ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ЭЛЕКТРОЗАЩИТЕ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ КОМПРЕССОРНЫХ И НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И НЕФТЕБАЗ

Отдел научно-технической информации

Москва 1968

gost.e-ecolog.ru

УДК 620.197.5:621.51.006.3/083.96/

Настоящие Рекомендации разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов под руководством канд.техн. наук В.И.Главкова и В.В.Притулы. В составлении Рекомендаций принимали участие канд.техн.наук Н.П.Глазов, Н.П.Мирзоян, Л.М.Назаркина и В.К.Уткин.

При разработке Рекомендаций были использованы материалы ВНИИСТа и Академии коммунального хозяйства им.К.Д.Панфилова.

Все замечания по Рекомендациям следует направлять во ВНИИСТ по адресу: Москва, Е-58, Окружной проезд, 19.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации предназначены для использования при проектировании, монтаже и эксплуатации электрохимической защиты от подземной коррозии на коммуникациях компрессорных и насосных станций и нефтебаз.

I.2. Электрохимическую защиту от коррозии следует применять на всех участках металлических коммуникаций и сооружений компрессорных и насосных станций и нефтебаз, имеющих непосредственный контакт с грунтом.

I.3. Подземные коммуникации компрессорных и насосных станций и нефтебаз защищаются от почвенной коррозии катодными станциями и дополнительно устанавливаемыми протекторами, а от блуждающих токов - поляризованными и усиленными электродренажными установками.

I.4. Для осуществления электрохимической защиты от коррозии подземных коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз необходимо иметь план-схему территории площадки с точным расположением всех трубопроводов, кабелей и резервуаров, а также источников токов и соседних металлических подземных сооружений.

I.5. Перед разработкой и осуществлением электрохимической защиты от коррозии необходимо обследовать коррозионное состояние подземных металлических сооружений компрессорных и насосных станций и нефтебаз, а также определить коррозионную агрессивность грунта и наличие блуждающих токов.

I.6. Коррозионные обследования и изыскания проводятся в соответствии с "Рекомендациями по коррозионным изысканиям и измерениям на территориях компрессорных и насосных станций и нефтебаз".

I.7. Электрохимическая защита от коррозии коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз не должна оказывать вредного влияния на соседние металлические подземные сооружения.

II. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

П.I. Электрозащиту подземных коммуникаций от коррозии должна проектировать организация, которая проектирует насосную, или компрессорную станцию, или нефтебазу.

П.2. Для проектирования электрозащиты необходимо иметь следующие материалы:

а) совмещенный план расположения всех подземных коммуникаций в пределах территории объекта (MI:I000 - I:500);

б) сведения о контрольно-измерительных пунктах (или других пунктах, пригодных для проведения электроизмерений), изолирующих фланцах и установках электрозащиты, смонтированных на магистральных трубопроводах вблизи территории объекта;

в) данные о размерах диаметров подземных трубопроводов, их протяженности, толщине стенки и глубине укладки, а также о материале труб (для кабеля должны быть дополнительно указаны назначение и марка);

г) данные о расположении тяговых подстанций и других возможных источниках блуждающих токов, находящихся вблизи территории объекта;

д) значения удельных сопротивлений грунта;

е) потенциальные диаграммы подземных коммуникаций.

П.3. Все электрические измерения, необходимые для проектирования электрозащиты, выполняются согласно "Рекомендациям по коррозионным изысканиям и измерениям на

территориях компрессорных и насосных станций и нефтебаз".

П.4. Проектирование ведется так, чтобы исключить вредное влияние защищенных сооружений на соседние незащищенные.

П.5. Защита предусматривается на всех металлических коммуникациях, имеющих непосредственный контакт с грунтом.

П.6. Катодная защита от почвенной коррозии предусматривается в грунтах с удельным сопротивлением до 100 ом·м.

П.7. Совместная электрохимическая защита подземных коммуникаций является составной частью общей системы защиты, а ее проект – составной частью общего проекта защиты.

П.8. При расчете совместной защиты необходимо решить две задачи: определить место расположения перемычки и найти в первом приближении величину ее сопротивления. Окончательно рабочая величина сопротивления определяется в процессе наладочно-пусковых работ после монтажа совместной защиты.

П.9. Проектирование электрозащиты выполняется в такой последовательности:

а) определяют коррозионные условия и устанавливают необходимость защиты от почвенной коррозии и от коррозии блуждающими токами;

б) определяют места установки электрических перемычек и изолирующих фланцев;

в) рассчитывают электрические перемычки и шунтирующие сопротивления (если это требуется) на фланцевых соединениях;

г) составляют смету, спецификацию необходимых материалов и оборудования, а также общую пояснительную записку.

Ш. ВЫБОР ОБЩИХ СХЕМ ЗАЩИТЫ

Дренажная защита

Ш.1. При выборе общих схем защиты учитывают взаимное расположение источника блуждающих токов и защищаемого объекта, а также электрические и защитные параметры и конфигурацию его подземных сооружений.

Ш.2. Для защиты от коррозии блуждающими токами подземных коммуникаций сосредоточенных объектов применяют поляризованные и усиленные электрические дренажи в сочетании с изолирующими фланцами.

Ш.3. При выборе схемы дренажной защиты подземных коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз необходимо решить следующие вопросы:

применение обычной поляризованной или усиленной электродренажной установки;

применение раздельной или совместной защиты относительно основной магистрали;

использование для осуществления защиты соседних металлических сооружений.

Ш.4. При защите поляризованным дренажом следует определить основной защитный контур и совместно защищае - мые коммуникации.

Ш.5. Основной защитный контур должен состоять из максимально возможного числа электрически соединенных между собой подземных коммуникаций наибольших диаметров, расположенных преимущественно по периметру площадки.

Ш.6. В систему совместной защиты, включают подземные коммуникации и сооружения, не имеющие электрического контакта с основным контуром или контактирующие с ним через сопротивления значительной величины.

Ш.7. Электродренажная установка подключается к трубопроводу основного защитного контура, имеющему наибольший диаметр и наименьшую величину переходного сопротивления.

Ш.8. Пункт подключения дренажного кабеля к коммуникации выбирается с учетом:

а) наименьшего расстояния от точки присоединения до источника блуждающих токов (рельсов, дроссель-трансформаторов, отсасывающих пунктов, тяговых подстанций и т.д.);

б) возможности доступа к коммуникациям без вскрытия (в колодцах, тепловых камерах, бойлерах и т.п.);

в) обеспечения условий безопасного присоединения.

Ш.9. Дренажный кабель присоединяют к рельсам э.ж.д., отсасывающим фидерам и сборкам отсасывающих кабелей. К рельсам дренажный кабель может быть подключен только на участке однониточного питания (обычно в пределах станционных путей). На участках двухниточного питания подключение допускается только к средним точкам дроссель-трансформаторов.

Ш.10. В случаях, когда зона эффективного действия поляризованного дренажа не распространяется на все коммуникации защищаемого объекта (при максимальном защитном токе дренажа), следует:

а) переместить точки дренирования или увеличить их число;

б) включить несколько дренажных установок в различных точках;

в) применить автоматический усиленный электродренаж.

Ш.11. Усиленный дренаж следует применять в первую очередь при наличии нескольких источников блуждающих токов, при знакопеременных потенциалах на подземных коммуникациях и при значительных (более 3-5 км) расстояниях от защищаемого объекта до источника блуждающих токов.

Ш.12. Подземные коммуникации компрессорных и насосных станций и нефтебаз должны быть электрически отсоединены от основных магистралей изолирующими соединениями. Прежде всего необходимо установить изолирующие фланцы на узле подключения к магистральным трубопроводам.

Ш.13. Изолирующие фланцы должны быть шунтированы регулируемыми сопротивлениями и иметь токоотводы, в ка-

честве которых можно использовать поляризованные протекторы (рис.Ш.I.).

Ш.I4. Подземные сооружения, образующие электрические контуры, размыкаемые изолирующими фланцами, не должны иметь пересечений и участков параллельного прохождения (рис.Ш.2).

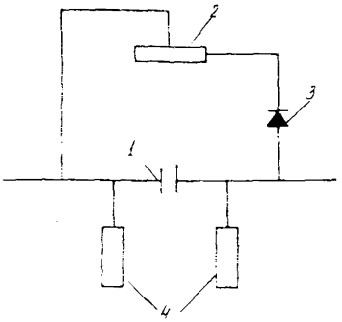

Рис.Ш.I. Схема монтажа изолирующего фланца:

I-изолирующий фланец; 2-регулируемое сопротивление;3-вентильный элемент; 4-протекторы-токоотводы

Ш.I5. При наличии электрической защиты на основном магистральном трубопроводе необходимо учитывать ее влияние на коммуникации сосредоточенного объекта.

Ш.I6. Допускается использовать в качестве дополнительного дренажного проводника встречающиеся на пути подземные сооружения.

Ш.I7. Рельсовые пути, проходящие по территории защищаемого сосредоточенного объекта, нельзя использовать в качестве дополнительного дренажного проводника.

Ш.I8. Окончательно схема электродренажной защиты компрессорных и насосных станций и нефтебаз выбирается после осуществления опытных включений защиты. Некоторые типичные возможные схемы защиты представлены на рис.Ш.3.

Катодная защита

Ш.I9. Для защиты от почвенной коррозии коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз применяются катодные станции и протекторные установки. В целях защиты от почвенной коррозии желательно оцинковывать защитные заземления катодных станций.

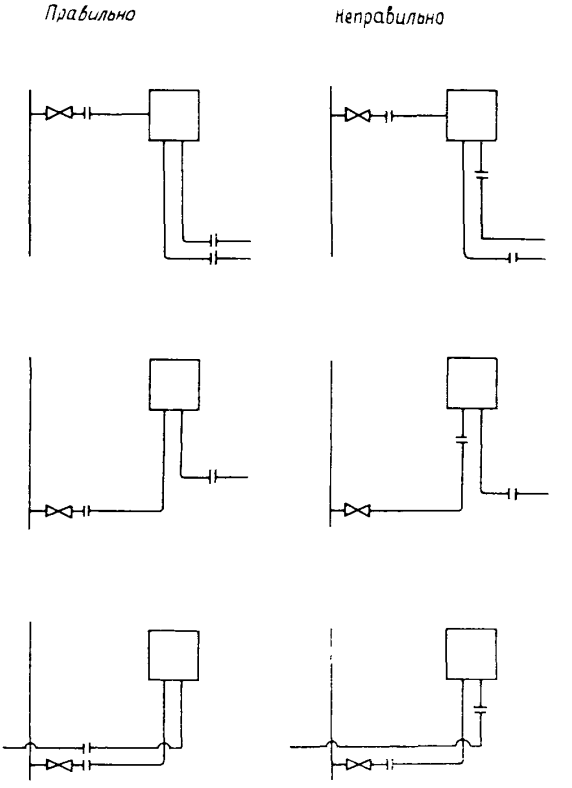

Рис.Ш.2. Основные схемы установки изолирующих фланцев на сосредоточенных объектах

