждые 400 *м* пути.

На электрифицированных путях, не оборудованных рельсовыми цепями автоблокировки или электрической централизацией, должны быть установлены соединители: междурельсовые через каждые 300 *м* и междупутные через каждые 600 *м*. Соединители следует изготовлять в виде стального провода диаметром 12 *мм* или стальной полоски 40 × 3 *мм* и прокладывать их изолированной от земляного полотна.

16. Все неэлектрифицированные пути и тупиковые упоры должны быть отделены от электрифицированных путей двумя изолирующими стыками, установленными в каждую рельсовую нить неэлектрифицированного пути так, чтобы исключалась возможность замыкания подвижным составом неэлектрифицированных путей с электрифицированными.

Разрешается использовать неэлектрифицированные пути в качестве проводника тяговых и дренажных токов на станциях и перегонах при соблюдении на путях требований, изложенных в пп. 11—14 настоящих правил.

В случае использования неэлектрифицированных путей в качестве проводника дренажного тока мероприятия по проведению их в соответствии с пп. 11, 12, 13 и 14 должны быть предусмотрены в проекте защиты конкретного подземного сооружения.

17. Конструкция туннелей и путей в туннелях должна обеспечивать отвод воды от элементов верхнего строения пути и не должна допускать стекания на путь грунтовых вод.

18. В расчетах увеличение электрического сопротивления участка рельсового пути из-за стыков рельсов должно приниматься равным 20% без учета изолирующих стыков автоблокировки.

19. Рельсовые нити на территории депо электроподвижного состава должны быть изолированы от металлических сооружений, арматуры железобетонных конструкций и контуров заземлений.

Рельсовые нити на металлических и железобетонных мостах должны быть уложены электрически изолировано от ферм моста и арматуры железобетона.

20. Металлические фермы мостов, путепроводов, металлические и железобетонные опоры контактной сети, имеющие сопротивление растеканию менее 20 *ом*, должны соединяться с рельсами или со средними точками путевых дросселей через искровые промежутки с пробивным напряжением не менее 200 *в* и не более 800 *в*.

В местах, где применение искровых промежутков не допускается по условиям техники безопасности, разрешается глухое присоединение сооружений к рельсовым нитям или дросселям.

Во всех случаях соединительные провода должны быть проложены изолированно от земляного полотна.

21. Металлические опоры контактной сети, световых сигналов и других подобных им металлических сооружений, соединяемых с тяговыми нитями путей непосредственно или через искровые промежутки, должны быть установлены на бетонных или железобетонных основаниях.

Устройства электроснабжения

22. Утечка тягового тока с рельсов электрифицированных путей не должна превышать нормированного значения, определяемого по номограммам, приведенным в прил. 1.

23. Контактная сеть электрифицированной линии должна быть соединена с положительной шиной, а рельсовые пути — с отрицательной шиной тяговой подстанции.

24. Контактная сеть перегонов (кроме консолей) в нормальном режиме работы электрифицированной линии должна иметь двухстороннее питание от тяговых подстанций.

25. При выборе на стадии проектирования оптимального варианта размещения тяговых подстанций на магистральных участках железных дорог необходимо учитывать экономические показатели устройств электродренажной защиты магистральных трубопроводов, магистральных кабелей и подземных металлических сооружений крупных промышленных объектов.

26. Шина тяговых подстанций, соединенная с рельсами, не должна иметь глухого заземления.

Данное требование не распространяется на заземление шины через цепи электрических дренажей, а также на заземление шины тяговых подстанций, расположенных у мест стыкования участков постоянного и переменного тока.

27. Отсасывающие линии оборудуются шкафами (кабельными ящиками), в которых должно быть предусмотрено разъемное электрическое соединение проводов отсасывающих линий с проводниками, идущими непосредственно к рельсовым нитям.

28. Отсасывающие линии от тяговой подстанции до кабельного ящика должны быть изолированы от земли и иметь изоляцию на напряжение 1000 *в*.

29. На участках электрифицированных железных дорог, оборудованных автоблокировкой с двухниточными рельсовыми цепями, отсасывающие линии должны присоединяться к средним точкам путевых дросселей, установленных на главных путях. Для этой цели может устанавливаться дополнительный третий дроссель. На станциях с однониточными рельсовыми цепями отсасывающая линия может подключаться к электротяговым

нитям всех электрифицированных путей, а на участках, не оборудованных автоблокировкой,— ко всем рельсовым нитям электрифицированных путей.

30. Применение третьего дросселя в рельсовой цепи автоблокировки для присоединения отсасывающих линий и дренажных установок допускается как исключение.

Контроль за состоянием рельсовой сети

31. В эксплуатационных условиях на электрифицированных железных дорогах должны производиться:

а) проверка исправности стыковых соединителей путем осмотра — два раза в месяц, а междурельсовых и междупутных соединителей — один раз в квартал;

б) измерение электрического сопротивления рельсовых стыков не реже чем через 6 месяцев (кроме сварных);

в) измерение сопротивления изоляции отсасывающих линий — один раз в год;

г) проверка состояния изоляции между рельсами и фермами мостов и путепроводов — один раз в год и после ремонта пути;

д) проверка исправности искровых промежутков — один раз в квартал;

е) регулярная прочистка зазора между подошвой рельса и балластом;

ж) измерение тока утечки с рельсов электрифицированных путей — в течение первого года после сдачи в эксплуатацию электрифицированного участка, а в последующие годы выборочно по мере необходимости.

Замеры производятся заинтересованными организациями, проектирующими, строящими и эксплуатирующими подземные металлические сооружения, совместно со Службой электрификации Управления железной дороги.

Примечание. Рекомендуемая методика измерений приведена в прил. 1.

2. ТРАМВАЙ

Рельсовый путь

32. При выборе конструкции трамвайного пути, в целях ограничения величины блуждающих токов, при прочих равных условиях, следует предусматривать конструкции, имеющие большее переходное сопротивление.

При расчете рельсовых сетей рекомендуются следующие величины переходных сопротивлений типовых конструкций трамвайного пути (табл. 1).

Таблица 1

Краткая характеристика трамвайного пути	Пределы минимальных величин переходного сопротивления, *ом км*
Бетонные основания с рельсами, заделанными в бетон .	0,02—0,08
Шпально-песчаное основание с булыжным замощением . .	0,1—0,3
Шпально-щебеночное основание с замощением брусчаткой	0,2—0,55

Примечания: 1. Минимальные значения даны для путей при весьма высокой их влажности, максимальные — для сухих путей.
2. Значения переходного сопротивления даны для температуры выше 0°С.

33. В процессе эксплуатации должен быть обеспечен надежный отвод воды от основания трамвайных путей.

Дорожные покрытия в путях трамвая должны быть наиболее водонепроницаемыми.

34. Деревянные и железобетонные шпалы, укладываемые в пути, должны отвечать требованиям п. 12.

35. Песок для устройства шпально-песчаных оснований, как правило, должен быть крупным или среднезернистым.

36. Для изоляции рельсовых путей следует применять битумизированный песок. В шпально-балластных конструкциях его укладывают в верхней части конструкции (от головки рельса до середины шпалы), а в жестких бетонных конструкциях вся конструкция пути должна быть изолирована от земли битумизированным слоем песка толщиной 10—12 *см*.

37. В целях снижения количества сборных стыков и улучшения проводимости рельсовых нитей рельсы должны свариваться в плети, в соответствии с «Правилами технической эксплуатации трамвая».

38. На рельсовых путях должны быть установлены следующие электрические сединители:

а) стыковые — на каждом сборном стыке рельсов;

б) обходные — на сборных стрелках, крестовинах и т. п., а также на компенсаторах;

в) междурельсовые — между рельсовыми нитями одного пути через каждые 150 *м*;

г) междупутные — между рельсами двух соседних путей через каждые 300 *м*.

39. Электрические соединители должны выполняться:

а) стыковые — из многожильного гибкого медного провода сечением не менее 70 *мм*^{2}. Допускаются также и другие способы электрического соединения стыков рельсов при условии, что электрическое сопротивление стыка в эксплуатации не будет превышать значения, указанного в п. 40;

б) междурельсовые и междупутные (кроме указанных в п. 39 «в») — из провода сечением не менее 35 *мм*^{2} по меди;

в) обходные, а также междурельсовые и междупутные соединители в пунктах присоединения отсасывающих линий — из провода сечением не менее 70 *мм*^{2} по меди.

Поверхность контакта в местах приварки соединителей к рельсам должна составлять 500 *мм*^{2} для соединителей, указанных в пп. «а» и «в», и 250 *мм*^{2} — в п. «б».

40. Сопротивление каждого сборного рельсового стыка не должно превосходить сопротивление рельса длиной 2,5 *м*. Сварные стыки не должны увеличивать сопротивление сплошного рельса.

41. Разность потенциалов между нитями одного пути, приведенная к среднегодовой — среднесуточной нагрузке, не должна превышать 0,05 *в*, а между нитями разных путей 0,5 *в*.

Примечание. Методика сравнения нормируемых и измеряемых величин приведена в прил. 1.

42. Разность потенциалов между концами рельсов, примыкающих к сварным стрелкам, крестовинам и компенсаторам, приведенная к среднегодовой — среднесуточной нагрузке, не должна превышать 0,05 *в*, а к сборным — 0,025 *в* на каждый метр длины электрического соединителя.

43. В расчетах увеличение электрического сопротивления 1 *км* рельсовой нити из-за каждого сборного сты-

ка на этом километре путей принимается равным 0,25%. Увеличение сопротивления рельсовых нитей за счет сварных стыков не учитывается.

44. Укладка рельсов на металлических и железобетонных мостах, а также в депо, мастерских и вагоноремонтных заводах должна выполняться в соответствии с требованиями п. 19.

Устройства электроснабжения

45. При проектировании новой системы электроснабжения, переустройстве и расширении существующей сети отсасывающих линий места их присоединения к рельсам должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы:

а) максимальное падение напряжения на участке отсасывания, вычисленное по среднесуточной нагрузке за месяц со среднесуточной температурой выше минус 5° С, не превышало значения, указанного в табл. 2.

Примечание. Пересчет максимально допустимого падения напряжения на участке отсасывания, взятого для конкретных условий из значений табл. 2 на среднесуточную нагрузку за месяц со среднесуточной температурой выше минус 5°С, приведен в прил. 1.

Таблица 2

Тип основания трамвайного рельсового пути	Максимально допустимое падение напряжения в *в*				
	Число месяцев в году со среднемесячной температурой выше минус 5° С				
	3—4	5—6	7—8	9—10	11—12
Бетонное с рельсами, заделанными в бетон	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4
Песчаное с замощением . .	6	4	3	2,5	2
Щебеночное основание с замощением или песчаное со слоем битумизированного песка под штучным покрытием (до половины высоты шпалы):	9,6	6,4	4,8	4	3,2
а) бетонное с электроизоляцией корыта битумизированным песком слоем 10—12 *см*.	12	8	6	5	4
б) шпально-песчаное и шпально-щебеночное без замощения					

46. Для регулирования потенциалов отсасывающих пунктов в цепях соответствующих отсасывающих линий должны быть установлены регулируемые сопротивления или вольтодобавочные устройства.

47. На тяговых подстанциях должна быть осуществлена измерительная цепь для определения потенциалов отсасывающих пунктов рельсовой сети.

48. Средняя величина разности потенциалов между любыми отсасывающими пунктами сети в часы максимального движения при автоматическом регулировании потенциалов отсасывающих пунктов не должна превышать 0,5 *в* как при отсутствии, так и при наличии защитных электродренажных устройств, подключенных к отсасывающим пунктам рельсовой сети или к отрицательным шинам тяговых подстанций.

49. При регулировании потенциалов отсасывающих пунктов с помощью реостатов средняя величина разности потенциалов между отсасывающими пунктами в часы максимального движения не должна превышать 1 *в* как при отсутствии электродренажных устройств, так и при подключении этих устройств к отсасывающим пунктам рельсовой сети.

50. При подключении электродренажных устройств к отрицательной шине тяговой подстанции поддержание эквипотенциального режима отсасывающих пунктов при помощи реостатов не обязательно.

51. При расчете токораспределения в рельсовой сети и отсасывающих линиях потенциалы всех отсасывающих пунктов принимаются равными друг другу.

52. Отсасывающие пункты оборудуются шкафами (кабельными ящиками), в которых должно быть предусмотрено разъемное электрическое соединение отсасывающей линии с проводниками, идущими непосредственно к рельсовым нитям.

Сопротивление контакта в месте присоединения каждого из указанных проводников к рельсовой нити не должно превышать 0,0015 *ом*.

53. Отрицательная шина подстанции и отсасывающие линии должны выполняться изолированными от земли, причем сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 *мом* при напряжении 500 *в*.

Данное требование не распространяется на заземление через цепи электрических дренажей.

54. При питании трамвайной сети от нескольких под-

станций должна быть оборудована система контрольных проводов между отдельными подстанциями, позволяющая производить измерения разности потенциалов между отсасывающими пунктами соседних подстанций.

55. Параллельная работа тяговых подстанций трамвая допускается в том случае, если при ней соблюдаются требования пп. 48—50.

56. Использование отсасывающих линий и рельсовых путей трамвая в качестве проводника токов троллейбусных нагрузок не допускается.

Контроль за состоянием рельсовой сети

57. В эксплуатационных условиях должны производиться:

а) проверка целости рельсов и исправности сварных и сборных стыков наружным осмотром — не реже 1 раза в три месяца, и, кроме того, электрическими измерениями не реже одного раза в 6 месяцев; лопнувшие сварные стыки и лопнувшие рельсы, а также сборные стыки, не удовлетворяющие требованиям п. 40, подлежат исправлению или замене в течение двух суток.

б) проверка исправности междурельсовых и междупутных соединителей — 1 раз в год путем измерения разности потенциалов между нитями одного пути и внешними нитями обоих путей через каждые 600 *м* пути;

в) проверка состояния обходных соединителей — не реже 1 раза в год путем измерения разности потенциалов между концами рельсов, к которым примыкают стрелки, крестовины и компенсаторы;

г) проверка состояния контактов в отсасывающих пунктах — не реже 2 раз в год;

д) контроль за выполнением норм падения напряжения в рельсовых сетях (п. 45) расчетным путем — не реже 1 раза в два года; кроме того, не реже 2 раз в год должна производиться проверка соблюдения норм падения напряжения в рельсах путем измерения разности потенциалов между рельсами и землей; на основе этих измерений должна составляться потенциальная диаграмма рельсовых сетей;

е) проверка состояния изоляции отсасывающих линий относительно земли — не реже 1 раза в год;

ж) проверка разности потенциалов между различными отсасывающими пунктами рельсовой сети — не реже

2 раз в месяц; измерения производятся как между отсасывающими пунктами одной подстанции, так и между отсасывающими пунктами различных подстанций.

Примечание. Рекомендуемая методика измерений приведена в прил. 1.

3. МЕТРОПОЛИТЕН

Рельсовый путь

58. Деревянные шпалы рельсовых путей должны быть пропитаны масляными антисептиками, не проводящими электрический ток. Торцы шпал, распиливаемых при укладке в путь, и вновь просверленные шурупные отверстия должны быть трижды промазаны масляным антисептиком. Изолирующие свойства рельсовых путей, уложенных на железобетонных шпалах или шпалах другой конструкции, должны быть не ниже, чем при применении деревянных шпал.

59. Зазор между подошвой ходового рельса или элементами стрелочных переводов и щебеночным балластом или путевым бетоном должен быть не менее 30 *мм*.

60. Металлические части стрелочного привода, соединенные с ходовыми рельсами, должны быть изолированы от балласта и путевого бетона. Оболочки кабелей, подходящих к стрелочным приводам, должны быть изолированы от корпуса привода.

61. Ходовые рельсовые нити не должны иметь соединения с металлическими конструкциями, оборудованием, трубопроводами и оболочками кабелей.

62. В туннелях метрополитена рельсовые стыки на прямых участках пути и на участках пути с кривыми радиусом 400 *м* и более в пределах длины блок — участка должны быть сварными.

63. Электрическое сопротивление каждого сборного рельсового стыка не должно превышать сопротивления 0,8 *м* целого рельса.

В случае, если стыки рельсов оборудуются приварными гибкими медными электрическими соединителями, то их сечение должно быть не менее 95 $мм^2$ с поверхностью контакта в месте приварки не менее 500 $мм^2$.

Электрические соединители стыков на стрелках, крестовинах и т. д. должны иметь сечение не менее 95 $мм^2$

с поверхностью контакта в месте приварки не менее 500 *мм*^{2}.

64. Сопротивление каждого дроссельного стыка или рельсовой секции для контроля скорости (включая ее дроссельные стыки) не должно превышать сопротивления целого рельса длиной 36 *м*.

65. Сопротивление рельсовых стыков в пределах стрелочного перевода не должно превышать сопротивления 0,8 *м* целого рельса.

66. Во всех пунктах отсасывания, на всех станциях, тупиках, в рампах вытяжных веток в депо, на тракционных путях перед въездом в здание депо, а также на участках перегонов, где поезд идет под током, должны быть установлены междупутные соединители. Сопротивление междупутного соединителя не должно быть более 0,0033 *ома*.

67. Переходное сопротивление между ходовыми рельсами и телом туннеля должно быть:

а) для рельсовых секций на станциях (между входным и выходным светофорами) в оборотных тупиках, на перегонах смежных с метромостами (по длине до 600 *м* в обе стороны от моста), для рельсовых секций, смежных с отсасывающими пунктами, — не менее 1,5 *омкм*;

б) для рельсов, находящихся в здании депо,— не менее 3 *омкм*;

в) для остальных участков и наземных линий не менее 0,5 *омкм*.

68. Средние расчетные величины разности потенциалов между рельсами и землей или тюбингами в туннелях за период максимального движения поездов не должны превосходить ±30 *в*.

69. Рельсы на железобетонных или металлических эстакадах и метромостах должны укладываться на специальных изоляционных подрельсовых подкладках с изоляционными втулками для шурупов.

70. В депо подвижного состава ходовые рельсы должны быть изолированы от металлических сооружений, контуров заземлений, бетона эстакад, бетона проезжих дорог и т. п. Анкерные болты, крепящие продольные брусья к эстакадам, не должны располагаться под рельсовыми подкладками и должны иметь зазор от подошвы рельса не менее 30 *мм*. В зданиях депо ходовые

рельсы должны соединяться с тяговыми нитями рельсов парковых путей через изолирующие стыки, оборудованные шунтирующими их коммутационными аппаратами. Междурельсовые соединения должны быть выполнены изолированным проводом или кабелем.

На тракционных и тупиковых станционных путях, где только одна из нитей является тяговой, электросоединители тяговых нитей выполняются изолированными проводами или кабелями.

71. Средняя расчетная величина плотности тока утечки со стальной арматуры железобетонных конструкций сооружений метрополитена за период максимального движения поездов не должна превышать 0,6 *ма/дм*^{2}.

72. В туннелях из чугунных тюбингов при наличии участков, выполненных из бетона, железобетона или железобетонных тюбингов, эти участки должны быть шунтированы шинами. Сечение шин определяется расчетом.

73. В бетонных или железобетонных туннелях и коллекторах при неизолированной прокладке кабелей кронштейны, на которых укладываются кабели, должны соединяться между собой стальным проводником (трубой или шиной). Эти проводники привариваются к каждому пятому кронштейну.

При прокладке кабелей в стволах шахт стальные трубы или шины должны привариваться к каждому кронштейну.

74. Все неэлектрифицированные пути и тупиковые упоры должны быть отделены от электрифицированных путей с помощью двух изолирующих стыков, устанавливаемых в каждую рельсовую нить неэлектрифицированного пути, так, чтобы исключалась возможность замыкания подвижным составом неэлектрифицированных путей с электрифицированными.

75. Рельсы соединительных веток, с помощью которых вводимые в эксплуатацию линии метрополитенов присоединяются к действующим, должны отделяться от последних изолирующими стыками, оборудованными шунтирующими их коммутационными аппаратами.

76. Противоугоны не должны иметь соприкосновения со щебеночным балластом или путевым бетоном.

77. В местах соединения линий метрополитена с ли-

ниями наземных железных дорог должны быть установлены изолирующие стыки по два на каждую нить на расстоянии не менее 100 *м* один от другого.

78. Конструкция туннеля и пути должна удовлетворять требованиям п. 17.

Устройства электроснабжения

79. Отсасывающие линии должны выполняться кабелями на номинальное напряжение 1 *кв* либо шинами или рельсами, установленными на изоляторах.

80. Кабели, питающие контактную сеть, должны быть оборудованы защитой от токов короткого замыкания, не требующей непосредственного соединения оболочек этих кабелей с отсасывающими линиями или ходовыми рельсами.

Работающие под напряжением контактной сети оболочки кабелей, на которых не может быть выполнена указанная защита, а также токоведущие конструкции для оборудования контактной сети допускается соединять через искровые промежутки с тяговыми нитями ходовых рельсов (при однониточной системе автоблокировки) или с путевыми дросселями, или с кабелями отсасывающих линий и междупутных соединителей (при двухниточной системе автоблокировки).

81. На вновь строящихся тяговых подстанциях, питающих электроэнергией две или более линий метрополитена, должно выполняться секционирование не только положительной, но и отрицательной шины с установкой секционных коммутационных аппаратов.

82. Для выполнения измерений блуждающих токов должны быть оборудованы контрольно-измерительные пункты на каждой пассажирской станции у входных и выходных светофоров, у отсасывающих пунктов, в оборотных тупиках, у рамп депо и на перегонах через 300 *м* (вблизи путейских ящиков).

Контроль за состоянием рельсовой сети

83. В эксплуатационных условиях должны производиться:

а) составление потенциальной диаграммы ходовых

рельсов каждой линии метрополитена в первый год ее эксплуатации и в последующем не реже одного раза в 4 года, а также измерение потенциалов ходовых рельсов не реже одного раза в 2 года в следующих местах: у входных и выходных светофоров пассажирских станций, в оборотных тупиках, на эстакадах, метромостах, участках на длине до 600 *м*, смежных с рампами, у отсасывающих пунктов, в рампах и зданиях депо;

б) измерение блуждающих токов, притекающих на рельсы или стекающих с них, на территории депо не реже одного раза в 6 месяцев;

в) проверка изоляции изолирующих муфт кабелей и изолирующих фланцев трубопроводов в первый год после монтажа и в последующем не реже одного раза в 3 года;

г) проверка изоляции кабелей отсасывающих линий и междупутных соединителей один раз в 3 года;

д) измерение переходного сопротивления рельсового пути на новой трассе в первый год эксплуатации и в дальнейшем на типовых участках не реже одного раза в 2 года;

е) измерение электрического сопротивления сборных стыков рельсов выборочно не реже одного раза в 6 месяцев;

ж) контроль состояния приварных стыковых соединителей и междурельсовых соединителей путем осмотра не реже одного раза в месяц;

з) проверка изоляции изолированных стыков рельсов путем осмотра не реже одного раза в 3 месяца;

и) проверка изоляции искровых промежутков, соединяющих тяговые нити рельсов с оболочками кабелей и заземленными конструкциями, не реже одного раза в неделю.

4. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА

84. Электрифицированные линии рельсового промышленного транспорта и постоянные пути карьеров полезных ископаемых должны отвечать требованиям пп. 12—14, 16, 18, 19, 26, и 28.

5. ЛИНИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДИСТАНЦИОННОГО ПИТАНИЯ УСИЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ПО СИСТЕМЕ «ПРОВОД — ЗЕМЛЯ»

85. Соединительная линия между заземляющими устройствами цепи дистанционного питания и усилительным пунктом должна быть выполнена проводом или кабелем, изолированным от земли на рабочее напряжение.

III. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

1. ЗАЩИТА ОТ ПОЧВЕННОЙ КОРРОЗИИ

86. Подземные металлические трубопроводы и кабели должны быть защищены от почвенной коррозии изоляцией или путем укладки их в неметаллические трубы, блоки, каналы, туннели и коллекторы, и катодной поляризацией в случаях, указанных в пп. 90—92, 95—98 и 100.

87. Выбор средств защиты должен производиться по результатам технико-экономических расчетов, учитывающих условия прокладки сооружения и данные о коррозионной активности (агрессивности) среды по отношению к металлу защищаемого сооружения.

88. Оценку коррозийной активности грунтов по отношению к стальным конструкциям можно производить по величине удельного сопротивления грунта согласно табл. 3.

Для этой цели могут быть использованы также и другие методы: поляризационный, потери веса образцов.

Примечание. Рекомендуемая методика измерения удельного сопротивления грунта приведена в прил. 2.

Таблица 3

Коррозийная активность грунтов в зависимости от их удельного сопротивления

Величина удельного сопротивления грунта в *ом · м*	Более 100	От 20 до 100	От 10 до 20	От 5 до 10	Менее 5
Коррозийная активность	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Весьма высокая

89. Оценку коррозийной активности грунтов и естественных вод по отношению к свинцовой оболочке кабеля следует производить по данным химических анализов среды согласно табл. 4 и 5. Защиту рекомендуется осуществлять в том случае, если три показателя дают оценку агрессивности не ниже средней или при наличии одного и более показателей высокой активности.

Примечание. Рекомендуемая методика анализа приведена в прил. 3.

90. На магистральных стальных трубопроводах выбор типа изоляционного покрытия осуществляется в зависимости от коррозийной активности грунта:

а) в средах низкой и средней коррозийной активности — нормальные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия;

б) в средах повышенной и высокой коррозийной активности — усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия;

Таблица 4

Коррозийная активность грунтов по отношению к свинцовым конструкциям в зависимости от содержания органических и азотистых веществ и значений pH

Грунты	Показатели коррозийной активности			Коррозийная активность
	количество органических веществ в %	концентрация водородных ионов (значение pH)	количество азотистых веществ в %	
Песчаные, песчано-глинистые	Не более 1	От 6,5 до 7,5	Не более 0,0001	Низкая
Глинистые, солончаковые, известковые, слабочерноземные	От 1 до 1,5	От 5 до 6,5 и от 7,5 до 9	От 0,0001 до 0,001	Средняя
Сильночерноземные, торфяные грунты, засоренные посторонними веществами (мусором, известью, шлаком)	Более 1,5	Менее 5 и более 9	Более 0,001	Высокая

Таблица 5

Коррозийная активность грунтовых, речных и других вод по отношению к свинцовым конструкциям в зависимости от содержания органических и азотистых веществ, общей жесткости и значений pH

Воды	Показатели коррозийной активности				Коррозийная активность
	количество органических веществ гумуса в *мг/л*	концентрация водородных ионов (значение pH)	общая жесткость в градусах жесткости	количество азотистых веществ в *мг/л*	
Речные, озерные	Не более 20	От 6,5 до 7,5	Более 15	Не более 10	Низкая
Грунтовые, речные	От 20 до 40	От 5 до 6,5 и от 7,5 до 9	От 9 до 15	От 10 до 20	Средняя
Речные, болотные	Более 40	Менее 5 и более 9	Менее 8	Более 20	Высокая

в) в среде весьма высокой коррозийной активности—весьма усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия.

Кроме того, при строительстве трубопроводов в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозийной активностью следует осуществлять катодную поляризацию.

При выборе типа изоляционного покрытия следует руководствоваться требованиями глав СНиП: «Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования» II-Д.10-62, «Магистральные трубопроводы. Материалы и изделия» I-Д.4-62, «Газоснабжение. Наружные сети и сооружения. Правила организации и производства работ, приемка в эксплуатацию» III-Г. 7-62.

Примечание. Примерные конструкции противокоррозийных покрытий приведены в прил. 5.

91. Стальные трубопроводы, прокладываемые непосредственно в земле в пределах территорий городов и промышленных предприятий, должны иметь, как прави-

ло, весьма усиленные битумные или равноценные им по изоляционным свойствам покрытия, а при наличии среды повышенной, высокой и весьма высокой коррозийной активности также и катодную поляризацию.

92. Стальные магистральные трубопроводы, пересекающие свалки мусора, шлака, стоки от фабрик и заводов, а также пересекающие водные преграды, железные и автомобильные дороги, должны иметь весьма усиленные противокоррозийные покрытия, а при необходимости также катодную поляризацию.

93. Кабели силовые, связи и сигнализации с голыми свинцовыми оболочками должны прокладываться в неметаллических трубах, блоках, каналах, туннелях и коллекторах. При этом должны быть приняты меры по отводу грунтовых и ливневых вод. Прокладка кабелей с голыми свинцовыми оболочками непосредственно в грунте не допускается.

94. Кабели силовые, связи и сигнализации с алюминиевыми оболочками должны защищаться полимерными (полихлорвиниловыми или равноценными им) защитными покрытиями. В случае необходимости защита покрытиями может дополняться применением катодной поляризации.

95. Кабели силовые, связи и железнодорожной сигнализации со свинцовыми оболочками и стальной броней, прокладываемые непосредственно в земле, должны быть защищены:

а) в среде со средней коррозийной активностью — катодной поляризацией;

б) в среде с высокой коррозийной активностью — полихлорвиниловым или равноценным ему защитным покровом и при необходимости катодной поляризацией.

На коротких участках трассы с высокой коррозийной активностью среды допускается применять усиление защитного покрова кабелей.

96. Катодная поляризация металлических подземных сооружений (стальных и свинцовых) должна быть осуществлена таким образом, чтобы создаваемые на этих сооружениях потенциалы по отношению к электродам сравнения (по абсолютной величине) были не менее значений, указанных в табл. 6, и не более значений, указанных в табл. 7.

Таблица 6

Величины минимальных значений защитных потенциалов

Металл сооружения	Значения минимальных защитных потенциалов по отношению к неполяризующимся электродам в *в*			Среда
	водородному	медносульфатному	свинцовому	
Сталь	—0,55	—0,87	—0,38	Для всех сред
Свинец	—0,2	—0,52	—0,03	Для кислой
»	—0,42	—0,74	—0,25	Для щелочной
Алюминий	—0,68	—1	—	—

Примечание. При почвенной коррозии наличие естественных высоких отрицательных потенциалов на незащищенных сооружениях не исключает коррозии и требует применения на них катодной защиты.