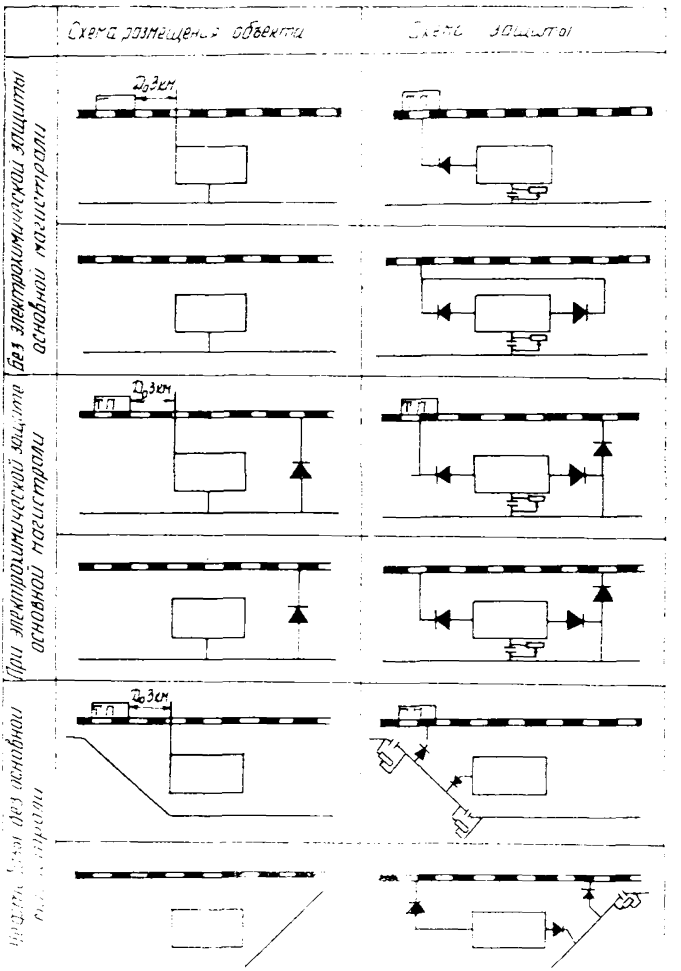

Рис.I.3. Дренажная защита компрессорных и насосных станций и нефтебаз

Ш.20. Защита может быть осуществлена одними катодными станциями и в сочетании с протекторными установками.

Ш.21. При выборе схемы катодной защиты подземных коммуникаций сосредоточенных объектов необходимо решить следующие вопросы:

а) применение раздельной или совместной защиты относительно основной магистрали;

б) использование сосредоточенных или распределенных основных анодных заземлений;

в) необходимость дополнительных анодных заземлений или протекторов и их размещение;

г) необходимость совместной защиты, выбор участков монтажа электрических перемычек.

Ш.22. Катодная защита компрессорных и насосных станций и нефтебаз может осуществляться как отдельно, так и совместно с основной магистралью.

Ш.23. Коммуникации компрессорных и насосных станций и нефтебаз должны подключаться к магистрали через систему изолирующих фланцев с регулируемыми шунтирующими сопротивлениями.

Ш.24. При защите компрессорных и насосных станций и нефтебаз совместно с основной магистралью изолирующие фланцы следует располагать на магистрали по обе стороны от узла подключения (рис.Ш.4, а и б). На одном из изолирующих фланцев монтируется шунт, через который подключается катодная установка.

Ш.25. При совместной катодной защите коммуникаций компрессорной и насосной станции или нефтебазы и магистрального трубопровода анодное заземление следует относить от него на расстояние не более 500-600м (рис.Ш.4,а и б).

Ш.26. В случае низкого переходного сопротивления изоляционного покрытия магистрального трубопровода (300-500 ом·м и менее) заземление следует размещать с той же стороны, что и площадка станции.

Ш.27. При высоком сопротивлении изоляционного покрытия магистрального трубопровода анодное заземление располагают со стороны, противоположной площадке станции.

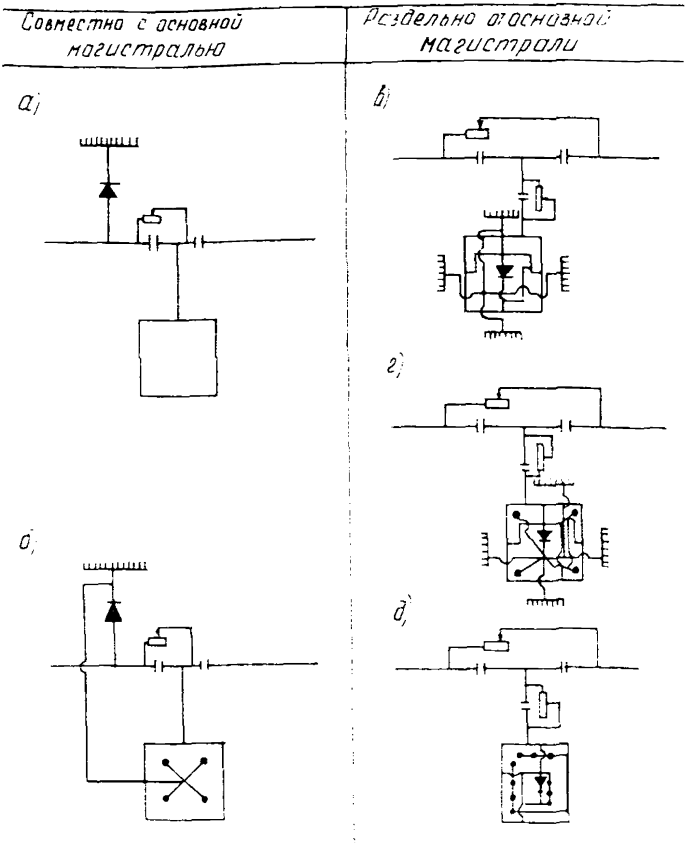

Рис.Ш.4. Катодная защита компрессорных и насосных станций и нефтебаз:

а) без дополнительных заземлителей;
б) с дополнительными заземлителями на территории площадки;
в) сосредоточенные заземления по контуру площадки;
г) дополнительные рассредоточенные заземлители на территории площадки;
д) заземления, распределенные по территории площадки

Ш.28. При устройстве сосредоточенного анодного заземления, предназначенного для защиты компрессорной и насосной станции или нефтебазы и магистрали, для обеспечения полной защиты всех подземных сооружений в местах неполной защиты могут быть установлены дополнительно отдельные заземлители или протекторы (см.рис.Ш.4,б).

Ш.29. При раздельной защите коммуникаций компрессорной и насосной станции и нефтебазы и магистрального трубопровода требуется устройство дополнительных изолирующих фланцев на узле подключения. Шунтирующее сопротивление в этом случае должно подключаться между наружными сторонами обоих фланцев на магистрали (см. рис.Ш.4, в - д).

Ш.30. Раздельная защита площадок станций и нефтебаз может быть выполнена по трем схемам:

а) с сосредоточенными анодными заземлениями по контуру площадки (см.рис.4,в);

б) с сосредоточенными анодными заземлениями по контуру и рассредоточенными дополнительными заземлителями по территории площадки (см.рис.4,г);

в) с анодными заземлениями, распределенными по территории площадки (см.рис.4,д).

Ш.31. При расположении сосредоточенных анодных заземлений по периметру площадки их следует относить на расстояние не более 100-150 м от крайнего трубопровода.

Ш.32. Для определения мест установки рассредоточенных заземлителей на территории компрессорных и насосных станций и нефтебаз следует применять метод "рамок".

Ш.33. При использовании метода "рамок" вся территория станции разбивается на отдельные участки таким образом, чтобы подземные коммуникации (желательно одного назначения) образовывали на них замкнутые геометрические фигуры - "рамки".

Ш.34. Анодные заземлители следует устанавливать в центре "рамок", на расстоянии не менее 1,5-2,5 м от трубопроводов или других коммуникаций. При выборе мест расположения анодных заземлений необходимо удалять их

от стен зданий и границ конструкций, имеющих защитные заземления.

Ш.35. Групповые и одиночные (рассредоточенные) анодные заземления нужно подключать к станции катодной защиты через регулируемое сопротивление.

Ш.36. От одной станции катодной защиты следует иметь не менее двух точек дренажа.

Ш.37. Точки дренажа необходимо выбирать на трубопроводах наибольшего диаметра с наименее качественной изоляцией.

Ш.38. Для обеспечения совместной катодной защиты необходимо дополнительно устроить электрические перемычки между сооружениями с большим перепадом защитного потенциала.

Ш.39. При наличии сильного экранирующего влияния трубопроводов с плохой изоляцией или вообще без изоляции для обеспечения более равномерного распределения защитного тока можно в грунт заложить отходы металла (старые рельсы или трубы) таким образом, чтобы они располагались вдоль силовых линий электрического поля анодного заземления. При этом они должны пересекать направление пролегания экранирующих сооружений.

Ш.40. Защиту головных компрессорных и насосных станций и нефтебаз целесообразно осуществлять несколькими станциями катодной защиты, подключаемыми в местах с наиболее густой сетью подземных сооружений.

Ш.41. Силовые свинцовые кабели и кабели связи подключают в общую систему совместной защиты через предохранитель (на случай пробоя изоляции), либо защищают групповыми протекторными установками, если позволяет удельное сопротивление грунта.

Ш.42. В случае защиты чугунных труб следует монтировать шунтирующие перемычки на изолирующих раструбах.

Ш.43. При наличии электрического контакта между сооружениями из разных металлов между ними должны быть установлены изолирующие вставки или фланцы.

Протекторная защита

Ш.44. Если при использовании дренажных и катодных установок не достигается полная защита металлические резервуаров, их следует защищать дополнительно установленными протекторами.

Ш.45. При наличии переменной анодной зоны на днище резервуара протекторные установки располагают по всей окружности днища на одинаковых расстояниях друг от друга.

Ш.46. При наличии постоянной анодной зоны в какой-либо части днища резервуара протекторные установки располагают в этой зоне в большем количестве, чтобы обеспечить полную защиту

Ш.47. Протекторные установки могут быть одиночными и групповыми. Одиночные протекторные установки применяются для резервуаров, площадь днищ которых не превышает 200м^2. При большей площади днища применяют групповые протекторные установки (рис.Ш.5).

IУ.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Дренажная защита

IУ.I. Расчет электродренажной защиты заключается в:

а) определении величины защитного тока и мощности дренажных установок;

б) выборе защитных установок и их размещении на территории объекта;

в) определении сопротивления и сечения дренажного кабеля;

г) определении мест монтажа электрических перемычек, их сопротивления и сечения.

IУ.2. Параметры электрозащиты находят путем опытного включения электрозащитных установок и определения их вольтамперных характеристик и функциональной зависимо-

сти $R_{зр} = f(J_{зр})$ при полном обеспечении минимально допустимого защитного потенциала на сооружениях.