Таблица 7

Величины максимальных защитных потенциалов

Металл сооружения	Противокоррозийное покрытие	Значения максимальных защитных потенциалов, определенные по отношению к неполяризующемуся электроду сравнения, в *в*			Среда
		водородному	медносульфатному	свинцовому	
Сталь	С противокоррозийным покрытием	—0,9	—1,22	—0,73	Во всех средах
»	То же, с частичным повреждением противокоррозийного покрытия	—1,2	—1,52	—1,03	То же
»	Без противокоррозийного покрытия	Ограничивается вредным влиянием на соседние металлические сооружения (см. п. 97 настоящих правил)			»

Продолжение

Металл сооружения	Противокоррозионное покрытие	Значения миксимальных защитных потенциалов, определенные по отношению к неполяризующемуся электроду сравнения, в *в*			Среда
		водородному	медносульфатному	свинцовому	
Свинец	С противокоррозийным покрытием	—0,6	—0,92	—0,43	В кислой
»	То же	—0,9	—1,22	—0,73	В щелочной
»	Без противокоррозийных покрытий	—0,8	—1,12	—0,63	В кислой
»	То же	—1	—1,32	—0,83	В щелочной
Алюминий	—	—1,08	—1,4	—0,91	—

Примечание. Потенциалы неполяризующегося насыщенного медносульфатного и свинцового электродов по отношению к стандартному водородному электроду приняты равными соответственно +0,32 и —0,17 *в*.

97. Катодная поляризация подземных сооружений должна осуществляться так, чтобы исключалось вредное влияние ее на соседние подземные металлические сооружения.

Вредным влиянием катодной поляризации защищаемого сооружения на соседние металлические сооружения считается:

а) уменьшение по абсолютной величине минимального или увеличение по абсолютной величине максимального защитного потенциала на соседних металлических сооружениях, имеющих катодную поляризацию более чем на 0,1 *в*;

б) появление опасности электрокоррозии на соседних подземных металлических сооружениях, ранее не требовавших защиты от нее.

98. В случаях когда при осуществлении катодной поляризации нельзя избежать вредного влияния на со-

седние металлические сооружения, должна осуществляться совместная защита этих сооружений или другие меры, устраняющие вредное влияние.

99. В целях устранения или значительного снижения межкристаллитной коррозии свинцовой оболочки междугородных кабелей связи последние должны прокладываться не ближе 3 *м* от края автодороги и 5 *м* от крайней рельсовой нити железной дороги.

100. Применяемая на подземных металлических сооружениях катодная защита должна работать бесперебойно, за исключением коротких периодов ремонта или замены катодных установок.

101. При переходе трубопроводов через болота, пресную или морскую воду следует применять весьма усиленные битумные или равноценные им по изоляционным свойствам покрытия.

2. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ

Оценка опасности коррозии и выбор средств защиты

102. Оценку опасности коррозии подземных металлических сооружений блуждающими токами рекомендуется производить на основании определения:

а) наличия блуждающих токов в земле;

б) разности потенциалов между подземным сооружением и окружающей средой;

в) разности потенциалов между данным подземным сооружением и другими подземными сооружениями и рельсами электрического транспорта, находящимися в соседстве с первым или на пересечении с ним;

г) величины и направления тока в данном подземном сооружении;

д) поверхностной плотности тока, стекающего с сооружения в землю (для бронированных кабелей).

Объем и комплекс работ, необходимых для оценки коррозийного состояния сооружения, устанавливаются организациями, проектирующими и эксплуатирующими подземные сооружения.

Примечание. Рекомендуемая методика измерения приведена в прил. 4.

103. Стальные трубопроводы, прокладываемые непосредственно в земле в зонах воздействия блуждающих токов, должны иметь, как правило, весьма усиленное противокоррозийное покрытие независимо от коррозийной активности грунта.

104. Прокладка кабелей силовых и связи в зоне действия блуждающих токов должна удовлетворять требованиям пп. 93, 95, а также пп. 106, 107.

105. Стальные трубопроводы подлежат защите путем катодной поляризации в анодных и опасных знакопеременных зонах независимо от агрессивности окружающего грунта. Оценка степени коррозийной опасности в знакопеременных зонах может быть произведена по величине коэффициента несимметричности блуждающих токов согласно табл. 8.

Таблица 8

Оценка степени коррозийной опасности в зонах действия знакопеременных блуждающих токов

Величина коэффициента несимметричности блуждающих токов	Оценка степени опасности электрокоррозии и рекомендации по защите при частоте знакопеременных блуждающих токов не ниже 0,005 *гц*
До 0,3	Практически безопасная зона
От 0,3 до 0,6 . . .	Катодная поляризация осуществляется во вторую очередь после осуществления защиты в устойчивых анодных зонах
Свыше 0,6	Катодная поляризация осуществляется наравне с защитой в устойчивых анодных зонах

Примечание. Методика расчета величины коэффициента несимметричности и частоты блуждающих токов дана в прил. 4.

106. Защите путем катодной поляризации подлежат железнодорожные бронированные кабели связи и СЦБ, расположенные в анодных и знакопеременных зонах;

а) при прокладе в грунтах с удельным сопротивлением грунта выше 20 *омм* и среднесуточной плотности тока утечки в землю, превышающей 0,15 *ма/дм*^{2};

б) при прокладке в грунтах с удельным сопротивлением грунта менее 20 *омм*, независимо от среднесуточной плотности тока утечки в землю.

Железнодорожные кабели с голыми свинцовыми обо-

лочками подлежат защите катодной поляризацией в анодных и знакопеременных зонах независимо от коррозийной активности грунта.

107. Кабели связи (бронированные и с голыми свинцовыми оболочками) подлежат защите катодной поляризацией в анодных и знакопеременных зонах независимо от величины удельного сопротивления грунта и величины плотности тока утечки.

108. При осуществлении катодной поляризации подземных сооружений должны быть, как правило, выдержаны средние значения защитных потенциалов:

а) при измерениях с использованием неполяризующихся медносульфатного и свинцового электродов в пределах защитных потенциалов, указанных в табл. 6 и 7;

б) при измерениях с использованием стального электрода не менее значения —0,3 *в*.

109. Прямой электрический дренаж следует применять только в тех случаях, когда исключена возможность стекания токов с рельсов (либо отрицательной шины подстанции) в защищаемое подземное сооружение.

В остальных случаях следует применять поляризованный электрический дренаж.

110. Присоединение электрических дренажей к отрицательным шинам или сборкам отсасывающих линий тяговых подстанций трамвая допускается только в тех случаях, когда подключение дренажа к отсасывающему пункту не обеспечивает поддержание защитного потенциала на подземном сооружении.

111. Присоединение электрических дренажей к сборке отсасывающих линий тяговых подстанций электрифицированных железных дорог допускается только в тех случаях, когда подключение дренажа к отсасывающему пункту не обеспечивает поддержания защитного потенциала на подземном сооружении.

112. Среднесуточное значение тока в цепи всех дренажных (простых, поляризованных, автоматических) установок, включенных к сборке отсасывающих линий тяговых подстанций и к рельсовому пути железной дороги в районе питания данной подстанции, как правило, не должно превышать 27% общей нагрузки тяговой подстанции; при этом ток в дренажных установках на

трубопроводах не должен превышать 20%, а в дренажных установках на кабелях — 7% от общего тока нагрузки тяговой подстанции.

Примечание. Настоящий пункт не распространяется на защиту подземных сооружений городов, имеющих разветвленную сеть электрифицированных путей и подземных коммуникаций.

113. Усиленный электрический дренаж следует применять в тех случаях, когда на подземном сооружении имеется опасная зона, а потенциал рельса выше потенциала подземного сооружения, либо в других случаях, когда его применение может быть технико-экономически оправдано.

114. Дренажные кабели допускается присоединять не в каждом дроссельном пункте, а через два на третий; допускается групповое присоединение нескольких дренажных кабелей. При этом не должна нарушаться нормальная работа устройств СЦБ.

115. Электрический дренаж на подземных металлических сооружениях должен осуществляться при минимальном среднем значении дренажного тока, обеспечивающего защиту сооружения.

116. Применение электрического дренажа для защиты кабелей и трубопроводов, проложенных в туннелях и на наземных линиях метрополитена, не допускается.

117. Катодную защиту сооружений от коррозии блуждающими токами следует применять в тех случаях, когда устройство электрического дренажа не целесообразно по технико-экономическим соображениям.

118. Анодные гальванические электроды (протекторы) следует применять при защите от блуждающих токов в анодных или знакопеременных зонах, когда величина блуждающего тока может быть скомпенсирована током протекторов и когда обеспечивается требуемая величина защитного потенциала.

119. При защите подземных металлических трубопроводов катодной поляризацией для улучшения электрической проводимости трубопровода могут применяться шунтирующие перемычки на фланцах, задвижках и т. п.

120. Для защиты подземных теплопроводов от коррозии, вызываемой блуждающими токами, в комплексе мероприятий необходимо предусматривать электроизоляцию трубопроводов в местах установки скользящих и неподвижных опор.

121. Для улучшения противокоррозийной защиты и уменьшения затрат на ее осуществление следует применять совместную электрическую защиту близко расположенных друг от друга подземных сооружений, если это допустимо по условиям эксплуатации этих сооружений. При совместной защите подземных трубопроводов и высоковольтных кабелей должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию всего комплекса защищаемых сооружений.

122. При совместной электрической защите кабелей связи и трубопроводов для предотвращения перетекания тока из трубопровода в оболочку кабеля следует применять перемычки, оборудованные вентильными устройствами.

123. Все оболочки кабелей связи, проложенных в одной канализации или траншее, должны быть металлически соединены в следующих местах;

в шахте телефонной станции; во всех шкафах и разветвительных колодцах и коробках; в колодцах на пересечениях; на прямых трассах — через один колодец; в местах расположения контрольных выводов; на вводе в туннель и при выходе из него, а также в местах подключения защитных устройств.

124. Для измерений и проведения совместной электрической защиты, устранения возможного влияния защищенных силовых кабелей на незащищенные на них распространяются требования п. 123, если они допустимы по условиям эксплуатации указанных кабелей.

125. Для обеспечения более эффективного контроля за действием защитных установок в городах рекомендуется осуществлять телеконтроль разности потенциалов «сооружение — земля» на всех защищаемых сооружениях.

126. Оболочки кабелей контактной сети метрополитена при проходе через стены должны быть изолированы друг от друга и от окружающих сооружений и устройств.

127. Участки трубопроводов метрополитена, проходящие под ходовыми рельсами, должны укладываться в лотке с воздушным зазором не менее 30 *мм* и с изоляцией этих участков труб (между изолирующими фланцами).

128. На всех кабелях, выходящих за пределы сооружений метрополитена, должны быть установлены изолирующие муфты, которые устанавливаются в пределах сооружения метрополитена в сухих доступных для осмотра местах на расстоянии не более 10 *м* от места выхода кабеля из сооружений метрополитена.

На участке от изолирующей муфты до места выхода за пределы сооружений метрополитена кабели должны быть изолированы от окружающих сооружений и устройств.

129. Металлические трубопроводы метрополитена, связанные с внешними сетями трубопроводов, при выходе из сооружений метрополитена и в местах пересечений бетонных стен и тюбингов должны быть отделены от остальной сети труб изолирующими фланцами.

Участки металлических трубопроводов, проложенные в туннеле под ходовыми рельсами, также должны отделяться изолирующими фланцами от остальной сети труб метрополитена. Участки труб в местах прохода через стены и тюбинги должны иметь изолирующее покрытие. Установка изолирующих фланцев производится в доступных для осмотра и по возможности в сухих местах.

Пересечения и сближения с сооружениями — источниками блуждающих токов

130. При выборе трассы прокладки стальных трубопроводов и кабелей на стадии технико-экономического сравнения вариантов должна учитываться стоимость сооружений и эксплуатации электродренажной и катодной защит указанных сооружений.

131. Для уменьшения блуждающих токов, протекающих по подземному сооружению при пересечении с рельсовыми путями электрифицированной железной дороги, рекомендуется осуществлять это пересечение (за исключением территорий городов) на расстоянии от отсасывающего пункта, равном от $^1/_4$ до $^1/_8$ расстояния между тяговыми подстанциями, если это может быть экономически оправдано.

132. Расстояние между ближайшим рельсом трамвая и параллельно прокладываемыми трубопроводами или кабелями должно быть, как правило, не менее 2 *м*.

Для газопроводов высокого давления это расстояние должно быть не менее 3 *м*.

133. Расстояние между ближайшим рельсом электрифицированной железной дороги или метрополитена и параллельно прокладываемыми трубопроводами высокого давления или кабелями (в случае совместной трассы более 50 *м*) должно быть, как правило, не менее 10 *м*. В стесненных условиях при меньших расстояниях (в пределах, разрешаемых нормами прокладки тех или иных трубопроводов или кабелей) следует принимать меры к повышению переходного сопротивления между подземными сооружениями и землей путем применения усиленных покрытий, прокладки в трубах, каналах, туннелях, а также применять катодную поляризацию. Настоящее требование не распространяется на трубопроводы и кабели, прокладываемые на территории железнодорожных станций и узлов, а также на подземные металлические сооружения, находящиеся в ведении железных дорог.

134. При пересечении подземных металлических сооружений с путями электрифицированных железных дорог, наземных линий метрополитена и трамвая расстояние от подошвы рельса до подземного сооружения, по условиям защиты от коррозии, должно быть не менее 1,5 *м*. На территориях промышленных предприятий эту глубину допускается уменьшать до 1 *м*. Пересечение подземных сооружений с путями электрифицированного рельсового транспорта должно производиться под углом 75—90° к оси пути.

135. В местах пересечения с путями электрифицированных железных дорог и наземных линий метрополитена и трамвая магистральные и распределительные стальные трубопроводы должны прокладываться в футлярах или каналах и укладываться на изолирующих прокладках.

Независимо от коррозийной активности грунта трубопровод в месте пересечения должен иметь весьма усиленную изоляцию, выступающую на 3 *м* от конца футляра. Торцы футляра следует уплотнять. Требования настоящего пункта не распространяются на прокладку теплопроводов в каналах.

136. При пересечении с рельсами электротранспорта (кроме метрополитена) кабели силовые, связи и сигна-

лизации должны быть уложены в неметаллических трубах, блоках, каналах или туннелях, обеспечивающих надежную изоляцию оболочек кабелей от земли.

137. Пересечение трубопроводов и кабелей с рельсовыми путями электрифицированного транспорта под стрелками и крестовинами, а также в местах присоединения к рельсам отсасывающих кабелей не допускается. Место пересечения должно находиться от указанных мест не ближе 3 *м* для трамвайного пути и 10 *м* — для железных дорог (см. также п. 131).

138. На подземных линиях метрополитена прокладка кабелей под путями не допускается.

139. Все подземные металлические трубопроводы и кабели при прохождении по металлическим и железобетонным мостам должны быть электрически изолированы от металлических частей моста.

140. Подземные металлические сооружения должны располагаться от заземляющих устройств положительной полярности линий дистанционного питания усилительных пунктов по системе «провод — земля» на расстоянии не менее указанного в табл. 9.

Таблица 9

Минимально допустимые расстояния между заземляющим устройством и подземным металлическим сооружением

Рабочий ток в цепи дистанционного питания „провод—земля" в *а*	Минимально допустимое расстояние между заземляющим устройством и подземным сооружением в *м*
0,25	15
0,5	20
1	30
1,5	40
2	60
3,5	100

Подземные металлические сооружения в зоне заземляющего устройства отрицательной полярности установки дистанционного питания можно располагать на меньших расстояниях при условии применения прямого дренажа.