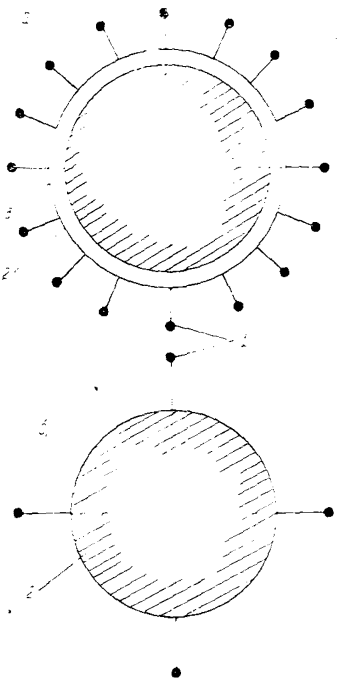

Рис.Ш.5. Схема расстановки протекторов для защиты днищ резервуаров:
а-групповая установка; б-одиночная установка; 1-протекторы; 2-резервуар; 3-соединительный провод

IУ.3. Силу защитного тока определяют по формуле

$$J_з = 0{,}2 \cdot J_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ,$$

где J_n - ток нагрузки э.ж.д.;

K_1 - коэффициент, учитывающий расстояние между крайним трубопроводом защищаемого объекта и э.ж.д. (табл.IУ.I);

K_2 - коэффициент, учитывающий расстояние между крайним трубопроводом защищаемого объекта и тяговой подстанцией (табл.IУ.2);

K_3 - коэффициент, учитывающий тип изоляционного покрытия коммуникаций и срок их службы; принимается по наихудшим условиям эксплуатации (табл.IУ.3).

Таблица IУ.I

Расстояние до э.ж.д., м	K_1	Расстояние до э.ж.д., м	K_1
До I00	I	I000	0,55
200	0,95	I500	0,35
300	0,9	2000	0,25
500	0,75	3000	0,I5
800	0,65		

Таблица IУ.2

Расстояние до тяговой под - станции, м	K_2	Расстояние до тяговой под - станции, м	K_2
До I00	I,0	2000	0,25
500	0,75	3000	0,I5
I000	0,4	6000	0,I0

Таблица IУ.3

K_3	Тип изоляции	Срок службы изоляции, годы
I,0	Нормальный	Более 5
0,8	Усиленный	Более 5

IУ.4. Мощность защитной установки W, вт, определяют по формуле

$$W \geqslant K_{зп} \cdot J_з \cdot U^{g}_{тр},$$

где $J_з$ - сила защитного тока, а;

$U^{g}_{тр}$ - потенциал "труба-рельс" в предполагаемой точке дренажа, в;

$K_{зп}$ - коэффициент запаса, равный I,5.

IУ.5. Сопротивление дренажного кабеля $R_{gк}$, ом, определяют по формуле

$$R_{gк} = \frac{\Delta U_{тр}}{J_g} - \left(R_{gу} + R_{конт} \right),$$

где $\Delta U_{тр}$ - средняя величина разности потенциалов между точками присоединения дренажа к трубопроводу и рельсам за время опытного включения, в;

J_g - средняя величина дренажного тока за время дренирования, а;

$R_{gу}$ - величина сопротивления дренажного устройства (определяется с учетом вольтамперной характеристики, принятой при проектировании дренажной установки), ом;

$R_{конт}$ - суммарная величина контактных сопротивлений на болтовых соединениях (вне дренажа), ом. Контактное сопротивление на одном болтовом соединении может быть принято равным 0,00I ом.

IУ.6. Сопротивление дренажного кабеля $R_{gк}$, ом, при усиленном дренаже определяют по формуле

$$R_{gк} = \frac{\Delta U_{тр} + U_{уд}}{J_{уg}} - \left(R_{уg} + R_{конт} + R_{бх} \right),$$

где $\Delta U_{тр}$ - средняя величина разности потенциалов между точками присоединения дренажа к трубопроводу и рельсам при отключенном дренаже, в;

$J_{уд}$ - средняя величина тока усиленного дренажа за время опытного дренирования, а;

$U_{уд}$ - напряжение вольтодобавочного устройства, включаемого последовательно в дренажную цепь (под нагрузкой), в;

$R_{уд}$ - величина сопротивления установки усиленного дренажа, ом;

$R_{вх}$ - величина входного сопротивления системы: "рельс-земля - подземное сооружение", ом.

IУ.7. Величину $R_{уд}$ определяют по вольтамперной характеристике проектируемого дренажа или по формуле

$$R_{уд} = \frac{U_{хх} - U_{н}}{J_{н}},$$

где $U_{хх}$ - напряжение холостого хода усиленного дренажа, в;

$U_{н}$ - напряжение на зажимах проектируемого дренажного устройства (при токе нагрузки $J_{н} = J_{уд}$), в.

IУ.8. Величину $R_{вх}$ определяют по формуле

$$R_{вх} = \frac{\Delta U'_{тр} - \Delta U_{тр}}{J_{пд}},$$

где $\Delta U'_{тр}, \Delta U_{тр}$ средние величины разности потенциалов между точками присоединения дренажа к трубопроводу и рельсам соответственно при отключенном и включенном дренаже, в;

$J_{пд}$ - сила тока, протекающего через устройство усиленного дренажа, а.

IУ.9. Сопротивление электрической перемычки $R_{п}$, ом, определяют по формуле

$$R_{п} = \frac{U_{э} \cdot K_{у} \cdot R_{пер2}}{K_{э} \cdot R_{пер2} \cdot J_{ут} + \sum E - V_{п}} - \frac{U_{пер2}}{J_{ут}},$$

где E - естественный потенциал защищаемой коммуникации, в;

$J_{ут}$ - сила тока утечки, а;

K_y – коэффициент усреднения;

$U_{1ср}$ – средняя величина разности потенциалов между коммуникациями на совместно защищаемом участке, в;

$R_{перг}$ – общая величина переходного сопротивления совместно защищаемого участка коммуникации, ом;

V_n – необходимый защитный потенциал в точке монтажа перемычки, в;

$U_з$ – разность потенциалов между совместно защищаемыми коммуникациями в точке предполагаемого монтажа перемычки, в.

IУ.I0. Среднюю величину разности потенциалов между подземными коммуникациями $U_{1ср}$, в, определяют по формуле

$$U_{1ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n-к} U_i}{n},$$

где U_i – разность потенциалов между сооружениями, в;

n – количество измерений.

IУ.II. Средний потенциал участка коммуникаций, $V_{1ср}$, в, подлежащего совместной защите, находят по формуле

$$V_{1ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n=к} V_i}{n},$$

где V_i – потенциал коммуникаций в точках измерения, в;

n – количество измерений.

IУ.I2. При определении величин среднего потенциала и средней разности потенциалов защищаемого объекта необходимо учитывать замеренные величины только одного знака, характеризующие коррозионное разрушение.

IУ.I3. По величинам среднего потенциала совместно защищаемого участка и естественного потенциала коммуникации определяют коэффициент усреднения:

$$K_y = \frac{0,3}{2(V_{1ср} - E) + 0,3}.$$

IУ.I4. Сечение дренажного кабеля и кабеля перемычки S, мм^2, определяют по формуле

$$S = \frac{\rho_м \cdot \ell}{R_к},$$

где $\rho_м$ – удельное электрическое сопротивление металла токопроводящих жил кабеля, ом·мм^2/м;

$R_к$ – общее сопротивление кабеля, ом;

ℓ – длина кабеля, м.

IУ.I5. Определение необходимых параметров и расчет защитных устройств осуществляется в такой последовательности:

а) снимают вольтамперную характеристику и устанавливают функциональную зависимость $R_{зр} = f(J_{зр})$ основного защитного контура;

б) определяют влияние защиты основного контура на остальные подземные сооружения;

в) рассчитывают в первом приближении сопротивление перемычек, включают их и определяют окончательное оптимальное значение сопротивления;

г) вторично снимают вольтамперную характеристику, определяют функциональную зависимость $R_{зр} = f(J_{зр})$ основного защитного контура и оптимальное значение $R_{зр}$;

д) находят мощность защитной установки W и сечение кабелей.

IУ.I6. Сопротивление шунта $R_ш$, ом, изолирующих фланцев можно определить по формуле

$$R_ш = 0{,}2\ (Z_1 + Z_2),$$

где Z_1 и Z_2 – входные сопротивления участков сооружений, разъединяемых изолирующим фланцем, ом.

$$Z_{1(2)} = \sqrt{R_{пр1(2)} \cdot R_{пер1(2)}},$$

где $R_{пр1(2)}$ – продольное сопротивление сооружений, ом/м;

$R_{пер1(2)}$ – переходное сопротивление сооружений, ом·м.

IУ.I7. Основным требованием, которому должно удовлетворять сопротивление шунта, является обеспечение минимально допустимого защитного потенциала в анодной зоне.

Катодная защита

IУ.I8. Расчет катодной защиты коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз заключается в определении электрических параметров подземных коммуникаций и параметров катодных установок.

IУ.I9. Расчет проводится в такой последовательности:

а) определяют общую защищаемую поверхность действительного объекта;

б) определяют электрические параметры и поверхность эквивалентной схемы сооружений;

в) определяют необходимую для защиты общую силу тока по плотности защитного тока для действительной и эквивалентной схемы;

г) рассчитывают силу защитного тока катодных установок для эквивалентной схемы;

д) определяют мощность катодных станций.

IУ.20. Поверхность действительного объекта определяют как сумму поверхностей всех подземных сооружений по их длинам и диаметрам.

IУ.2I. Для расчета параметров установок катодной защиты подземные коммуникации станции или нефтебазы заменяют эквивалентной схемой.

IУ.22. Расчет эквивалентных параметров сложной сети коммуникаций состоит в последовательном замещении близко расположенных параллельных или пересекающихся трубопроводов и других сооружений одним эквивалентным.

IУ.23. Продольное сопротивление эквивалентного сооружения $R_{тэ}$, ом/м, определяют по формуле

$$R_{тэ} = \frac{R_{т1} \cdot R_{т2}}{R_{т1} + R_{т2}},$$

где $R_{т_1}$ и $R_{т_2}$ – продольные сопротивления соответственно первого и второго сооружений, определяемые из табл.IУ.4, ом/м.

IУ.24. Переходное сопротивление эквивалентного сооружения $R_{пэ}$, ом.м, определяют из выражения:

$$R_{пэ} = \frac{R_{п_1} \cdot R_{п_2} - R_{п12} \cdot R_{п21}}{R_{п_1} + R_{п_2} - R_{п12} - R_{п21}},$$

где $R_{п_1}$ и $R_{п_2}$ – переходные сопротивления соответственно между первым сооружением и землей и вторым сооружением и землей, ом.м.

Значения переходных сопротивлений берут по графику (рис.IУ.I).