Контроль за коррозийным состоянием подземного сооружения

141. С целью контроля за коррозийным состоянием подземных трубопроводов и кабелей, проложенных непосредственно в земле, а также за эффективностью действия катодной поляризации на этих сооружениях следует оборудовать контрольно-измерительные пункты.

Размещение контрольно-измерительных пунктов и выбор их конструкции определяются проектом и ведомственными инструкциями.

142. В местах установки изолирующих муфт и фланцев оборудуются контрольно-измерительные пункты, обеспечивающие возможность производства измерений по обе стороны муфты и фланца.

143. При строительстве подземных стальных трубопроводов должен осуществляться контроль качества противокоррозийных покрытий в соответствии с требованиями, предъявляемыми ведомственными инструкциями.

144. Контроль состояния противокоррозийных покрытий на подземных металлических сооружениях в условиях эксплуатации должен производиться выборочно в следующие сроки:

а) трубопроводы магистральные — один раз в 2 года;

б) трубопроводы городские и кабели силовые — при вскрытии и очередных профилактических осмотрах;

в) кабели связи междугородные с битумным защитным покрытием — один раз в 2 года;

г) кабели связи междугородные с полимерным защитным покровом — один раз в 4 года.

145. Эффективность действия защиты подземных металлических сооружений, осуществляемой при помощи протекторов, должна проверяться не реже одного раза в год.

146. Режим работы установок электродренажной и катодной защит, применяемых на подземных металлических сооружениях, должен проверяться не реже одного раза в месяц, а также в следующих случаях:

а) после каждого существенного изменения режима работы источников блуждающих токов;

б) после введения в эксплуатацию новых участков подземных сооружений;

в) после включения новых защитных установок на данном или смежных сооружениях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ НА РЕЛЬСОВЫХ ПУТЯХ И В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОБАННОГО ТРАНСПОРТА

А. Электрифицированные участки железных дорог

1. Допустимую норму утечки тока определяют для каждого перегона между тяговыми подстанциями по соответствующей номограмме (рис. 1 а—е). Выбор номограммы зависит от числа электрифицированных боковых путей (главные пути не учитывать) на станции, где расположена тяговая подстанция с наиболее нагруженными фидерами исследуемого участка. Соотношение нагрузок определяют по данным показаний счетчиков ампер-часов, установленных на фидерах. На выбранную номограмму накладывают линейку таким образом, чтобы она соединяла точку, соответствующую расстоянию между тяговыми подстанциями исследуемого участка, с точкой, соответствующей величине отношения нагрузок фидеров, питающих контактную сеть этого участка (по данным счетчиков ампер-часов на фидерах).

По пересечению этой линейки со средней линией номограммы определяют допустимую норму утечки тока с рельсов для контролируемого перегона.

Примечание. Все номограммы построены для коэффициента $K = 0{,}3\,\frac{1}{км}$.

2. Выполнение норм допустимой утечки тягового тока с рельсов для перегона проверяют между двумя соседними тяговыми подстанциями.

Для этого включают 12 счетчиков ампер-часов на двухпутном или 6 счетчиков на однопутном участке в следующих пунктах: на каждом фидере постоянного тока обеих тяговых подстанций (в ячейке быстродействующего выключателя), питающих данный перегон, т. е.

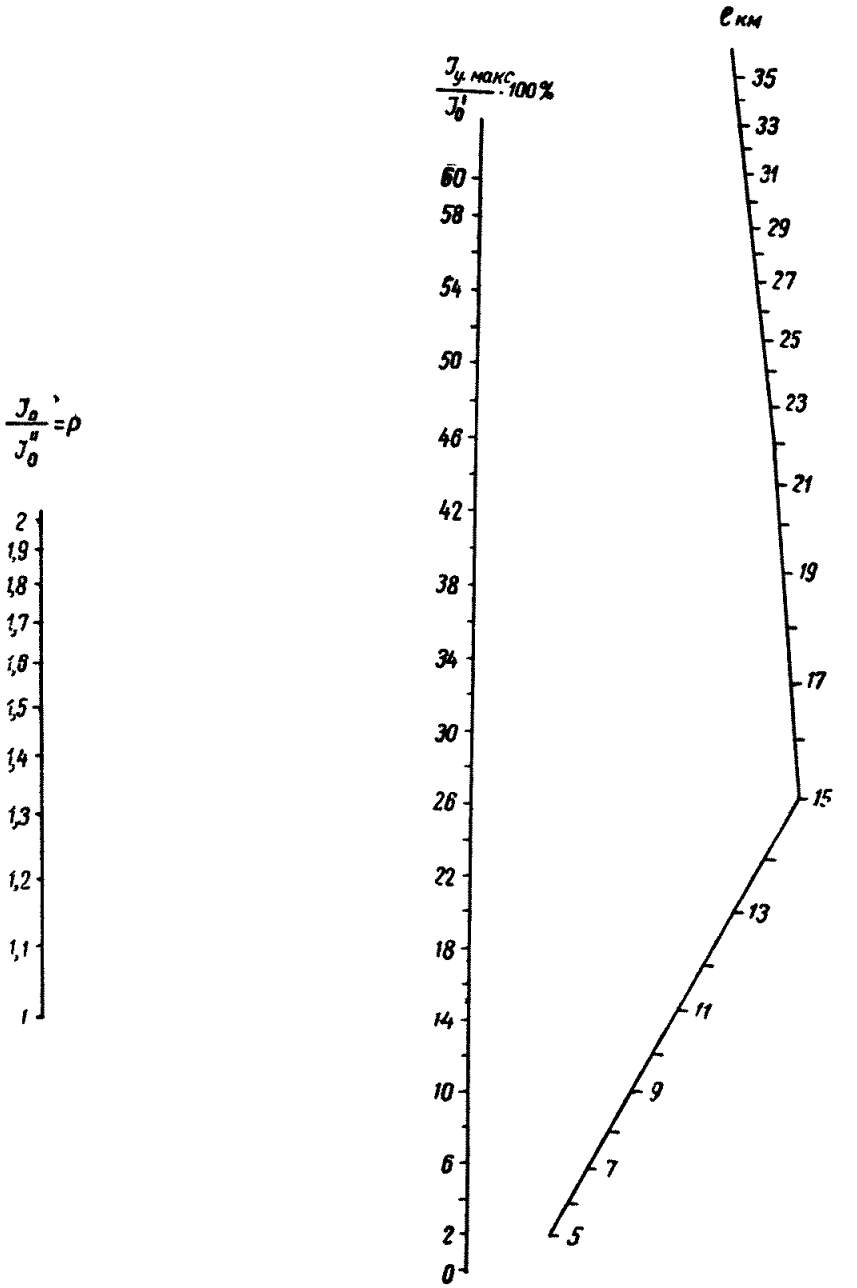


Рис. 1а. Номограмма для определения нормы утечки тока при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 0 до 2 включительно

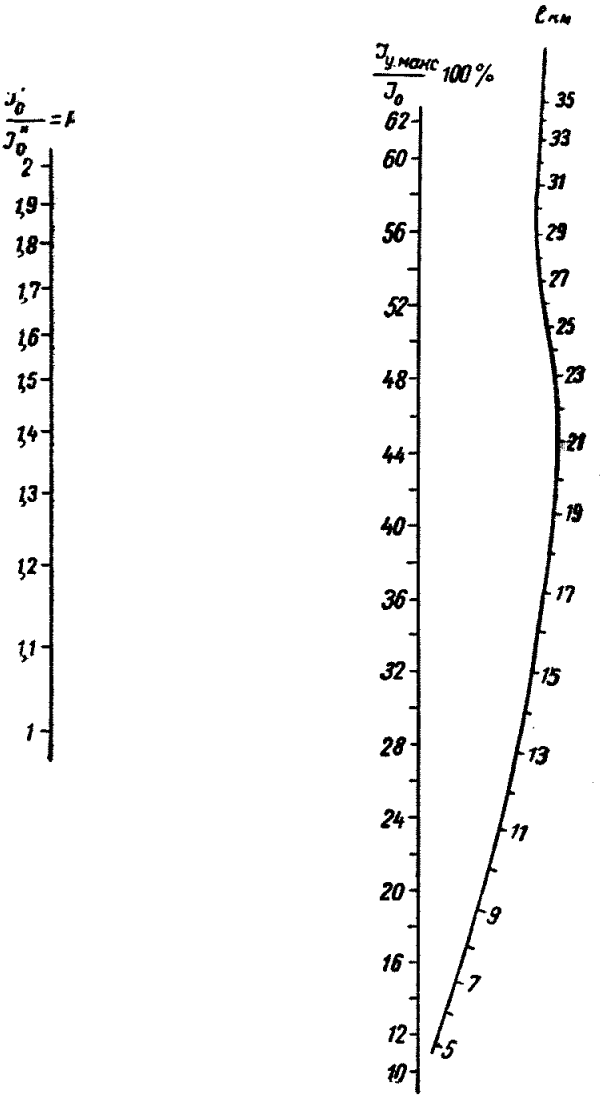


Рис. 16. Номограмма для определения нормы утечки тока при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 3 до 7 включительно

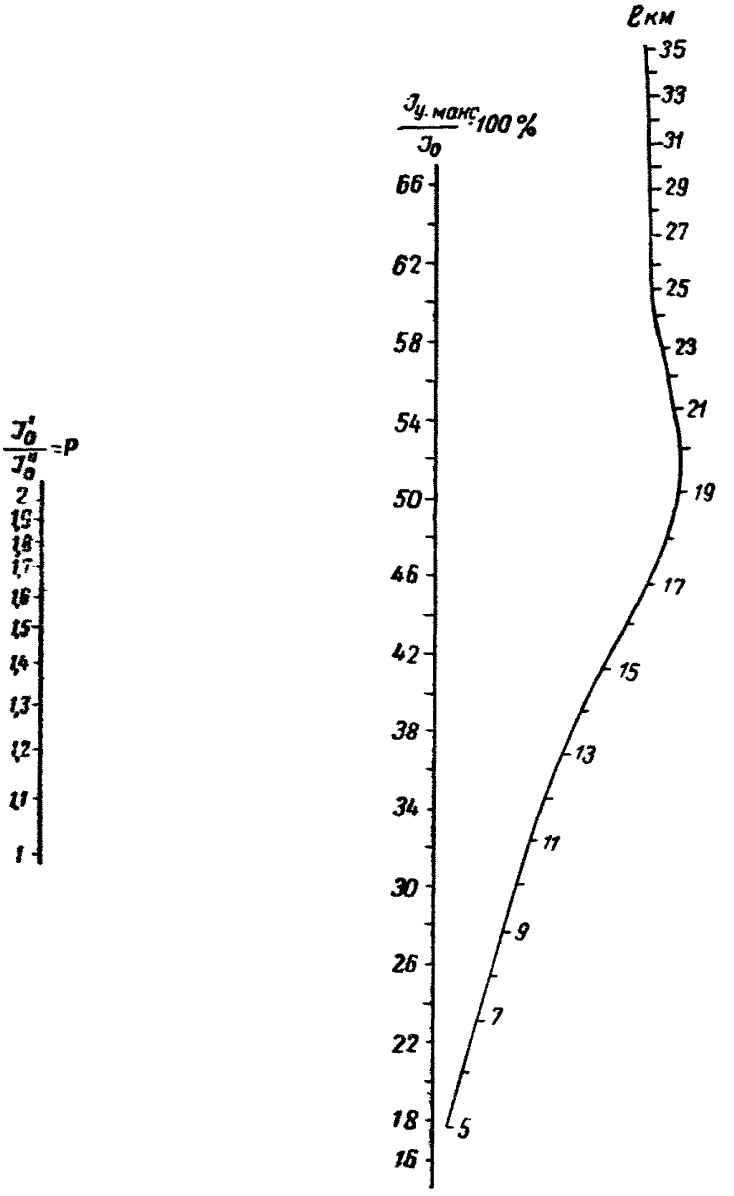


Рис. 1в. Номограмма для определения нормы утечки тока при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 8 до 12 включительно

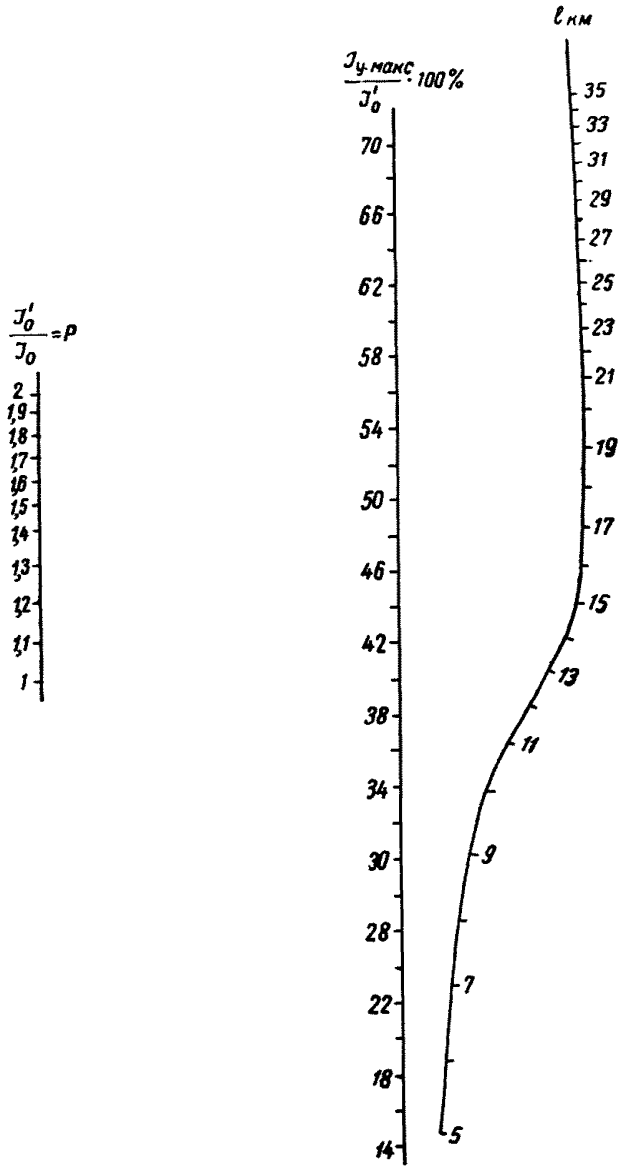


Рис. 1г. Номограмма для определения нормы утечки тока при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 13 до 17 включительно

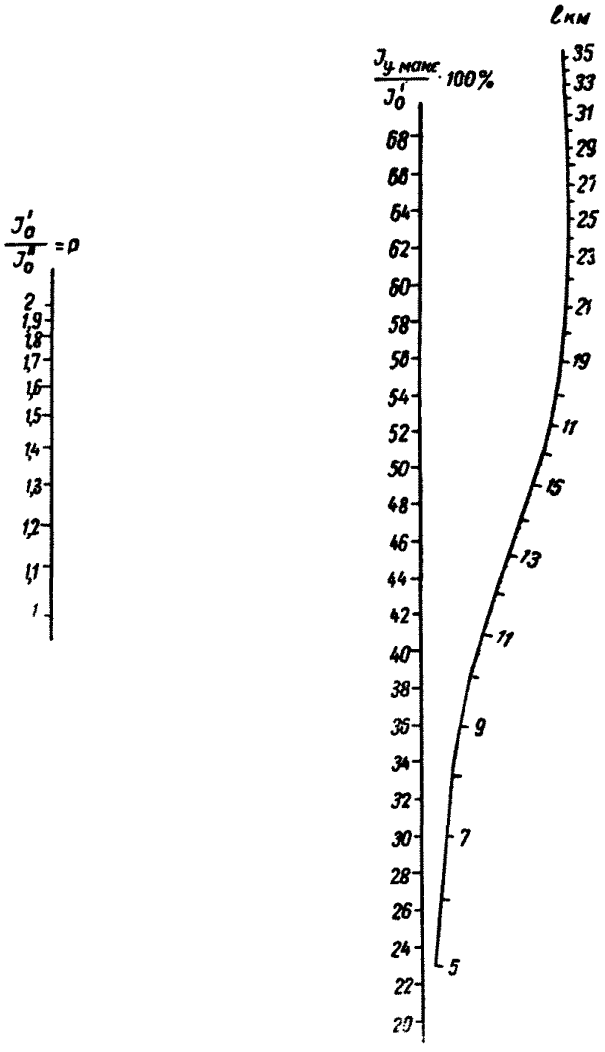


Рис. 1д. Номограмма для определения нормы утечки при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 18 до 22 включительно

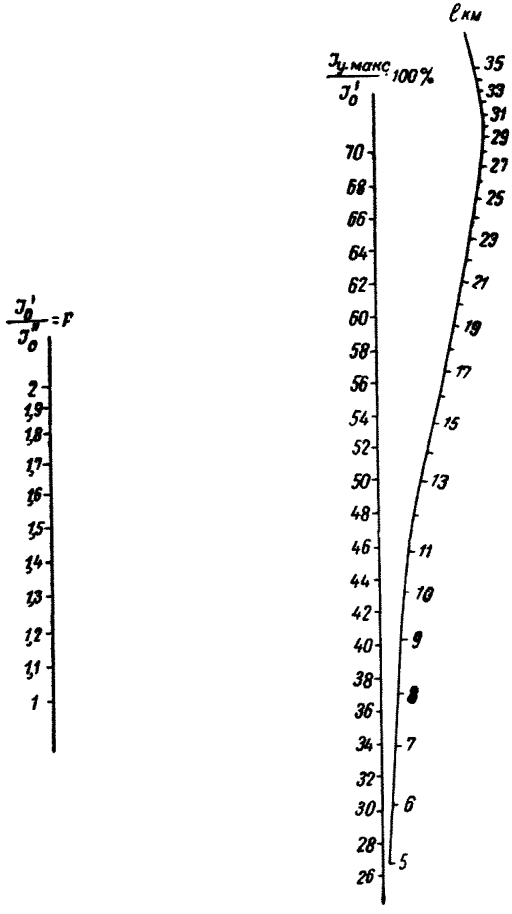


Рис. 1е. Номограмма для определения нормы утечки тока при числе боковых путей в районе тяговой подстанции от 23 и более

четыре или два счетчика; в промежуточной точке контактной сети участка (на посту секционирования — в каждой секции контактного провода, в ячейках быстродействующих выключателей, либо на воздушных промежутках, отделяющих контактную сеть станции от перегона) 4—2 счетчика; в дроссельных пунктах каждого пути на расстоянии $^1/_4$—$^1/_8$ длины перегона от ближайшей тяговой подстанции.

Допускается использовать счетчики электрической энергии постоянного тока (типа Д-600м и др.) с питанием обмотки напряжения от сухих батарей.

Все счетчики должны быть поляризованного типа.

Измерение производят всеми счетчиками одновременно и непрерывно в течение суток.

Ток в контактной сети в сечении, соответствующем месту установки счетчиков в рельсах, определяют ординатой, восстановленной до пересечения с линией токораспределения в контактной сети (линия токораспределения в контактной сети — прямая, соединяющая среднесуточную суммарную величину измеренных токов по фидерам со среднесуточной суммарной величиной измеренных токов в промежуточной точке контактной сети).

Значение максимальной величины утечки тока с рельсов находят как разность между величиной тока в контактной сети и суммарной величиной тока в рельсовых путях. Отношение максимального значения тока в земле к току нагрузки фидеров (питающих этот участок) ближайшей тяговой подстанции сравнивают с нормированной величиной тока утечки для соответствующих условий данного участка.

3. Электрическое сопротивление стыков измеряют стыкомером или при помощи двух милливольтметров с пределами измерений 10—0—10 и 100—0—100 *мв*, включенными по схеме рис. 2.

При измерении должно обеспечиваться надежное и одновременное нажатие всех контактов на головку рельса.

Сопротивление стыка, выраженное в метрах длины рельса, определяется по формуле

$$r_{ст} = \frac{U_1}{U_2} - 1 .$$

При использовании милливольтметров на каждом стыке следует производить 5 измерений.

4. Наличие изоляции между рельсами и металлическими фермами или арматурой железобетона мостов и путепроводов проверяют внешним осмотром и измерением разности потенциалов между рельсами и фермой или арматурой железобетона с помощью вольтметра с пределами измерений 50 и 100 *в*. Изоляция считается нормальной, если стрелка прибора отклоняется.

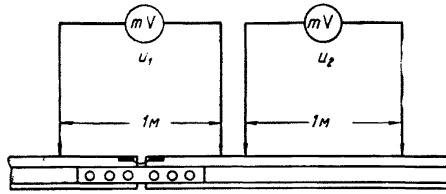


Рис. 2. Схема измерения сопротивления стыка рельсов с помощью двух милливольтметров

5. Исправность искровых промежутков, установленных на мостах, опорах контактной сети, гидроколонках и т. п., проверяют осмотром и измерениями при помощи вольтметра с пределом измерения 50 или 100 *в*, включаемого между сооружением и рельсом. Искровой промежуток считается исправным, если стрелка вольтметра отклоняется.

6. Сопротивление изоляции отсасывающей линии (кабельной или воздушной) по отношению к земле измеряют мегомметром напряжением 1000 *в*. При измерении отсасывающая линия должна быть отключена с обоих концов. Сопротивление изоляции должно удовлетворять нормам, установленным для линии данного типа.

Б. Трамвай

7. Электрическое сопротивление сборных стыков на трамвайных рельсах измеряют стыкомером, который размещают на рельсовой нити таким образом, чтобы стык находился между контактами, расположенными на расстоянии 300 *мм* друг от друга (рис. 3). При установке стрелки гальванометра на нуль шкалы указатель покажет величину электрического сопротивления стыка в

метрах целого рельса. При проведении измерений с помощью стыкомера величина тягового тока не влияет на показания прибора. При отсутствии стыкомера электрическое сопротивление сборных рельсовых стыков измеряют при помощи двух милливольтметров (см. п. 3 настоящего приложения).

8. Проверка состояния междурельсовых и междупутных соединителей производится измерениями разности потенциалов между рельсовыми нитями одного и того

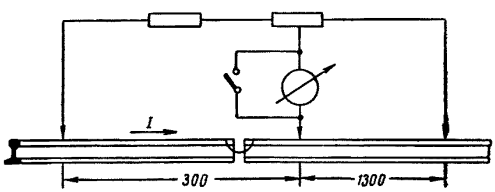


Рис. 3. Схема измерения сопротивления стыка рельсов на трамвайных сетях при помощи «стыкомера»

же пути и между внешними нитями разных путей через каждые 600 *м* и в местах установки соединителей.

Измерение разности потенциалов производится вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы. В каждой проверяемой точке фиксируется 10 показаний вольтметра.

При измерениях пересчет нормируемых значений разности потенциалов на отдельных элементах отсасывающей сети производится по формуле

$$\Delta U_{ср} = \Delta U_m \frac{24}{T} K_1 K_2,$$

где $\Delta U_{ср}$ — приведенное значение падения напряжения (разности потенциалов), сравниваемое со средним измеренным значением контролируемой величины ΔU_m, предполагается, что измерения проводятся в летний период в часы максимального выпуска поездов на линию;

T — условное число часов работы трамвая;

K_1 — отношение удельного среднесуточного расхода энергии к среднечасовому;

K_2 — отношение удельного среднегодового расхода энергии к удельному расходу энергии в летнее время.

9. Проверка состояния обходных соединителей — на стрелках, крестовинах и т. п., производится измерениями разности потенциалов между концами рельсов, к которым примыкают стрелки, крестовины и т. п. Измерения производятся милливольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы. На

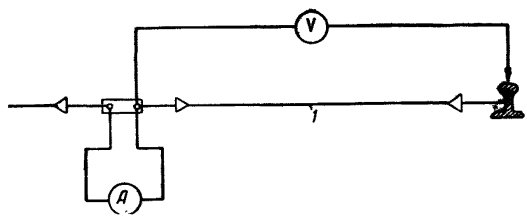


Рис. 4. Схема измерения сопротивления контактов в отсасывающей линии
1 — отсасывающая линия

каждом обходном соединителе снимают 10 показаний вольтметра.

10. Измерение сопротивления контактов в отсасывающем пункте производится вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы и амперметром, включенным по схеме рис. 4.

Величина сопротивления контакта определяется как разность между сопротивлением, вычисленным по показаниям приборов, и расчетным сопротивлением соответствующего проводника, соединяющего отсасывающий кабель с рельсовой нитью.

11. Проверка выполнения норм падения напряжения в рельсах осуществляется на основе анализа потенциальных диаграмм сети; сумма абсолютных значений любых двух координат анодной и катодной зон потенциальной диаграммы не должна превышать нормируемой для данных условий величины падения напряжения в рельсах.

12. Измерение разности потенциалов между рельсами и землей целесообразно производить с помощью регистрирующих или интегрирующих приборов. При их

отсутствии измерения производят с помощью приборов со стрелочным отсчетом. Внутреннее сопротивление прибора должно быть не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы и пределы измерения 10—0—10 или 15—0—15 *в*.

В качестве измерительного электрода применяют стальной стержень диаметром не менее 15 *мм*, заостренный на конце и имеющий зажим для присоединения измерительного провода. Заземляющий электрод забивают в землю на глубину около 30 *см* на расстоянии не менее 15 *м* от крайнего рельса.

Измерение потенциалов рельсов относительно земли производится через каждые 200 *м* пути и у отсасывающих пунктов. Продолжительность измерения в каждом пункте устанавливается ведомственными инструкциями. Среднюю величину потенциала подсчитывают отдельно для положительных и отрицательных значений по следующим формулам:

$$U_{ср(+)} = \frac{\Sigma U_{(+)}}{n}, \quad U_{ср(-)} = \frac{\Sigma U_{(-)}}{n},$$

где $U_{ср(+)}$ — среднее значение положительного потенциала рельсов относительно земли;

$U_{ср(-)}$ — среднее значение отрицательного потенциала рельсов относительно земли;

$\Sigma U_{(+)}$ — сумма положительных показаний прибора;

$\Sigma U_{(-)}$ — сумма отрицательных показаний прибора;

n — общее число показаний прибора, включая нулевые.

По результатам измерений строят потенциальную диаграмму рельсовой сети. Пункты измерения наносят на схему рельсовых путей. В каждом пункте измерения на прямых, перпендикулярных осям путей, откладывают вверх средние значения положительных потенциалов, а вниз — средние значения отрицательных потенциалов. Нанесенные точки соединяют между собой прямыми линиями. Полученная таким образом диаграмма изображает распределение разности потенциалов между рельсами и землей.

13. Измерение сопротивления изоляции отсасывающих кабелей производят мегомметром напряжением на 1000 *в*.

При измерениях проверяется изоляция токоведущей жилы относительно земли, контрольных жил относительно земли и контрольных жил относительно токоведущей жилы.

Измерение сопротивления изоляции отсасывающих кабелей производят при отключении последних в шкафах (кабельных ящиках) от соединительных перемы-

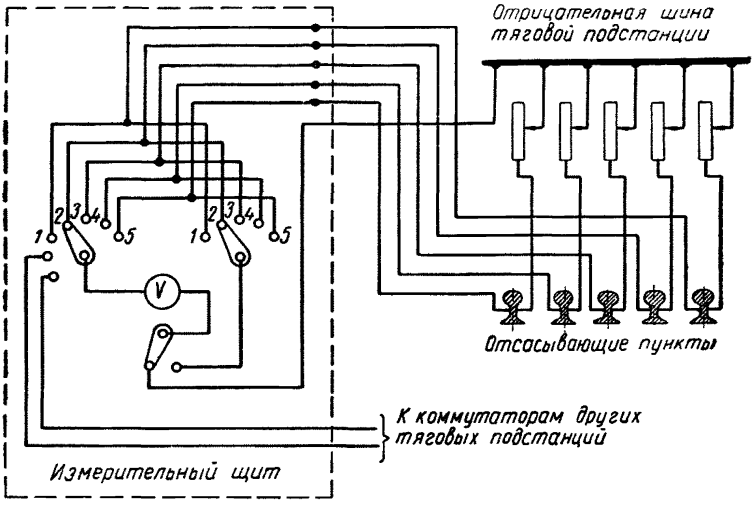


Рис. 5. Схема измерения потенциалов отсасывающих пунктов подстанции при помощи вольтметра

чек, идущих к рельсу, а на другом конце — от шин тяговой подстанции. Сопротивление изоляции должно удовлетворять нормам, установленным для кабелей данного типа.

14. Измерение разности потенциалов между отсасывающими пунктами следует производить как между отсасывающими пунктами одной подстанции, так и между отсасывающими пунктами разных подстанций.

Измерение разности потенциалов между отсасывающими пунктами одной подстанции производится одним из следующих способов:

1) при отсутствии контрольных жил в отсасывающих кабелях — при помощи амперметра (или счетчика ам-

пер-часов), установленного в цепи каждого отсасывающего кабеля;

2) при наличии контрольных жил:

а) посредством счетчиков вольт-часов, включенных между контрольными жилами различных кабелей данной подстанции, либо между контрольной жилой кабеля и отрицательной шиной;

б) при помощи вольтметра и системы контрольных проводов на специально смонтированном щите по схеме, изображенной на рис. 5.

Наиболее удобным и точным является измерение при помощи счетчиков вольт-часов.

При измерении амперметром (или при помощи счетчика ампер-часов), установленным в цепи каждого кабеля, разность потенциалов между отсасывающими пунктами одной подстанции за промежуток времени t определяется как разность падений напряжения в кабелях за то же время t, рассчитанная по среднему току и омическому сопротивлению каждого кабеля, включая сопротивление реостата по формуле

$$\Delta U_{1-2} = \dot{I}_1 [r_1 + \rho_1] - \dot{I}_2 [r_2 + \rho_2],$$

где $\dot{I}_1$ — средний ток кабеля 1 за время t;

$\dot{I}_2$ — то же, кабеля 2;

r_1, ρ_1 — соответственно сопротивления кабеля 1 и реостата в цепи этого кабеля;

r_2, ρ_2 — соответственно сопротивления кабеля 2 и реостата в цепи этого кабеля.

Средний ток любого отсасывающего кабеля 1 определяется по формуле:

а) при использовании счетчиков ампер-часов

$$I = \frac{\Delta Ah}{T},$$

где ΔAh — приращение показаний счетчика ампер-часов;

б) при использовании амперметра

$$I = \frac{\Sigma \dot{I}_i}{n},$$

где $\sum \dot{I}_i$ — величина тока i-го отсчета;

n — количество отсчетов, производимых в течение 30 *мин* интенсивного движения и следующих один за другим с интервалом времени, необходимым для фиксации показаний амперметра.