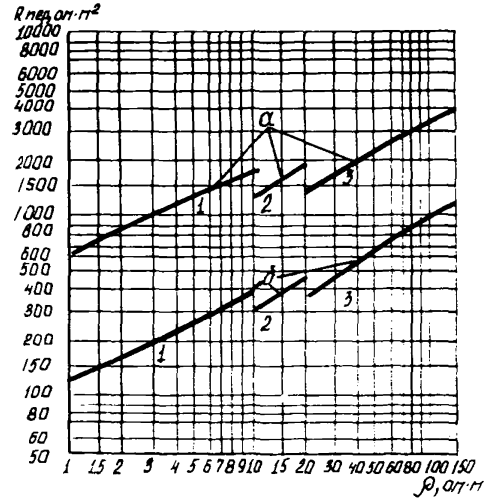

Рис.IУ.I. Переходное сопротивление "труба-земля" ($R_{пер}$) в зависимости от удельного сопротивления грунта (ρ) для трубопроводов, изолированных покрытиями на основе битума:

а-изоляция с годовым сроком службы; б-изоляция с I0-летним сроком службы; I-весьма усиленная; 2-усиленная; 3 - нормальная

Таблица IУ.4

Наружний диаметр, м	Величины продольного сопротивления стальных трубопроводов (при $\rho_{ст}$ = 0,135 $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$), ом/м						
	толщина стенки трубопровода, мм						
	6	7	8	9	I0	II	I2
0,I46	5I,I6.I0^{-6}	44,I6.I0^{-6}	38,92.I0^{-6}	34,84.I0^{-6}	3I,59.I0^{-6}	28,93.I0^{-6}	26,72.I0^{-6}
0,I52	49,06.I0^{-6}	42,33.I0^{-6}	37,30.I0^{-6}	33,38.I0^{-6}	30,26.I0^{-6}	27,70.I0^{-6}	25,57.I0^{-6}
0,I59	46,8I.I0^{-6}	40,38.I0^{-6}	35,57.I0^{-6}	3I,82.I0^{-6}	28,83.I0^{-6}	26,39.I0^{-6}	24,36.I0^{-6}
0,I68	44,20.I0^{-6}	38,I2.I0^{-6}	33,57.I0^{-6}	30,03.I0^{-6}	27,20.I0^{-6}	24,88.I0^{-6}	22,95.I0^{-6}
0,I80	4I,I6.I0^{-6}	35,48.I0^{-6}	3I,23.I0^{-6}	27,92.I0^{-6}	25,28.I0^{-6}	23,II.I0^{-6}	2I,3I.I0^{-6}
0,I94	38,09.I0^{-6}	32,82.I0^{-6}	28,88.I0^{-6}	25,80.I0^{-6}	23,35.I0^{-6}	2I,34.I0^{-6}	I9,67.I0^{-6}
0,2I9	33,62.I0^{-6}	28,95.I0^{-6}	25,45.I0^{-6}	22,73.I0^{-6}	20,56.I0^{-6}	I8,78.I0^{-6}	I7,30.I0^{-6}
0,245	29,97.I0^{-6}	25,79.I0^{-6}	22,56.I0^{-6}	20,23.I0^{-6}	I8,28.I0^{-6}	I6,69.I0^{-6}	I5,37.I0^{-6}
0,273	26,82.I0^{-6}	23,07.I0^{-6}	20,22.I0^{-6}	I8,08.I0^{-6}	I6,34.I0^{-6}	I4,9I.I0^{-6}	I3,72.I0^{-6}
0,299	24,44.I0^{-6}	2I,02.I0^{-6}	I8,46.I0^{-6}	I6,46.I0^{-6}	I4,87.I0^{-6}	I3,56.I0^{-6}	I2,48.I0^{-6}
0,325	22,46.I0^{-6}	I9,30.I0^{-6}	I6,94.I0^{-6}	I5,II.I0^{-6}	I3,64.I0^{-6}	I2,44.I0^{-6}	II,44.I0^{-6}
0,35I	20,76.I0^{-6}	I7,84.I0^{-6}	I5,65.I0^{-6}	I3,95.I0^{-6}	I2,6I.I0^{-6}	II,49.I0^{-6}	I0,56.I0^{-6}
0,377	I9,30.I0^{-6}	I6,58.I0^{-6}	I4,56.I0^{-6}	I2,98.I0^{-6}	II,7I.I0^{-6}	I0,67.I0^{-6}	9,67.I0^{-6}
0,426	I7,05.I0^{-6}	I4,65.I0^{-6}	I2,86.I0^{-6}	II,45.I0^{-6}	I0,39.I0^{-6}	9,474.I0^{-6}	8,648.I0^{-6}
0,477	I5,20.I0^{-6}	I3,66.I0^{-6}	II,45.I0^{-6}	I0,20.I0^{-6}	9,202.I0^{-6}	8,385.I0^{-6}	7,70I.I0^{-6}
0,529	I3,69.I0^{-6}	II,76.I0^{-6}	I0,9I.I0^{-6}	9,I77.I0^{-6}	8,277.I0^{-6}	7,538.I0^{-6}	6,927.I0^{-6}
0,620	II,67.I0^{-6}	I0,0I.I0^{-6}	8,778.I0^{-6}	7,8I3.I0^{-6}	7,042.I0^{-6}	6,4I6.I0^{-6}	5,890.I0^{-6}
0,720	I0,03.I0^{-6}	8,6I0.I0^{-6}	7,542.I0^{-6}	6,7I3.I0^{-6}	6,05I.I0^{-6}	5,508.I0^{-6}	5,056.I0^{-6}
0,820	8,795.I0^{-6}	7,550.I0^{-6}	6,6I4.I0^{-6}	5,887.I0^{-6}	5,305.I0^{-6}	4,828.I0^{-6}	4,43I.I0^{-6}
0,920	7,835.I0^{-6}	6,723.I0^{-6}	5,887.I0^{-6}	5,24I.I0^{-6}	4,722.I0^{-6}	4,297.I0^{-6}	3,924.I0^{-6}
I,020	7,06I.I0^{-6}	6,059.I0^{-6}	5,367.I0^{-6}	4,722.I0^{-6}	4,255.I0^{-6}	3,872.I0^{-6}	3,553.I0^{-6}

$R_{п12}$ и $R_{п21}$ – взаимные переходные сопротивления, ом.м, между первым и вторым сооружениями и соответственно между вторым и первым сооружениями, определяемые по формулам:

$$R_{п12} = \frac{\rho_{г1}}{\pi}\left\{0{,}116 - \ln\left[\sqrt{\alpha_1\alpha_2}\sqrt[4]{\left(R_{12}^2+\frac{1}{4}D_2^2\right)\left(R_{12}^2+4h_2^2\right)}\right]\right\}$$

и

$$R_{п21} = \frac{\rho_{г2}}{\pi}\left\{0{,}116 - \ln\left[\sqrt{\alpha_1\alpha_2}\sqrt[4]{\left(R_{12}^2+\frac{1}{4}D_1^2\right)\left(R_{12}^2+4h_1^2\right)}\right]\right\},$$

где $\rho_{г1}$ и $\rho_{г2}$ – удельные сопротивления грунтов по трассе первого и второго сооружений, ом.м;

α_1 и α_2 – постоянные распространения тока соответственно для первого и второго сооружений, 1/м;

h_1 и h_2 – глубины залегания сооружения, м;

R_{12} – расстояние между сооружениями, м;

D_1 и D_2 – диаметры сооружений (при D_1 и $D_2 \leq 0{,}1$ и $R_{п12} = R_{п21}$), м.

IУ.25. Если сооружения параллельные, R_{12} равно расстоянию между ними. Если сооружения пересекаются, расстояние между ними определяют графически. Это расстояние принимают равным половине суммы расстояний от концов сооружений до биссектрисы угла между ними.

IУ.26. Пересекающиеся соседние сооружения заменяют одним эквивалентным в том случае, когда угол пересечения между ними составляет не более 45^0.

IУ.27. За направление эквивалентного сооружения принимают биссектрису угла, образуемого пересекающимися сооружениями.

IУ.28. Входное сопротивление эквивалентного сооружения $Z_{вэ}$ ом м, определяют по формуле

$$Z_{вэ} = \frac{1}{2}\sqrt{R_{тэ}\cdot R_{пэ}}\,.$$

IУ.29. Постоянную распространения тока вдоль экви-

валентного сооружения $\alpha_э$ определяют по формуле

$$\alpha_э = \sqrt{\frac{R_{тэ}}{R_{пэ}}}.$$

IУ.30. Диаметр эквивалентного сооружения $D_э$, м, рассчитывают по формуле

$$D_э = \frac{\rho_м + \pi R_{тэ} \delta_э^2}{\pi \cdot R_{тэ} \cdot \delta_э},$$

где $\rho_м$ – удельное сопротивление материала сооружения, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$;

$\delta_э$ – толщина стенки эквивалентного сооружения, определяемая как среднеарифметическая величина толщин стенок двух сооружений, мм.

IУ.31. Длину эквивалентного сооружения $\ell_э$, м, определяют по формуле

$$\ell_э = R_{пэ} \frac{\frac{R_{п1}}{\ell_1} + \frac{R_{п2}}{\ell_2} - \frac{R_{п12}}{\ell_1} - \frac{R_{п21}}{\ell_2}}{\frac{R_{п1}}{\ell_1} \cdot \frac{R_{п2}}{\ell_2} \cdot \frac{R_{п12}}{\ell_1} \cdot \frac{R_{п21}}{\ell_2}}.$$

IУ.32. Поверхность эквивалентной схемы, замещающей коммуникации промышленной площадки, определяют по эквивалентным диаметру и длине, составляющим схему сооружений.

IУ.33. Силу защитного тока, а, определяют:

а) по общей поверхности действительного объекта:

$$J_д = j_з \cdot S_д \cdot K_о,$$

б) по поверхности эквивалентного контура:

$$J_э = j_з \cdot S_э \cdot K_о,$$

где $j_з$ – защитная плотность тока, $ма/м^2$;

$S_д$ – поверхность контакта действительного объекта с грунтом, $м^2$;

$S_э$ – поверхность контакта эквивалентного контура с грунтом, $м^2$;

K_o – коэффициент оголенности коммуникаций.

IУ.34. Величину K_o, учитывающую общую площадь оголения поверхности подземных коммуникаций, определяют по графикам (рис.IУ.2).

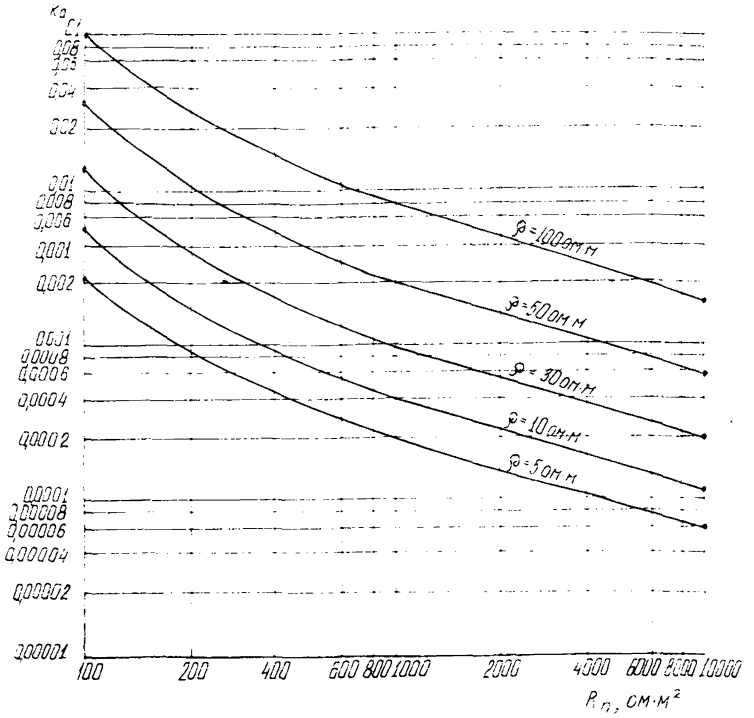

Рис.IУ.2. Расчетная зависимость площади оголения подземных трубопроводов от их переходного сопротивления

IУ.35. Защитную плотность тока для стальных трубопроводов в различных условиях определяют по табл.IУ.5.

IУ.36. Для вновь укладываемых трубопроводов качество изоляционного покрытия должно удовлетворять требова-

ниям дефектоскопического контроля. В этом случае величину K_0 определяют по формуле

$$K_0 = 0{,}16 \cdot 10^{-7}\frac{n}{D},$$

где n - число пробоев изоляции на 10 м трубы;

D - диаметр трубы, м.

Таблица IУ.5

Тип грунта	Удельное сопротивление, ом·м	Защитная плотность тока, ма/м²
Влажная глинистая почва щелочного состава	До 15	33
Влажная глинистая почва нейтрального состава	До 15	160
Влажная глинистая почва с примесями песка	До 15	187
Сухая глинистая почва	100	8
Влажный торф кислого состава	До 15	160
Влажный иловатый грунт щелочного состава	До 15	370
Увлажненный песок	До 50	170
Другие типы грунта	10÷100	350-150

IУ.37. Силу тока УКЗ рассчитывают на начальный и конечный периоды эксплуатации катодных станций.

IУ.38. На начальный период эксплуатации для одной катодной станции сила защитного тока $J_н$, а, определяется по формуле

$$J_н = \frac{2\pi y\left[-\beta_з(U_o+\beta)+\sqrt{4\pi^2 y^2 \chi_в^2(U_o^2+2\beta U_o)+\beta^2\rho_з^2}\right]}{4\pi^2 y^2 \chi_в^2-\rho_з^2},$$

а для смежных УКЗ по формуле

$$y_н = \frac{2\pi y\left\{-\rho_з(U_о+\beta)+\sqrt{4\pi^2y^2z_б^2\left[U_о^2-U_м^2+2\beta(U_о-U_м)+\rho_з^2(U_м+\beta)^2\right]}\right\}}{4\pi^2y^2z_б^2-\rho_з^2},$$

где $U_о$ - максимальная (по абсолютной величине) допустимая наложенная разность потенциалов "труба-земля", в;

$U_м$ - минимальная (по абсолютной величине) наложенная защитная разность потенциалов "труба - земля", в;

y - расстояние между трубопроводом (эквивалентным) и анодным заземлением, м;

β - постоянная величина, характеризующая нелинейность катодной поляризации (табл.IУ.6), в;

$z_б$ - входное сопротивление трубопровода (эквивалентного), ом;

$\rho_з$ - удельное сопротивление земли в поле токов катодной защиты, ом.м.

Таблица IУ.6

Состояние изоляционного покрытия	Значение постоянной величины β, в		
	солончаковые грунты ($\rho_г$ = 2-15 ом.м)	песчано-глинистые грунты	
		$\rho_г$ = 10-40 ом.м	$\rho_г$ = 40-100 ом.м
Отличное	-0,11	-0,1	-0,09
Хорошее	-0,08	-0,07	-0,06
Удовлетворительное	-0,045	-0,04	-0,035

IУ.39. Величина $\rho_з$ измеряется таким образом, чтобы расстояние между токовыми электродами А и В было равно y. При отсутствии данных за величину $\rho_з$ принимают среднее удельное сопротивление грунта на данном участке площадки.

IУ.40. Силу тока на конечный период эксплуатации катодных станций $J_к$, а, рассчитывают по формуле

$$J_к = \frac{U_o}{Z_в + \frac{\rho}{2\pi y}},$$

где y - расстояние между анодным заземлением и защищаемым сооружением (принимается различным в зависимости от схемы защиты), м.

IУ.41. При расположении сосредоточенных заземлений по периметру площадки для расчета $J_к$ берут y действительное, т.е. принятое для данной схемы (рис.IУ.3).

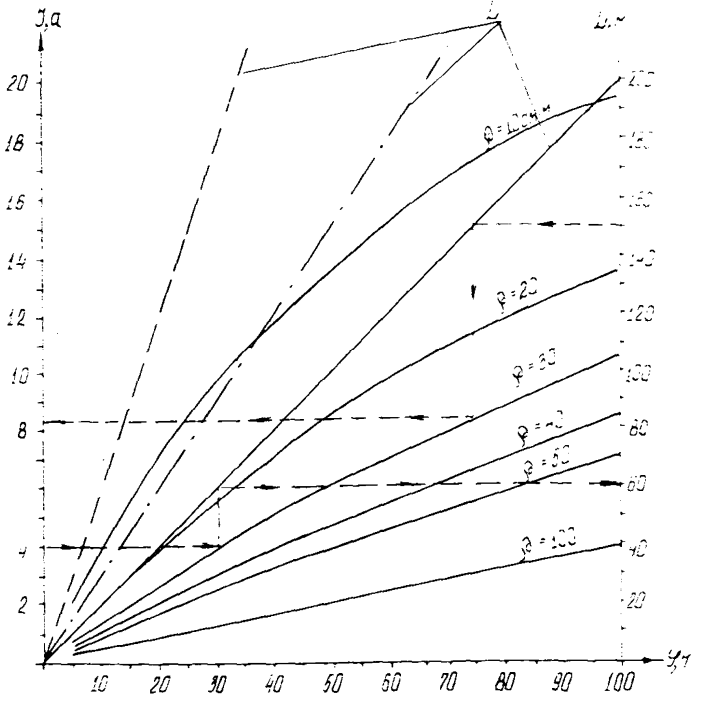

Рис.IУ.3. Номограмма для определения защитного тока одиночного протяженного подземного сооружения на территории насосных и компрессорных станций и нефтебаз (U_o = 0,7 в; Z = 0,02 ом; $R_{пер}$ (——) = 300 ом.м; $R_{пер}$ (-·-·-) = 500 ом.м; $R_{пер}$ (– – –) = 1000 ом.м)

IУ.42. При расположении рассредоточенных анодных заземлителей по территории промышленной площадки для расчета $\mathcal{J}_к$ берут y минимальное по кривым зависимости $y = f(\rho_г)$, приведенным на рис.IУ.4 .

IУ.43. Заземления с $y = 10$м можно перемещать в том случае, если сооружения имеют входное сопротивление не менее значений, указанных на рис.IУ.5 при соответствующем удельном сопротивлении грунта $\rho_г$.

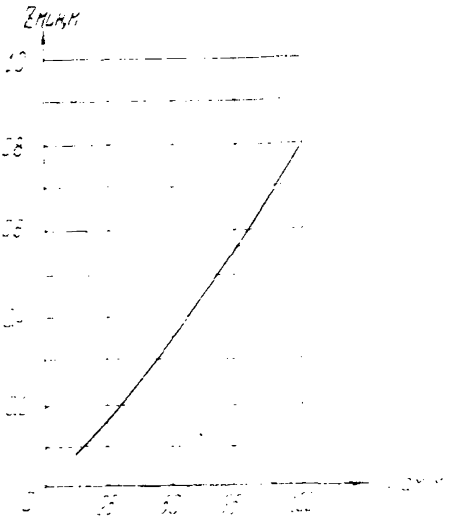

Рис.IУ.4. Зависимость допустимой величины входного сопротивления (Z) сооружения от удельного сопротивления грунта при расстоянии до анодного заземления 10 м

IУ.44. При защите одной катодной станцией одновременно коммуникаций площадки и магистрали для расчета $\mathcal{J}_к$ берут истинное значение y .

IУ.45. Общую силу тока $\mathcal{J}_о$, необходимую для защиты подземных коммуникаций сосредоточенного объекта, принимают равной наибольшему из расчетных значений: $\mathcal{J}_g$, $\mathcal{J}_t$ и $\mathcal{J}_к$.

IУ.46. Напряжение катодной станции U , в, определяют по формуле

$$U = \mathcal{J}(Z_в + R_з + r_{пр}),$$

где $R_з$ - сопротивление растеканию анодного заземления, ом;

$r_{пр}$ - сопротивление соединительных проводов, ом;

$\mathcal{J}$ - защитный ток, равный $\frac{\mathcal{J}_о}{n}$ (n - количество станций катодной защиты), а.

IУ.47. Мощность катодной станции определяют по величине тока на конечный период эксплуатации.

Протекторная защита

IУ.48. Для расчета катодной защиты с помощью протекторных установок необходимы следующие исходные данные:

диаметр резервуара D_p, м;

площадь днища стального резервуара S_g, $м^2$;

тип и качественное состояние изоляционного покрытия;

естественная разность потенциалов "днище-земля" U_e, в;

удельное сопротивление грунта около резервуара ρ_r, ом·м.

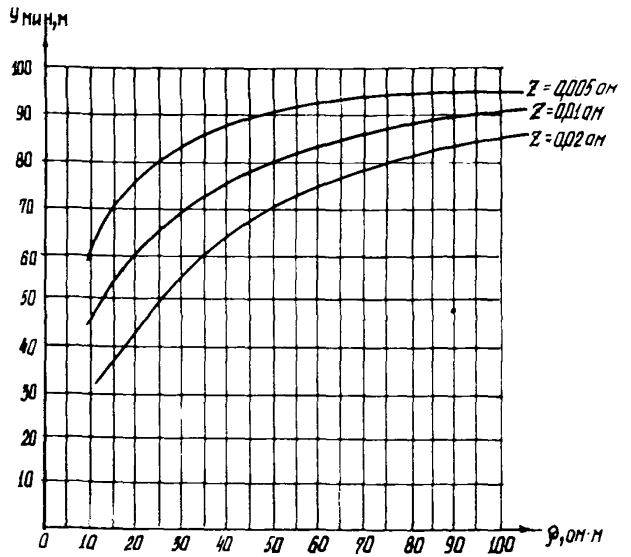

Рис.IУ.5. Зависимость минимального расстояния до анодного заземления от удельного сопротивления грунта

IУ.49. При расчете одиночной протекторной установки последовательно определяют следующие параметры:

переходное сопротивление протектора $R_п$, ом;

силу тока протектора $J_п$, а;

силу тока, необходимую для защиты днища резервуара $J_р$, а;

количество протекторов, необходимое для защиты днища N , шт.;

расстояние между одиночными протекторами $l_п$, м;

срок службы протектора T , годы.

IУ.50. Переходное сопротивление $R_п$, ом, одиночного протектора равно:

$$R_п = R_р + R_{пол},$$

где $R_р$ – сопротивление растеканию одиночного протектора, ом;

$R_{пол}$ – поляризационное сопротивление протектора, ом.

IУ.51. Сопротивление растеканию протектора, устанавливаемого вертикально в активаторе, вычисляется по формуле

$$R_{рв} = \frac{\rho}{2\pi l_а}\left(\ln\frac{2l_а}{d_а} - \frac{1}{2}\ln\frac{4h+l_а}{4h-l_а} + \frac{\rho_а}{\rho}\ln\frac{d_а}{d}\right)$$

$$\left(\text{при } l_а \gg \frac{d_а}{2} \text{ и } h \gg \frac{l_а}{4}\right),$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, окружающего протектор, ом.м;

$\rho_а$ – удельное сопротивление активатора, ом.м (для протектора типа ППА-5 $\rho_а$ = 1,6 ом.м);

$d_а$ – диаметр столба активатора, м;

$l_а$ – высота столба активатора, м;

d – диаметр протектора, м;

h – глубина установки протектора, м.

IУ.52. При установке протектора в активаторе горизонтально в грунт сопротивление растеканию протектора $R_{рг}$, ом, вычисляется по формуле

$$R_р = \frac{\rho}{2\pi l_а}\left(\ln\frac{2l_а}{d_а} + \frac{\rho_а}{\rho}\ln\frac{d_а}{d}\right)$$

$$\text{при } h > l_а, \quad l_а \gg d_а$$

IУ.53. Для применяемых в настоящее время протекторов ШПА-5 сопротивление растеканию, ом, определяется по формулам: $R_{pB} \approx 0{,}47\,\rho_r$ (при $\rho_r \gg 4$ ом м)
$R_{pr} \approx 0{,}06\,\rho_r$ (при $\rho_r \gg 27$ ом м).