При измерении посредством счетчика вольт-часов средняя разность потенциалов между соответствующими отсасывающими пунктами определяется делением положительного или отрицательного приращения показаний счетчика вольт-часов, либо делением разности показаний счетчика на период времени, в течение которого производилось измерение.

При измерении вольтметром (см. рис. 5) продолжительность включения его на каждый отсасывающий кабель должна быть не менее 15 *мин* в часы интенсивного движения, а измерения следует записывать с частотой, позволяемой интервалом времени, необходимым для фиксации показаний вольтметра.

Среднее из показаний вольтметра принимается за значение искомой разности потенциалов или значение потенциала данного отсасывающего пункта относительно отрицательной шины подстанции. В последнем случае сравнением полученных величин потенциалов отсасывающих пунктов относительно отрицательной шины устанавливается средняя разность потенциалов между отсасывающими пунктами.

15. Разность потенциалов между отсасывающими пунктами различных подстанций следует определять путем непосредственного измерения между двумя соответствующими отсасывающими пунктами разных подстанций. Непосредственное измерение производится при помощи счетчиков вольт-часов или вольтметра с использованием контрольных проводов между подстанциями. При измерениях вольтметром показания следует снимать в часы интенсивной нагрузки в течение 30 *мин*.

В. Метрополитен

16. Измерение разности потенциалов между рельсами и землей (тюбингами) производится вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 500 *ом* на 1 *в* шкалы и пределами измерений 100—0—100 *в*, или интегрирующими приборами.

В качестве измерительного электрода могут быть использованы кабельные кронштейны, оболочки кабелей, трубы водопроводов и другие заземленные конструкции. Измерения производятся по всей трассе метрополитена в часы с постоянным графиком движения поездов. Не-

обходимо, чтобы за период измерения в каждом пункте проследовало не менее четырех поездов в одном направлении.

При пользовании показывающим прибором частота отсчетов должна быть 2—3 *сек* в течение всего периода измерения. Средние величины потенциалов в данном пункте измерений определяются по формулам, указанным в п. 12 настоящего приложения.

При пользовании самопишущим прибором скорость движения ленты должна быть не менее 600 *мм/ч*.

Средние величины потенциалов в данном пункте измерений за время максимального графика движения поездов и за сутки определяются по следующим формулам:

$$U_{м(+)} = U_{и(+)}\frac{n_м}{n_и}; \qquad U_{м(-)} = U_{и(-)}\frac{n_м}{n_и};$$

$$U_{с(+)} = U_{и(+)}\frac{n_с}{n_и}; \qquad U_{с(-)} = U_{и(-)}\frac{n_с}{n_и},$$

где $U_и$ — среднее значение потенциала рельсов за период измерения;

$U_{м(+)}$ и $U_{м(-)}$ — средние значения потенциалов рельсов при максимальном графике движения поездов на данной линии метрополитена (при $n_м$ — пара поездов в час);

$U_{с(+)}$ и $U_{с(-)}$ — средние суточные значения потенциалов рельсов при средней суточной парности движения поездов на одной линии метрополитена ($П_с$);

$n_и$ — общее количество отсчетов.

$$П_с = \frac{П_1T_1 + П_2T_2 + П_пT_п}{24},$$

где $П_1$, $П_2$,..., $П_п$ — парности графиков движения, продолжающихся в течение суток, соответственно T_1, T_2,..., $T_п$ часов.

По найденным значениям $U_м$ и $U_с$ строят потенциальную диаграмму рельсов данной линии метрополитена.

17. Измерение блуждающих токов, притекающих или стекающих со всех тяговых рельсов на территории депо, производится с помощью милливольтметров с двухсто-

ронней шкалой. Милливольтметры подключаются к тяговым нитям ходовых рельсов у рампы депо для измерения падения напряжения ΔU на длине 4 *м*.

Измерения производятся при максимальном графике движения поездов на линии метрополитена, примыкающей к данному депо.

На время измерения линия, питающая контактную сеть депо, должна быть отключена.

Средние часовые величины блуждающего тока, стекающего ($\dot{I}_{м(+)}$) или притекающего ($\dot{I}_{м(-)}$) по всем ходовым рельсам на территории депо при максимальном графике движения поездов, определяются по формулам:

$$\dot{I}_{м(-)} = K \Sigma \Delta U_{с(-)}, \quad \dot{I}_{м(+)} = K \Sigma \Delta U_{с(+)},$$

где $\sum \Delta U_{с(+)}$ и $\sum \Delta U_{с(-)}$ — суммы средних значений падения напряжения по всем тяговым нитям рельсов в рампе, соответственно для направления тока в рельсах: из туннеля в депо и наоборот.

Величину $\Delta U_с$ для каждой тяговой нити рельсов определяют по формулам:

$$\Delta U_{с(+)} = \frac{\Sigma \Delta U_{(+)}}{m}, \qquad \Delta U_{с(-)} = \frac{\Sigma \Delta U_{(-)}}{m},$$

где $\Delta U_{(+)}$ и $\Delta U_{(-)}$ — показания прибора в *мв*;

m — общее число отсчетов показаний прибора.

Коэффициент K имеет следующие значения:

7,6 *а/мв* при типе рельса Р-50
6,62 » » » » Р-43

18. Изолирующие муфты кабелей проверяются на наличие изоляции между оболочками, разделенными этими муфтами, с помощью многопредельных милливольтметров с двухсторонней шкалой и внутренним сопротивлением не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы.

Если стрелка прибора отклоняется на пределе 1—0—1 *в*, то муфта считается исправной.

19. Проверка изоляции кабелей отсасывающих линий и междупутных соединителей производится мегомметром напряжением 1000 *в*. В качестве заземляющего электрода могут быть использованы любые заземленные конструкции. На время измерений кабели отсасываю-

щих линий и междупутных соединителей отключаются от шин тяговой подстанции и рельсов. Сопротивление изоляции должно удовлетворять нормам, установленным для кабеля данного типа.

20. Измерение переходного сопротивления рельсового пути производится прибором МС-08. Перед началом измерений исследуемый участок рельсового пути электрически изолируют от остальной трассы путем снятия средних шинок путевых дросселей.

В качестве заземляющего электрода могут быть применены: в туннеле с чугунной отделкой — любая конструкция, имеющая металлическую связь с тюбингом; в туннеле с железобетонной отделкой—металлическая шина, соединяющая кабельные кронштейны.

Переходное сопротивление рассчитывается по формуле

$$R_{\text{пер}} = \frac{Rl}{1000} \quad \textit{ом км},$$

где R — показание прибора в *ом*;

l — длина исследуемого участка в *м*.

21. Измерение электрического сопротивления рельсовых сборных и сварных стыков производится при помощи специально оборудованной тележки (стыкомера) с милливольтметром и источником питания. Милливольтметр должен иметь внутреннее сопротивление не менее 1000 *ом* на 1 *в* шкалы. Измерения производятся в следующем порядке.

Стыкомер устанавливается таким образом, чтобы стык рельсов находился между щетками.

Включается источник питания и величина тока в проверяемом стыке при помощи реостата плавно увеличивается до необходимой величины.

Сопротивление рельсового стыка определяется по показаниям милливольтметра и амперметра.

22. Измерение электрического сопротивления дроссельного стыка производится по схеме рис. 6 при помощи двух милливольтметров:

mU_1 с пределом измерений 1000—0—1000 *мв* и

mU_2 с пределом измерений 100—0—100 *мв*.

Одновременно измеряется падение напряжения на половине дроссельного стыка длиной 1 *м*. Аналогичные измерения производятся теми же двумя приборами и для

другой половины дроссельного стыка по данной нити рельсов (на схеме обозначено пунктиром).

По результатам измерений сопротивление дроссельного стыка определяется по формуле

$$r_{д.с} = \frac{U_1}{U_2} + \frac{U_3}{U_4} - 1,$$

где $r_{д.с}$ — сопротивление дроссельного стыка, отнесенное к сопротивлению 1 *м* рельса;

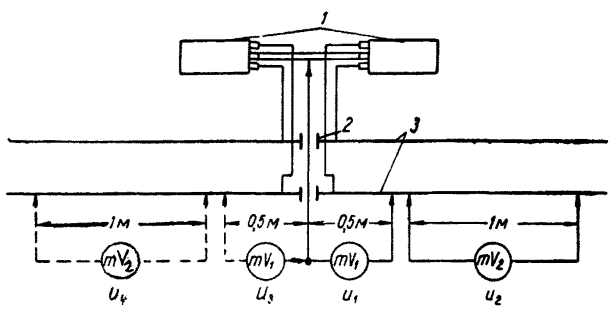


Рис. 6. Схема измерения сопротивления дроссельного стыка
1 — путевые дроссели; *2* — изолированный стык; *3* — ходовые рельсы

U_1 и U_3 — падение напряжения на половинах дроссельного стыка для данной нити рельсов;

U_2 и U_4 — падение напряжения на 1 *м* рельса.

23. Проверка искровых промежутков, соединяющих тяговые нити рельсов с оболочками кабелей в туннеле, производится после снятия напряжения с контактного рельса путем подключения к искровому промежутку цепочки из последовательно соединенных аккумуляторной батареи и контрольной лампы. Искровой промежуток считается исправным, если предварительно проверенная лампа не светится.

На путях депо искровые промежутки проверяют при помощи вольтметра во время движения поездов на линии, к которой примыкают данные пути.

Вольтметр должен иметь не менее двух пределов измерений: один — 50 или 100 *в*, а другой — 5 или 10 *в*.

Искровой промежуток считается исправным, если стрелка вольтметра отклоняется.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА

Измерение удельного сопротивления грунта производится прибором МС-08. В зонах отсутствия блуждающих токов вместо прибора МС-08 можно пользоваться потенциометром ЭП-1М, включенным по четырехэлектродной схеме.

При измерении прибором МС-08 или потенциометром ЭП-1М все четыре электрода размещаются в одну линию, которая для проектируемого сооружения должна совпадать с осью трассы, а для уложенного в землю сооружения должна проходить параллельно последнему в 2—4 *м* от него или перпендикулярно. Расстояние между электродами принимается одинаковым, и оно равно двойной глубине, на которую укладывают подземное сооружение.

Величина удельного сопротивления грунта определяется по формуле

$$\rho = 6{,}28aR \ \textit{ом м},$$

или

$$\rho = 6{,}28a\frac{U}{I} \ \textit{ом м},$$

где a — расстояние между электродами в *м*;

R — показание прибора МС-08 в *ом*;

U — напряжение на приемных электродах при измерениях потенциометром в *мв*;

I — ток в цепи питающих электродов при измерениях потенциометром в *мв*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРОЗИЙНОЙ АКТИВНОСТИ (АГРЕССИВНОСТИ) ГРУНТОВ, ГРУНТОВЫХ, РЕЧНЫХ И ДРУГИХ ВОД ПО ОТНОШЕНИЮ К СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКЕ КАБЕЛЕЙ

Определение коррозийной активности грунтов, грунтовых, речных и других вод для вновь прокладываемых кабелей производится в период проведения изыскательских работ.

Коррозийность торфяных и черноземных грунтов по отношению к свинцовой оболочке кабелей определяется по концентрации водородных ионов (pH) и по количеству содержащихся в них органических и азотистых веществ; солончаковые грунты анализируются только на определение значения pH.

Коррозийность грунтовых, речных и других вод по отношению к свинцовой оболочке кабелей определяется по pH среды, количеству содержащихся в них органических и азотистых веществ и общей жесткости.

Степень коррозийной активности грунтов оценивается путем сравнения данных анализа пробы грунта с величинами, приведенными в табл. 4, а степень коррозийной активности грунтовых, речных и других вод — путем сравнения данных анализа пробы воды с величинами, приведенными в табл. 5 (п. 89 правил).

Тип грунтов (песчаных, глинистых, известковых, солончаковых, черноземных) и их засоренность определяют шурфами, вырытыми на глубину прокладки кабеля через каждые 1000 *м* при однородном грунте, а при неоднородном грунте — примерно через 500 *м*.

Пробы торфяных, черноземных, солончаковых и всех засоренных грунтов берут на химический анализ из грунта на глубине прокладки подземного сооружения в количестве трех проб на расстоянии 300—500 *м* от одного места до другого.

Проба грунта берется в количестве 400—500 *г* в чистую посуду, которая плотно закрывается, или в полиэтиленовые мешочки.

Определение количества органических и азотистых веществ производится в соответствии с методикой анализа.

А. Определение органических веществ

Простейшим способом определения органических веществ в грунтах и грунтовых водах является способ окисления их марганцевокислым калием ($KMnO_4$).

Определение органических веществ в грунте проводится следующим образом.

В стеклянную колбу емкостью 250—300 *мл* помещают навеску воздушно-сухой пробы грунта. Величина навески грунта при малом содержании органических веществ (песчаный грунт) составляет от 0,25 до 0,3 *г*,

при среднем содержании органических веществ (глинистый грунт) — от 0,15 до 0,25 *г*, а при большем содержании органических веществ (черноземный, торфяной грунты) — от 0,1 до 0,2 *г*. Навеска берется из пробы грунта после предварительного перемешивания и измельчения этой пробы металлической палочкой или ложкой.

В колбу с навеской грунта наливают 100—150 *мл* дистиллированной воды. Затем в колбу добавляют 10—20 *мл* децинормального (0,1 н) раствора марганцевокислого калия (это количество в 2—2,5 раза превышает объем, необходимый для окисления навески грунта).

В полученный раствор наливают 2—3 *мл* разбавленной серной кислоты (1 : 5).

Примечание. При смешивании концентрированной серной кислоты с водой надо кислоту вливать в воду, вливать же воду в кислоту не допускается.

Раствор с навеской грунта кипятят 40—50 *мин*, охлаждают и титруют децинормальной щавелевой кислотой до полного обесцвечивания. Для уточнения объема щавелевой кислоты добавляют небольшой избыток ее и титруют «обратно» раствором 0,1 н марганцевокислого калия до появления окраски. Количество органических веществ A в грунте определяется по формуле

$$A = 5{,}17 \frac{0{,}1v}{1000a} 100\%,$$

где a — навеска грунта (*г*);

v — объем 0,1 н раствора марганцевокислого калия (*мл*) равен разности объемов 0,1 н раствора щавелевой кислоты, пошедшей на прямое титрование, и 0,1 н раствора марганцевокислого калия, пошедшего на обратное титрование;

5,17 — пересчетный коэффициент для расчета количества окисляемого углерода в 100 *г* гумуса.

Б. Определение значения pH среды

Потенциометрическое определение pH среды с точностью 0,02—0,05 pH производится на pH-метрах типа потенциометров ПТ или ЛП-5 с применением различных электродов (сурмяный, платиново-хингидронный, стеклянный). Методика определения указана в инструкциях, приложенных к приборам.

Для менее точных определений применяют различные калориметрические методы (точность 0,2 pH). Наибольшее распространение получил прибор Н. И. Алямовского.

По этому методу исследуемую воду в количестве 5 *мл* отбирают пипеткой, наливают в пробирку, прибавляют 0,3 *мл* универсального индикатора и встряхивают пробирку до полного перемешивания жидкости. Значение pH исследуемой воды определяют, сопоставляя ее окраску с окраской эталонов стандартной шкалы в приборе Алямовского.

Если вода мутная или окрашенная, то после добавления индикатора сравнение с эталоном производится в компараторе. Подробности определения приведены в инструкции, прилагаемой к прибору Алямовского.

В. Определение азотистых веществ

Для определения азотистых веществ (нитратов) в пробах грунта и воды предварительно готовят реактивы (растворы № 1, 2, 3, и 4).

Реактив № 1. Чистый кристаллический фенол в количестве 3 *г* смешивают с 20 *мл* серной кислоты (уд. в. 1,84). Смесь нагревают на кипящей водяной бане.

Реактив № 2. Аммиак удельного веса 0,9 разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1 : 1 по объему.

Реактив № 3. Химически чистый сухой нитрат калия в количестве 0,163 *г* растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1 *л*.

Реактив № 4. 10 *мл* реактива № 3 выпаривают досуха в фарфоровой чашке на водяной бане. Сухой остаток обрабатывают сульфофеноловой кислотой. Для этого в чашку добавляют 1 *мл* реактива № 1, тщательно размешивают раствор стеклянной палочкой. Через 10 *мин* наливают 15 *мл* дистиллированной воды и реактив № 2 по каплям до появления запаха аммиака. Раствор доводят дистиллированной водой до 10 *мл*. 1 *мл* этого раствора содержит 0,0163 *мг* нитрата калия.

Анализ водной вытяжки или воды на определение нитратов производится в следующем порядке: 50 *мл* водной вытяжки грунта или грунтовой воды выпарива-

ют досуха на водяной бане в фарфоровой чашке. Когда содержимое высохнет, чашку снимают и прибавляют к сухому остатку те же реактивы, и в том же порядке, как при обработке реактива № 4.

После обработки сухих остатков стандартного и исследуемого растворов сульфофеноловой кислотой, дистиллированной водой и аммиаком, окрашенные жидкости переливают в калориметрические цилиндры, разбавляют дистиллированной водой до 100 *мл* и уравнивают окраски путем добавления дистиллированной воды.

Содержание нитрат-иона x вычисляется по формуле:

$$x = \frac{h_1 V_1 1000 C}{hV},$$

где h_1 — высота столба стандартного раствора, *мл*;
h — высота столба исследуемого раствора, *мл*;
V_1 — объем стандартного раствора, *мл*;
V — объем исследуемой вытяжки, *мл*;
C — концентрация стандартного раствора, *мг/мл*.

Г. Определение жесткости воды

Жесткостью воды называют общее содержание в ней ионов кальция и магния.

Для измерения жесткости воды, согласно решению Управления по стандартизации при Совете Министров СССР от 18/XII 1951 г., взамен ранее существовавшего немецкого градуса, введены новые единицы: миллиграмм-эквивалент в литре (*мг-экв/л*) и микрограмм-эквивалент в литре (*мгк-экв/л*) — ГОСТ 6055—51.

Пересчет градусов жесткости на *мг-экв/л* жесткости:

1 градус жесткости = 0,0356 *мг-экв/л* жесткости;

1 *мл-экв/л* жесткости = 2,8 градуса жесткости.

Различают временную жесткость (бикарбонаты кальция и магния) и постоянную жесткость (остальные растворимые соли кальция и магния).

Определение общей жесткости воды, характеризующей ее агрессивность относительно свинца, можно производить различными методами.

Наибольшее распространение в настоящее время получил комплексометрический метод титрования трилоном Б.

В раствор, содержащий ионы кальция и магния, вводится индикатор, дающий цветные соединения с этими ионами. При добавлении трилона Б к окрашенному раствору происходит изменение цвета в точке эквивалентности, когда добавленное количество трилона Б свяжет ионы кальция и магния в прочные комплексы.

Применяют индикаторы:

эриохром черный Т,

кислотный хром синий К и др.

Имеется ряд вариантов определения жесткости трилонометрическим способом для воды с различной жесткостью и различным содержанием примесей ионов меди, цинка и марганца (которые также дают соединения с трилоном Б).

Пример.

Определение жесткости воды, свободной от содержания меди, цинка и марганца и имеющей жесткость выше 0,5 *мг-экв/л* (> 1,4°):

а) в коническую колбу емкостью 250—300 *мл* отмеривают пипеткой такое количество воды, чтобы суммарное содержание ионов Ca^{++} и Mg^{++} не превышало 0,5 *мг-экв/л*.

Жесткость воды		Необходимый объем для анализа, *мл*
мг-экв/л	*град.* (приблизительно)	
0,5—5	1,4—14	100
5—10	14—30	50
10—20	30—56	25
20—50	56—140	10

Примерную величину жесткости в исследуемой воде устанавливают ориентировочными пробами;

б) объем воды доводят дистиллированной водой до 100 *мл*, добавляют 2—5 *мл* аммиачного буферного раствора (смесь разных объемов 20% хлористого аммония и 20% аммиака) и на кончике ножа индикатор хромоген черный, после чего медленно титруют 0,05 н раствором трилона Б, все время интенсивно перемешивая до изменения винно-красной окраски жидкости в голубую с зеленым оттенком.

Общую жесткость анализируемой воды (*мг-экв/л*) вычисляют по формуле

$$Ж = \frac{an \cdot 1000}{10 \cdot V} \text{ мг-экв/л},$$

где Ж — жесткость общая в *мг-экв/л* на 1 *л* исследуемой воды;

V — объем пробы анализируемой воды (*мл*);

a — расход раствора трилона Б (*мл*);

n — нормальность раствора трилона Б.

Если для титрования взято 50 *мл* воды, то расход 0,05 н раствора трилона Б составит 3,43 *мл*. Жесткость воды равна

$$\frac{2{,}43 \cdot 0{,}05 \cdot 1000}{50} = 2{,}43 \text{ мг-экв/л}.$$

Д. Приготовление водной вытяжки

Для приготовления водной вытяжки пробу исследуемого грунта в воздушно-сухом состоянии в количестве 100 *г* помещают в колбу и разбавляют дистиллированной водой (приблизительно не более 500 *мл* воды). Затем в течение 5 *мин* колбу встряхивают, после чего сразу же производят фильтрование раствора через складчатый фильтр, приготовленный из плотной фильтровальной бумаги. На фильтр наливают отдельными частями неотстоявшуюся водную вытяжку вместе с почвой. Для фильтрования почвы применяют воронку диаметром 15 *см*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

1. Определение наличия блуждающих токов в земле. Выявление наличия блуждающих токов в земле на проектируемой трассе трубопровода, при уже имеющихся подземных металлических сооружениях в данном районе, производится по данным измерений разности потенциалов между проложенными подземными металлическими сооружениями и землей.

При отсутствии подземных металлических сооруже-

ний наличие блуждающих токов в земле по трассе проектируемого трубопровода определяется путем измерения разности потенциалов между двумя точками земли через каждые 1000 *м* по двум взаимно-перпендикулярным направлениям при разносе измерительных электродов на 100 *м*.

При измерениях используется вольтметр с внутренним сопротивлением не менее 20 000 *ом* на 1 *в* шкалы с пределами измерений 100—0—100 *мв*, 1—0—1 *в* и 10—0—10 *в*. Контакт с землей осуществляется при помощи неполяризующихся электродов. Показания вольтметра отмечают через каждые 15—30 *сек* в течение 10—15 *мин* в каждой точке. Если измеряемая разность потенциалов имеет неустойчивый характер, т. е. изменяется по величине и знаку или только по величине, то это указывает на наличие в земле блуждающих токов. Если измеряемая разность потенциалов имеет устойчивый характер, то это указывает на наличие в земле токов почвенного происхождения, либо блуждающих токов от линий передач постоянного тока по системе «провод — земля», если таковые имеются в обследуемом районе.

2. Измерение разности потенциалов между подземным металлическим сооружением и землей производится контактным методом с применением вольтметра с большим внутренним сопротивлением.

В случае если амплитуда колебаний измеряемых потенциалов не превышает 1 *в*, следует применять неполяризующиеся (медносульфатный или свинцовый) электроды; при больших колебаниях потенциалов могут быть использованы стальной или свинцовый электроды.

При измерении разности потенциалов с помощью неполяризующихся электродов сравнения внутреннее сопротивление вольтметра должно быть не менее 20 000 *ом* на 1 *в* шкалы. При измерении с помощью металлического (свинцового или стального) электрода внутреннее сопротивление вольтметра должно быть не менее 10 000 *ом* на 1 *в* шкалы. Допускается применение приборов с меньшим внутренним сопротивлением при условии, что в измеренную величину разности потенциалов будет внесена поправка, учитывающая соотношение между внутренним сопротивлением прибора и общим сопротивлением измерительной цепи.

Измерения выполняются в контрольно-измерительных пунктах, колодцах или специальных подземных шурфах.

При использовании медносульфатного неполяризующегося электрода величина разности потенциалов между сооружением и землей определяется из формулы:

для стали

$$U_{с-з} = \pm U_{изм} - (-0{,}55) = \pm U_{изм} + 0{,}55 \text{ в},$$

где $U_{изм}$ — потенциал стали, измеренный в поле блуждающих токов;

$(-0{,}55$ *в*$)$ — среднее значение потенциалов стали в грунтах по сравнению с медносульфатным электродом

для свинца

$$U_{с-з} = \pm U_{изм} - (-0{,}48) = \pm U_{изм} + 0{,}48 \text{ в},$$

где $U_{изм}$ — потенциал свинца, измеренный в поле блуждающих токов;

$(-0{,}48$ *в*$)$ — среднее значение потенциала свинца в грунтах по сравнению с медносульфатным электродом.

Заземляющий электрод должен располагаться над обследуемым сооружением и по возможности ближе к нему.

Измерение разности потенциалов между сооружением и землей целесообразно производить с помощью самопишущих или интегрирующих приборов. При их отсутствии измерения производят показывающими приборами со стрелочным отсчетом.

Продолжительность измерений устанавливается ведомственными инструкциями.

3. Измерение разности потенциалов между отдельными подземными металлическими сооружениями и между подземным металлическим сооружением и рельсами трамвая или электрифицированной железной дороги производится вольтметром с пределами измерений 1—0—1, 10—0—10 и 100—0—100 *в*.

Продолжительность измерения устанавливается ведомственными инструкциями.

4. Величина и направление тока в подземном сооружении определяется по падению напряжения с помощью милливольтметра с пределами измерений

1—0—1 и 10—0—10 *мв*. Контакт измерительных проводников с подземным металлическим сооружением осуществляется, в зависимости от вида сооружения, при помощи специальных свинцовых или стальных электродов.

О направлении тока в сооружении судят по отклонению стрелки прибора от нулевого положения, исходя из того, что стрелка прибора отклоняется в сторону зажима, имеющего более высокий потенциал.

Среднее значение тока, протекающего по подземному сооружению, при измерении по этому методу определяется по формуле

$$I_{ср} = \frac{\Delta U_{ср}}{Rl},$$

где $\Delta U_{ср}$ — среднее значение падения напряжения на участке подземного сооружения, *в*;

R — сопротивление подземного сооружения длиной 1 *м*, *ом/м*;

l — расстояние между точками измерения, *м*.

5. Измерение плотности тока утечки с оболочки кабелей производится по методу вспомогательного электрода. Электрод располагается в непосредственной близости от поверхности обследуемого сооружения.

В качестве вспомогательного электрода применяется бронелента с кабеля, навитая на деревянный стержень и зачищенная до блеска; площадь рабочей поверхности электрода должна быть не менее 1 *дм*^{2}.

Место подключения измерительного проводника к электроду должно быть хорошо изолировано.

Земля вокруг электрода должна быть утрамбована и при необходимости увлажнена. В цепь между электродом и сооружением включается миллиамперметр с внутренним сопротивлением 1—5 *ом*. Продолжительность измерений устанавливается ведомственными инструкциями.

Плотность тока утечки определяется по формуле

$$j = \frac{K\dot{I}}{S}\ ма/дм^2,$$

где $\dot{I}$ — средняя величина тока за время измерения, *ма*;

S — площадь поверхности измерительного электрода, *дм*^{2};

K — коэффициент часовой нагрузки, ближайшей к месту измерения тяговой подстанции. Его определяют как отношение среднечасового расхода энергии на тягу за сутки к расходу на тягу за 1 час, в течение которого проводилось измерение.

6. Определение средней величины плотности тока утечки с подземного металлического сооружения путем

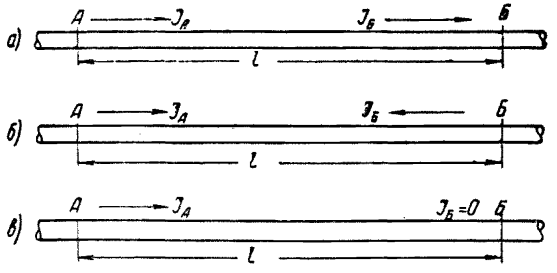


Рис. 7. К расчету линейной плотности тока утечки

расчета производится по измеренным значениям тока утечки с сооружениями на определенной его длине.

В зависимости от направления и величины тока плотность тока утечки вычисляется следующим образом:

а) если токи в подземном сооружении текут в одном направлении, причем в точке $А$ больше, чем в точке $Б$ (рис. 7, $а$), то плотность тока утечки определяется по формуле

$$j = \frac{(\dot{I}_А - \dot{I}_Б)\,K}{S}\ ма/дм^2,$$

где S — площадь касания поверхности сооружения с землей на длине между точками $А$ и $Б$ в $дм$;

K — коэффициент часовой нагрузки ближайшей тяговой подстанции;

$\dot{I}_А$ и $\dot{I}_Б$ — точки, измеряемые соответственно в точках $А$ и $Б$;

б) если токи в подземном сооружении текут навстречу друг другу (рис. 7, *б*), то

$$j = \frac{(\dot{I}_A - \dot{I}_Б)\,K}{S} \; ма/дм^2;$$

в) если в точке A ток равен $\dot{I}_A$, а в точке $Б$ — нулю (рис. 7, *в*), то

$$j = \frac{\dot{I}_A K}{S} \; ма/дм^2,$$

7. Обработка результатов измерений. Средние за период измерений величины потенциалов или токов определяются по формуле

$$N_{ср(+)} = \frac{\sum_{i=1}^{l} N_{i(+)}}{n},$$

$$N_{ср(-)} = \frac{\sum_{i=1}^{m} N_{i(-)}}{n},$$

где $N_{ср(+)}$ и $N_{ср(-)}$ — соответственно средние положительные и средние отрицательные значения измеренных величин;

$\sum_{i=1}^{l} N_{i(+)}$ — сумма мгновенных значений измеренных величин положительного знака;

$\sum_{i=1}^{m} N_{i(-)}$ — сумма мгновенных значений измеренных величин отрицательного знака;

n — общее количество отсчетов;

l и m — число отсчетов соответственно положительного или отрицательного знака.

По средним значениям разности потенциалов строят потенциальные диаграммы. С этой целью указанные величины откладывают в масштабе на схеме сети (трассе) подземного металлического сооружения.

8. Определение величины коэффициента несимметричности блуждающих токов. Величина коэффициента несимметричности блуждающих токов рассчитывается по результатам измерений потенциалов трубопровода:

а) в случае регистрации потенциалов самопищущим прибором

$$\gamma = \frac{S_{(+)}}{S_{(-)} + S_{(+)}},$$

где $S_{(+)}$ — суммарная площадь положительных импульсов потенциалов за время измерения, $см^2$;

$S_{(-)}$ — суммарная площадь отрицательных импульсов за время измерения, $см^2$.