IУ.54. Величина поляризационного сопротивления протектора, $R''_{пол}$, ом, определяется по формуле

$$R''_{пол} = \frac{R'_{пол}}{S_п},$$

где $R'_{пол}$ – поляризационное сопротивление, величина которого берется по кривой рис.IУ.6, ом.дм^2;
$S_п$ – рабочая поверхность протектора, дм^2 (для протектора типа ШПА-5 $S_п$ = 2I,7 дм^2).

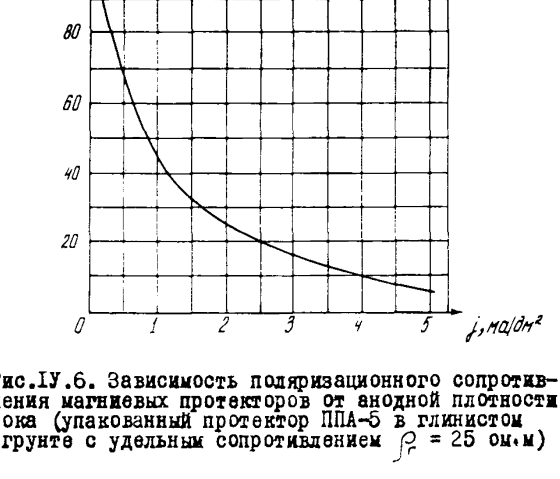

Рис.IУ.6. Зависимость поляризационного сопротивления магниевых протекторов от анодной плотности тока (упакованный протектор ППА-5 в глинистом грунте с удельным сопротивлением ρ_r = 25 ом.м)

IУ.55. Сила тока протектора, а, определяется по формуле

$$I_п = \frac{U_п - U_г}{R_г + r_{пр} + R}$$

где $U_п$ – электродный потенциал протектора, в;

$U_е$ – естественная разность потенциалов "днище – земля", в;

$R_д$ – переходное сопротивление днища резервуара, ом;

$r_{пр}$ – сопротивление провода, соединяющего протектор с резервуаром, ом;

$R_п$ – переходное сопротивление протектора, ом.

Значения $U_п$ и $U_е$ определяют по одноименному электроду сравнения.

IУ.56. Переходное сопротивление днища резервуара $R_д$, ом, определяют по формуле

$$R_д = \frac{\rho_г}{2 D_р},$$

IУ.57. Электрическое сопротивление соединительного провода от протектора к резервуару $r_{пр}$, ом, определяют по формуле

$$r_{пр} = \rho \frac{\ell}{S},$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление металла провода, $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$ (для меди – 0,0175, для алюминия – 0,029, для железа – 0,135);

ℓ – длина соединительного провода, м;

S – сечение провода, $мм^2$.

IУ.58. Силу тока протектора определяют в первом приближении и без учета поляризационного сопротивления по значению $R_р$ вместо $R_п$. Затем по найденному значению тока вычисляют плотность тока и соответствующую ей величину $R_п$.

Во втором приближении силу тока протектора определяют с учетом поляризационного сопротивления по значению $R_п$.

IУ.59. Силу тока, необходимую для защиты днища резервуара, рассчитывают по формуле

$$J_р = j_м \cdot S_д,$$

где $j_м$ – минимальная защитная плотность тока, 0,01 ÷ 0,02 $а/м^2$;

IУ.60. Площадь днища резервуара $S_д$, м^2, определяют по формуле

$$S_д = 0,785\ D_р^2,$$

где $D_р$ - диаметр резервуара, м.

IУ.61. Количество протекторов, необходимых для защиты днища резервуара, определяют по формуле

$$N = \frac{J_р}{J_п},$$

IУ.62. При однородных грунтах протекторы устанавливают на одинаковом расстоянии $l_п$, м, друг от друга:

$$l_п = \frac{\pi(D_р + 2y_п)}{N},$$

где $y_п$ - расстояние между протектором и краем резервуара, м.

IУ.63. Срок службы протектора T, годы, вычисляют по формуле

$$T = \frac{G \cdot g \cdot \eta_и \cdot \eta_п}{8760 \cdot J_{п\,ср}},$$

где G - вес протектора, кг;

g - электрический эквивалент материала протектора, а·ч/кг;

$\eta_п$ - к.п.д. протектора;

$\eta_и$ - коэффициент использования протектора;

$J_{п\,ср}$ - среднее значение силы тока, стекающего с протектора за период его работы, а;

$$J_{п\,ср} = \frac{J_{пн} + J_{пк}}{2},$$

где $J_{пн}$, $J_{пк}$ - силы тока соответственно в начальный и конечный периоды работы протектора, а.

IУ.64. Коэффициент полезного действия протектора $\eta_п$ зависит от плотности анодного тока, состава сплава протектора и состава активатора. Для магниевых протекторов типа МГА, устанавливаемых в активаторе из сернокислого магния (35%), сернокислого кальция (15%) и глины (50%), смешанных с водой, значение к.п.д. в зависимости от анодной плотности тока берут по графику (рис.IУ.7).

IУ.65. Коэффициент использования материала протекторов зависит от размеров и конструкции протекторов (для магниевых протекторов η_u = 0,95).

IУ.66. При расчете групповой протекторной установки, кроме параметров, определяемых для одиночной протекторной установки, находят следующие:

а) переходное сопротивление групповой протекторной установки;

б) силу тока групповой протекторной установки;

в) расстояние между групповой протекторной установкой и резервуаром.

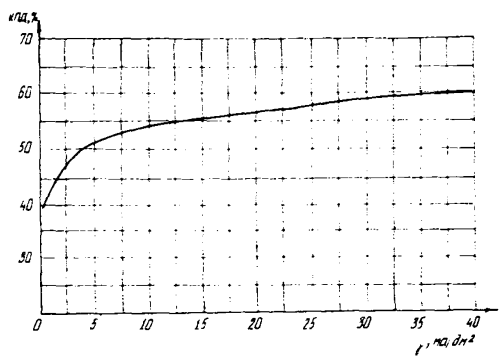

Рис.IУ.7. Зависимость к.п.д. магниевого протектора от анодной плотности тока

IУ.67. Количество протекторов в группе определяют методом последовательного приближения. Сначала находят приближенное количество протекторов в группе, которое затем уточняют.

IУ.68. Первоначальное количество протекторов в группе $N_н$ вычисляют по формуле

$$N_н = \frac{J_г}{0{,}6 \cdot J_п},$$

где $J_г$ – сила тока, которую необходимо получить от групповой протекторной установки, а.

IУ.69. При защите днища резервуара одной протекторной групповой установкой $J_г = J_р$. В общем случае

$$J_г = \frac{1}{n} \cdot J_р ,$$

где n – число групповых протекторных установок для защиты днища одного резервуара.

IУ.70. Сопротивление растеканию групповой протекторной установки $R_{пг}$, ом, вычисляют по формуле

$$R_{пг} = \frac{R_п}{N_н \cdot \eta_в} ,$$

где $R_п$ – переходное сопротивление одного протектора, ом;

$N_н$ – первоначальное количество протекторов в группе;

$\eta_в$ – коэффициент экранирования протекторов в группе.

IУ.7I. Коэффициент экранирования для применяемых упакованных протекторов ППА-5 определяют по кривым рис.IУ.8 или вычисляют по формуле

$$\eta_в = \frac{R_п}{R_{ср}} .$$

$$R_{ср} = \frac{R_{вк} + R_{вц}}{2} ,$$

где $R_{вк}$ и $R_{вц}$ – сопротивления растеканию крайнего и центрального протекторов (протекторы находятся вертикально в грунте), ом, определяемые по формулам:

$$R_{вк} = R_n + \frac{\rho_r}{2\pi \ell_a} \sum_{i=1}^{i=N-1} \left[\ln \frac{\frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + \frac{\ell_a^2}{4}}}{ia} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \ln \frac{2h + \frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + (2h + \frac{\ell_a}{2})^2}}{2h - \frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + (2h - \frac{\ell_a}{2})^2}} \right];$$

$$R_{вц} = R_n + \frac{\rho_r}{2\pi \ell_a} \sum_{i=1}^{i=\frac{N-1}{2}} \left[\ln \frac{\frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + \frac{\ell_a^2}{4}}}{ia} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \ln \frac{2h + \frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + (2h + \frac{\ell_a}{2})^2}}{2h - \frac{\ell_a}{2} + \sqrt{(ia)^2 + (2h - \frac{\ell_a}{2})^2}} \right],$$

где h – глубина заложения протектора, м;

ℓ_a – высота столба активатора, м;

a – расстояние между серединами соседних протекторов, м;

N – количество протекторов в протекторной установке.

IУ.72. Сила тока групповой протекторной установки $J_{пг}$, а, определяется по формуле

$$J_{пг} = \frac{U_n - U_e}{R_p + r_{пр} + R_{пг}},$$

где U_n – электродный потенциал протектора, в;

U_e – естественная разность потенциалов "днище – земля", в;

$R_{пг}$ – переходное сопротивление групповой протекторной установки, ом;

$r_{пр}$ – сопротивление проводника, соединяющего протекторную установку с резервуаром, ом;

R_p – переходное сопротивление днища резервуара, ом.

IУ.73. Расчет величины тока групповой протекторной установки следует проводить с учетом поляризационного сопротивления протекторов.

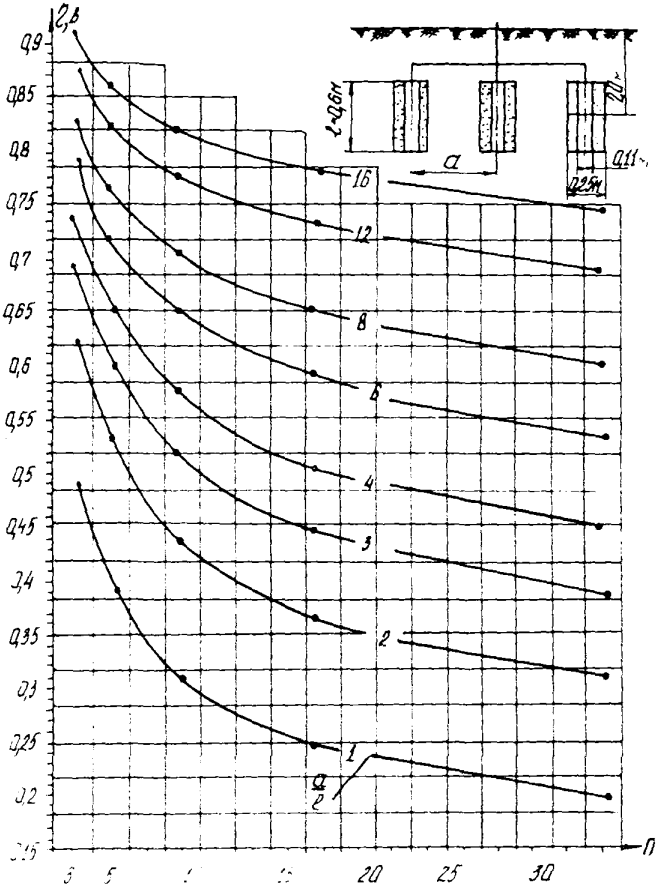

Рис.IУ.8. Зависимость коэффициента экранирования вертикальных упакованных протекторов $\eta_в$ от числа электродов n

IУ.74. Первоначальное количество протекторов уточняется после определения силы тока групповой установки по формуле

$$N_к = \frac{J_г \cdot N_п}{J_{пр}}.$$

IУ.75. Если уточненное количество протекторов в группе $N_к$ отличается от первоначального количества протекторов в группе $N_п$ более, чем на один протектор, то расчет $J_{пр}$ и $R_{пр}$ необходимо скорректировать в соответствии с величиной $N_к$.

IУ.76. Расстояние между групповой протекторной установкой и резервуаром $J_г$, м, должно быть не менее величины, вычисляемой по формуле

$$J_г = \frac{J_{пр} \cdot \rho_г}{2\pi(U_0 - J_{пр} \cdot Z_в)},$$

где U_0 - наложенная максимальная разность потенциалов "днище-земля", в;

$Z_в$ - входное сопротивление днища резервуара, ом.

V. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Монтаж

У.I. Установку электрозащиты монтируют в соответствии с требованиями СНиПа Ш-П.6-62.

У.2. Работы по монтажу установок электрозащиты должны, как правило, выполнять специализированные организации.

У.3. Все отклонения от проекта электрозащиты допускаются лишь при предварительном согласовании с организацией, осуществляющей проектирование.

У.4. Катодные станции и дренажи можно устанавливать:

а) на наружной стене здания;

б) на железобетонной и деревянной опоре;

в) на фундаменте или на стальном каркасе КСС-I200.

Дренажи можно монтировать в специальном шкафу, установленном на кирпичном или бетонном фундаменте.

У.5. При монтаже установок катодной защиты выполняют следующие работы:

а) устройство заземлений;

б) строительство и монтаж линии питания;

в) устройство катодного вывода.

У.6. Монтажные работы по установке катодной станции включают:

а) подготовку катодной станции к монтажу (проверка электрической части катодной станции на месте монтажа в соответствии с проектом);

б) установку катодной станции на месте монтажа в соответствии с проектом;

в) подключение дренажного провода и пробное включение.

У.7. При монтаже совместной катодной защиты подземных коммуникаций дополнительно выполняют следующие работы:

а) устройство кабельных перемычек между сооружениями;

б) устройство контрольных пунктов подключения;

в) подключение перемычек к сооружениям.

У.8. Устройство анодного заземления включает следующие работы:

а) рытье траншеи (глубину и ширину берут по проекту);

б) бурение скважины под электроды;

в) установку электродов в скважинах и засыпку их коксовой мелочью;

г) сварку вертикальных электродов с горизонтальной полосой и засыпку полосы коксовой мелочью;

д) приварку к анодному заземлению кабеля (провода) идущего к катодной станции и в контрольно-измерительную колонку;

е) установку контрольно-измерительной колонки в месте устройства анодного заземления.

У.9. После засыпки траншеи проверяют сопротивление растекания анодного заземления.

У.10. При сопротивлении растеканию, большем, чем предусмотрено проектом, устанавливают дополнительные электроды, после чего засыпают траншею.

У.11. Работы по устройству катодного и дренажного вывода начинают с отрытия над трубопроводом шурфа 1,5 х 2 м и глубиной до 2 м.

У.12. Шурфы можно отрывать экскаватором ЭТН-124.

У.13. Экскаватором ЭТН-124 можно также отрывать траншеи для прокладки соединительного кабеля (провода) между местом установки электрозащитного устройства и подземными коммуникациями.

У.14. После отрытия шурфа в верхней части трубопровода снимают изоляционное покрытие и зачищают стенки трубопровода до блеска. После этого приваривают контактный узел к стенке трубопровода в виде скобы или отрезка стального стержня.

У.15. Стальной стержень приваривают методом термитной сварки с использованием железного термита. К стержню подключают соединительный провод, приваривая его медным термитом или припаивая оловянным припоем.

У.16. После подключения соединительного провода и укладки его в траншею место приварки изолируют битумом и засыпают шурф и траншею.

У.17. В качестве соединительного кабеля может быть использован любой изолированный кабель общим сечением не менее 70 мм^2. Преимущественно рекомендуется применять шланговый силовой кабель типа КРПТ, СБ или АСБ.

У.18. В качестве соединительного провода при катодной защите можно использовать провод марки АПВ.

У.19. Для обеспечения механической прочности электрическую перемычку между сооружениями выполняют много - жильным медным проводом сечением не менее 25 мм^2.

У.20. При подключении кабеля к трубопроводу кабельный наконечник плотно затягивают под болт фланцевого соединения.

У.21. К рельсам железных дорог кабель можно подключать специальной струбциной, обжимающей подошву рельса,

или с помощью болтов с шайбами, пропускаемых между жилами стыкового соединителя. В случае сварных стыков используют отверстия в полках рельсов у стыков.

У.22. Опытное включение дренажа согласовывают с организациями, эксплуатирующими электротранспорт, и выполняют в присутствии их представителей.

У.23. Для установки протекторов в грунте нужно отрыть скважину ручным или механическим буром. Диаметр скважины - от 250 до 320 мм, глубина - от 1,5 до 3,5 м, в зависимости от влажности грунтов.

У.24. Размеры скважины для установки упакованного протектора должны обеспечивать возможность свободного опуска упакованного протектора и послойной трамбовки грунта при засыпке.

У.25. Для ручного бурения применяют бурофрез Иншакова или бурофрез Иншакова с приводом через гибкий вал и специальный редуктор.

У.26. Для механизированного бурения применяют бурильные машины БКГМ-63А, БИК-9 или БКМ на базе автомобиля ЗИЛ-164.

Примечание. Способ образования скважины для установки упакованных протекторов зависит от наличия механизмов, характера грунтов и объема предстоящих работ.

У.27. После опуска упакованного протектора скважину засыпают грунтом вручную с послойной утрамбовкой ручными трамбовками.

У.28. Упакованные протекторы, доставляемые к месту установки, вынимают из бумажных мешков непосредственно перед опуском их в скважину.

У.29. Упакованный протектор с помощью стальной 5-миллиметровой проволоки, загнутой на одном конце в виде крючка, захватывают за петлю хлопчатобумажного мешка, опускают в скважину и устанавливают в центре ее.

У.30. После того как упакованный протектор достигнет дна скважины, его удерживают в центральном положении относительно скважины, которую начинают засыпать до момента фиксации упакованного протектора грунтом.

У.31. После закрепления протектора грунтом проволоку освобождают и вытаскивают из скважины. Скважину досыпают грунтом и осторожно утрамбовывают, чтобы не повредить протектор и провода.

У.32. В солончаках , а также в сухих грунтах (при глубоком залегании грунтовых вод) после установки протектора и засыпки его грунтом в скважину заливают 2-3 ведра воды, затем полностью ее засыпают грунтом с послойной утрамбовкой.

У.33. Если подвоз воды к месту установки упакованных проекторов затруднен, допускается сначала окунуть его в бачок с водой для увлажнения, после чего опустить в скважину, засыпать грунтом и послойно утрамбовать.

У.34. Для контроля за работой протекторных установок их соединяют с резервуаром через контрольно-измерительную колонку. Число колонок и места их установки на трассе трубопровода определяют проектом.

У.35. Провод к резервуару подключают с помощью термитной приварки.

Наладка

У.36. Эффективность действия опытного дренажа определяют по результатам измерений потенциалов защищаемого участка подземных коммуникаций объекта.

У.37. Объем измерений, выполняемых при опытном включении электрозащиты, определяет организация, проектирующая защиту. Порядок измерений излагается в программе, которая должна быть составлена перед началом работ.

У.38. В программе измерений указываются режимы работы установки электрозащиты, пункты измерений, продолжительность измерений в каждом пункте и места размещения самопишущих и показывающих приборов.

У.39. Продолжительность испытаний опытного дренажа зависит от местных условий и может составлять от нес - кольких десятков минут до нескольких часов. Испытания необходимо проводить в период максимальных нагрузок электротранспорта.

У.40. Если включением дренажа не удается защитить всю сеть подземных сооружений и на отдельных участках остаются анодные зоны, то в комплексе с электродренажной защитой испытывают катодные станции.

У.41. При включении в работу катодной установки на приборах станции устанавливают заданные силу тока и напряжение.

У.42. Измеряют разность потенциалов "сооружение - земля" в точке дренажа и против анодного заземления. Полную защиту всего участка защищаемых коммуникаций обеспечивают, изменяя ток катодной станции таким образом, чтобы измеренная разность потенциалов на них находилась в допустимых пределах.

У.43. Измерения разности потенциалов "труба-земля" на сооружениях и в контрольно-измерительных колонках позволяют выявить участки, где не обеспечена полная защита.

У.44. В местах неполной защиты следует установить точечные заземлители либо протекторы.

У.45. Перед подключением протекторных установок к резервуару измеряют исходную разность потенциалов "сооружение-земля" компенсационным методом приборами УКИП-56 конструкции ВНИИСТа или М-231. Правила работы с потенциометрами излагаются в инструкциях, прилагаемых к приборам.

У.46. Провод, идущий от резервуара, подсоединяют к минусу потенциометра , а к плюсу потенциометра - медносульфатный электрод на длинном проводе.

У.47. Разность потенциалов "сооружение-земля" измеряют по периметру резервуара с установкой электрода сравнения в землю рядом со стенкой последнего, на расстоянии 10-20 см от нее или от бетонной площадки резервуара (рис.У.1). Измерения производят в восьми точках, расположенных на равных расстояниях друг от друга.

У.48. После подключения протекторных установок к резервуару измеряют разность потенциалов "днище-грунт" защищенного резервуара по ранее указанной методике.

У.49. Если во всех измеренных точках разность потенциалов не менее -0,87 в по медносульфатному электроду, то это говорит о полной защите днища резервуара. В точках, где разность потенциалов "днище-грунт" по абсолютной величине меньше -0,87 в или имеет положительное значение, необходимо дополнительно подключить протекторные установки.

У.50. Ток в цепи "протекторные установки - резервуар" или в отдельных протекторах измеряют приборами УКИП-56 конструкции ВНИИСТа, М-231 или другими миллиамперметрами с малым внутренним сопротивлением.

У.51. Приемку в эксплуатацию защитных устройств после пуско-наладочных работ необходимо оформить актом в соответствии с Правилами СНиПа Ш-А.10-62.

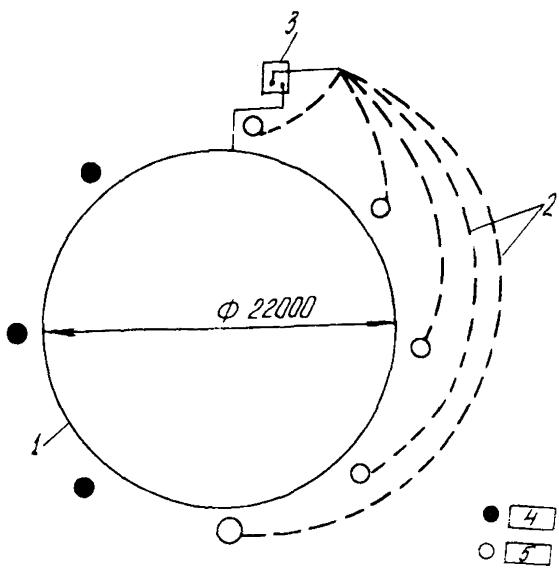

Рис.У.1. Схема измерения естественного и защитного потенциалов:

1-резервуар; 2-провод марки ПМВГ-0,75; 3-потенциометр; 4-точки измерения; 5-медносульфатный электрод

У.52. В акте приемочной комиссии должны быть указаны недоделки в принимаемых работах, если таковые имеются, а также способы и срок их устранения и предъявления к повторной приемке.