б) в случае измерений потенциалов с помощью показывающего прибора

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_{i(+)}}{\sum_{i=1}^{m} U_{i(-)} + \sum_{i=1}^{n} U_{i(+)}},$$

где $\sum_{i=1}^{n} U_{i(+)}$ — сумма мгновенных значений положительных потенциалов за время измерения, $в$;

$\sum_{i=1}^{m} U_{i(-1)}$ — сумма мгновенных значений отрицательных потенциалов за время измерения, $в$;

n — количество отсчетов положительных потенциалов;

m — количество отсчетов отрицательных потенциалов.

При обработке результатов измерений потенциалов трубопровода по отношению к земле, выполненных с использованием неполяризующегося медносульфатного электрода, необходимо мгновенные значения потенциалов пересчитать по формулам, приведенным в прил. 4 п. 2.

В случае регистрации потенциалов самопишущим прибором на диаграммную ленту наносится линия стационарного потенциала, смещенная по отношению к

нулю шкалы на 0,55 *в* в отрицательную сторону. При планиметрировании площадей положительных и отрицательных импульсов за нулевую линию принимается линия стационарного потенциала.

9. Определение частоты знакопеременных блуждающих токов. Частота знакопеременных блуждающих токов определяется по данным измерений потенциалов трубопровод — земля.

Необходимая длительность измерений — не менее одного часа в дневное время суток.

Определение частоты знакопеременных блуждающих токов не требуется в том случае, когда в дневной период частота движения электропоездов или трамваев в среднем не менее 10 пар в 1 час. В этом случае оценка степени коррозийной опасности для трубопроводов определяется только величиной коэффициента несимметричности блуждающих токов.

Частота знакопеременных блуждающих токов на основании результатов часовых измерений определяется по формуле $f = \frac{n}{3600}$, где n — число периодов в 1 час.

В случае регистрации потенциалов самопишущим прибором диаграммная лента для определения величины f разбивается на отрезки длительностью в 1 час, в каждом из которых подсчитывается число циклов (периодов), состоящих из одного положительного и одного отрицательного импульса потенциала.

В случае измерений потенциалов с помощью показывающих приборов в протоколе измерений выделяются периоды изменения полярности. Каждый период охватывает одну группу величин потенциалов положительного знака и следующую за ней группу величин потенциалов отрицательного знака.

Если при многочасовой регистрации потенциалов выявляются две или несколько частот, из которых ни одна не имеет существенного преобладания во времени, выбирается наиболее низкая частота.

10. Проверка выполнения норм допустимого тока дренажа. В цепь отсасывающих кабелей тяговой подстанции и в цепь каждой дренажной установки включают счетчик ампер-часов. Измерения должны быть одновременными и проводиться непрерывно в течение суток.

ТИПЫ ПРОТИВОКОРРОЗИЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Для противокоррозийных покрытий трубопроводов следует применять материалы, удовлетворяющие требованиям главы СНиП II-А. 10-62 и действующих государственных стандартов или технических условий на соответствующие виды материалов.

При выборе типа конструкций и материала противокоррозийных покрытий следует учитывать кроме коррозийной активности грунтов температуру транспортируемой среды и условия прокладки и эксплуатации трубопроводов.

Примерные конструкции противокоррозийных покрытий стальных магистральных трубопроводов приведены в табл. 1, 2, 3, 4.

Таблица 1

Примерные конструкции битумо-резиновых противокоррозийных покрытий стальных трубопроводов, наносимых на трассе

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия в *мм*
Нормальный	Грунтовка, мастика — 3 *мм*, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика — 4 *мм*, бризол — 1,5 *мм*	5,5
»	Грунтовка мастика — 5,5 *мм*, стеклохолст или крафт-бумага	5,5
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика — 7 *мм*, бризол — 1,5 *мм*	8,5
То же	Грунтовка, мастика — 4 *мм*, бризол — 1,5 *мм*; мастика — 3 *мм*, стеклохолст или крафт-бумага	8,5
»	Грунтовка, мастика — 3 *мм*, бризол — 1,5 *мм*; мастика — 2,5 *мм*, бризол — 1,5 *мм*	8,5

Примечание. См. примечания к табл. 4.

Таблица 2

Примерные конструкции противокоррозийных покрытий стальных трубопроводов для транспортирования газа и нефтепродуктов при температуре в пределах от 40 до 70° С

Тип изоляции	Конструкции покрытия	Толщина покрытия в *мм*
Нормальный	Грунтовка, битумо-резиновая мастика — 3 *мм*, бризол — 1,5 *мм* или стекловолокнистый холст	4,5
Усиленный	Грунтовка, битумо-резиновая мастика — 4 *мм*, бризол — 1,5 *мм*	5,5
»	Грунтовка, битумо-резиновая мастика — 5,5 *мм*, стекловолокнистый холст	5,5

Примечание. См. примечания к табл. 4.

Таблица 3

Примерные конструкции противокоррозийных покрытий стальных трубопроводов из битумной мастики с минеральным наполнителем и армирующих материалов гидроизола, стекловолокнистого холста или стеклоткани

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия в *мм*
Нормальный	Грунтовка, мастика — 3 *мм*, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика — 3 *мм*, армирующая обмотка; мастика — 4 *мм*, стеклохолст или крафт-бумага	6
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика — 3 *мм*, армирующая обмотка; мастика — 3 *мм*, армирующая обмотка; мастика — 3 *мм*, армирующая обмотка	9

Примечание. См. примечания к табл. 4.

Таблица 4

Примерные конструкции противокоррозийных покрытий из липких пластмассовых лент поливинилхлорида или полиэтиленов для стальных трубопроводов

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия в *мм*
Нормальный	Липкая лента в один слой	Не менее 0,35
Усиленный или весьма усиленный	Липкая лента в два слоя	Не менее 0,7

Примечания: 1. При отсутствии стеклохолста допускается применение крафт-бумаги.

2. В покрытиях усиленного и весьма усиленного типа, приведенных в табл. 3, при применении бризола толщина слоев мастики уменьшается на толщину бризола.

3. Для изоляции участков трубопроводов с температурой транспортируемого продукта или газа от 40 до 70° С допускается применение покрытий из полимерных лент (табл. 4).

4. Температура размягчения мастик должна быть выше температуры транспортируемого продукта не менее чем на 25° С.

Противокоррозийные покрытия должны обладать:

а) диэлектрическими свойствами;

б) механической прочностью, обеспечивающей их сохранность в процессе строительства и при эксплуатации от давления грунта на засыпанном трубопроводе;

в) пластичностью, обеспечивающей монолитность при действии на них низких температур при производстве строительных работ и в условиях эксплуатации;

г) непрерывностью;

д) химической стойкостью, не подвергаться разрушению от биологических воздействий и не содержать компонентов, оказывающих коррозийное воздействие на металл;

е) хорошим прилипанием к металлу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЕННЫЕ В НАСТОЯЩИХ ПРАВИЛАХ

Блуждающие токи — токи утечки электрических установок постоянного тока, протекающие в земле и в подземных металлических сооружениях.

Водородный электрод сравнения — полуэлемент, состоящий из платинового электрода, специально обработанного и помещенного в

раствор кислоты, концентрация водородных ионов которой равна единице, а давление газообразного водорода над раствором кислоты равно атмосферному давлению. Величина потенциала этого электрода принимается за нуль.

Дроссельный стык — стыковое соединение рельсовых цепей, служащее для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков и осуществляемое посредством путевых дросселей.

Дроссель путевой — реактивная катушка значительного реактивного и малого активного сопротивления, включаемая в рельсовые цепи автоблокировки на электрифицированных участках для пропуска тягового тока.

Двухниточная рельсовая цепь — электрическая цепь автоблокировки, в которой для пропуска тягового тока используются обе нити рельсового пути.

Дренаж электрический — способ защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами, заключающийся в отводе блуждающих токов из защищаемого сооружения к источнику этих токов.

Дренажное устройство — установка, обеспечивающая отвод блуждающих токов из защищаемого подземного металлического сооружения к источнику этих токов.

Дренаж электрический прямой (простой) — дренажное устройство, обладающее двусторонней проводимостью.

Дренаж электрический поляризованный — дренажное устройство, обладающее односторонней проводимостью.

Дренаж электрический усиленный — дренажное устройство, в цепь которого для увеличения эффективности его работы включен источник постоянного тока.

Источник блуждающего тока — электрическая установка постоянного тока, создающая токи в земле (трамвай, электрифицированные железные дороги, метрополитен, линии электропередач системы «провод — земля» и др.).

Изолирующая вставка — механическое соединение металлических частей подземных сооружений, осуществляемое с помощью изоляционных материалов (отрезков изоляционных труб, муфт, фланцев), препятствующее прохождению электрического тока из одной части сооружения в другую.

Катодная поляризация—защита металлического сооружения от коррозии путем образования на защищаемом металле сооружения отрицательного защитного потенциала по отношению к окружающей коррозийной среде.

Катодная защита — катодная поляризация металлического сооружения от коррозии, производимая с помощью тока от внешнего источника.

Комплексная защита от коррозии — одновременная защита от коррозии данного подземного металлического сооружения несколькими различными средствами защиты.

Контрольно-измерительный пункт — устройство, обеспечивающее возможность присоединения измерительных приборов к подземному металлическому сооружению.

Коррозийная активность среды — коррозийная характеристика среды, окружающей подземное сооружение, по которой определяется скорость коррозии металла.

Коррозия подземных металлических сооружений — электрохимическое разрушение металла подземных сооружений, вызванное действием окружающей коррозийной среды (земля, вода), или блуждающих токов, или совместным действием окружающей коррозийной среды и блуждающих токов.

Коэффициент несимметричности блуждающих токов — величина, характеризующая соотношение положительных и отрицательных импульсов потенциалов трубопровод — земля в зонах действия знакопеременных блуждающих токов.

Коррозия блуждающими токами (электрокоррозия) — электрохимическое разрушение металла сооружений, вызванное действием блуждающих токов.

Коррозия почвенная — электрохимическое разрушение металла сооружений, вызванное действием окружающей коррозийной почвы.

Коррозия свинца катодная — интенсивное разрушение свинца, происходящее при отрицательных потенциалах, превышающих максимально допустимые защитные потенциалы.

Максимально допустимый защитный потенциал — наибольший по абсолютной величине отрицательный потенциал, при котором не происходит отслаивания противокоррозийного покрытия на защищаемом металле и не вызывается интенсивная катодная коррозия свинца.

Медносульфатный неполяризующийся электрод — полуэлемент, состоящий из медного электрода, помещенного в насыщенный раствор медного купороса.

Межкристаллитная коррозия — разрушение металла (свинца) сооружения, происходящее по границам кристаллита (зерна металла), вызванное действием окружающей коррозийной среды и постоянных или переменных механических напряжений.

Минимальный защитный потенциал — наименьший по абсолютной величине отрицательный потенциал металла сооружения, при котором обеспечивается полная защита его от электрохимической коррозии.

Однониточная рельсовая цепь — электрическая цепь автоблокировки, в которой для пропуска тягового тока используется одна нить рельсового пути.

Отсасывающая линия — изолированный от земли проводник, служащий для электрического соединения отрицательной шины тяговой подстанции с рельсами электрифицированного транспорта.

Отсасывающий пункт — место присоединения отсасывающей линии к рельсам электрифицированного транспорта.

Поверхностная плотность тока утечки — величина тока, стекающего с единицы поверхности металлического сооружения в окружающую среду.

Потенциальная диаграмма подземных металлических сооружений — графическое изображение средних значений потенциалов подземного металлического сооружения относительно земли, нанесенное на схему сооружения.

Потенциальная диаграмма рельсовой сети — графическое изображение средних значений потенциалов рельсов относительно земли, нанесенное на схему рельсовой сети.

Потенциал подземного металлического сооружения по отношению к окружающей среде (земле) — условно принимаемая разность электрических потенциалов между металлом подземного сооружения

и точкой окружающей среды (земли), по отношению к которой производится измерение.

Протектор (анодный гальванический электрод) — средство защиты подземных металлических сооружений от коррозии путем использования металла, обладающего в данной коррозийной среде более отрицательным электрохимическим потенциалом, чем потенциал защищаемого металла.

Противокоррозийное покрытие — изоляция, наносимая на поверхность металлического сооружения с целью предохранения его от коррозии. Типы изоляции, применяемой в настоящее время, даны в прил. 5.

Свинцовый неполяризирующийся электрод — полуэлемент, состоящий из свинцового электрода, помещенного в насыщенный раствор уксуснокислого свинца.

Совместная защита от коррозии — защита от коррозии нескольких подземных металлических сооружений общими защитными устройствами.

Соединитель электрический стыковой — устройство для электрического соединения стыка рельсов одной нити, предназначенное для пропуска тягового тока.

Соединитель электрический междурельсовый — устройство для электрического соединения между собой рельсовых нитей. одного и того же пути, предназначенное для увеличения продольной проводимости рельсового пути.

Соединитель электрический междупутный — устройство для электрического соединения между собой соседних рельсовых путей, предназначенное для увеличения продольной проводимости рельсовых путей.

Соединитель электрический обходной — устройство для электрического соединения рельсов в местах установки сборных крестовин и стрелок, предназначенное для пропуска тягового тока.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие положения 3
II. Меры по ограничению блуждающих токов . . . 5
1. Электрифицированные пригородные и магистральные железные дороги . . . . . —
2. Трамвай 9
3. Метрополитен 15
4. Электрифицированные железнодорожные пути промышленного транспорта 19
5. Линии постоянного тока дистанционного питания усилительных пунктов по системе «провод — земля» . 20
III. Защита от коррозии подземных металлических сооружений —
1. Защита от почвенной коррозии . . . . . —
2. Защита от коррозии, вызываемой блуждающими токами 26
Приложение 1. Рекомендуемая методика измерений на рельсовых путях и в системе электроснабжения электрифицированного транспорта 35
Приложение 2. Рекомендуемая методика измерения удельного сопротивления грунта 54
Приложение 3. Рекомендуемая методика определения коррозийной активности (агрессивности) грунтов, грунтовых, речных и других вод по отношению к свинцовой оболочке кабелей . . . . . —
Приложение 4. Рекомендуемая методика определения опасности электрокоррозии подземных металлических сооружений 60
Приложение 5. Типы противокоррозийной изоляции 68
Приложение 6. Основные термины, примененные в настоящих Правилах 70

Госстрой СССР

Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии
План II кв. 1964 г., № 13

Стройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства *Т. А. Дрозд*
Технический редактор *В. М. Родионова*
Корректор *Л. М. Шустова*

Сдано в набор 12/V 1964 г. Подписано к печати 12/IX-1964 г.
Бумага 84×108$^{1}/_{32}$ д. л.=1,187 б. л. 3,89 усл. п. л.
3,85 уч.-изд. л. Изд. № XII-18459 Зак. 1741 Тираж 12.500 Цена 18 коп.

Московская типография № 28 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Москва, Е-398, ул. Плющева, 22

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
57	5-я снизу	10 *мл*	100 *мл*
60	10-я сверху	3,43	2,43
64	2-я снизу	точки	токи
65	3-я сверху	$(\dot{I}_A -$	$(\dot{I}_A +$
66	16-я снизу	$i(-1)$	$i\,(-)$

Заказ 1741

gost.e-ecolog.ru