Эксплуатация

У.53. Эксплуатация устройств электрозащиты заключается в профилактическом обслуживании и проверке эффективности их работы и осуществляется по специальному графику.

У.54. Профилактическое обслуживание дренажных установок производится не реже трех раз в месяц, катодных станций - не реже одного раза в месяц.

У.55. При профилактическом обслуживании электроза - щитных установок выполняют следующие операции:

а) осмотр и очистку корпуса установки снаружи и изнутри (у катодных станций - с выемкой блока);

б) проверку исправности предохранителей и надежности их крепления;

в) проверку токоведущих частей оборудования на перегрев;

г) проверку плотности крепления контактов;

д) проверку защитного заземления станции катодной защиты и его сопротивления.

У.56. Не реже одного раза в год необходимо проверять состояние изоляции токоведущих частей катодной станции мегометром напряжением 500 или 1000 в с целью профилактики от коротких замыканий и поддержания рабо - тоспособности выпрямительного блока.

У.57. Все замеченные дефекты заносят в специальный журнал и устраняют в назначенные сроки.

У.58. Проверка эффективности действия электроза - щитных установок заключается в периодическом измерении разности потенциалов "сооружение-земля" на всех коммуникациях объекта, а также в периодическом контроле режима работы катодных станций и дренажей.

У.59. Разность потенциалов "сооружение-земля" на

всех коммуникациях объекта следует измерять не реже двух раз в год, а также при изменении режима работы электрозащитных установок.

У.60. Периодический контроль режима работы электрозащитных установок нужно проводить не реже двух раз в месяц при наличии дистанционного контроля, а при отсутствии его - не реже одного раза в неделю.

У.61. В процессе эксплуатации изолирующих фланцев необходимо систематически, не реже одного раза в месяц:

а) определять сопротивление изолирующих фланцев;

б) проверять путем электрических замеров эффективность действия фланцев;

в) проверять и регулировать ток в шунтирующих перемычках;

г) определять сопротивление растеканию токоотводов.

У.62. При электрических измерениях шунтирующие сопротивления и токоотводы, установленные на фланцах, отключают.

У.63. Сопротивление изолирующих фланцев $R_ф$, ом, можно определить по формуле

$$R_ф = \frac{\Delta V \cdot R \cdot \ell_n}{\Delta V_2},$$

где ΔV - среднее значение падения напряжения на фланцах, в;

ΔV_2 - среднее значение падения напряжения на участке подземного металлического сооружения, в;

R - сопротивление 1 м подземного металлического сооружения, ом;

ℓ_n - расстояние между точками измерения, м.

У.64. Сопротивление изолирующего фланца магистрального газо-,нефтепровода должно быть не менее 100 ом.

У.65. Эффективность действия фланцев определяют при синхронных замерах разности потенциалов "труба-земля" по обе стороны от фланца. Если фланцы исправны, синхронный замер показывает "скачок" потенциала.

У.66. Контрольные измерения потенциалов, токов и соп-

ротивления растеканию протекторов проводят один раз в квартал. Результаты всех измерений записывают в специальный журнал.

У.67. Периодическими измерениями контролируют работу протекторных установок и при резком изменении параметров (потенциала и тока) протекторов принимают меры к устранению неисправностей.

У.68. Сопротивление растеканию протекторов определяют измерительным прибором типа МС-08, который устанавливают горизонтально на твердом основании вблизи контрольно-измерительной колонки (рис.У.2). Клеммы E_1, $Э_1$ и E_2, $Э_2$ соединяют попарно перемычками. К ним подключают провода от протектора и от резервуара.

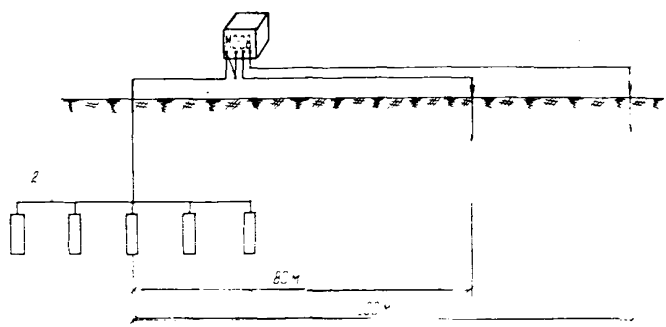

Рис.У.2. Схема измерения сопротивления растеканию группы протекторов:
1-измерительные электроды; 2-группа протекторов

У.69. Значительное увеличение сопротивления в цепи протекторных установок, по сравнению с ранее измеренными свидетельствует об увеличении сопротивления грунта, или об образовании плохо проводящей пленки на протекторе, или о вымывании грунтовыми водами солей из активатора. В этом случае протектор откапывают, очищают от продуктов коррозии и вновь погружают в свежий активатор.

VI ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

УI.I. Все работы, проводимые на территории компрессорных и насосных станций и нефтебаз, следует выполнять в соответствии с инструкцией по технике безопасности данного объекта.

УI.2. К выполнению работ по защите от коррозии допускаются лица, прошедшие инструктаж.

УI.3. Помимо инструктажа, проводится обязательное обучение всех сотрудников безопасным методам ведения работ.

УI.4. Запрещается выполнять работы:

а) в загазованных колодцах и помещениях;

б) при сильном тумане и во время грозы.

УI.5. Предохранители разрешается заменять лишь при снятом напряжении. Отсутствие напряжения проверяют вольтметром, контрольной лампой и т.д. Во всех случаях работать необходимо в диэлектрических перчатках.

УI.6. Запрещается устанавливать самодельные плавкие вставки.

УI.7. Высота подвески корпуса защитного устройства от земли до дна корпуса - I,2+I,5 м. При установке защитного устройства на фундаменте необходимо, чтобы цоколь фундамента возвышался над уровнем земли не менее, чем на I50 + 200 мм. В зонах возможного затопления или снеговых заносов установка защитных устройств на фундаментах не допускается.

УI.8. Отверстия в кожухах для прохода проводов и кабелей должны быть с изолирующими втулками.

УI.9. На клеммах внешних присоединений должны быть четкие надписи, позволяющие быстро найти каждый провод и кабель.

УI.I0. Дверцы корпусов защитных устройств следует запирать специальными замками.

УI.II. Концы кабелей, вводимых в корпуса электрозащитных устройств, помещают в трубы, нижнюю часть которых заглубляют в землю.

УI.I2. Корпуса защитных устройств, подключенных к сети переменного тока, подлежат заземлению. Защитное заземление выполняют в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок" Министерства энергетики и электрификации СССР (I965 г.).

УI.I3. Сопротивление растеканию электрического тока для защитного заземления при питании от сетей с напряжением до I000 в должно быть не более 4 ом.

УI.I4. Исправность защитного заземления станций катодной защиты проверяют контрольными измерениями и внешним осмотром при пуске станций в эксплуатацию.

УI.I5. Станции катодной защиты, питающиеся от воздушных линий электропередачи 6 кв и выше, должны иметь грозозащитные устройства - грозоразрядники и быстродействующие автоматы-выключатели.

УI.I6. К обслуживанию сетей электроснабжения с напряжением 40 в и выше должны допускаться только рабочие, имеющие квалификацию не ниже III группы, согласно "Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок станций и подстанций". Рабочие с квалификацией ниже III группы могут снимать показания приборов установок защиты без права обслуживания сетей электроснабжения.

УI.I7. Устройства электрозащиты подключают к источникам питания переменного тока (распределительные щитки, трансформаторные пункты, воздушные линии электропередачи низкого напряжения и др.) при согласии на подключение соответствующих организаций, которым подведомственны эти источники, и в присутствии их представителей. При этом необходимо выполнять требования данных организаций.

УI.I8. Шурфы на действующих трубопроводах и на резервуарах следует отрывать только при получении письменного разрешения эксплуатирующих организаций.

УI.I9. Термитная смесь и термитные спички нужно хранить раздельно в металлических ящиках в сухом помещении.

УI.20. Пакеты с термитной смесью и коробки с термитными спичками разрешается вскрывать только перед началом работ.

УI.2I. Термитные спички сушить запрещается.

УI.22. Повторно зажигать термитную смесь разрешается только после полного остывания продуктов горения предыдущей приварки.

УI.23. Работа без защитных очков запрещается.

УI.24. Расход термита и термитных спичек необходимо строго контролировать.

УI.25. Запрещается работать на участках, где наблюдается утечка газа, нефти и нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

I. Временные указания по применению анодных заземлений с малорастворимыми заземлителями. Изд.ЦНТИ Мингаз - прома, 1966.

2. Инструкция по совместной дренажной защите параллельных магистральных трубопроводов. Изд.ВНИИСТа Газпрома СССР, 1965.

3. Катодная защита от коррозии. Перевод с немецкого под ред. Притулы В.А. Госэнергоиздат, 1962.

4. КРАСНОЯРСКИЙ В.В. Электрохимический метод защиты металлов от коррозии. М., Машгиз, 1961.

5. КОТИК В.Г. Катодная защита магистральных трубопроводов. М., изд-во "Недра", 1964.

6. Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии. СНиП 266-63, М., 1964.

7. ПРИТУЛА В.А. Защита заводских подземных трубопроводов от коррозии. М., Металлургиздат, 1961.

8. Предложения по уточнению расчета параметров установок катодной защиты магистральных трубопроводов от почвенной коррозии. Изд. ЦНТИ Мингазпрома, 1966.

9. Рекомендации по определению и выбору значений переходных сопротивлений "труба-земля" изолированных трубопроводов. Изд.ЦНТИ Мингазпрома, 1966.

10. Справочник "Оборудование магистральных трубопроводов". М., Изд-во "Недра", 1965.

11. Указания по технологии и организации строительства электрозащиты магистральных трубопроводов. Изд.ЦНТИ Мингазпрома, 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
II. Порядок проектирования электрохимической защиты 4
III. Выбор общих схем защиты 6
Дренажная защита 6
Катодная защита 8
Протекторная защита 15
IУ. Определение защитных параметров 15
Дренажная защита 15
Катодная защита 22
Протекторная защита 32
У. Осуществление электрохимической защиты 41
Монтаж 41
Наладка 45
Эксплуатация 48
УI. Техника безопасности 51
Литература 53

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЭЛЕКТРОЗАЩИТЕ ПОДЗЕМНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ КОМПРЕССОРНЫХ
И НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И НЕФТЕБАЗ

Издание ОНТИ ВНИИСТа

Редактор В.И. Кавкова
Технический редактор Т.В. Берешева
Корректор Г.Ф. Меликова

Л-75597
Подписано в печать 8.5.1968 г.
Формат 84x108/16
Уч.-изд.л. 2,7
Печ.л.3,5
Бум.л.1,75
Тираж 1000экз.
Цена 16 коп.
Заказ74

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru