МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
СССР

УКАЗАНИЯ И НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

Том 22

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ

ВНТП 1-45-80
МЧМ СССР

1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
С С С Р

УКАЗАНИЯ И НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Том 22

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ

ВНТП I-45-80
МЧМ СССР

Утверждены Минчерметом СССР
(приказ № II48 от I0 декабря I980г.)

I98Iг.

"Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели энергохозяйства предприятий черной металлургии".

Том 22. "Методические указания по технологическому проектированию защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций".

ВНТП I-45-80 разработаны Украинским государственным институтом по проектированию металлургических заводов (Укргипромез) Министерства Черной металлургии СССР.

Нормы разработаны впервые.

ПЕРЕЧЕНЬ ТОМОВ

указаний и норм технологического проектирования и технико-экономических показателей энергетического хозяйства предприятий черной металлургии

№№ пп	Наименование тома	Номер тома	Разработчик	Обозначение
I	2	3	4	5
I	Металлургические заводы			
	Общезаводское теплосиловое хозяйство	I	Гипромез	ВНТП I-25-80 МЧМ СССР
	Воздуходувные станции (ВС)	2	ЦЭЧМ	ВНТП I-26-80 МЧМ СССР
	Газотурбинные расширительные станции (ГТРС)	3	ЦЭЧМ	ВНТП I-27-80 МЧМ СССР
	Теплосиловое хозяйство кислородно-конвертерных цехов	4	Гипромез	ВНТП I-28-80 МЧМ СССР
	Установки котлов-утилизаторов за сталеплавильными и нагревательными печами	5	ЦЭЧМ	ВНТП I-29-80 МЧМ СССР
	Испарительное охлаждение металлургических агрегатов	6	ВНИПИЧЭО	ВНТП I-30-80 МЧМ СССР
	Электрохозяйство	7	Гипромез	ВНТП I-31-80* МЧМ СССР
	Электроремонт	8	Гипромез	ВНТП I-32-80 МЧМ СССР
	Газовое хозяйство	9	Ленгипромез	ВНТП I-33-80 МЧМ СССР
	Кислородное хозяйство	I0	Укргипромез	ВНТП I-34-80 МЧМ СССР
	Производство защитных газов	II	Стальпроект	ВНТП 9-I-80 МЧМ СССР

I	2	3	4	5
	Водное хозяйство	I2	Гипромез	ВНТП I-35-80 МЧМ СССР
	Установки по приготовлению химически обработанной воды и организация водохимического режима энергообъектов	I3	ЦЭЧМ	ВНТП I-36-80 МЧМ СССР
	Очистные сооружения и защита водоемов	I4	ВНИПИЧЭО	ВНТП I-37-80 МЧМ СССР
	Гидрошламозолоудаление котельных установок	I5	ЮВЭЧМ	ВНТП I-38-80 МЧМ СССР
	Отопление, вентиляция и холодоснабжение	I6	Гипромез	ВНТП I-39-80 МЧМ СССР
	Защита атмосферы	I7	Гипромез	ВНТП I-40-80 МЧМ СССР
	Защита атмосферы. Очистка газов от пыли	I8	ВНИПИЧЭО	ВНТП I-4I-80 МЧМ СССР
	Технические средства управления производством	I9	Гипромез	ВНТП I-42-80 МЧМ СССР
	Энергоремонтные цехи	20	Гипромез	ВНТП I-43-80 МЧМ СССР
	Производственные базы энергоремонтных организаций	2I	Трест "Энергочермет" ЮВЭЧМ	ВНТП I-44-80 МЧМ СССР
	Защита подземных металлических сооружений и коммуникаций от коррозии	22	Укргипромез	ВНТП I-45-80 МЧМ СССР
2	Горнодобывающие предприятия	23	Гипроруда	ВНТП I3-5-80 МЧМ СССР
3	Окомкователъные и обогатительные фабрики			

I	2	3	4	5
	Окомкователъные фабрики	24	Механобр-чермет	ВНТП I9-53-80 МЧМ СССР
	Обогатительные фабрики	25	Механобр-чермет	ВНТП I9-54-80 МЧМ СССР
4	Агломерационные фабрики	26	Укргипромез	ВНТП 4-I-80 МЧМ СССР
5	Коксохимические предприятия	27	Гипрококо	ВНТПI7-5875-80 МЧМ СССР
6	Ферросплавные заводы	28	Гипросталь	ВНТП I0-5-80 МЧМ СССР
	Ферросплавные заводы. Защита атмосферы	29	Гипросталь	ВНТП I0-6-80 МЧМ СССР
7	Огнеупорные заводы	30	ВИО	ВНТП 20-I-80 МЧМ СССР
8	Метизные заводы	3I	Гипрометиз	ВНТП I2-I0-80 МЧМ СССР

Министерство черной металлургии (Минчермет СССР)	Указания и нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели энергохозяйства предприятий черной металлургии. Том 22. Методические указания по технологическому проектированию защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций	ВНТП I-45-80 МЧМ СССР

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящие "Указания и нормы технологического проектирования том 22. Методические указания по технологическому проектированию защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций" являются обязательными при проектировании всех видов подземных металлических сооружений и коммуникаций на площадках металлургических предприятий.

Внесены Государственным ордена Ленина союзным институтом по проектированию металлургических заводов (Гипромезом)	Утверждены Минчерметом СССР (приказ № I148 от 10 декабря 1980г.)	Срок введения в действие 1 октября 1981 г.

Настоящие "Методические указания по технологическому проектированию защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций" имеют целью обеспечить проведение единой технической политики при проектировании защиты от коррозии подземных металлических сооружений энергохозяйства предприятий черной металлургии и в какой-то мере заполнить пробел в нормативно-справочной документации в данном направлении.

Использование "Методических указаний" должно способствовать увеличению эффективности принимаемых технических решений, их унификации, внедрению в черную металлургию современных прогрессивных методов проектирования, способов защиты от коррозии, новейшего оборудования по защите, а также уменьшению затрат на строительство и эксплуатацию сооружений.

Предполагается, что в дальнейшем по мере получения данных эксплуатации и усовершенствования практики проектирования в "Методические указания" ежегодно будут вноситься изменения и дополнения.

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

I.I. Одним из важнейших факторов обеспечения бесперебойной работы подземных металлических кабелей, трубопроводов, резервуаров, кессонов и других металлических подземных сооружений, именуемых в дальнейшем подземными сооружениями, является своевременная и правильная защита их от подземной коррозии на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

I.2. Настоящие "Методические указания" освещают проектирование и предназначены для проектных организаций Министерства Черной металлургии СССР. Они обязательны при проектировании новых и реконструируемых предприятий и объектов черной металлургии.

I.3. Рекомендации "Методических указаний" распространяются на все виды сооружений, металлические конструкции которых находятся в непосредственном контакте с почвой или грунтом, и не распространяются на металлические сооружения, эксплуатирующиеся в морских условиях.

При разработке руководства учтены положения ГОСТ 9.015-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сору-

жения. Общие технические требования"; Инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства СН-202-76, имеющие отношение к подземным сооружениям; результаты научно-исследовательских работ, выполненные научными организациями и освещенные в периодической технической литературе; опыт проектных, строительных и эксплуатационных подразделений по защите от коррозии различных Министерств и ведомств СССР.

I.4. При проектировании средств защиты от коррозии подземных сооружений в зависимости от рассматриваемых объектов дополнительно к ГОСТ 9.015-74 и СН-202-76 должна приниматься во внимание нормативно-техническая и справочная документация, приведенная в приложении I.

I.5. Подземной коррозией называется процесс самопроизвольного перехода металла в окисленное состояние в подземных условиях в результате взаимодействия металла с окружающим грунтом. Первоначальной причиной такого взаимодействия является термодинамическая неустойчивость таких металлов как сталь, свинец и алюминий.

В обычных условиях, как правило, взаимодействие металла с компонентами грунта проходит по смешанному гомогенно-гетерогенному электрохимическому механизму, т.е. переход в окисленное состояние атомов металла сопровождается переходом электрических зарядов через границу раздела металл-грунт и имеет место зависимость интенсивности взаимодействия от электрического потенциала металла относительно грунта.

I.6. По характеристикам процесса взаимодействия металла подземного сооружения с грунтом подземная коррозия подразделяется на три основных типа коррозионных процессов: почвенную коррозию, коррозию, вызываемую макрогальваническими элементами, и коррозию, вызываемую блуждающими токами.

I.7. Почвенная коррозия представляет собой процесс, который развивается без какого-либо стороннего влияния.

Она наблюдается на образцах однородного металла с небольшой поверхностью, окруженной однородным по физико-химическим свойствам грунтом. Обязательными факторами протекания почвенной коррозии является присутствие в прилегающих к металлу слоях

грунта влаги и кислорода. Подземные сооружения металлургических предприятий обычно находятся в пределах толщи грунтов, относящихся к зоне аэрации, где источником кислорода служит атмосфера. Скорость или интенсивность почвенной коррозии в таких условиях определяется скоростью подвода (диффузии) кислорода к корродирующей поверхности металла.

I.8. Коррозия, вызываемая макрогальваническими элементами, возникает и развивается на подземном металлическом сооружении в том случае, когда различные части поверхности его находятся в грунтах с различными физико-химическими свойствами и по этой причине приобретают различный электрический потенциал относительно грунта. Поскольку различные участки поверхности сооружения соединены между собой металлом, а грунты, как правило, электропроводны, между ними как по металлу сооружения, так и в окружающих грунтах, протекает электрический ток. Само сооружение становится одновременно внешней короткозамкнутой цепью и электродами макрогальванического элемента, внутреннюю цепь которого составляет окружающая сооружение толща грунта. Коррозия, вызываемая макрогальваническими элементами, локализуется в определенных участках поверхности металла - там, где наблюдается наиболее низкий потенциал металла относительно земли. Такие участки называются анодными участками макрокоррозионных элементов. Интенсивность коррозии на анодных участках пропорциональна плотности тока, т.е. пропорциональна общему току, который, в свою очередь, зависит от сопротивления растеканию тока участков сооружения, являющихся электродами макрогальванического элемента. Таким образом, интенсивность коррозии, вызываемой макрогальваническими элементами, будет определяться степенью различия физико-химических свойств грунтов, прилегающих к разным участкам поверхности подземного металлического сооружения, и величиной сопротивления грунта в объеме, охватывающем весь макрогальванический элемент на сооружении.

Из общей теории коррозии с кислородной деполяризацией известно, что чем меньше скорость подвода кислорода к поверхности металла, тем более отрицательный электрический потенциал приобретает металл. В условиях металлургических предприятий подземные стальные сооружения обычно связаны с контурами заземлений, которые укладываются более глубоко чем, например, стальные трубопроводы. Поэтому в однотипных грунтах анодные участки образуе-

щихся макрогальванических элементов дифференциальной аэрации сосредоточиваются на электродах заземлений (в системе "стальные трубы - контуры заземлений"), не оказывая вредного действия на стальные подземные трубопроводы.

Опасные в коррозионном отношении макрогальванические элементы образовываются на сетях подземных стальных трубопроводов в следующих случаях:

1) Трубы на разных участках укладываются в различных грунтах или обратная засыпка труб выполнена разным грунтом.

2) Новый трубопровод врезается в сеть ранее существующих трубопроводов; анодные участки макрогальванических элементов в этом случае располагаются на новых трубах.

3) Пр.. переходе труб из бетона в грунт (при обетонке трубопроводов или на выходе из зданий и сооружений через железобетонные фундаменты). Здесь анодные участки с наибольшей интенсивностью коррозии располагаются на трубах в грунте вблизи выхода из бетона.

Особый вид макрогальванических элементов возникает в системах "подземные кабели с алюминиевой оболочкой - стальные контуры заземлений электроподстанций и трансформаторных пунктов". В любых грунтах электрический стационарный потенциал алюминиевой оболочки всегда более отрицателен, чем стационарный потенциал стальных электродов заземлений, и алюминий в дефектах изолирующих покровов кабелей всегда становится анодом. Концентрация тока гальваноэлемента в малых по размеру дефектах изолирующих покровов на оболочке является причиной больших плотностей анодного тока на поверхности оболочки, интенсивной коррозии, приводящей к быстрой перфорации оболочки и выходу кабеля из строя.

1.9. Коррозия, вызываемая блуждающими токами, возникает и развивается в том случае, когда подземные металлические сооружения территориально располагаются в зоне распространения постоянных или медленно меняющихся во времени электрических токов, протекающих в грунте под действием различных источников таких токов. Коррозия, вызываемая блуждающими токами, локализуется на тех участках подземных металлических сооружений, которые располагаются в зонах, где электрический потенциал грунта является наиболее отрицательным по сравнению с электрическими потенциалами грунта на остальных участках. Такие участки называются анодными.

ными.

Механизм коррозии, вызываемой блуждающими токами, во многом аналогичен механизму коррозии, вызываемой макрогальваническими элементами. Интенсивность коррозии блуждающими токами не имеет тесной связи с физико-химическими свойствами грунтов; она растет с увеличением линейных размеров подземного металлического сооружения, с увеличением плотности блуждающих токов в земле и уменьшается с увеличением электрического сопротивления грунта в пределах анодных участков. Так же как и токи макрогальванических элементов, блуждающие токи обладают свойством концентрироваться в дефектах изолирующего покрова, но интенсивность коррозионного действия их может быть во много раз больше, так как разность между наибольшим и наименьшим электрическими потенциалами грунта по трассе подземного сооружения, создаваемыми блуждающими токами, может быть во много раз больше максимальной разности стационарных потенциалов, являющейся причиной образования макрогальванических элементов.

Источники блуждающих токов в грунте разделяются на специальные, функциональные и случайные.

К специальным относятся металлические конструкции, предназначенные для стока электрического тока в грунт или возврата его (заземления линий электроснабжения по системе "провод-земля" и т.д.).

Функциональные источники - это заземленные металлические конструкции, которые являются проводниками электрического тока или находятся под электрическим потенциалом относительно земли и такое состояние конструкций технологически необходимо (например, рельсовые пути трамвая и электрифицированных на постоянном токе железных дорог).

К случайным относятся различные технологические установки, работающие на постоянном токе, в цепи которых возникают утечки тока, не являющиеся необходимыми для нормального хода технологического процесса.

На подземные металлические сооружения металлургических предприятий оказывают влияние функциональные и случайные источники блуждающих токов. Первые представлены рельсовыми путями трамвая и электрифицированной на постоянном токе железной дороги; вторыми могут быть, например, обратная линия электроснабжения сварочных агрегатов на постоянном токе с использованием ма-

таллоконструкций цехов; линии дистанционного электроснабжения постоянным током электромагнитных кранов и т.д.

Опасность разрушения подземных металлических сооружений блуждающими токами в значительной мере определяется взаимным расположением источников и сооружений. Расположенные внутри густой сети подземных стальных трубопроводов и кабелей на площадке предприятия случайные источники даже небольшой интенсивности могут привести к быстрым коррозионным разрушениям, которые будут сосредотачиваться на небольших по протяженности участках сооружений. В то же время, когда такие мощные источники блуждающих токов как рельсовые пути электрифицированного транспорта, расположены по окраинам территории предприятия, вся система подземных сооружений с многочисленными заземляющими устройствами проявляет себя как единое, хорошо заземленное подземное сооружение с многочисленными ответвлениями в виде внеплощадочных сетей. Внутри такого сооружения металлические его части и окружающая их земля согласно законам распределения электрических полей постоянного тока имеют практически одинаковые потенциалы электрического поля блуждающих токов. Сток тока в землю, и следовательно, коррозия блуждающими токами практически отсутствует.

Анодные участки, в пределах которых развивается коррозия блуждающими токами, образуются на подземных сооружениях, расположенных по окраинам площадки предприятия, и только в том случае, когда здесь находится зона минимальных электрических потенциалов поля блуждающих токов. Наибольшая опасность коррозионных разрушений в этом случае имеет место на участках сближения или пересечения внеплощадочных коммуникаций с электрифицированными рельсовыми путями.

2. ТРЕБОВАНИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Для всех подземных металлических сооружений на стадии проектирования должна быть рассмотрена необходимость защиты их от коррозии. Результаты рассмотрения должны быть зафиксированы в соответствующем проектном документе. При рассмотрении необходимости защиты от коррозии и выбора уровня защиты, если последняя признана необходимой, следует учитывать коррозионные условия, в которых находятся сооружения, и требования к их надежности в части стой-

кости к коррозионным разрушениям.

2.2. По условиям надежности все подземные металлические сооружения и коммуникации следует разделять на две группы: на сооружения и коммуникации с безусловной ответственностью и сооружения и коммуникации с чисто экономической ответственностью.

К первой группе относятся сооружения, коррозионное разрушение которых приводит к последствиям, создающим опасность для здоровья и жизни человека или приводит к невозобновляемому и трудно оцениваемому моральному ущербу. В первую очередь, к таким сооружениям относятся трубопроводы, транспортирующие активные или отравляющие продукты, подземные металлические хранилища таких продуктов, трубопроводы водоснабжения, уложенные в легко размываемых или просадочных грунтах вблизи крупных искусственных сооружений с обслуживающим персоналом.

Ко второй группе принадлежат сооружения, коррозионное разрушение которых не создает опасности для человека, а приводит к простоям различного технологического оборудования и другим материальным потерям, которые могут быть исчислены в конкретных цифрах. Наиболее распространенную часть сооружений этой группы представляют подземные металлические трубопроводы технического водоснабжения за исключением случаев, оговоренных выше.

Решение об отнесении конкретных проектируемых подземных сооружений или коммуникаций к той или иной группе надежности принимается организацией или подразделением, которое проектирует данные сооружения или коммуникации, совместно с основным технологическим подразделением, которое проектирует технологический объект, в комплекс которого входят данные сооружения или коммуникации. Для действующих сооружений и коммуникаций такое решение принимается подразделением, эксплуатирующим их на данном металлургическом предприятии.

2.3. Подземные стальные трубопроводы и другие подземные стальные сооружения, относящиеся к объектам с безусловной ответственностью должны быть защищены от всех видов подземной коррозии независимо от каких-либо показателей коррозионной активности грунтов с помощью защитных покрытий и электрохимической защиты путем катодной поляризации металла.

2.4. На трубопроводах с безусловной ответственностью должны

быть запроектированы защитные покрытия весьма усиленного типа, характеристики материала и структуры которых указаны в таблицах 9, I2-I8, ГОСТ 9.0I5-74.

2.5. На других подземных стальных сооружениях примерно изометрической формы типа резервуаров, кессонов следует предусматривать защитные покрытия из эмали этиноль. Структура покрытия и состав эмали указан в табл.I7, I8 ГОСТ 9.0I5-74.

2.6. Для подземных стальных трубопроводов и других подземных стальных сооружений, относящихся к объектам с чисто экономической ответственностью, необходимость защиты их от подземной коррозии следует устанавливать на основе анализа фактических сроков службы в данных коррозионных условиях, требуемого срока службы и экономических потерь, вызываемых нарушениями нормальной работы сооружений из-за коррозионного разрушения.

2.7. При наличии достоверной информации об экономических потерях, обусловленных коррозионными разрушениями, следует, в первую очередь, решить вопрос о необходимости комплексной защиты от подземной коррозии с помощью защитных покрытий и оптимальной величины плотности защитного тока катодной поляризации металла, при которой сумма приведенных капитальных и эксплуатационных затрат на защиту и экономических потерь от коррозионного разрушения является минимальной.

Методика оценки экономических потерь от коррозионных разрушений подземных металлических коммуникаций металлургических предприятий приведена в приложении 2, а основные положения методики определения оптимальной плотности защитного тока даны в приложении 3.

2.8. При отсутствии достоверной информации об экономических потерях, обусловленных коррозионными разрушениями трубопроводов, необходимость их защиты от подземной коррозии на рассматриваемом участке определяется исходя из сравнения фактического $T_{ф}$ и требуемого $T_{треб}$ сроков службы по условиям сохранности стенок труб от коррозионных разрушений.

Защита от коррозии требуется, если $T_{треб}$ больше $T_{ф}$.

Под сроком службы понимается время, в течение которого стальная оболочка под воздействием коррозии изменит свою толщину

от номинальной до минимально допустимой величины. Последняя оценивается по условиям эксплуатации трубопровода, коммуникации, исходя из назначения оболочки.

2.9. Влияние коррозионных макрогальванических элементов на трубопроводы, укладываемые на территории металлургических предприятий, не учитывается.
Требуемый срок службы указывается в заданиях на проектирование. Методика определения фактического срока службы трубопровода по условиям сохранности стенки трубы в данных коррозионных условиях приведена в приложении 4.

2.10. По длительности срока службы подземного стального сооружения коррозионные условия для него дифференцируются следующим образом:

Длительность срока службы существующих коммуникаций, годы	Коррозионные условия
до 5	весьма тяжелые
5 ÷ 10	тяжелые
10-20	средней тяжести
20-40	умеренные
40-100	легкие

2.11. Как правило, на металлургических предприятиях первые 3 категории коррозионных условий обусловлены действием блуждающих токов, а коррозионные условия, связанные с действиями агрессивной почвы и макрогальванических элементов, относятся к умеренным и легким. В таких условиях рекомендуется предусматривать устранение влияния блуждающих токов методом компенсации, когда защитная плотность тока выбирается такой величины, чтобы только скомпенсировать анодные приращения разности потенциалов "сооружение-земля", создаваемые блуждающими токами.

Полная защита от блуждающих токов считается достигнутой, если разность потенциалов между сооружением, находящимся в зоне влияния блуждающих токов, и землей будет меньше стационарной разности потенциалов "сооружение-земля" в любой момент времени.

2.12. В зависимости от коррозионных условий типы кабелей и их защитные покровы должны удовлетворять требованиям ЕТУ по выбору и применению электрических кабелей, утвержденных Минэнерго СССР, Минмонтаспецстроем СССР и Минэлектротехпромом СССР в марте 1977 г.

2.13. Бронированные электрические кабели с покровами типов Б и П и кабели со свинцовой оболочкой без брони и защитных покровов, прокладываемые в каналах из асбоцементных труб или бетонных блоках, подлежат электрохимзащите только от блуждающих токов. Катодная поляризация металла оболочки бронированных кабелей относительно электролита в дефектах покрова между броней и оболочкой невозможна из-за электрического соединения брони и оболочки на соединительных муфтах и концевых разделках кабелей, а у оболочки кабеля в канализации отсутствует контакт с почвой.

Коррозия оболочек кабелей в канализации, возникающая при увлажнении и последующего выщелачивания $Ca(OH)_2$ из цементного камня, средствами электрохимзащиты не устраняется, а при применении катодных станций в определенных условиях может усиливаться.

2.14. Электрохимзащита кабелей, перечисленных в п.2.13, назначается в тех случаях, когда приращения разности потенциалов, создаваемые блуждающими токами, будут находиться вне интервала безопасных значений:

Тип кабеля, материал оболочки	Интервал безопасных значений, В
Бронированный, оболочка свинцовая	меньше +0,05
Бронированный, оболочка алюминиевая	0,0 ÷ -2,5
В канализации без защитных покровов, оболочка свинцовая	0,0 ÷ -1,3

2.15. На территории металлургических предприятий не рекомендуются к прокладке в траншеях:

1) бронированные кабели с алюминиевой оболочкой с покровами по оболочке:

а) битумно-джутовым;

б) битумно-джутовым с одним слоем из полиэтиленовой или поливинилхлоридной ленты;

во всех грунтах, т.к. оболочка этих кабелей подвержена усиленной коррозии в результате образования макрогальванических элементов между алюминиевой оболочкой, броней и заземлением, и несовершенных защитных покровов на броне и оболочке;

2) бронированные кабели со свинцовой оболочкой с такими же покровами - в грунтах pH водной вытяжки, из которых больше 10 единиц или меньше 4 единиц при условии, что влажность грунтов более 10 %, коэффициент начальной коррозии стальной брони Кн больше 200 г/м.год. Методика определения коэффициента Кн дана в приложении 4, п.2.

2.16. Коррозия оболочек кабелей, проложенных в металлических трубах, средствами электрохимзащиты не устраняется.

2.17. Защита кабелей, перечисленных в п.2.13 от блуждающих токов достигнута, если приращения разности потенциалов, создаваемые суммарным действием блуждающих токов и токов электрохимзащиты, находятся внутри интервала безопасных значений.

2.18. Небронированные кабели с алюминиевой оболочкой с защитным покрытием из полимерного шланга могут прокладываться в любых грунтовых условиях с обязательным осуществлением электрохимической защиты катодной поляризацией металла, осуществляемой в соответствии с требованием 3.3.2 ГОСТ 9.015-74.

2.19. Кабели электрические с высоким напряжением токоведущих жил могут быть включены в систему совместной защиты с другими подземными коммуникациями и сооружениями при условии расчетной или экспериментальной проверки безопасности прикосновения к этим и другим сооружениям при аварийном замыкании токоведущей жилы на оболочку кабеля. Методика расчетной проверки дана в приложении 5.

2.20. Электрохимическая защита подземных сооружений должна

быть осуществлена так, чтобы исключалось вредное влияние ее на соседние подземные металлические сооружения. Вредным влиянием считается:

на сооружениях, оборудованных электрохимической защитой,

- изменения распределения разности потенциалов "сооружение-земля", которые не могут быть устранены регулировкой существующих устройств защиты;

на других сооружениях- появление опасности подземной коррозии из-за влияния токов защиты на участках, где ее не было.

В условиях разветвленной сети подземных металлических коммуникаций (трубопроводов и кабелей) и других подземных металлических сооружений металлургических предприятий, как правило, должна быть осуществлена совместная электрохимическая защита от подземной коррозии.

Совместная электрохимическая защита представляет собой систему, при которой обеспечивается согласованная электрохимическая защита от подземной коррозии сооружений различного назначения общими защитными установками. Совместная защита имеет целью обеспечить:

а) наибольшую технико-экономическую эффективность внедрения защиты;

б) наиболее полное устранение вредного влияния защиты одного сооружения на другие.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ И ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРОЗИОННЫХ УСЛОВИЙ

3.1. Задание на проектирование электрохимической защиты проектируемых объектов и для выполнения технических изысканий составляет организация (подразделение), выполняющая проект этих объектов; по существующим объектам задание составляется предприятием, в ведении которого эти объекты находятся, совместно с проектной организацией.

3.2. Задание на выполнение изысканий по определению коррозионных условий должно, как правило, выдаваться раньше заданий на

проектирование на срок, определяемый продолжительностью изысканий. Оно должно содержать графический или иной материал, указывающий по всем намечаемым вариантам примерное расположение и краткую техническую характеристику проектируемых объектов. Если продолжительность выполнения изысканий учитывается в общем сроке проектирования, предварительное задание на изыскания не выдается.

3.3. Техническое задание на разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) должно содержать:

ситуационный план размещения предприятия (цеха) с нанесенными на нем внешними коммуникациями и сетями (железные дороги, инженерные сети и сооружения и др.);

сведения о проектируемых подземных металлических сооружениях и коммуникациях (трубопроводы, кабели с металлическими герметизирующими оболочками, цистерны и пр.), в которых указываются, описание назначения объектов защиты; материал, из которого они выполнены; типы и марки применяемых кабелей, их протяженность; указание, к каким группам относится объект защиты по требованиям надежности (для объектов с чистой экономической ответственностью указывается требуемый срок работы объекта, в течение которого должны быть исключены его коррозионные разрушения); диаметры и протяженность трубопроводов, геометрические размеры цистерн; условия прокладки подземных сооружений; тип противокоррозионной изоляции.

3.4. В состав технического задания на разработку технического и утверждаемой части техно-рабочего проектов, помимо материалов, перечисленных в п.3.3, должны быть включены свободный план подземных металлических сооружений, как правило, в масштабе генерального плана и продольные профили и разрезы по основным подземным металлическим сооружениям.

3.5. Техническое задание на выполнение рабочих чертежей должно содержать:

план трасс подземных сооружений в масштабе генерального плана;

продольные профили и разрезы;

чертежи узлов ввода подземных коммуникаций в здания (на эстакады, в туннели и т.п.);

чертежи конструкций колодцев, соединительных муфт, контроль-

но-измерительных пунктов и мест их установки;

на планах должны быть показаны места врезки проектируемых трубопроводов в существующие трубопроводы с указанием материала последних;

описание назначения подземных сооружений, типы и марки кабелей;

указание, к каким группам надежности относятся объекты защиты (для объектов с чисто экономической ответственностью указывается требуемый срок работы, в течение которого должны быть исключены его коррозионные разрушения);

информацию о типах противокоррозионной изоляции, диаметры и толщины стенок трубопроводов, давление в каждом трубопроводе;

места установки задвижек с электрическим приводом;

описание прокладки подземных сооружений;

данные о геологическом обосновании трасс подземных коммуникаций.

3.6. Техническое задание на проектирование электрохимической защиты существующих подземных сооружений на всех стадиях (ТП, ТРП и РЧ) должно дополнительно к материалам и сведениям, перечисленным в п.3.5 настоящих Норм, следующие данные:

исполнительные планы трасс подземных коммуникаций и продольные профили;

даты укладки в грунт подземных сооружений и фактическое состояние противокоррозионной изоляции на них;

сведения о выходе из строя подземных сооружений по причине коррозии;

сведения о существующих в районе расположения подземных сооружений установках электрохимической защиты и источниках блуждающих токов;

данные о литологическом составе грунтов и уровень грунтовых вод.

4. УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

4.I. Для подземных металлических коммуникаций, относящихся к объектам с безусловной ответственностью, электрохимическая защита катодной поляризацией должна быть осуществлена на таком уровне, чтобы она удовлетворяла требованиям раздела 3.3 ГОСТ 9.0I5-74.

4.2. Для подземных металлических сооружений с чисто экономической ответственностью при наличии достоверной информации об экономических потерях из-за коррозии устанавливается оптимальная плотность защитного тока. Методика расчета оптимальной плотности защитного тока дана в приложении 3.

4.3. При отсутствии достоверной информации об экономических потерях из-за коррозии должен быть выбран такой уровень защиты, который бы обеспечил необходимое увеличение сроков службы по условиям сохранности стенок труб от коррозионного разрушения до требуемого значения.

4.4. При отсутствии влияния блуждающих токов, когда на сооружение действует только почвенная коррозия, в первую очередь оценивается увеличение срока службы, достигаемое применением противокоррозионных покрытий.

Данные об эффективности различных видов и типов покрытий в различных коррозионных условиях приведены в приложении 6.

4.5. Если с применением покрытия необходимый результат не достигается и фактический срок службы остается меньше требуемого, следует применить катодную поляризацию.

Методика определения необходимой величины плотности защитного тока катодной поляризации описана в приложении 4, п.5.

4.6. При наличии на сооружениях или их участках проявлений опасного влияния блуждающих токов в первую очередь оценивают увеличение срока службы, которое может быть достигнуто исключением опасного влияния блуждающих токов (см.п.2.I2). После исключения влияния блуждающих токов имеет место только почвенная коррозия сооружения, срок службы при действии которой определяют по мето-

дике, изложенной в приложении 4.

Если этот срок службы сооружения больше или равен требуемому, то величина плотности защитного тока принимается равной средней анодной плотности блуждающих токов. Допускается при исключении влияния блуждающих токов величину защитного тока определять, исходя из условия п.2.12: отрицательное смещение разности потенциалов "сооружение-земля", создаваемое защитным током должно быть больше или равно (по абсолютной величине) среднему значению положительного смещения этой разности потенциалов, которое вызывается блуждающими токами.

Если исключение блуждающих токов не обеспечивает необходимого увеличения срока службы, т.е. определена необходимость защиты и от почвенной коррозии, предпринимают действия, описанные в п.п. 4.4 и 4.5. В последнем случае плотность защитного тока будет суммой плотности защитного тока, устраняющего влияния блуждающих токов, и плотности защитного тока, обеспечивающего катодную поляризацию для защиты от почвенной коррозии.

4.7. Величина защитной плотности тока при электрохимзащите подземных кабельных сетей должна быть выбрана так, чтобы соблюдать критерии безопасности коррозионного состояния металлических оболочек кабелей, изложенные в разделе 2.

5. УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ

5.1. Общие положения.

5.1.1. Противокоррозионная защита представляет собой совокупность мероприятий, применяемых для уменьшения или прекращения коррозии металла. Противокоррозионная защита подземных сооружений включает в себя пассивную и активную (электрохимическую) защиту, а также средства контроля за коррозионным состоянием сооружений и работой устройств электрохимической защиты. К противокоррозионной защите относится также комплекс мероприятий, направленных на ограничение токов утечки источников блуждающих токов. Последние должны предусматриваться при проектировании источников блуждающих токов и в настоящих указаниях не рассматриваются.

5.1.2. В зависимости от коррозионных условий, условий про-

кладки подземных сооружений и условий внедрения противокоррозионной защиты она может быть комплексной, включающей все или ряд своих составных частей, или ограничиваться одним средством. Комплекс средств противокоррозионной защиты должен быть обоснован в проекте.

5.I.3. При проектировании противокоррозионной защиты необходимо максимально использовать серийные оборудование, аппаратуру и приборы, а также стандартные материалы. При отсутствии необходимого серийного оборудования или невозможности его заказа, следует разрабатывать проекты нестандартизированного оборудования на базе серийных аппаратуры и приборов и стандартных материалов и размещать в установленном порядке заказы на изготовление этого оборудования на заводах-изготовителях и в монтажно-заготовительных участках строительно-монтажных организаций.

5.I.4. Для защиты подземных металлических сооружений от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами применяется один из видов электрохимической защиты - катодная защита, осуществляемая катодной поляризацией от внешнего источника тока (катодная защита внешним током) или соединением с металлом, имеющим более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металла (протекторная защита). Катодная защита внешним током подразделяется на защиту установками катодной защиты, реализуемую подключением специального источника постоянного тока к сооружению и грунту, и защиту установками электродренажной защиты, заключающуюся в использовании в качестве внешнего источника тока блуждающих токов, сформированных в грунте и подземном сооружении различными электротехническими установками, и отводе этих токов из подземного сооружения к своим источникам. Протекторная защита реализуется установками протекторной защиты.

5.I.5. Выбор средств электрохимической защиты должен осуществляться на основании результатов технико-экономических расчетов путем сравнения вариантов с различными возможными для заданного конкретного случая средствами и их сочетаниями.

5.I.6. При проектировании электрохимической защиты близко расположенных друг от друга сооружений с различными критериями защищенности следует применять защиту этих сооружений одним средством катодной защиты, т.е. осуществлять совместную катодную

защиту. При проектировании электрохимической защиты сооружений, располагаемых вблизи существующих подземных сооружений, электрохимическая защита которых по технико-экономическим сооружениям не требуется, на последних, как правило, предусматривается исключение вредного влияния проектируемой электрохимзащиты. Исключение вредного влияния не предусматривается проектом, если обосновано его отсутствие или по технико-экономическим показателям оно нецелесообразно.

5.I.7. В спецификациях к проектам и сметам должно учитываться запасные оборудование и материалы электрохимической защиты, которые должны быть приобретены к моменту ввода защиты в эксплуатацию для обеспечения бесперебойности ее работы. Количество запасных протекторов и электродов анодных заземлений следует предусматривать в размере I0 % от расчетного, остального оборудования - в соответствии с нормами запасного электрооборудования (см.том 7 настоящих "Указаний...").

5.2. Средства пассивной защиты

5.2.I. К средствам пассивной защиты относятся защитные покрытия, изолирующие вставки и соединения, токоограничители.

Назначение защитных покрытий:

изоляций подземных металлических сооружений от окружающей коррозионно-активной среды (грунта);

ограничение величин блуждающих токов на подземных металлических сооружениях;

повышение эффективности электрохимической защиты.

Как правило, защитные покрытия должны применяться совместно со средствами электрохимической защиты. Применение защитных покрытий как самостоятельного средства защиты допускается при отсутствии блуждающих токов для объектов небольших линейных размеров с чисто экономической ответственностью. При этом необходимо учитывать, что в данных условиях увеличение срока службы объекта зависит от конструкции применяемых покрытий и коррозионных условий (см.приложение 6).

5.2.2. Назначение токоограничителей, изолирующих вставок и соединений:

ограничение величин блуждающих токов на подземных металличе-

ских сооружениях;

повышение эффективности электрохимической защиты.

Как правило, токоограничители, изолирующие вставки и соединения применяются в сочетании с защитными покрытиями и электрохимической защитой.

5.2.3. Токоограничители представляют собой балластные сопротивления и разделительные устройства, устанавливаемые в ячейках электрических подстанций в рассечку между металлической оболочкой (кабельной воронкой) силового кабеля и заземляющей шиной.

Балластное сопротивление выбирается с таким расчетом, чтобы сопротивление растеканию тока кабеля с балластными сопротивлениями, измеренное в районе подстанции в самый неблагоприятный период года, не превышало значения, нормируемого по условиям электробезопасности для данного кабеля. Мощность рассеяния балластного сопротивления необходимо выбирать в зависимости от тока замыкания на землю подстанции.

5.2.4. Балластные сопротивления целесообразно применять на тех подстанциях, где значение нормируемого сопротивления растеканию тока контура заземления достаточно для эффективной работы средств электрохимической защиты и ограничения блуждающих токов, а фактическое сопротивление растеканию тока значительно меньше нормируемого.

Разделительные устройства следует применять там, где включение балластных сопротивлений не позволяет добиться существенного увеличения эффективности защиты и ограничения блуждающих токов, т.е. на подстанциях, где нормируемое сопротивление контура заземления гораздо меньше входного сопротивления защищаемого кабеля, не подключенного к контурам заземления.

5.2.5. Разделительное устройство состоит из двух параллельно включенных навстречу друг другу силовых вентилей, каждый с напряжением отпирания не менее 0,5 В и весьма малым сопротивлением для токов короткого замыкания. При проектировании устройства параметры вентилей следует выбирать из расчета напряжения отпирания вентиля и величины тока замыкания на землю той подстанции, на которой устанавливается данное устройство. При необходимости наложения отрицательного потенциала на оболочки кабелей, превышаю-

щего напряжение отпирания вентилей, в плечо устройства, пропускающее защитный ток, следует устанавливать необходимое количество дополнительных вентилей.

5.2.6. Изолирующие вставки и соединения представляют собой электроизолирующие фланцевые соединения, устанавливаемые на трубопроводах, и изолирующие муфты, устанавливаемые на кабелях связи.

Электроизолирующие фланцевые соединения следует устанавливать на трубопроводах в местах входа в здания, туннели, на эстакады, врезки в неизолированные подземные металлические коммуникации, а также на запорной арматуре, оборудованной электрическим приводом.

При входе трубопроводов всех назначений на эстакады и газопроводов в здания электроизолирующие фланцевые соединения необходимо устанавливать на стояках (до пролета эстакады и снаружи здания) и защищать козырьком от возможного шунтирования металлической пылью.

При подземном входе трубопроводов в здании категории по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности А,Б,В и Е электроизолирующие фланцевые соединения следует устанавливать перед зданием в существующих колодцах с использование" фланцев запорной арматуры или в специальных колодцах, устанавливаемых на нормируемых строительными нормами и правилами расстояниях от зданий; при этом подземные участки трубопроводов между колодцами и местом входа в здания в случае опасности их разрушения почвенным электролитом и неэкономичности применения на таких участках средств электрохимической защиты должны прокладываться в футлярах, каналах, либо в обетонке. При входе в прочие здания электроизолирующие фланцевые соединения следует устанавливать внутри зданий, непосредственно у места входа.

При врезке в неизолированные коммуникации электроизолирующие фланцевые соединения нужно помещать в колодцах, сооружаемых непосредственно в местах врезки.

При выполнении изоляции электрифицированной задвижки необходимо использовать ее фланцы, причем крайние фланцы задвижки, если она не расположена в конце защищаемого трубопровода, шунтировать стальной полосой.

В качестве электроизолирующих фланцевых соединений на трубо-

проводах различного назначения следует использовать стандартные фланцы, в которых для возможности установки электроизолирующих элементов предусматривать рассверловку отверстий под болты, шпильки, и электроизолирующие элементы, стойкие к резким перепадам температур и длительным воздействиям атмосферной влаги и обладающие высокой механической прочностью на сжатие (текстолит, паронит, полиэтилен).

5.2.7. Изолирующие муфты на кабелях связи с металлическими оболочками следует устанавливать в местах входа в здания и заземленные кабельные шкафы наружной установки . Рекомендуется применять стандартные изолирующие муфты, разработанные по нормативам Министерства связи СССР.

5.3. Средства катодной защиты

5.3.I. Установка катодной защиты состоит из собственно катодной установки (источника постоянного тока, коммутационной и регулировочной аппаратуры), системы жертвенных электродов (анодного заземления), соединительных электрических линий (дренажных и питающих проводников) и заземляющего устройства. Посредством дренажных проводников осуществляется контакт отрицательного полюса катодной установки с защищаемым сооружением и положительного полюса - с анодным заземлением, являющимся расходуемым элементом установки катодной защиты. Посредством питающих проводников осуществляется электроснабжение катодной установки. На заземляющее устройство замыкаются металлические корпуса электрооборудования катодной установки. В зависимости от размещения анодного заземления по отношению к защищаемому объекту и составных частей анодного заземления по отношению друг к другу различают установки катодной защиты с сосредоточенным и распределенным анодным заземлением. В зависимости от системы регулирования электрохимической защиты различают установки катодной защиты автоматические и неавтоматические. В зависимости от принятого режима работы электрохимической защиты различают импульсные установки катодной защиты и установки катодной защиты с постоянным режимом.

5.3.2. В установке катодной защиты с сосредоточенным анодным заземлением анодное заземление отнесено на значительное расстояние от защищаемых объектов и смежных подземных сооружений (100-300 м и более). Одним из главных условий эффективности электро-

химической защиты подземных сооружений с помощью такой установки является отсутствие мешающих влияний контуров заземления и близко расположенных друг от друга сооружений на параметры катодной поляризации защищаемого сооружения. Ввиду сложности исключения этих влияний на территориях промышленных площадок, проектирование установок катодной защиты с сосредоточенным анодным заземлением следует ограничивать внеплощадочными подземными сооружениями, а обоснованность применения таких установок на промплощадках должна быть подтверждена технико-экономическими расчетами.

Основные параметры установки катодной защиты с сосредоточенным анодным заземлением - длину защитной зоны и силу защитного тока - следует определять по известным методикам расчета в зависимости от принимаемых критериев катодной защиты, а также электрических характеристик защищаемых сооружений и вмещающих грунтов и расстояния от анодного заземления до защищаемого объекта. При защите проектируемых подземных сооружений и существующих сооружений, для которых в результате изыскательских работ невозможно определить электрические характеристики, последние следует принимать по близким аналогам. По основным параметрам выбирают мощность катодной установки и конструкцию анодного заземления.

5.3.3. При защите подземных коммуникаций промышленных площадок следует применять установку катодной защиты с распределенным анодным заземлением, в которой группы электродов анодного заземления равномерно размещены вдоль и поперек защищаемых коммуникаций и соединены отдельными дренажными проводниками через регулировочный блок с источником постоянного тока. С помощью такой установки достигается необходимый защитный эффект на всех участках поверхностей любой сложной сети заземленных подземных коммуникаций при минимальном расходе электроэнергии. Установки с распределенным анодным заземлением следует применять на промплощадках для защиты трубопроводов средних и больших диаметров, соединенных с контурами заземления, а также при совместной защите кабелей и указанных трубопроводов. Обоснованность использования этих установок для защиты внеплощадочных коммуникаций должна быть подтверждена технико-экономическими расчетами.

Проектирование установок катодной защиты с распределенным анодным заземлением рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- размещают группы анодных электродов вдоль трассы защища-

мых конструкций. Расстояния между группами следует принимать при защите существующих коммуникаций по результатам опытных катодных защит с распределенным анодным заземлением, при защите проектируемых коммуникаций - по близким аналогам;

- поперек трассы защищаемых коммуникаций размещают анодные электроды каждой группы. Электроды устанавливают таким образом, чтобы крайние в группе размещались за пределами трассы защищаемых коммуникаций, но отстояли от крайних коммуникаций на расстояниях не более 1÷3 диаметров последних, а остальные находились каждый посередине между коммуникациями, но на расстояниях в свету от любой из них не менее 0,5 м (при меньших расстояниях электроды м "ду коммуникациями не устанавливаются);

- в зависимости от выбранной конструкции группы электродов, их размеров и глубины залегания, а также удельного электрического сопротивления грунта, по известной методике определяют сопротивление растеканию тока каждой группы электродов и, задаваясь стандартным напряжением источника постоянного тока (катодной станции), с учетом предполагаемого падения напряжения в дренажных проводниках и на защищаемых коммуникациях, определяют токи, стекающие с каждой группы электродов;

- определяют ток, стекающий с каждого электрода, и проверяют, соответствует ли этот ток условию, обеспечивающему термическую устойчивость электрода. В случае несоответствия условию термической устойчивости, количество электродов в группе следует увеличить;

- суммируют токи групп электродов и выбирают катодную станцию. Рекомендуется оставлять определенный (до 50%) резерв мощности катодной станции на возможное развитие подземных сооружений. Катодную станцию следует размещать как можно ближе к середине зоны ее защиты с целью минимальных длин и сечений дренажных проводников;

- окончательно выбирают сечения дренажных проводников и просчитывают падения напряжения в цепях установки катодной защиты;

- по разности между максимальным и минимальным падениями напряжения рассчитывают значения необходимых сопротивлений в анодных цепях, а по току наиболее нагруженной группы электродов выбирают мощность рассеяния регулировочных резисторов.

5.3.4. При совместной защите подземных сооружений с разными

критериями защищенности длину защитной зоны установки катодной защиты с сосредоточенным анодным заземлением и расстояния между группами электродов установки катодной защиты с распределенным анодным заземлением определяют для каждого сооружения раздельно. Наименьшие из полученных значений принимают зоной защиты или расстоянием между группами электродов. Для распределения и регулирования защитного тока между сооружениями в соответствии с критериями их защищенности в цепях "сооружения - катодная станция" необходимо предусматривать регулировочные резисторы.

5.3.5. Для защиты подземных сооружений в зонах неустойчивых знакопеременных потенциалов, при возможности заказа неполяризующихся электродов длительного действия, следует применять автоматические установки катодной защиты с автоматическим поддержанием защитного потенциала на заданном уровне. В зонах устойчивых потенциалов следует проектировать неавтоматические установки катодной защиты.

5.3.6. В случаях, когда обеспечивается последействие катодной поляризации защищаемого сооружения, рекомендуется применять импульсные установки катодной защиты. Эффективность последействия катодной поляризации должна быть определена в процессе опытных катодных защит в период выполнения изыскательских работ. В остальных случаях следует применять установки катодной защиты с постоянным режимом.

5.3.7. Выбор конструкции анодного заземления (для установки катодной защиты с распределенным анодным заземлением - группы анодных электродов) обуславливается проходящим через него током, планировочными и геологическими условиями места установки заземления, техническими возможностями строительно-монтажной организации, сроком службы заземления. Анодное заземление может быть подповерхностным и глубинным, сложным и одиночным. Глубинное заземление как наиболее дорогостоящее следует применять там, где подповерхностное по каким-либо причинам использовать нецелесообразно. Сложное заземление состоит из одиночных электродов-заземлителей, устанавливаемых в грунте вертикально или горизонтально. Оптимальной конструкцией сложного анодного заземления является однорядное заземление из вертикальных электродов. Расчет конструкции анодного заземления выполняют по известной методике с проверкой выбранной конструкции по сроку службы анодного заземления, который должен быть не меньше амортизационного срока службы катод-

ных станций - 10 лет. Поэтому в анодном заземлении наиболее экономично применять электроды из малорастворимых материалов (углеграфитовые или железокремниевые) и дополнительно снижать скорость растворения электродов, помещая их в среду, содержащую частицы с электронной проводимостью (коксовую мелочь).

5.3.8. Катодная установка представляет сочетание катодной станции (или преобразователя катодной защиты) с дополнительными устройствами, обеспечивающими распределение и регулировку защитного тока по защищаемым сооружениям и элементам анодного заземления, а также (для импульсных установок катодной защиты) - отключение и включение катодной станции по заданной программе.

5.3.9. В катодную станцию, кроме источника постоянного тока, контрольно-измерительных, коммутационных и защитных приборов и устройств, также входит регулировочная аппаратура. В автоматические катодные станции, помимо перечисленной аппаратуры, входит блок управления, обеспечивающий автоматическое регулирование выходного тока нагрузки. На промышленных предприятиях следует применять серийные катодные станции с выпрямителями, питающимися от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220 В, и с выходными параметрами, соответствующими ГОСТ 9.015-74. Серийные катодные станции предназначены для работы в длительном режиме в районах с умеренным климатом как на открытом воздухе, так и в помещениях. При необходимости работы в иных климатических условиях они должны устанавливаться в помещениях, обеспечивающих работу станций в номинальном режиме. В местах, где не гарантирована сохранность, катодные станции независимо от климатических условий рекомендуется устанавливать в специальных помещениях или дополнительных металлических шкафах с проемами для естественной вентиляции. Металлические шкафы в местах, подверженных действию солнечной радиации, рекомендуется защищать теплоизоляцией. Помещения и шкафы, расположенные на открытом воздухе, рекомендуется также оборудовать сигнализацией на случай непредвиденного открывания дверей.

5.3.10. Распределительные устройства катодных установок содержат регулировочную и коммутационную аппаратуру и элементы токовой защиты цепей. В зависимости от номинальных токов и необходимых пределов регулирования следует предусматривать компоновку этих устройств на монтаже из малогабаритных серийных электроаппаратных устройств (блоков совместной защиты), либо разрабатывать и

согласовывать в установленном порядке задания на комплектные устройства заводам-изготовителям или монтажно-заготовительным участкам.

5.3.II. Прерывистый режим работы катодной защиты (для импульсных установок катодной защиты) рекомендуется осуществлять на принципе контроля длительности периодов поляризации и деполяризации защищаемого металла, а устройства, обеспечивающие работу установок в таком режиме, - предусматривать на базе серийных импульсных прерывателей.

5.3.I2. Все дополнительные устройства катодной установки для удобства обслуживания следует компоновать в тех же помещениях и шкафах, где расположена катодная станция, а при невозможности размещения их совместно с катодной станцией в одном шкафу - размещать в отдельных шкафах, стыкующихся со шкафом катодной станции.

5.3.I3. Учитывая, что на оборудовании катодных установок возможно искрообразование и что оно не изготавливается в искрозащитном исполнении, размещение катодных установок в помещениях категорий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности А, Б, В и Е запрещается. В помещениях категорий Г и Д размещать катодные установки следует, по согласованию с проектировщиками или руководством цеха, в местах, не мешающих эвакуации людей и проезду транспорта, в стороне от вентиляционных устройств, оконных проемов, пожарных кранов, газопроводных труб, лестничных клеток и др. Вне помещений катодные установки должны размещаться на расстояниях не менее: 0,8 м - от глухих стен с брандмауэром (без окон, дверей, выброса газа вытяжной вентиляцией и т.п.) взрывоопасных помещений всех классов; I5 м - от остальных стен взрывоопасных помещений всех классов; 25 м - от взрывоопасных установок с горючим газом и взрывоопасных помещений с наличием сжиженных газов, наземных резервуаров, цеховых и буферных емкостей, сливно-наливных эстакад с легковоспламеняющимися жидкостями, а также газгольдеров с горючими газами; I00 м - от компрессорных установок со сжиженными горючими газами (например, пропан - пропиленовые, бутан-бутиленовые фракции). Расстояние от подземных резервуаров могут быть уменьшены на 50 %.

5.3.I4. Сечения дренажных и питающих проводников установок катодной защиты выбираются при расчете установок; тип защитных покровов проводников и их прокладка предусматриваются в соответ-

ствии с действующими нормами. Поскольку при расчете сечений дренажных проводников определяющим фактором является падение напряжения в проводниках, расстояние между ними при параллельной прокладке допускается определять по требованиям, предъявляемым к контрольным проводникам. При необходимости размещения дренажных проводников вдоль защищаемых сооружений (установки с распределенным анодным заземлением) допускается их совмещенная прокладка: сооружения и дренажные проводники в общей траншее, дренажные проводники над трассой трубопроводов. Наиболее экономичные способы прокладки дренажных проводников на территории промплощадки - совмещенная прокладка в общей траншее дренажных проводников и защищаемых сооружений при их одновременном строительстве, а также прокладка дренажных проводников по эстакадам энергоносителей и в существующей кабельной канализации при наличии свободных ячеек. При прокладке дренажных и питающих проводников в земле рекомендуется применять кабели с неметаллическими оболочками.

5.3.15. Сопротивление растеканию тока и конструкция заземляющих устройств катодных установок должны отвечать требованиям "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ)к заземлению электроустановок до 1000 В. Допускается заземлять катодные установки на существующие контуры заземления при условии, что последние отвечают требованиям ПУЭ.

5.4. Средства электродренажной защиты.

5.4.1. Установка электродренажной защиты состоит из собственно электродренажной установки и дренажных проводников. Электродренажная установка, предназначенная для защиты одного сооружения или нескольких сооружений с одинаковыми критериями защищенности, состоит из одного одноканального электродренажного устройства, а предназначенная для совместной защиты сооружений с различными критериями защищенности - из одного многоканального электродренажного устройства или нескольких одноканальных устройств, сформированных в общий блок. Электродренажные устройства, в зависимости от области применения, способа включения в дренажную цепь и наличия дополнительных ЭДС, подразделяются на прямые, поляризованные и усиленные. Дренажные проводники обеспечивают электрическую связь между электродренажными установками, подземными сооружениями и источником блуждающих токов.

5.4.2. Подземные коммуникации следует дренировать на источни-

ми блуждающих токов преимущественно в местах их пересечения или сближения. Установка совместной электродренажной защиты в этом случае содержит одну электродренажную установку, состоящую из одного многоканального или нескольких одноканальных электродренажных устройств.

5.4.3. Совместная электродренажная защита подземных сооружений, одно из которых приближено к источнику блуждающих токов, а остальные находятся от источника на значительных расстояниях, но пересекаются или сближаются друг с другом и с сооружением, приближенным к источнику, осуществляется каскадом установок электродренажной защиты: дренированием на источник блуждающих токов приближенного к нему сооружения и дренированием на это сооружение и друг на друга остальных сооружений. Такую защиту следует применять, когда имеется приближенная к источнику блуждающих токов хорошо изолированная от земли и заземляющих устройств протяженная подземная коммуникация, способная по условиям нагрева пропускать большие токи. Как правило, такими коммуникациями являются газопроводы. Поскольку на территориях промышленных площадок они прокладываются, в основном, надземным способом, применение электродренажной защиты каскадом установок следует ограничивать внеплощадочными сооружениями.

5.4.4. Совместную электродренажную защиту подземных сооружений промышленных площадок рекомендуется осуществлять глубоким дренированием сооружений на источник блуждающих токов. При этом от источника к сооружениям по территории промплощадки прокладывается протяженный разветвленный дренажный проводник переменного сечения, на который в необходимых местах через установки электродренажной защиты подключаются защищаемые сооружения. Такая система позволяет донести отрицательный потенциал источника блуждающих токов до любого места промышленной площадки. К концам разветвленного дренажного проводника, отдаленным от места дренирования его на источник блуждающих токов, у которых вследствие падения напряжения из-за больших величин отводимых блуждающих токов величина отрицательной разности потенциалов проводника относительно земли уменьшается ниже требуемого уровня, следует подключать автоматические установки катодной защиты, анодные заземления которых выносить за пределы застроенной территории. Наиболее целесообразно электродренажную защиту глубоким дренированием осуществлять на территориях предприятий с электрифицированным на постоянном токе

внутриплощадочным железнодорожным транспортом. Наибольший эффект такая система дает в сочетании с телеконтролем параметров защищаемых сооружений и защитных установок.

5.4.5. Установки электродренажной защиты следует применять также для исключения вредного влияния катодной защиты одних подземных сооружений на другие, для которых катодная поляризация по технико-экономическим показателям нецелесообразна.

5.4.6. При проектировании электродренажной защиты необходимо решить следующие основные задачи: выбрать места подключения установки электродренажной защиты, определить сечение дренажных проводников, максимальные токи электродренажных устройств и виды этих устройств. При проектировании защиты существующих подземных сооружений, приближенных к источнику блуждающих токов, а также совместной защиты существующих сооружений каскадом установок электродренажной защиты, эти задачи следует решать на основании результатов опытных электродренажных защит. В случаях проектирования электродренажной защиты существующих подземных сооружений глубоким дренированием блуждающих токов с помощью протяженного дренажного проводника, когда постановку опытной защиты осуществить практически невозможно, а также проектирования электродренажной защиты проектируемых подземных сооружений, выбор места подключения установки электродренажной защиты следует производить из общих соображений: в районах пересечения или наибольшего сближения подземных сооружений с источником, где он обладает необходимой отрицательной разностью потенциалов по отношению к земле; в местах сближения или пересечения сооружений с сооружениями, которые можно дренировать непосредственно на источники блуждающих токов; в зависимости от возможностей прокладки разветвленного дренажного проводника. Сечение дренажных проводников и максимальные значения токов электродренажных устройств в этих случаях следует принимать с некоторым запасом и предусматривать возможность регулирования токов в процессе наладочных и эксплуатационных работ. Расчет сечения дренажных проводников и максимальных токов электродренажных устройств рекомендуется производить по известным методикам в зависимости от параметров источника блуждающих токов и защищаемых сооружений. Вид устройства (прямое, поляризованное или усиленное электродренажное устройство) выбирается в зависимости от разности потенциалов источника блуждающих токов, а в общем случае, сооружения, на которое производится дренирование, от-

носительно земли и изменения этой разности во времени. По максимальному току и виду электродренажного устройства выбирают тип серийного устройства, либо проектируют комплексное устройство на базе серийной аппаратуры.

5.4.7. Электродренажные установки формируются из одного или нескольких электродренажных устройств. Когда электродренажная установка предназначена для реализации совместной защиты сооружений с различными критериями защищенности, следует применять серийное многоканальное электродренажное устройство, а при невозможности - проектировать комплект серийных одноканальных электродренажных устройств. При этом, если необходимо применение поляризованной или усиленной электродренажной защиты, электродренажную установку следует формировать из одного поляризованного или усиленного электродренажного устройства, рассчитанного на суммарный дренажный ток всех сооружений, и параллельно друг другу подключенных на это устройство прямых электродренажных устройств, каждое из которых рассчитано на ток своего сооружения. Размещение электродренажных установок следует выполнять по климатическим условиям и условиям сохранности, а также с учетом требований взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с п.п.5.3.9 и 5.3.13.

5.4.8. Поляризованные электродренажные устройства (дренажи) необходимо применять, когда на источнике блуждающих токов (защищающем сооружении) в какой-либо момент времени возможно появление более положительной разности потенциалов по отношению к земле, чем на защищаемом сооружении. Практически поляризованные дренажи следует применять почти во всех случаях дренирования на рельсовые пути и отсасывающие шины тяговых подстанций железнодорожного транспорта и трамвая (особенно при питании тяговой цепи от нескольких тяговых подстанций), а также при совместной катодной защите кабелей и трубопроводов для обеспечения одностороннего сброса защитного тока (с кабеля на трубопровод), чтобы исключить возможность затекания на кабель запредельных токов по условиям нагрева его оболочки. Конструктивно поляризованные дренажи представляют собой последовательную цепь из вентильного блока, регулировочной, коммутационной и защитной аппаратуры. Применять рекомендуются серийные поляризованные дренажи с выходными параметрами, соответствующими ГОСТ 9.015-74.

5.4.9. Прямые дренажи следует применять, когда на источнике

блуждающих токов в любой момент времени разность потенциалов относительно земли отрицательна и достаточна по величине для осуществления дренирования блуждающих токов; при необходимости исключения вредного влияния катодной защиты трубопроводов на смежные трубопроводы или кабелей - на смежные кабели; при необходимости выравнивания потенциалов между трубопроводами или между кабелями в системе совместной защиты. Принципиально прямой дренаж отличается от поляризованного отсутствием вентильных элементов. Серийно прямые дренажи не выпускаются. При необходимости применения прямого дренажа следует проектировать комплектное устройство, либо использовать поляризованный дренаж с шунтированием или изъятием вентильного блока.

5.4.10. Усиленные дренажи следует применять, когда защищаемое сооружение имеет положительный или знакопеременный потенциал по отношению к земле, обусловленный действием нескольких источников блуждающих токов, либо действием одного источника при недостаточной разности потенциалов источника по отношению к земле для достижения необходимых потенциалов на защищаемом сооружении, а также когда применение усиленного дренажа экономичнее, чем увеличение сечения дренажных проводников. Усиленное дренирование необходимо применять только непосредственно на рельсовые пути электрифицированного на постоянном токе транспорта. Запрещается усиленное дренирование на отсасывающие шины тяговых подстанций и подземные сооружения. Принципиально усиленный дренаж представляет собой поляризованный дренаж с внешним источником постоянного тока. При невозможности заказа серийного усиленного дренажа можно применять в качестве усиленного дренажа серийную катодную станцию.

5.4.11. Требования и рекомендации по выбору типов наружных покрытий и по прокладкам дренажных проводников установок электродренажной защиты соответствуют требованиям и рекомендациям пункта 5.3.14.

5.4.12. Подключение установок электродренажной защиты к рельсовым путям электрифицированного транспорта, оборудованных двухниточными рельсовыми цепями автоблокировки, должно производиться только к средним точкам путевых дросселей. Все подключения установок электродренажной защиты к источникам блуждающих токов и подземным сооружениям сторонних предприятий и организаций должны быть согласованы в установленном порядке.

5.5. Средства протекторной защиты.

5.5.1. Протекторную защиту как самостоятельный вид катодной защиты в условиях предприятия рекомендуется применять для защиты от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами стальных протяженных трубопроводов малых диаметров (с условным проходом до 100 мм), коротких участков трубопроводов больших и средних диаметров, резервуаров и футляров, свинцовых и алюминиевых оболочек кабелей различного назначения, когда эти сооружения по объективным причинам (например, отсутствие в районе укладки этих сооружений стальных протяжных трубопроводов больших и средних диаметров или необходимости в катодной защите последних) не могут быть включены в систему совместной защиты установками катодной или электродренажной защиты. В остальных случаях протекторную защиту следует применять как вспомогательную катодную защиту на участках подземных сооружений с недостаточным уровнем катодной поляризации, когда устанавливать протекторную защиту по технико-экономическим соображениям более целесообразно, чем дополнительные установки катодной или электродренажной защиты.

5.5.2. Установка протекторной защиты состоит из протектора (или группы протекторов), дренажных проводников и, по необходимости, диода, переменного резистора и заполнителя. Она в зависимости от количества протекторов может быть одиночной или групповой; в зависимости от схемного решения - прямой, поляризованной или комбинированной; в зависимости от условий заземления протектора - с заполнителем или без заполнителя.

5.5.3. Применение одиночной, либо групповой установки протекторной защиты, иначе - количество протекторов в установке, должно быть обосновано в процессе расчета протекторной защиты.

5.5.4. Прямая установка протекторной защиты состоит из размещенных в грунте одного или нескольких протекторов, присоединенных посредством дренажных проводников к защищаемому сооружению. Прямую установку следует применять при защите от почвенной коррозии, а также при защите от блуждающих токов, когда потенциал сооружения относительно земли в любой момент времени положительнее потенциала протектора.

5.5.5. Поляризованная установка протекторной защиты отличается от прямой наличием в цепи диода, включенного в прямом направлении от сооружения к протектору (или протекторам). Поляризован-

ную установку следует применять при защите от коррозии блуждающими токами, когда потенциал сооружения относительно земли в какой-либо момент времени более отрицателен, чем потенциал протектора, причем среднее значение потенциала сооружения относительно земли менее отрицательно, чем максимально допустимая ГОСТ 9.015-74 величина защитного потенциала для материала данного сооружения, либо равно этой величине.

5.5.6. Комбинированная установка протекторной защиты состоит из протектора (или протекторов) и заземлителя (или заземлителей) из углеродистой стали или инертного материала (например, углеграфита). Протектор подключен к защищаемому сооружению непосредственно, а к заземлителю - через переменный резистор. Комбинированную установку следует применять при защите от коррозии блуждающими токами, когда среднее значение потенциала сооружения относительно земли более отрицательно, чем максимально допустимая ГОСТ 9.015-74 величина защитного потенциала для материала данного сооружения.

5.5.7. В установке протекторной защиты без заполнителя протектор (или группа протекторов) находится непосредственно в грунте; в установке с заполнителем каждый протектор помещают в среду из хорошо проводящего материала, объем которой в несколько раз больше протектора. Заполнитель рекомендуется изготавливать в виде глинистой пасты следующего состава: 65 % глины, 10 % сернокислого магния и 25 % воды. Установку без заполнителя следует применять при размещении протекторов в грунтах с удельным сопротивлением до 20-30 Ом, а при больших значениях удельного сопротивления грунта - установку с заполнителем.

5.5.8. При проектировании протекторной защиты необходимо выбрать тип каждой установки и определить расстояния между ними. Эти задачи для существующих подземных сооружений должны быть решены по результатам опытных катодных защит, имитирующих протекторную защиту, выполняемых в процессе производства изыскательских работ. При объективной невозможности выполнения опытных защит на существующих сооружениях (отсутствие доступа к сооружению, невозможность временной установки на них токоограничителей, изолирующих вставок и соединений, если это необходимо), а также при проектировании протекторной защиты проектируемых подземных сооружений, типы установок и расстояния между ними следует определять расчетами по известным методикам.

5.5.9. При защите подземных сооружений следует применять протекторы из магниевых сплавов. Такие протекторы являются универсальными, пригодными для защиты как стали, так и свинца и алюминия, так как магний имеет наибольший электроотрицательный электрохимический потенциал из всех металлов, пригодных для изготовления протекторов, а его сплавы - приемлемые сроки службы. Серийно магниевые протекторы, предназначенные для защиты подземных сооружений, выпускаются в упаковке из порошкообразного активатора, содержащего смесь эпсомита (природного сернокислого магния), строительного гипса и бентонитовой глины. Активатор предназначен только для исключения образования на поверхности сплава плохо проводящих окислов и стабилизации его работы в процессе эксплуатации и не может служить заменой заполнителю там, где последний необходим. В проекте должна быть предусмотрена заливка скважины, в которую помещается протектор без заполнителя, водой, для улучшения первоначальной токоотдачи.

5.6. Средства контроля электрохимической защиты.

5.6.1. Средства контроля электрохимической защиты предназначены для визуального, визуально-измерительного, регистрирующего или автоматического наблюдения за параметрами защищаемых сооружений и защитных устройств в процессе эксплуатации с целью регулирования (автоматического или неавтоматического) режимов защиты и принятия, при необходимости, мер по усилению защитных мероприятий. К средствам контроля электрохимической защиты, помимо электроизмерительных приборов, установленных в серийных и комплектных защитных устройствах, относятся контактные устройства, контрольно-измерительные пункты, электроды длительного действия, датчики электрохимического потенциала, контрольные пластины, устройства телеконтроля системы защиты.

5.6.2. Контактные устройства предназначены для обеспечения надежной контролируемой электрической связи защитных установок с подземными сооружениями, источниками блуждающих токов и анодными заземлениями и возможности измерений потенциалов сооружений относительно земли. Контактные устройства представляют собой узлы присоединения дренажных проводников защитных установок к источникам блуждающих токов и выводам от подземных сооружений и анодных заземлений. Узлы должны быть доступны для подключения к ним измерительных приборов, поэтому контактные устройства на

подземных сооружениях и анодных заземлениях следует предусматривать в колодцах, где размещены запорная арматура или кабельные муфты, на стояках трубопроводов, в кабельных шкафах и ячейках, либо в специальных колодцах, коверах (на территориях предприятий, городов и поселков) или металлических ящиках, устанавливаемых на дневной поверхности (вне населенных пунктов). Контактные устройства должны иметь защиту от окисления металлизированными или изоляционными покрытиями. При совместной защите сооружений с одинаковыми критериями защищенности контактные устройства рекомендуется совмещать с электроперемычками этих сооружений.

5.6.3. Контрольно-измерительные пункты (КИП) предназначены для обеспечения возможности измерений потенциалов сооружений относительно земли. КИП представляют собой выводы под клеммы электрических проводников от подземных сооружений. Выводы должны быть доступны для подключения к ним измерительных приборов, поэтому КИП следует проектировать на территориях предприятий, городов и поселков в коверах, вне населенных пунктов - в теле железобетонных стоек. Проектом должна быть предусмотрена установка КИП на трубопроводах на расстояниях не более 200 м между собой и от контактных устройств, колодцев, зданий, выходов на эстакады; на кабелях - на каждой кабельной муфте, если на ней не оборудовано контактное устройство. На прямолинейных участках трассы трубопроводов вне населенных пунктов допускается установка КИП через 500 м. Кроме того, установка КИП необходима у мест пересечения или сближения подземного сооружения с рельсовыми путями электрифицированного транспорта (при пересечении более двух рельсовых путей КИП следует располагать по обе стороны от пересечения) и другими подземными металлическими сооружениями, если указанные места не оборудованы контактными устройствами или колодцами. На сооружениях, оборудованных установками катодной защиты с распределенным анодным заземлением, КИП допускается не устанавливать (в таких случаях предполагается, что измерения защитных параметров сооружений будут выполняться методом выноса электрода сравнения).

5.6.4. Электроды длительного действия применяют как для периодических измерений потенциалов подземных сооружений относительно земли и поляризационных потенциалов подземных стальных сооружений, защищаемых от коррозии методом катодной поляризации, так и для непрерывного контроля этих потенциалов и потенциалов

относительно земли разветвленных дренажных проводников в системе глубокого дренирования блуждающих токов (для последних - с целью поддержания их в необходимых интервалах автоматическими установками катодной защиты). Электроды длительного действия могут быть поляризующимися и неполяризующимися. Первые допускается применять, если измеряемые потенциалы относительно земли по абсолютной величине превышают IВ, вторые следует применять в остальных случаях. Наиболее удобными из поляризующихся электродов являются стальные, из неполяризующихся - медносульфатные. При невозможности заказа медносульфатного электрода длительного действия следует предусматривать выполнение измерений потенциалов переносными (нестационарными) медносульфатными электродами и отказываться от применения автоматических установок катодной защиты (кроме случаев, когда такие установки подключаются к разветвленному дренажному проводнику системы глубокого дренирования). Места размещения электродов длительного действия следует совмещать с контактными устройствами, КИП, колодцами и прочими доступными для выполнения измерений местами.

5.6.5. Датчики электрохимического потенциала предназначены для снятия с них значений поляризационных потенциалов подземных стальных сооружений, защищаемых от коррозии методом катодной поляризации. Они представляют собой пластины из нержавеющей стали любой марки. Наиболее целесообразно с точки зрения точности результатов измерений и удобства эксплуатации помещать датчик непосредственно на защитном покрытии подземного сооружения. Совмещать установку датчиков на сооружениях следует с местами выполнения измерений (контактными устройствами, КИП и т.д.).

5.6.6. Контрольные пластины предназначены для периодического непосредственного контроля за коррозионным состоянием подземных сооружений методами визуальной и инструментальной проверки скорости коррозии металла. Они представляют собой пластины защищаемого материала, вырезанные из той же партии труб, которые уложены в грунт. Контрольные пластины следует устанавливать непосредственно на защитном покрытии защищаемого металла и подключать к системе электрохимической защиты. Наиболее целесообразно установку контрольных пластин совмещать со стационарными пунктами выполнения измерений (контактными устройствами, КИП и т.д.) и подключать пластины к сооружениям через контактные элементы этих пунктов.

5.6.7. Телеконтроль является одним из методов повышения надежности и коэффициента использования установки защиты и повышения эффективности электрохимической защиты подземных сооружений. В зависимости от способа передачи сигналов системы телеконтроля делятся на системы телеизмерений (ТИ) и телесигнализации (ТС). При ТИ осуществляют телепередачу непрерывного ряда значений измеряемых величин (потенциалов сооружений относительно земли, тока защиты и т.п.) и регистрацию их. При ТС передают дискретные сообщения о состоянии электрохимической защиты в процессе ее работы (аварийных режимах защитных устройств, достижения потенциалов сооружений относительно земли предельных значений и т.д.). ТИ могут быть непрерывными и дискретными, ТС - дискретной. В комплект системы телеконтроля входит диспетчерский пункт - комплекс устройств, предназначенных для формирования программы работы системы, посылки команд на контролируемые пункты и обратно, регистрации и обработки информации, принимаемой с контролируемых пунктов. Система телеконтроля имеет контролируемые (исполнительные) пункты, каждый из которых представляет собой комплекс устройств, предназначенных для приема и исполнения команд, приходящих с диспетчерского пункта, а также для сбора и передачи на диспетчерский пункт информации о состоянии контролируемого объекта (установки электрохимической защиты, подземного сооружения и т.п.). Непосредственные измерения физических величин осуществляют с помощью подключенных на контролируемом пункте одного или нескольких датчиков. Передача сигналов телеконтроля может осуществляться беспроводной или проводной связью. При проводной связи могут быть использованы существующие на предприятии каналы связи (при их уплотнении или наличии резервных линий), либо специально запроектированные линии телеконтроля. Трассы линий телеконтроля целесообразно совмещать с трассами дренажных проводников. Устройства телеконтроля требуют немалых капитальных затрат, сравнимых со стоимостью систем электрохимической защиты, поэтому целесообразность телеконтроля должна подтверждаться технико-экономическими расчетами.

6. ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ К СОСТАВУ И ОБЪЕМУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ЭЛЕКТРОХИМЗАЩИТЕ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

6.1. Общие положения.

6.1.1. Проектная документация по защите подземных сооружений

от электрохимической коррозии разрабатывается в основном как часть комплексного проекта, выполняемого проектной организацией для промышленного предприятия или отдельных его объектов и сооружений.

6.I.2. Порядок разработки, содержание, состав, согласование и утверждение проектной документации определяется "Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства" СН 202-76.

6.I.3 Экономическая целесообразность и хозяйственная необходимость проектирования и строительства тех или иных промышленных объектов определяется на основании технико-экономических обоснований (ТЭО) или другой предпроектной документации, заменяющей ТЭО.

6.I.4. Проектирование предприятий, зданий и сооружений может осуществляться в две стадии - технический проект и рабочие чертежи, либо в одну стадию - техно-рабочий проект. Решение о стадийности проектирования принимается организацией, утверждающей техдокументацию на предпроектной стадии.

6.I.5. Объем и содержание проектно-сметной документации по защите сооружений от электрохимической коррозии определяется стадией проектирования и зависит от сложности коррозионной обстановки в районе проектируемых объектов.

6.I.6. Специализированное проектно-изыскательское подразделение (отдел), Типовое положение о котором приведено в приложении 9, на основании технического задания на проектирование выполняет комплекс изыскательских работ, позволяющих определить коррозионную обстановку в данном районе и сделать выводы о необходимости и способах защиты сооружений от электрохимической коррозии.

Перечень основных приборов и оборудования для выполнения изыскательских работ приведен в приложении I0.

6.I.7. Результаты изыскательских работ приводятся в отчетах или заключениях, выдаваемых заказчику в установленном порядке, и содержат данные о коррозионной обстановке, позволяющие с необходимой степенью точности на различных стадиях проектирования выполнить расчеты устройств электрохимической защиты.

6.2. Технико-экономические обоснования.

6.2.I. Технико-экономические обоснования целесообразности намечаемого строительства объекта или сооружения и его электрохими-

ческой защиты от коррозии разрабатываются в соответствии с планом развития отраслей народного хозяйства нашей страны или по планам экономического сотрудничества для зарубежных объектов.

6.2.2. В техническую документацию по электрохимической защите подземных сооружений при выполнении ТЭО входят, как правило, следующие материалы:

6.2.2.I. Пояснительная записка о коррозионной обстановке в районе строительства, составленная по результатам рекогносцировочных изыскательских работ с приведенными в ней данными:

об источниках блуждающих токов;

потенциалах, вызываемых блуждающими токами на подземных сооружениях;

коррозионной активности почв по отношению к подземным сооружениям.

Заключение о коррозионной обстановке в определенных случаях может быть сделано на основании анализа результатов геологических и гидрогеологических работ, выполненных соответствующими специалистами в данном районе.

6.2.2.2. Расчеты стоимости, в которых укрупненно по аналогам определяются затраты на строительство и эксплуатацию системы электрохимической защиты подземных сооружений.

6.2.2.3. Данные о штатах службы эксплуатации системы электрохимической защиты подземных сооружений проектируемого объекта, ее размещении и оснащении приборами и оборудованием.

6.2.2.4. В необходимых случаях в ТЭО могут приводиться соображения проектной организации о проведении определенного комплекса научно-исследовательских работ, подлежащих выполнению в связи с особенностями строительства подземных сооружений и необходимости осуществления их электрохимической защиты.

6.2.3. В процессе проектирования электрохимзащиты на стадиях технический проект, рабочие чертежи или техно-рабочий проект - показатели, предусмотренные в утвержденном ТЭО, не могут быть ухудшены, а сметная стоимость строительства не должна превышать стоимости, утвержденную в ТЭО.

6.3. Технический проект.

6.3.I. Проектная документация на этой стадии включает краткую пояснительную записку, содержащую:

6.3.I.I. Сведения о подземных сооружениях.

6.3.I.2. Описание коррозионной обстановки в районе строительства данного объекта.

6.3.I.3. Выводы о необходимости и способах защиты подземных сооружений от электрохимической коррозии в соответствии с действующими нормативными документами (см.I.4).

6.3.I.4. Данные о составе, оснащении приборами и оборудованием и размещении службы, которая будет осуществлять контроль за коррозионным состоянием подземных сооружений и эффективностью работы устройств электрохимической защиты (участок или группа эксплуатации электрохимической защиты).

6.3.I.5. Описание мероприятий по автоматизации электрических измерений, выполняемых в процессе эксплуатации системы электрохимической защиты, а также мероприятий по технике безопасности, если таковые специально запроектированы.

6.3.2. В качестве графических материалов на этой стадии могут быть приложены ситуационный план или схема с размещением на них:

6.3.2.I. Зданий и сооружений.

6.3.2.2. Рельсовых путей электрифицированного транспорта с указанием мест подключения к ним положительных и отрицательных питающих линий.

6.3.2.3. Контрольно-измерительных пунктов (КИП) и устройств электрохимической защиты на защищаемых от коррозии подземных сооружениях.

6.3.3. Основным документом для планирования капитального строительства и расчетов в дальнейшем между заказчиком и строительной организацией является смета к техническому проекту на строительно-монтажные работы и оборудование электрохимической защиты подземных сооружений.

Смета составляется по объемам работ, определенным техническими решениями, на основании действующих ценников и прейскурантов.

6.3.4. На проектно-изыскательские работы, которые необходимо будет выполнять на стадии рабочих чертежей, составляется так называемая лимитная смета.

6.3.5. Для заказа необходимого оборудования и материалов, потребных для строительства электрохимзащиты, проектной организаци-

ей составляются заказные спецификации на оборудование и заявочные ведомости по укрупненным показателям на приборы, кабельно-проводниковую продукцию и др.

6.3.6. Данные о штатах службы эксплуатации электрохимической защиты с разделением их по профессиям и должностям приводятся в разделе обеспечения производства кадрами экономической части комплексного технического проекта предприятия, здания или сооружения и выделяются отдельной строкой.

6.4. Рабочие чертежи

6.4.1. Разработка рабочих чертежей для строительства электрохимической защиты подземных сооружений при двухстадийном проектировании осуществляется после утверждения технического проекта.

На стадии рабочих чертежей производятся уточнение и детализация предусмотренных техническим проектом решений для выполнения строительно-монтажных работ.

6.4.2. Изыскательские работы на этой стадии выполняются в объеме, необходимом для уточнения коррозионных условий по конкретно расположенным трассам подземных сооружений и привязки устройств электрохимзащиты. По результатам изыскательских работ составляется отчет или заключение о коррозионной обстановке по конкретным трассам подземных сооружений, выполняются детальные расчеты мощности, количества и расположения защитных устройств.

6.4.3. В состав рабочих чертежей входят: технологическая часть, электроснабжение оборудования электрохимзащиты, строительная часть, автоматизация и телемеханизация электрических измерений при эксплуатации системы электрохимической защиты.

6.4.4. Технологическая часть включает следующее:

6.4.4.1. Размещение на чертежах генерального плана масштаба 1:500 (как исключение, масштаба 1:1000) подземных сооружений, контрольно-измерительных пунктов, устройств электрохимзащиты и трасс электродренажных проводников к ним.

6.4.4.2. Электрические схемы подключения устройств электрохимзащиты к защищаемым подземным сооружениям.

6.4.4.3. Кабельный журнал электродренажных проводников к устройствам электрохимзащиты.

6.4.4.4. Чертежи нестандартизированного оборудования уст-

ройств электрохимзащиты.

6.4.4.5. Чертежи узлов и деталей, относящихся к установке устройств электрохимзащиты, подключения электродренажных проводников к защищаемым сооружениям и др.

6.4.4.6. Перечень примененных чертежей типовых конструкций, узлов и деталей.

6.4.4.7. Заказные спецификации для заказа изделий, необходимых для строительства системы электрохимзащиты.

6.4.5. Разделы, содержащие электроснабжение оборудования, автоматизацию и телемеханизацию электроизмерений параметров электрохимзащиты и строительную часть, выполняются специализированными подразделениями проектной организации на основании заданий, составляемых технологами, проектирующими систему электрохимзащиты подземных сооружений. В такие задания входят:

6.4.5.1. Чертежи размещения оборудования электрохимзащиты на генплане.

6.4.5.2. Чертежи конструкций электрохимзащитных устройств с указанием их основных габаритных и электрических параметров.

6.4.5.3. Требования, предъявляемые к работе и обслуживанию этого оборудования.

6.4.6. Технические решения по электрохимзащите подземных сооружений от коррозии согласовываются в установленном порядке с организациями, интересы которых в той или иной мере затрагиваются в связи со строительством электрохимзащиты данного сооружения.

6.4.7. Чертежи нестандартизированного оборудования должны быть согласованы с заводами-изготовителями.

6.4.8. Особые строительно-монтажные работы (бурение глубоких скважин под глубинные анодные заземления и др.) должны быть согласованы с генподрядной строительной организацией.

6.5. Техно-рабочий проект

6.5.1. Для сокращения общего объема проектных материалов и продолжительности проектирования проектная документация может разрабатываться в одну стадию - техно-рабочий проект.

6.5.2. Техно-рабочий проект, кроме рабочих чертежей и сметной части, включает краткую пояснительную записку с обоснованием

принятых технических решений, а также техдокументацию, которая разрабатывается на стадии технического проекта.

7. УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

7.1. Функции и структура подразделения по эксплуатации средств защиты (службы защиты).

7.1.1. Эксплуатация противокоррозионной защиты подземных сооружений осуществляется в зависимости от объемов работ службой защиты подземных сооружений предприятия или на договорных началах специализированной организацией. К услугам специализированной организации целесообразно прибегать только при расчетной численности эксплуатационного персонала меньше 3 чел.

7.1.2. В зависимости от объема и сложности эксплуатационных работ служба защиты подземных сооружений имеет структуру группы или участка, подчиняющихся отделу главного энергетика, либо входящих в состав общезаводской службы (цеха, участка) противокоррозионной защиты оборудования, конструкций и сооружений, если таковая имеется или предусматривается на предприятии. По квалификационному признаку в производственный персонал группы (участка) должны входить инженеры, мастера, техники, техники-водители автомобильного транспорта, электромонтеры, электрослесари.

7.1.3. В функции службы защиты подземных сооружений предприятия входят:

- рассмотрение и согласование проектов защиты от коррозии;
- контроль за строительством строительно-монтажными организациями противокоррозионной защиты;
- участие в наладочных работах пусконаладочных организаций и в выполнении изыскательских работ проектно-изыскательскими организациями и контроль за этими работами;
- проверка эффективности режима работы установок защиты и средств контроля;
- эксплуатация и ремонт установок защиты и средств контроля;
- контроль за техническим состоянием эксплуатируемых установок защиты и средств контроля;
- контроль защищенности подземных сооружений;
- обследование подземных сооружений в отношении качества защитных покрытий и коррозионного состояния сооружений;
- выявление новых коррозионно-опасных зон;

- сбор статистических данных о характере и количестве коррозионных повреждений сооружений;

- контроль и обследование рельсовых путей внутризаводского электрифицированного транспорта и других внутризаводских и внутрицеховых источников блуждающих токов в отношении коррозионной опасности и соответствия нормам утечки токов;

- обработка материалов обследований и электрометрических измерений;

- сбор и обработка данных электроизмерений на рельсовых путях внезаводского электрифицированного транспорта;

- составление коррозионных карт и карт блуждающих токов на территории предприятия;

- сбор, обработка и обобщение материалов передового опыта защиты подземных сооружений;

- составление заявок на требуемые приборы, оборудование и материалы;

- хранение технической документации по защите подземных сооружений, запасных оборудования и материалов защиты;

- составление и ведение установленных форм отчетности.

7.2. Оснащение службы защиты

7.2.1. Для успешного выполнения своих функций службы защиты подземных сооружений должна быть обеспечена необходимыми приборами, оборудованием, средствами безопасности и транспортными средствами (приложение 7). Помимо перечисленных в приложении 7 материальных средств, служба должна хранить на консервации запасные средства и материалы защиты, предусмотренные проектами.

7.2.2. Под службу защиты должны быть отведены следующие помещения: комната для выполнения камеральных работ; мастерская для ремонта средств защиты; складские помещения для хранения приборов, средств безопасности и оборудования, в том числе для хранения запасных оборудования и материалов защиты; помещение для зарядки и хранения аккумуляторных батарей; диспетчерский пункт (если система электрохимической защиты оборудована телеконтролем); теплая стоянка специализированного автотранспорта. Помещения службы защиты подземных сооружений целесообразно проектировать в одном здании, а при наличии телеконтроля, здание раз-

мещать, по возможности, в центре системы электрохимической защиты.

Электроизмерительные приборы (лабораторные и щитовые) необходимо передавать для ремонта и поверки в центральную электротехническую лабораторию. Туда же для периодических испытаний передаются средства безопасности. Поэтому специальных помещений для выполнения этих работ в составе помещений службы защиты предусматривать не следует.

7.3. Численность эксплуатационного персонала

7.3.1. Численность эксплуатационного персонала определяется по известной методике в зависимости от характера эксплуатационных работ; норм необходимого времени на выполнение единичной операции; количества операций; периодичности или повторяемости операций; минимального количества человек, необходимого для выполнения операции, и эффективного фонда рабочего времени. Ориентировочный перечень работ органов защиты подземных сооружений предприятия, нормы времени, периодичность и минимальное количество человек эксплуатационного персонала на каждую операцию приведены в приложении 8.

7.3.2. Эксплуатационный персонал службы защиты подземных сооружений должен предусматриваться в проекте за счет сокращения штатов ремонтного персонала подземных сооружений.

7.3.3. В проектное штатное расписание комплексов строительства различных объектов численность эксплуатационного персонала службы защиты подземных сооружений должна вноситься отдельной строкой.

Приложение I

П Е Р Е Ч Е Н Ь

нормативно-технической документации, используемой при разработке проектов электрохимической защиты от коррозии подземных металлических сооружений

№№ пп	Обозначение	Наименование
	ГОСТ:	
I	5272-68	Коррозия металлов. Термины.
2	I3819-68	Коррозия металлов. Десятибальная шкала коррозионной стойкости.
3	7006-72	Кабели. Защитные покровы.
4	I6I49-70	Защита подземных сооружений от коррозии блуждающим током поляризованными протекторами. Технические требования.
5	I4623-69	Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Основные требования к выбору покрытий.
6	9.IOI-78	Единая система защиты от коррозии и старения. Основные положения.
7	9.008-73	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Термины и определения.
	СНиП:	
8	II-28-73	Защита строительных конструкций от коррозии.
9	II-3I-74	Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
I0	II-32-74	Канализация.
II	II-34-76	Горячее водоснабжение.
I2	II-35-73	Тепловые сети.
I3	II-37-76	Газоснабжение. Внутренние и наружные устройства.

№№ пп	Обозначение	Наименование
I4	II-45-75	Магистральные трубопроводы.
I5	II-II.3-70	Склады нефти и нефтепродуктов. Нормы проектирования.
I6	III-23-76	Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии.
I7	III-29-76	Газоснабжение. Внутренние устройства. Наружные сети и сооружения.
I8	III-30-74	Водоснабжение, канализация и теплоснабжение. Наружные сети и сооружения.
I9	III-Д.I0-72	Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ.
	СН:	
20	65-76	Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами
2I	85-74	Инструкция по прокладке кабелей напряжением до II0 кВ. Инструкция по защите от электрокоррозии арматуры подземных напорных железобетонных трубопроводов. Инструкция по защите от коррозии подземных стальных трубопроводов, расположенных в зоне действия электротранспорта на переменном токе Инструкция по эксплуатации средств защиты городских газопроводов от коррозии. Инструкция по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии. Руководство по проектированию и защите от коррозии подземных металлических сооружений связи. Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от электрохимической коррозии.
22	ПУЭ-76	Правила устройства электроустановок.
23	ЕТУ	Единые технические указания по выбору и применению электрических кабелей (кабели силовые).

Приложение 2

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Последствия аварий как экономические потери складываются из убытков, вызванных безвозвратной потерей транспортируемого продукта $У_{пр}$, из расходов на ремонт поврежденных участков коммуникаций, на восстановление окружающей территории и объектов на ней $Q_{рем}$ и убытков, вызванных нарушением нормальной работы коммуникаций $У_{нар}$.

Величина убытков $У_{пр}$ определяется простым расчетом по формуле:

$$У_{пр} = С_{пр}(t_{пр}q + Q_э)$$

где: $С_{пр}$ - стоимость единицы измерения количества продуктов в руб/м3;

$t_{пр}$ - промежуток времени с момента возникновения утечки до ее ликвидации в сек.;

$Q_э$ - количество продукта, подлежащего эвакуации из участка коммуникации, на котором произошла авария в м3;

q - расход продукта через повреждение в м3/сек.

Стоимость $С_{пр}$ определяется для проектируемых предприятий по соответствующим калькуляциям в экономической части проектной документации, а для действующих предприятий - по технико-экономическим расчетам планово-экономических подразделений.

Промежуток времени $t_{пр}$ состоит из двух:

$$t_{пр} = t_{пр1} + t_{пр2}$$

где $t_{пр1}$ - промежуток времени с момента возникновения утечки до момента поступления сигнала о ней в соответствующую службу предприятия;

$t_{пр2}$ - промежуток времени, необходимый для ликвидации аварии.

Величины $t_{пр1}$ и $t_{пр2}$ зависят от многих факторов. Для $t_{пр1}$ основными являются:

I. Расход продукта в месте утечки.

Как правило, чем больше расход, тем сильнее изменяется режим работы коммуникации, тем быстрее обнаруживается утечка. На некоторых коммуникациях снижение рабочего давления автоматически вызывает отключение поврежденного участка.

2. Организация периодического осмотра и контроля коммуникаций на предприятии.

3. Расположение поврежденного участка (места повреждения)относительно основных направлений перемещения людей.

4. Принятая на предприятии система оповещения о наличии аварий.

Факторы, определяющие время $t_{пр2}$, следующие:

I. Расположение, оснащение и организация подразделения, эксплуатирующего данную коммуникацию.

2. Схема работы сети коммуникаций, с которой технологически связан поврежденный участок.

3. Размещение аппаратов управления работой сети (задвижек, насосов, компрессоров и т.д.) относительно места утечки на площадке предприятия.

4. Уровень автоматизации управления аппаратами, возможность дистанционного контроля и управления.

5. Гидростатическое давление в месте утечки, определяемое конфигурацией трубопроводов в вертикальной плоскости.

6. Условия прокладки аварийного участка (глубина укладки труб, механические свойства грунта, наличие параллельно уложенных труб, расстояние между ними).

Фактически численные значения $t_{пр1}$ и $t_{пр2}$ устанавливаются проектировщиком совместно с представителем подразделений, эксплуатирующего данную коммуникацию, в результате анализа отмеченных факторов. Для проектируемых коммуникаций значения $t_{пр1}$ и $t_{пр2}$ принимаются по аналогии с существующим.

Данные по значениям Q_9 обычно содержатся в проектной или эксплуатационной документации по сетям инженерных коммуникаций.

Расход q жидкого продукта определяется расчетом:

$$q = 2{,}65S\sqrt{\frac{10p - \gamma h}{\gamma(1+30Rl^{-1} - 1{,}2Rl^{-0{,}25})}};$$

$$Rl = \frac{10^4 S}{\nu\gamma}\sqrt{S(10p - \gamma h)};$$

$$10p > \gamma h$$

Для газообразных продуктов находят расчетом по формуле

$$q = 8{,}68Sp^{\frac{1}{2}}\gamma^{\frac{1}{2}}$$

В формулах для q обозначено:

γ - удельный вес продукта при давлении p ; p - давление в трубопроводе; h - глубина заложения коммуникации; ν - кинематический коэффициент вязкости; S - площадь отверстия, через которое происходит утечка продукта.

Глубина заложения h , давление p определяется по проектной или эксплуатационной документации, удельный вес γ и коэффициент вязкости ν - по справочной литературе. Площадь отверстия S , через которое происходит утечка продукта, устанавливается исходя из принятой модели коррозионного разрушения.

Величина расходов $Q_{рем}$ определяется сметным расчетом, составление которого имеет много общего с составлением смет на строительство коммуникаций. Отметим некоторые особенности, которые необходимо учитывать при подсчетах расходов.

На площадках промышленных предприятий в условиях плотной застройки вскрытие коммуникации для ремонта или замены требует большого объема работ по разборке и восстановлению твердых покрытий автодорог и тротуаров (до 50% площади вскрытия). Возможность механизации земляных работ ограничена. Поврежденные трубы и кабели приходится извлекать из траншей и на их место укладывать новые, т.к. варианты обхода поврежденных участков практически от-

сутствуют. Грунт при вскрытии ввиду ограниченного места для складирования должен вывозиться во временные отвалы. Для обратной засыпки используется привозной грунт. Расходы на восстановление окружающей территории и объектов на ней на промышленных предприятиях являются эпизодическими и могут не учитываться.

Источником информации для составления сметных расчетов служат исполнительные или проектные планы расположения коммуникаций и их продольные профили с указанием типов грунтов.

Расценки на работы по ремонту определяются по справочной литературе, содержащей сметные цены на строительные работы и монтаж оборудования.

Методика оценки убытков, вызванных нарушением нормальной работы коммуникаций из-за коррозионных разрушений, нуждается в более детальных пояснениях.

Нормальным режимом работы коммуникаций называется режим, при котором технологическая установка обеспечивается транспортируемым продуктом заданного качества и количества в соответствии с графиком потребления и по схеме, предусмотренной для длительной работы. Технологической установкой называется агрегат или группа связанных между собой агрегатов, которые ограничены промежуточными складами. В этом случае нарушения нормальной работы таких агрегатов не влияет на работу последующих по ходу технологического процесса, равно как нарушения работы предыдущих не влияет на работу данной. Под нарушением нормального режима понимается внезапное прекращение подачи продукта или энергии, т.к. в этом случае убытки достигают наибольших размеров.

Для каждой технологической установки существует промежуток времени $t_{кр}$, в течение которого перерыв в работе коммуникации не оказывает практического влияния на ее нормальную работу. Это свойство инерционности в целом зависит от инерционности отдельных агрегатов, потребляющих транспортируемый продукт по коммуникации. Так, например, кратковременное прекращение работы трубопровода промстоков прокатного производства не вызывает немедленного прекращения прокатки, т.к. в каждом прокатном цехе имеются емкости для сбора и предварительной очистки этих стоков.

Экономические потери при внезапном перерыве работы коммуникации во многом зависят от совпадения момента перерыва с тем или иным этапом технологического процесса рассматриваемой установки.

Если, например, перерыв электроснабжения печи электросталеплавильного цеха произошел в момент завалки печи, то это лишь задержит ее пуск. Перерыв электроснабжения в период расплавления или рафинирования металла может вызвать (в зависимости от продолжительности перерыва) или просто возобновление расплавки (дополнительный расход электроэнергии и сырья). или привести к серьезной аварии.

Если нарушение нормальной работы коммуникации приводит к прекращению технологического процесса, то после восстановления ее работы для доведения технологического процесса до номинального режима требуется некоторое время $t_{вос}$. Продолжительность $t_{вос}$ зависит от особенностей технологического процесса, длительности перерыва, от совпадения перерыва с тем или иным этапом процесса и многих других факторов. Так, например, ремонтно-механические цеха практически сразу после восстановления электроснабжения возобновляют свою нормальную работу и это происходит независимо от длительности перерыва. В прокатных цехах внезапное прекращение подачи природного газа влияет на работу нагревательных печей. Если время перерыва не слишком велико, то, вследствие большой тепловой инерции печей, нагретые слитки могут прокатываться на стане.

Остановка стана и прекращение выдачи продукта произойдет после того, как будут израсходованы все нагретые слитки, т.е. с некоторой задержкой во времени относительно момента аварии на коммуникации. После восстановления газоснабжения потребуется время для разогрева печей и новых слитков. Естественно, что этот промежуток времени будет зависеть от продолжительности перерыва в газоснабжении. Чем продолжительней был перерыв, тем сильнее остынут печи, тем больше времени потребуется для восстановления нормального технологического процесса нагрева металла.

При некоторой длительности перерыва в нормальной работе коммуникаций происходит полная разладка работы технологической установки и возникает необходимость восстановления работы с начальных условий пуска. В этом случае $t_{вос}$ максимально.

При нормальной работе с выполнением плановых или проектных показателей общегодовые затраты $З_г$ на выпуск планового количества продукции $Q_п$ составляют

$$З_г = Ф + И + к Q_п$$

где: $Ф$ - плата за фонды данной технологической установки;

$И$ - постоянная часть ежегодных издержек;

$К$ - удельные затраты на единицу продукции, связанные с ее выпуском (стоимость материалов, энергии, сырья, зарплата сдельно работающих и т.д.).

Стоимость единицы продукции $Сп$ составит:

$$Сп = \frac{Зг}{Qп} = \frac{Ф + И}{Qп} + К$$

С нарушением нормальных режимов общегодовые затраты $Згф$ на выпуск фактического количества продукции $Qф$ будут равны

$$Згф = Ф + И + К Qф + \Delta З$$

где $\Delta З$ - затраты, вызванные нарушениями нормального режима работы установки. Произошло уменьшение выпуска продукции на величину

$$\Delta Q = Qп - Qф$$

Стоимость единицы продукции, выпущенной в режиме с нарушениями составит

$$Сф = \frac{Згф}{Qф} = \frac{Ф + И}{Qф} + \frac{\Delta З}{Qф} + К$$

А общие потери (убытки) из-за нарушений работы будут равны

$$У_{нар} = Qф\,Сф - Qф\,Сп$$

или

$$У_{нар} = \frac{Ф + И}{Q} \Delta Q + \Delta З$$

Таким образом, общая величина убытков, обусловленных нарушением работы коммуникаций к технологической установке, является суммой двух принципиально отличающихся составляющих: непосредственно прямых убытков $У_{пр}$ и дополнительных убытков $У_{д}$, которые зависят от объема недовыпущенной продукции:

$$У_{д} = (Ф + И)\frac{\Delta Q}{Q_{п}}; \quad У_{пр} = \Delta З$$

Величина прямых убытков $У_{пр}$ определяется увеличением текущих издержек производства из-за брака продукции, порции сырья и материалов, выхода из строя и сокращения срока службы оборудования и инструментов, ухудшения технико-экономических показателей технологического процесса, увеличения затрат сырья и материалов. Д я прямых убытков можно записать

$$У_{пр} = У_{прф} + У_{прд}\,(t_{п}, t_{вос})$$

где $У_{прф}$ - убытки, определяемые самим фактом внезапного перерыва;

$У_{прд}$ - убытки, зависящие от фактических длительностей перерыва в работе коммуникаций и периода восстановления технологического процесса а также от частоты перерывов.

Составляющая $У_{прф}$ в значительной мере зависит от характера технологического процесса или отдельных его стадий. Например, факт внезапного прекращения подачи электроэнергии на электросталеплавильную печь не приводит к каким-либо убыткам. В то же время такая авария для прокатных станов и станков по механической обработке металла автоматически вызывает поломку инструмента, а изделия, находящиеся в обработке в момент аварий, бракуются. Суммарная стоимость поврежденного инструмента и бракованной продукции в последнем случае будет представлять собой убытки, обусловленные фактом прекращения подачи электроэнергии.

Основу величины $У_{прд}$ образуют затраты на потребляемые воду, тепло, пар, газ, электроэнергию и т.д. во время простоя и течение периода восстановления нормальной производительности.

В ряде случаев перерывы определенной длительности нормальной работы агрегатов отрицательно влияют на их состояние. Находящиеся в момент перерыва в агрегатах полуфабрикаты или сырье могут быть испорчены и к дальнейшему использованию непригодны. Ухудшение состояния агрегатов приводит к сокращению межремонтного срока службы. Затраты на ремонт увеличиваются, возрастает общее время простоя. Приращение затрат на ремонт и стоимость испорченного сырья и полуфабрикатов также представляют собой прямые убытки, входящие в составляющую

Увеличение времени простоя влечет за собой недовыпуск продукции, в результате чего образуются дополнительные убытки. Выражение

$$У_д = (Ф+И)\frac{\Delta Q}{Q_п}$$

получено в предположении, что компенсация каким-либо способом недовыпуска продукции отсутствует. Именно в этом случае дополнительные убытки выражаются в недоиспользовании основных и оборотных средств и постоянной части годовых издержек производства. Если T - плановое число часов работы установки в год; K - ее основные и оборотные средства; P - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; то для оценки дополнительных убытков в соответствии с общепринятой методикой имеем:

$$У_д = \frac{PK+И}{T} t_Ф .$$

Если недовыпуск продукции ΔQ, компенсируется последующей работой установки и не вызывает дополнительных затрат, то

$$У_д = 0$$

Недовыпуск продукции может компенсироваться работой установки в сверхурочное время. Предполагая, что производительность (часовая) установки при работе в сверхурочное время равна номинальной $П_н$, недовыпуск ΔQ за время простоя $t_Ф$ определится формулой

$$\Delta Q = П_н t_Ф$$

Для проведения сверхурочных работ потребуется привлечь производственный персонал, оплачиваемый отдельно, а также персонал.обслуживающий агрегаты установки, используемые во время сверхурочных работ. Если годовой фонд заработной платы сдельщиков при выпуске номинального объема продукции Q_n составляет $C_{сд}$, то учитываемый в стоимости продукции расход заработной платы $P_н$ на выполнение объема продукции ΔQ составит:

$$P_н = \frac{C_{сд}}{Q} \Delta Q$$

Фактически, при выполнении этих работ в сверхурочное время расходуется зарплата $P_{сд}$, равная

$$P_{сд} = \beta \frac{C_{сд}}{Q_n} \Delta Q$$

где β - коэффициент, учитывающий увеличение оплаты в сверхурочное время.

Дополнительные убытки, определяемые доплатами сдельщикам за сверхурочные работы, составят:

$$У_{дс} = P_{сд} - P_н = \frac{(\beta - 1) C_{сд}}{Q_n} \Delta Q$$

При годовом фонде заработной платы персонала, находящегося на повременной оплате и используемого при обслуживании агрегатов при их работе в сверхурочное время, составляющем $C_{пов}$, дополнительные убытки по статье расходов на заработную плату повременщикам будут равны:

$$У_{д\ пов} = \frac{\beta C_{пов}}{Q_n} \Delta Q$$

Общие дополнительные убытки, возникающие при компенсации недовыпуска продукции за счет организации сверхурочных работ, равны

сумме $У_{дс}$ и $У_{д.пов}$.

Иногда возникает необходимость компенсации недовыпуска продукции работой агрегатов в форсированном режиме, когда часовая производительность $П_{фор}$ в α раз выше номинальной $П_н$. В этом случае могут иметь место повышенные удельные расходы сырья, материалов, энергии и т.д. Доли затрат переменной части издержек производства на единицу продукции возрастут на величину:

$$\Delta И_н = И_н (К_ф - 1)$$

а дополнительные убытки при компенсации недовыпуска за счет форсированного режима работы установки составят

$$У_{дф} = Q_{фор} \Delta И_н = \alpha П_н t_{фор} И_н (К_ф - 1)$$

В двух последних формулах обозначено:

$Q_{фор}$ - объем продукции, выпущенной при форсированном режиме работы; $И_н$ - переменная часть издержек производства в расчете на единицу продукции; $К_ф$ - коэффициент, учитывающий увеличение этих издержек при форсированном режиме; $t_{фор}$ - время работы установки в форсированном режиме.

Время $t_{фор}$ определяется из условия компенсации недовыпуска продукции ΔQ :

$$t_{фор} = \frac{\Delta Q}{(\alpha - 1) П_н}$$

Следовательно

$$У_{дф} = \alpha И_н \frac{К_ф - 1}{\alpha - 1} \Delta Q$$

При расчете убытков, возникающих от нарушения нормальной работы коммуникаций по причине коррозионных разрушений, ввиду неоп-

ределенности момента начала аварии принимаются наихудшие начальные условия: происходит полное прекращение транспорта продукта в наиболее неблагоприятный момент для технологического процесса.

Рассматривая события, возникающие как следствие аварии на коммуникации, необходимо учитывать наличие дублирующих или резервных коммуникаций, по которым после соответствующих переключений может быть восстановлено снабжение продуктом. Однако, если эти коммуникации также подвержены коррозионным разрушениям, то, в соответствии с принципом наихудших последствий, возможность таких операций исключается.

Расчет начинается составлением каталога подземных коммуникаций, в котором описывается функциональное назначение коммуникаций и события, возникающие на технологических агрегатах, как следствие прекращения нормальной работы коммуникаций. Источником информации здесь являются генплан инженерных сетей предприятия, технологические схемы коммуникаций и описания производственных процессов тех участков, которые потребляют транспортируемый продукт или от которых отводят использованный. Форма каталога произвольна: либо в виде таблицы, либо в виде перечня с рубрикацией по участкам подземных коммуникаций. Последняя более удобна, так как имеется возможность независимого составления с последующей комплектацией по видам сетей.

По данным каталога рассчитывается (в табличной форме) зависимость убытков от продолжительности нарушения нормальной работы коммуникации.

Рассмотрим методику расчета такой зависимости на конкретном примере трубопроводов технического водоснабжения прокатного цеха металлургического завода. В каталоге экономической ответственности подземных коммуникаций эти трубопроводы характеризуются следующими данными:

I. Участок, конструкция.

От места врезки в общезаводскую магистраль чистой охлажденной воды до ввода в цех. Длина трассы 250 м. В одной траншее на глубине 1,5 м уложены две трубы с диаметром 600 мм и толщиной стенки 6 мм. Расстояние между осями труб равно 1,2 м. Каждая из труб обеспечивает пропуск 70 % требуемого расхода воды.

2. Резервные сети, их характеристика; другие мероприятия по обеспечению надежности водоснабжения.

Резервных сетей нет. Предусмотрена автономная система подачи технической воды от водонапорной башни с резервной емкостью, запас воды в которой обеспечивает нормальную работу цеха в течение 0,67 часа. Башня расположена рядом с цехом; трубы от нее к цеху коррозии не подвергаются.

3. Потребление воды и влияние прекращения водоснабжения по трубам, описанным в пункте I.

3.I. Охлаждение валков и подшипников станов горячей прокатки, роликов и рольгангов, пил и ножниц горячей резки. Используется вода цехового грязного оборотного цикла окалиносодержащих стоков после очистки и охлаждения. Из трубопроводов п.I восполняются потери воды. После прекращения подачи чистой воды возможна непрерывная работа агрегатов в течение 2-3 часов за счет запасов воды в оборотном цикле.

3.2. Гидросмыв окалины на металле перед станом горячей прокатки.

Используется вода после охлаждения агрегатов, см. п.3.I. Влияние - см.также п.3.I.

3.3. Гидросбив окалины на горячем металле. Используется вода из труб п.I. После прекращения подачи возможно переключение устройств гидросбива на питание очищенной воды из цикла окалиносодержащих стоков. Влияние - см. п.3.I.

3.4. Охлаждение оборудования машинных залов. Используется вода из трубопроводов п.I.
Отключение подачи воды по этим трубам вызывает автоматическое переключение на водоснабжение от резервной емкости, см. п.2. Полное прекращение водоснабжения требует отключения оборудований машинных залов и остановки станов.

3.5. Охлаждение дроссельных заслонок в дымоходах нагревательных колодцев и радиационных пирометров в печном отделении цеха. Используется вода после охлаждения оборудования машинных залов. Отключение подачи воды из труб п.I и резервной емкости п.2 автоматически прекращает подачу газа - нагревательные колодцы гасятся. Из-за большой тепловой инерции высокая температура в нагревательных колодцах сохраняется продолжительное время. Датчики радиационных пирометров выходят из строя.

Технико-экономические показатели цеха приведены в таблице I.

Таблица I

Наименование технико-экономического показателя	Единица измерения	
Стоимость основных и оборотных средств	тыс.руб.	I4000
Постоянная часть годовых издержек производства	тыс.руб.	3I40
Нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат		0,I2
Плановое число часов работы в год		7500
Количество печей в нагревательном отделении	шт.	60
Стоимость радиационного пирометра	руб.	II7
Расходы на монтаж одного пирометра	руб.	I5,5
Стоимость природного газа	руб. / I000м3	I8
Тепловая мощность печи	ккал/час	$5{,}5 \cdot I0^6$
Теплотворная способность газа	ккал/нм	8395
Стоимость электроэнергии	руб.квт час.	0,0II
Мощность компрессора на 4 нагревательных печи	кВт	200
Рабочая температура слитков	°С	I300
Температура поставляемых слитков	°С	750

Цех работает на полную паспортную мощность, недовыпуск продукции, вызванный внеплановыми простоями, не восполняется.

Данные каталога показывают, что после прекращения технического водоснабжения по рассматриваемым трубопроводам агрегаты цеха переходят на водоснабжение от резервной емкости и, если продолжительность перерыва $t_п$ в работе трубопроводов менее 0,67 часа, внепланового простоя не возникает. Если $t_п > 0{,}67$ ч, то через 0,67 часа после отключения труб и израсходования запаса воды стан останавливается, прекращается подача газа на нагревательные колодцы, металл в которых с этого момента начинает ос-

тывать. Выходят из строя датчики радиационных пирометров.

Время остывания $t_{ост} = t_п - 0{,}67$, так как с момента восстановления водоснабжения практически возобновляется подача газа. Однако, нормальный технологический процесс проката начинается через некоторое время $t_{вос}$, необходимое для температурной подготовки слитков металла. Оно складывается из затрат времени $t_р$ на разогрев нагревательных колодцев (печей) до рабочей температуры $T_{раб}$; затрат времени $T_м$ на методическую выдержку металла в разогретой печи и времени доставки слитков к стану. Последнее слагаемое обычно мало и не учитывается.

Время $t_р$ зависит от температуры $T_{ост}$, до которой остыла печь, и определяется по графику разогрева печи после капитального ремонта как разность абсцисс точек с ординатами $T = T_{ост}$ и $T = T_{раб}$. Предварительно $T_{ост}$ определяется по графику зависимости температуры печи от времени остывания $T_{ост}$.

Время выдержки $t_м$ в нагретой печи зависит от начальной температуры слитков $T_{нач}$ и определяется по режимному графику нагрева металла. $T_{нач}$ находят, сравнивая температуру слитков, поступающих из сталеплавильных цехов $T_{сл}$ (см.табл.I) с температурой $T_{ост}$ и выбирая большее значение.

Определив $t_р$ и $t_м$, находят фактическое время простоя цеха $t_ф$

$$t_ф = t_п - 0{,}67 + t_р + t_м$$

и далее величину убытков $У_{нар}$. Все расчеты выполняют для различных $t_п$ и сводят в таблицу 2.

Таблица 2

I	2	3	4	5	6
I	Время перерыва работы коммуникаций	часы	0,67	4,00	9,00
2	Время на разогрев печей	часы	0	6,5	I6,0
3	Время на выдержку металла в печах	часы	0	0	1,5
4	Время простоя цеха	часы	0	9,83	25,83

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5	6
5	Убытки, вызванные фактом прекращения водоснабжения,	руб.	I2312	I2312	I2312
	в том числе				
	Затраты на замену пирометров	руб.	795	795	795
	Затраты на дополнительный расход газа на нагрев печей, охлажденных до 300С для замены пирометров. 85% пирометров устанавливаются при плановом ремонте. Время нагрева определяется по почасовому графику и равно 10^4 часа	руб.	II004	II004	II004
	Затраты на дополнительную электроэнергию для компрессоров при нагреве печей, охлажденных до 300С для замены пирометров	руб.	513	513	513
6	Затраты на дополнительный расход газа для нагрева печей, остывших за время перерыва в их работе	руб.	0	4600	II300
7	Затраты на дополнительную электроэнергию для компрессоров при нагреве печей, остывших за время перерыва в их работе	руб.	0	215	527
8	Дополнительные убытки при условии, что недовыпуск продукции не восполняется	руб.	0	4177	I66I0
	Общая величина убытков из-за простоя цеха по причине коррозионного разрушения трубопроводов технического водоснабжения	руб.	I2312	2I304	40749

По первой и последней строкам таблицы строят график зависимости величины убытков от длительности перерыва нормальной работы коммуникаций.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЗАЩИТНОГО ТОКА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

I. Исходные данные.

Коэффициент начальной коррозии Кн в г/(м.год).
Коэффициент затухания коррозии Ку в м3/(А.год).
Плотность блуждающих токов на поверхности трубопровода (знак и величина) в А/м2.

Допускаемое уменьшение толщины стенки трубопровода по условиям эксплуатации Δh в мм.

Диаметр и глубина заложения трубопровода в местах отбора проб грунтов в метрах.

I.I. Коэффициенты $К_н$ и $К_у$ определяются по результатам испытания грунта или материала обратной засыпки в специальных испытательных ячейках (приложение 4).

I.2. Плотность блуждающих токов на поверхности трубопроводов оценивается по материалам изыскательских работ. Плотность токов макрогальванических элементов для трубопроводов, укладываемых на территории металлургических предприятий, не определяется.

I.3. Допускаемое уменьшение толщины стенки трубопровода Δh (мм) рассчитывается по формуле

$$\Delta h = h_ф - h_{доп}$$

где $h_ф$ - фактическая толщина стенок трубопроводов в мм, указываемая в задании на проектирование электрохимзащиты;

$h_{доп}$ - допускаемая толщина стенки трубопровода в мм, определяемая исходя из конкретных условий эксплуатации рассматриваемого участка трубопровода.

I.4. Диаметр Д и глубина Н заложения трубопровода (в м) на рассматриваемом участке указываются на чертежах продольных про-

филей, прикладываемых к заданию на проектирование электрохимзащиты.

2. Оптимальная величина плотности защитного тока определяется как результат решения уравнения

$$\frac{Q}{[T(J_3)]^2}\cdot\frac{dT(J_3)}{d(J_3)}=\frac{dS(J_3)}{dJ_3} \qquad (A)$$

где Q - величина экономических потерь из-за коррозионных разрушений трубопроводов, руб. (см.приложение 2);

$T(J_3)$ - срок службы подземного трубопровода в зависимости от плотности защитного тока катодной поляризации J_3 в А/м2, представляет собой наименьшее число из решений относительно t уравнений $y_n=\Delta h$ при $m = 24$

где:

$$y_n=0{,}58\left[D-C_1+Jt+\left(C_1+\frac{2C_2}{J}\right)\ln\frac{J(D+C_1+Jt)+2C_2}{2(JC_1+J_2)}-\right.$$

$$\left.-C_1\ln\frac{C_1D+C_1^2+t(JC_1+2C_2)}{2C_1^2}\right];$$

$$D=\sqrt{(C_1+Jt)^2+4tC_2}\;;\quad C_1=\frac{2(1+a^2-2a\cos Q_n)\ln a}{K_y(a^2-1)}\;;$$

$$C_2=1{,}91\,10^{-4}\frac{K_H}{K_y}\;;\quad J=(J_0-J_3)\left[1\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\Theta}{2H}\right)^k\cos k Q_n\right];$$

$$a=\frac{2H}{D}+\sqrt{\left(\frac{2H}{D}\right)^2+1}\;;\quad Q_n=3{,}142\frac{n}{m}\;;\quad n=0,1,2,3,\ldots,m;$$

t - число лет; M - ближайшее целое к $3/\ell g\frac{2H}{D}$

$S(J_3)$ - приведенные затраты на защиту, зависящие от величины плотности защитного тока.

Зависимость $S(J_3)$ составляется в виде таблиц или графиков для каждого конкретного трубопровода (диаметр), района расположения предприятия и комплекса мероприятий по электрохимической защите.

3. Для каждой группы мероприятий рассчитывают годовой экономический эффект внедрения Э по формуле:

$$Э=Q\left(\frac{1}{T_ф}-\frac{1}{T_3}\right)-S(J_3)$$

где Q и $S(J_3)$ определены выше; $T_ф$ - срок службы трубопровода по условиям сохранности стенки трубы без защиты от коррозии (см.приложение 4); T_3 - срок службы трубопровода при работе устройств электрохимической защиты, обеспечивающих при приведенных затратах $S(J_3)$ оптимальную плотность защитного тока J_3 .

4. Выбирают группу мероприятий, для которой годовой экономический эффект будет наибольшим. Эти мероприятия являются наилучшими по своим технико-экономическим показателям и принимаются для дальнейшей разработки в проекте.

5. При определенных значениях исходных данных уравнение (A) не имеет решений. Это означает, что на рассматриваемом участке трубопровода в данных коррозионных условиях защита от коррозии его по технико-экономическим показателям нецелесообразна.

6. Определение необходимости защиты от коррозии и оптимальной плотности защитного тока требует большого объема вычислений. Для решения этой задачи в короткие сроки наиболее целесообразно применение программы DANKOR для ЕС ЭВМ.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ТРУБОПРОВОДОВ ПО КОРРОЗИОННЫМ УСЛОВИЯМ НА ПЛОЩАДКАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

I. Исходные данные.

I.I. Для определения сроков службы трубопроводов по коррозионным условиям используются следующие исходные данные:

Коэффициент начальной коррозии $K_н$, г $м^{-I}$. год $^{-I}$

Коэффициент затухания коррозии $K_у$, $м^{-}$ $А^{-I}$ год $^{-I}$.

Плотность блуждающих токов на поверхности трубопроводов $j_б$ (знак и величина). $А.м^{-2}$.

Допускаемое уменьшение толщины стенки трубопровода по условиям эксплуатации Δh, мм.

Плотность токов катодной поляризации $j_з$, $А.м^{-2}$.

Диаметр Д и глубина заложения оси Н трубопровода на рассматриваемом участке, м.

Коэффициент сквозности ρ противокоррозионных покровов на внешней поверхности трубы

$$\rho = \frac{S_g}{S_{общ}}$$

где S_g - площадь металла внешней поверхности трубы, соприкасающегося с грунтом в дефектах противокоррозионного покрова, м2;

$S_{общ}$ - общая площадь наружной поверхности трубы на рассматриваемом участке.

I.2. Коэффициенты $K_н$ и $K_у$ определяются по результатам испытания грунта или материала обратной засыпки траншей (см.п.2 настоящего приложения).

I.3. Плотность блуждающих токов $j_б$ на поверхности трубопроводов оценивается по материалам изыскательских работ. Влияние макрогальванических элементов на коррозию трубопроводов не определяется, так как последние, как правило, являются катодами этих

элементов.

I.4. Допускаемое уменьшение толщины стенки трубопровода рассчитывается по формуле

$$\Delta h = h_н - h_{доп}$$

где $h_н$ - фактическая толщина стенки трубопровода в мм;

$h_{доп}$ - допускаемая толщина стенки в мм, определяемая исходя из конкретных условий эксплуатации рассматриваемого участка трубопровода.

I.5. Плотность токов катодной поляризации задается при проектировании - увеличения фактического срока службы трубопровода по коррозионным условиям до требуемого значения.

2. Определение коэффициентов Кн и Ку.

2.I. Работы на площадке предприятия.

2.I.I. В соответствии с планом расположения сетей подземных стальных трубопроводов в различных местах трасс отбирают грунты для выполнения лабораторных испытаний.

Число точек отбора грунтов определяется необходимой детальностью исследований. Как правило, в отобранных пробах должны быть предоставлены все типы грунтов, которыми будет выполняться обратная засыпка траншей трубопроводов.

Если обратная засыпка будет выполняться привозным грунтом или каким-либо другим материалом, то для испытания должны быть отобраны именно эти грунты или материалы.

Объем отбора пробы грунта должен быть достаточным для выполнения испытаний в трех ячейках.

2 I.2. При отсутствии информации о трассах проектируемых коммуникаций на площадке проектируемого предприятия места отбора проб равномерно распределяются по квадратной сетке на всей исследуемой территории с учетом необходимости охвата пробами всех литологических типов грунтов, встречающихся на площадке.

2.I.3. Отобранная проба должна представлять собой усредненную пробу грунта от поверхности земли до глубины укладки трубопроводов. Если по данным инженерно-геологических изысканий грунт однороден до глубины укладки труб, допускается отбор грунта с од-

ной отметки в шурфе глубиной не менее 0,5 м. Допускается использовать для проб грунт из инженерно-геологических скважин.

Как минимум одна треть пробы должна размещаться в герметической емкости с целью сохранения естественной влажности до момента испытания.

2.2. Лабораторные работы.

2.2.1. Предварительно определяется естественная влажность грунтов из образцов, находящихся в герметической таре. В герметической таре оставляется объем грунта, достаточный для заполнения одной ячейки. Остальной грунт в объеме, достаточном для заполнения двух ячеек, высушивается до постоянного веса и делится пополам.

Одна часть высушенного грунта увлажняется до значения влажности, равной половине естественной. Вторая - до значения влажности, равной естественной, увеличенной на 20 %.

2.2.2. Подготовка испытательной пластины.

Тщательно очищается рабочая поверхность от прокатной окалины и продуктов коррозии мелкой корундовой шкуркой, обезжиривается ацетоном и высушивается фильтровальной бумагой. Целесообразно подготавливать и маркировать испытательные пластины заранее и хранить их в герметической таре с осушенным воздухом.

При маркировке на поверхности пластины, доступной осмотру при производстве испытаний, записывают номер пластины и ее толщину в той части, которая соприкасается с грунтом.

Толщина рабочей части пластины измеряется в трех местах микрометром с точностью 0,01 мм: по краям рабочей части и в ее середине.

За толщину пластины принимается средний результат измерений.

2.2.3. Подготовленная пластина устанавливается в испытательную ячейку (см. п.2.3), при этом зачищенная рабочая часть должна быть обращена во внутреннюю полость ячейки. Если зазор между боковыми торцами пластины и боковыми стенками ячейки более 0,2 мм пластина считается непригодной для данной ячейки.

Устанавливаются потенциальные и силовые контакторы. Два потенциальных контактора устанавливаются так, чтобы линия их контакта с испытательной пластиной была бы следом пересечения плос-

ностей внутренней поверхности торцевых стенок ячейки с плоскостью испытательной пластины. Расстояние между линиями контакта этих потенциальных контакторов должно быть равно расстоянию между внутренними поверхностями торцевых стенок ячейки. Третий потенциальный контактор устанавливается на свободной части пластины. Расстояние его от ближайшего потенциального контактора должно быть примерно равно расстоянию между внутренними поверхностями торцевых стенок ячейки. Все расстояние между линиями контакта потенциальных контакторов измеряются с точностью до 0,1 мм и фиксируются.

2.2.4. Подготовленный грунт одновременно с грунтом естественной влажности помещается в испытательные ячейки.

Загрузку грунта в полость ячейки производят с таким уплотнением, как при обратной засыпке траншей трубопроводов. Уплотнение должно быть равномерным по всей плоскости поперечного сечения столба грунта в ячейке. Для этого используют жесткую перфорированную пластину с ручкой; размеры пластины на 2-3 мм меньше размеров внутренней полости ячейки.

Высота столба в ячейке должна составлять такую величину, чтобы в оставшейся свободной верхней части внутренней полости могла разместиться ванночка с водой, причем зазор между дном ванночки и поверхностью грунта должен быть не менее 10 мм. Измеряется и фиксируется высота столба грунта в м.

2.2.5. После загрузки грунтов осуществляют герметизацию дна ячейки размягченным пластилином или заливкой расплавленным парафином, фиксируют время; устанавливают ячейки в стабильное положение: заполняют ванночки в верхней части полости ячейки водой. Положение ячеек должно обеспечивать свободный доступ к электрическим контактам для выполнения электрических измерений.

2.2.6. Ежедневно на каждой ячейке измеряется с помощью двойного моста и силовой установки сопротивление рабочей части пластины в единицах сопротивления свободной части ее. Одновременно фиксируется время измерения и продолжительность интервала времени, считая от начала испытания.

2.2.7. Продолжительность испытаний зависит от коррозионной активности испытуемых грунтов. Следует стремиться к максимально возможному увеличению продолжительности испытаний. Испытания следует считать оконченными, если установлено заметное изменение

сопротивления в последнем измерении.

2.3. Конструкция ячейки.

Ячейка представляет собой прямоугольный план параллелепипед, изготовленный из оргстекла (рис.I). Внутренние размеры полости ячейки: длина ℓ ; ширина m ; высота h определяются максимальным размером частиц грунта: ширина m , высота h должны быть в несколько раз больше максимального размера частиц испытуемого грунта, а длина ℓ - в несколько раз больше ширины m .

Для песчано-глинистых грунтов с включениями гальки или гравия с максимальным размером до I0 мм рекомендуются следующие размеры ячейки, изготовленной из листового оргстекла δ = 5 мм: ℓ = 0,I5 ÷ 0,20 м; m = 0,05 - 0,06 м; h = 0,I2 ÷ 0,I4 м.

Торцевые грани I ячейки рекомендуется изготавливать утолщенными: δ = I0-I5 мм, так как в нижней части их устанавливаются уплотнительные резиновые прокладки 2.

В нижней части ячейки боковые ее грани 3 на расстояние 5-7 мм выступают над поверхностью уплотнительных прокладок для фиксации испытательной пластины 4 и ликвидации возможных зазоров между внутренней поверхностью боковых граней ячейки и боковыми торцами испытательной пластины. В верхней части торцевых граней оделаны вирезы 5 для установки емкости с водой.

Испытательная пластина прижата к уплотнительным прокладкам с помощью двух потенциальных ножевых контакторов 6, цилиндрических пружин растяжения 7 и пружинных зацепов 8. Последние после натяжения пружины крепятся к верхней кромке боковых граней ячейки или к специальным кронштейнам на боковых гранях.

На свободной части испытательной пластины с помощью планки 9 из изолирующего материала, накидного I0 и винтового II прижимов строго перпендикулярно пластине установлен третий потенциальный контактор I2.

2.4. Обработка результатов измерений.

2.4.I. Для расчета используются следующие данные испытаний в ячейке.

Начальное значение относительного сопротивления испытательной пластины R_o (в момент начала испытания, см.рис.I)

$$R_o = L_к / L_{из}$$

Три пары значений измеренного сопротивления и продолжительности испытания, в конце которого измерено данное сопротивление:

$$t_1 \text{ и } R_1,\ t_2 \text{ и } R_2,\ t_3 \text{ и } R_3.$$

За единицу времени t следует принять год. Указанные величины должны удовлетворять соотношениям

$$t_1 < t_2 < t_3,\quad R_1 < R_2 < R_3.$$

Высота столба грунта в испытательной ячейке L в м.

Начальная толщина испытательной пластины δ в мм.

2.2.4. Вычисляются вспомогательные величины

$$\delta_t = \frac{R_3 (R_2 - R_1)}{R_1 (R_3 - R_2)}$$

$$\delta_н = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2}$$

$$\delta_к = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2} \cdot \frac{\sqrt{t_3} + \sqrt{t_2}}{\sqrt{t_2} + \sqrt{t_1}}$$

Если соблюдается соотношение

$$\delta_н < \delta_t < \delta_к$$

расчет продолжается дальше. Если соотношение между $\delta_н, \delta_t, \delta_к$ не выполняется, необходимо повторить испытания для определения R_1, R_2, R_3 при больших значениях t_1, t_2, t_3

2.4.3. Находят решение уравнения X.

$$\delta_t = [\sqrt{1+a_1 X} - \sqrt{1+X} + \ln(1 - \{\sqrt{1+a_1 X} -$$

$$-\sqrt{1+X}\}/\{1+\sqrt{1+a_1X}\}]]/[\sqrt{1+a_2X}-\sqrt{1+a_1X}+$$

$$+\ln(1-\{\sqrt{1+a_2X}-\sqrt{1+a_1X}\}/\{1+\sqrt{1+a_2X}\})],$$

где $a_1=\frac{t_2}{t_1}$; $a_2=\frac{t_3}{t_1}$, δ_t и X –

безразмерные числа,

2.4.4. Коэффициенты Ку и Кн рассчитывают по формулам:

$$K_y=\frac{1,16LR_1R_3}{\delta R_0(R_3-R_1)}[\sqrt{1+a_2X}-\sqrt{1+X}+\ln(1-$$

$$-\frac{\sqrt{1+a_2X}-\sqrt{1+X}}{1+\sqrt{1+a_2X}})], \text{ м}^3\cdot\text{А}^{-1}\cdot\text{год}^{-1};$$

$$K_н=1309\frac{xL^2}{t_1K_y}, \text{ г}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{год}^{-1},$$

3. Срок службы трубопровода t_φ при действии только почвенной коррозии определяется как решение уравнения $\Delta h=y_0$ относительно t, причем

$$y_0=0,58[2(P-C_1)+C_1\ln\frac{C_1^2(P-C_1)}{C_2t(P+C_1)}]$$

где $P=\sqrt{C_1^2+4C_2t}$;

$$C_1 = \frac{\mathcal{D}(a-1)\ln a}{2K_y(a+1)}\ ;\quad C_2 = 1{,}91\cdot 10^{-4}\,\frac{K_н}{K_y}\ ;$$

$$a = \frac{2H}{\mathcal{D}} + \sqrt{1+\left(\frac{2H}{\mathcal{D}}\right)^2}\ ;$$

4. Определение срока службы трубопровода при действии почвенной коррозии и блуждающих токов.

4.I. Находят численное решение относительно t уравнений $\Delta h = y_n$ для значений $Q_n = 3{,}142\,n/m$; $n = 0,1,2\ldots m$ при $m = 24$ и $J_3 = 0$ и заданных значений Кн, Ку, η , $J_б$, Д и Н, причем

$$y_n = 0{,}58\left[P - C_1 + Jt + \left(C_1 + \frac{2C_2}{J}\right)\ln\frac{J(P - C_1 + Jt) + 2C_2}{2(Jt + C_2)} - \right.$$

$$\left. - C_1 \ln\frac{C_1 P + C_1^2 + t(JC_1 + 2C_2)}{2C_1^2}\right];$$

где $P = \sqrt{(C_1 + Jt)^2 + 4C_2 t}$; $C_1 = \frac{\mathcal{D}(1 + a^2 - 2a\cos\vartheta_n)\ln a}{K_y(a^2-1)}$;

$$C_2 = 1{,}91\cdot 10^{-4}\,\frac{K_н}{K_y}\ ;\quad J = \left(\frac{J_б}{\eta} - J_з\right)\left[1 - \sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\mathcal{D}}{2H}\right)^k \cos k\,Q_n\right];$$

M-ближайшее целое к $3/\lg\frac{2H}{\mathcal{D}}$; a = дано в п.3.

4.2. Из полученных, таким образом, 25-ти чисел выбирают наименьшее, которое и будет искомым сроком службы t .

5. Определение необходимой защитной плотности тока в дефектах противокоррозионного покрова, обеспечивающей заданный срок службы трубопровода $t_з$, число лет.

5.I. Расчет необходимой защитной плотности тока выполняется,

если фактический срок службы трубопровода на рассматриваемом участке меньше заданного.

5.2. Находят численное решение относительно J_3 уравнений $\Delta h = y_n$ (см.п.4.I) для значений $Q_n = 3.1416\ ^n/_m$; $n = 0,1,2,3...m$ при $m = 24$; $t = t_3$ и заданных Кн, Ку, σ_0, ρ, Д,Н.

Наибольшее из полученных 25-ти чисел будет значением (в А/м2) необходимой плотности тока в дефектах противокоррозионных покровов J_3. Защитная плотность тока J_{3c}, отнесенная ко всей поверхности защищаемого катодной поляризацией участка трубопровода рассчитывается по формуле:

$$J_{3c} = J_3 \eta$$

Примечание: Решение уравнений по пп.2.4.3; 3 и 4.I выполняется известными численными способами.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СОВМЕСТНОЙ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧЕК СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ДРУГИМИ ПОДЗЕМНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ НА ПЛОЩАДКАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Возможность осуществления совместной защиты оболочек силовых кабелей с другими подземными сооружениями устанавливается путем проверки неравенств, приведенных ниже для каждого вида замыканий на землю в системе электроснабжения. Если неравенства выполняются, то наибольшее напряжение прикосновения на сооружении, возникающее при аварийных замыканиях в сети электроснабжения, будет меньше безопасного. В этом случае возможно устройство совместной защиты без дополнительных мероприятий.

I. Однофазное замыкание на землю в кабельной сети 6,3 кВ с изолированной нейтралью без компенсации емкостных токов.

$$V_{уст} \leq 12, \qquad (I)$$

$$V_{уст} + MK_x \leq \frac{165}{\left(\frac{2,3}{\delta \cdot \eta_K^{max}} \ln \frac{MK_K}{12 - V_{уст}}\right)} \qquad (2)$$

$$M = \sum_{K=1}^{n} A_K + \sum_{K=n+1}^{\infty} B_K$$

В формулах (I) и (2) обозначено

$$V_{уст} = 0,685 A \cdot l_1 K_x \Big/ (1 + R_з / R_K) \qquad (3)$$

$$A_K = \frac{2E_M \beta^2 R_0 R_c l_1 \delta}{\lambda_K L \left[(R_0 + \beta^2 l_1 R_з)(K + \frac{1}{2})^2 \pi^2 + \beta^4 l_1^3 R_з\right](\delta - \lambda^{max})} \qquad (4)$$

$$B_K = \frac{E_m \beta^2 P_0 P_c \ell_1 (\delta^2 + \omega_K^2)}{\omega_K L [(R_0 + \beta^2 \ell_1 R_3)(K + \frac{1}{2})^2 \pi^2 + \beta^4 \ell_1 R_3][(\delta^2 + \omega_K^2 - \omega^2) + 4\delta^2 \omega^2]^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

$$\lambda_K = \left\{ \left(\frac{R_0}{2L}\right)^2 - \left[\beta^2 + \frac{\pi^2}{\ell_1^2}(K + \frac{1}{2})^2\right] \frac{1}{LC} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

$$\omega_K = \left\{ \left[\beta^2 + \frac{\pi^2}{\ell_1^2}(K + \frac{1}{2})^2\right] \frac{1}{LC} - \left(\frac{R_0}{2L}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$\delta = \frac{R_0}{2}; \quad \beta^2 = 0{,}05 \frac{C}{L} R_0^2; \quad \omega = 314{,}2 \quad (8\text{-}9)$$

$V_{уст}$ - наибольшая из возможных величина напряжения прикосновения к смежному сооружению во время установившегося режима замыкания, в Вольтах; R_C - сопротивление растеканию тока смежного сооружения в месте присоединения к нему проводника от оболочки кабеля, в Омах, определяемая расчетом или непосредственным измерением.

Если обследованием трассы сооружения установлено, что в пунктах доотупа к нему контакт с землей прикасающегося может происходить на больших расстояниях от него, то для сооружений различной протяженности и параметров R_C определяется как эффективное сопротивление сооружения по известным формулам.

В случае, когда контакт с землей в местах доступа к сооружению может происходить только на расстоянии касания, то для протяженных подземных сооружений R_C может быть рассчитано по формуле:

$$R_C = \frac{\alpha_C}{2}\left[R_U + \frac{\rho}{2\pi} \ln \frac{h^2 + y^2}{2ah}\right.$$

где: α_C - постоянная затухания потенциала на сооружении в 1/м: R_U - сопротивление изоляционного покрова на единице длины сооружения в Омм; ρ - удельное электрическое сопротивление грун-

та в Ом; h - глубина укладки сооружений в м; a - радиус сооружения в м; y - наибольшее расстояние касания в м; - сопротивление заземления оболочки кабеля электродренажным устройством:

$$R_3 = R_{эф} - R_g$$

$R_{эф}$ - эффективное сопротивление сооружения в месте подключения к нему устройства совместной защиты, Ом; R_g - сопротивление цепи устройства совместной защиты между точками подключения к сооружению и оболочке кабеля, Ом; R_K - сопротивление растеканию тока (эффективное сопротивление) оболочки кабеля в месте подключения к ней проводника от защитного устройства в Омах; l_1 - общая протяженность линий системы энергоснабжения, питаемой от одной системы шин 6,4 кВт центральной (районной) подстанции в км.

K_x - коэффициент, учитывающий уменьшение потенциала (напряжения прикосновения) сооружения на расстоянии "X" (м) от устройства совместной защиты до места доступа к сооружению. В случае контакта с землей в пункте доступа на больших расстояниях может быть определен по известным формулам

Для протяженных сооружений в этом случае:

$$K_x = e^{-dcx}$$

R_a - продольное сопротивление единицы длины оболочки кабеля в Ом/км; C - общая емкость фазных жил кабеля относительно оболочки

$C = 0,6 \cdot 10^{-6}$ Ф/км; L - индуктивность кабеля на одну фазу $L =$

$= 1,0 \cdot 10^{4}$ Гн/км; - целое число

Пример: I. Установить, представляет ли опасность напряжение прикосновения, возникающее на газопроводе во время однофазного замыкания на землю кабеля 6,3 кВ, оболочку которого предусматривается соединить с газопроводом электродренажной перемычкой. Ближайшее от перемычки место доступа к газопроводу находится от нее на расстоянии 140 м. Измерениями установлено:

$R_C = 0,12$ Ом; $R_K = 0,50$ Ом; $K_x = 0,87$; $R_g = 0,01$ Ом.

Продольное сопротивление оболочки защищаемого кабеля

$$R_0 = 2,0 \text{ ом/км}$$

Подставляя в формулу (3) получим (при l_1 = 100 км)

$$V_{уст} = \frac{0{,}685 \cdot 0{,}12 \cdot 100}{1 + \frac{0{,}13}{0{,}50}} \; 0{,}87 = 5{,}68 \text{ В}.$$

$$5{,}68 < 12$$

Следовательно, установившееся значение напряжения прикосновения опасности не представляет.

Для определения опасности в переходном режиме замыкания вычислим по формулам (4) и (5) амплитуды свободных составляющих напряжения прикосновения. Вычисления амплитуд следует производить до тех пор, пока "К" -тая амплитуда по своей абсолютной величине будет меньше 1% суммы предыдущих амплитуд.

Результаты вычислений сводят в таблицу:

К	$\lambda_К$ 1/сек	$\omega_К$ 1/сек	$A_К$, В	$B_К$, В
1	$0{,}655 \cdot 10^4$	-	10,50	-
2	-	$0{,}474 \cdot 10^4$	-	0,90
3	-	$1{,}110 \cdot 10^4$	-	0,22
4	-	$1{,}59 \cdot 10^4$	-	0,10

$$\sum A_К = 10{,}50 \qquad \sum B_К = 1{,}22$$

$$\sum A_К + \sum B_К = 11{,}72 \text{ В}$$

Для данного примера:

$$\delta = \frac{2}{2 \cdot 10^{-4}} = 10^4; \qquad \lambda_К^{max} = \lambda_1 = 0{,}655 \cdot 10^4$$

Подставляя в формулу (2) получим:

$$15{,}9 \ll 1{,}4 \cdot 10^4$$

Неравенство (2) выполняется. Следовательно, величина напряжения, возникающая на сооружении во время переходного режима замыкания, не опасна.

2. Однофазное замыкание на землю в сетях 6,3 кВ с изолированной нейтралью с компенсацией емкостью тока

$$V_2 < I_2; \qquad (10)$$

$$V_1 \leqslant 18,6\left[\ell_1(R_к+R_п)(1-\eta)/\ell g\ \frac{1,42\,V_1}{I_2-V_2}\right]^{\frac{1}{2}}; \qquad (11)$$

$$V_1+MK_x \leqslant \frac{165}{\left[\frac{2,3}{\delta+\lambda_к}\ \ell g\ \frac{V_1+MK_x}{V_1}\right]^{\frac{1}{2}}}; \qquad (12)$$

где: $V_2 = V_1\left[1-(1-e^{-d_x\beta})(1-\eta)\right];$

$$V_1 = \frac{0,685\,R_c\,\ell_1\,K_x}{1+\frac{R_з}{R_к}}; \quad M = \sum_{к=1}^{n} A_к + \sum_{к=n+1}^{\infty} B_к$$

β - расстояние между предполагаемым местом монтажа устройства совместной защиты и подстанцией, где расположены компенсирующие катушки, исчисляемое по трассам, в км; η - коэффициент компенсации емкостных токов равный отношению установившегося тока $I_к$ однофазного замыкания после введения компенсации к установившемуся току I_g однофазного замыкания до введения компенсации

$$\eta = \frac{I_к}{I_g}$$

R_n - сопротивление заземления подстанции, где расположены компенсирующие катушки, Ом.

Неравенство (II) проверяется, если $V_1 >$ I2 Вольт.

Пример 2. Установить безопасность напряжения прикосновения к газопроводу при однофазном замыкании на землю в компенсированной кабельной сети общей протяженностью 300 км.

Коэффициент компенсации η = 0,08. Расстояние "ℓ" равно 3 км. Постоянная затухания оболочки кабеля α_K = 2,4 I/км; R_n = 0,5 Ом. Остальные данные аналогичны данным примера I.

Подставляя в формулу (I0) находим:

$$V_2 = \frac{0,685 \cdot 0,I2 \cdot 300 \cdot 0,87}{I+0,I3/0,50}\left[I-(2-e^{-2,4 \cdot 3,0})\ (I-0,08)\right] = I,I9 \text{ В}$$

$$I,I9 < I2.$$

Установившееся значение напряжения опасности не представляет.

Так как

$$V_1 = \frac{0,685 \cdot 0,I2 \cdot 300 \cdot 0,87}{I + \frac{0,I3}{0,50}} = I7,0 > I2,0,$$

то необходимо проверить неравенство (II) и (I2)

$$I7,0 < \frac{I8,6 \cdot (I-0,08)^{\frac{I}{2}}}{\left[\frac{I}{300\ (0,5+0,5)} - ln\ \frac{I7,0 \cdot I,42}{I2 - I,I9}\right]^{\frac{I}{2}}} = 523,6$$

Неравенство (II) выполняется.

Для установления, выполняется ли неравенство (I2) определим по формулам (4) и (5) амплитуды составляющих напряжения прикосновения. Результаты вычислений сведены в таблицу:

К	К, I/сек	К, I/сек	Ак,в	Вк,в
I	$0,87 \cdot I0^4$	-	I5,4	
2	$0,83 \cdot I0^4$	-	4,6	
3	$0,76 \cdot I0^4$	-	I,8	
4	$0,66 \cdot I0^4$	-	0,9	
5	$0,50 \cdot I0^4$	-	0,5	
6	$0,I6 \cdot I0^4$	-	0,7	
7	-	$0,48 \cdot I0^4$		0,6
8	-	$0,72 \cdot I0^4$		0,4

$\sum Ак = 23,9;$ $\sum Вк = I,0;$

$\sum Ак + \sum Вк = 24,9$ В

$\lambda_к^{max} = 0,87 \cdot I0^4$

Подставляя в (I2) численные значения, входящих в формулу величин, получим:

$$36,4 < 6,28 \cdot I0^3$$

т.е. неравенство (I2) выполняется.

Следовательно, в установившемся и переходном режимах замыкания величина напряжения, возникающего на сооружении, не опасна и монтаж устройства совместной защиты возможен.

3. Однофазное замыкание на землю в воздушных линиях смешанных сетей 6,3 кВ с изолированной нейтралью

Однофазное замыкание на землю в смешанных сетях с изолированной нейтралью происходит как в кабельных, так и в воздушных линиях. Оценка возможности осуществления совместной защиты при замыканиях в кабельных линиях выполняется по методике, изложенной в разделе I.

При замыканиях в воздушной линии, условия, при которых величина напряжение к сооружению в пунктах доступа к нему не превышает безопасного уровня, заключаются в следующем:

а) длина воздушной линии ℓ_{c2} электропередачи в каком-либо на-

правлении в смешанной сети удовлетворяет неравенству:

Для консольной линии $\ell_2 \geq \frac{1{,}3 \cdot 10^5}{\ell_1}$.

Для линии, соединенной с кабельными линиями с двух сторон:

$$\ell_2 \geq \frac{2{,}6 \cdot 10^4}{\ell_1}; \qquad (13)$$

$$V_3 \leq 12$$

$$V_5 \leq 7{,}1 \left[\frac{R_1}{\ell_g (1{,}64 V_3) - \ell_g (12 - V_3)} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (14)$$

Неравенство (14) проверяется если

$$4{,}54 < V_3 < 12{,}0$$

б) длина воздушной линии электропередачи удовлетворяет неравенству:

Для консольной линии

$$\ell_2 < \frac{1{,}3 \cdot 10^4}{}$$

Для линии, соединенной с кабельными линиями с двух сторон

$$\ell_2 < \frac{2{,}6 \cdot 10^4}{\ell_1}; \qquad V_4 \leq 12{,}0; \qquad (15)$$

$$V_5 \leq 2011 \left[\frac{R_1}{\ell_g V_5 - \ell_g (12 - V_4)} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (16)$$

Неравенство (16) проверяется если выполняется неравенство (15) и

$$V_5 > 12 - V_4$$

В формулах (13-16) обозначено:

$$V_3 = 0{,}22 \cdot 10^4 \frac{R_3 R_{пер} K_x}{R_1 (l_1 R_3 + R_{пер})} \qquad (17)$$

$$V_4 = 0{,}69 \frac{R_3 R_{пер} K_x}{(l_1 R_3 + R_{пер}) [0{,}98 \cdot 10^{-7} R_1^2 + (0{,}77 \cdot 10^{-4} l_1 l_2 - 1)^2]^{\frac{1}{2}}} \qquad (18)$$

$$V_5 = V_4 + 37{,}5 \frac{R_1 R_{пер}}{l_1 R_3 + R_{пер}} - \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} K_x \qquad (19)$$

l_2 - расстояние по воздушной линии электропередачи между местом однофазного замыкания на землю и сочленением воздушной линии с кабельными.

Для консольных участков l_2 определяется как полная длина воздушной линии, в каком-либо направлении, для линии, соединенной с кабельной сетью с двух сторон - как половина ее длины.

$K_{пер}$ - переходное сопротивление оболочки кабелей на единице длины с учетом заземляющих устройств подстанции и трансформаторных пунктов в Ом • км.

R_1 - определяется как сопротивление растеканию тока в месте замыкания.

При отсутствии на трассе воздушной линии заземленных конструкций (металлических) R_1 определяется как сопротивление растеканию тока с провода, лежащего на поверхности земли на участке между смежными опорами воздушной линии. При наличии нескольких таких конструкций R_1 определяется как сопротивление заземления конструкции с минимальным сопротивлением растеканию тока.

Пример 3. Определить возможность монтажа совместной защиты силового кабеля напряжением 6,3 кВ с кабелем связи (R_3 = 0,5 Ом)

по условиям электробезопасности, при однофазном замыкании в консольной воздушной линии (ℓ_3 = 30 км), входящей в смежную сеть (ℓ_1 = 90 км). Переходное сопротивление оболочек кабеля относительно земли равно 0,I Ома.

Минимальное сопротивление заземленных конструкций на трассе воздушной линии (контур заземления металлических опор) равно 4,0 Ома.

В результате опытной защиты кабеля связи установлено, что для ближайшего пункта доступа к кабелю связи от проектируемого места монтажа устройства защиты $K_X = 0,76$

Так как $$30 < \frac{I,3 \cdot I0^4}{90}$$

то проверяем неравенства (I5) и (I6)

$$V_4 = 0,69 \frac{0,5 \cdot 0,I \cdot 0,76}{(90 \cdot 0,5+I)\left[0,98 \cdot I0^{-7} \cdot 4^2 + (0,77 \cdot I0^{-4} \cdot 30 \cdot 90-I)^2\right]^{\frac{1}{2}}} = 0,73 \cdot I0^{-3};$$

$$0,73 \cdot I0^{-3} < I2;$$

$$V_5 = 0,73 \cdot I0^{-3} + 0,76 \cdot 37,5 \cdot \frac{0,5 \cdot 0,I}{90 \cdot 0,5+I} \cdot \frac{90}{30} = 55,6 \cdot I0^{-3}$$

Установлено, что $V_5 < I2 - V_4$. Следовательно, неравенство (I6) не проверяется.

Таким образом, устройство совместной защиты силового кабеля и кабеля связи по условиям электробезопасности при однофазном замыкании на землю в воздушной линии электропередачи возможно.

4. Двухфазное замыкание в разных точках сети 6,3 кВ с изолированной нейтралью

$$\frac{3,64 \cdot I0^3 R_C \cdot R_K K_X}{(R_K+R_3)\left[\left(\frac{2R_K R_3}{R_K+R_3}+R_\Phi\right)^2+\left(\frac{7,28 \cdot I0^3}{I_{K3\Phi}}+X_\Phi\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}} \leq \frac{I65}{V_C^3} \quad (20)$$

где $I_{K3\Phi}$ - ток трехфазного замыкания на шинах питающей кабель-

ную сеть подстанции в амперах; R_ϕ - активное сопротивление фазы на участке между предполагаемым местом установки устройства совместной защиты и питающей подстанции по направлению питания защищаемого кабеля в Ом.

Определяется как сумма сопротивлений отдельных фазных проводов кабелей и воздушных линий на этом участке.

X_ϕ - индуктивное сопротивление фазы на этом участке в Ом.

$$X_\phi = 0{,}08 \cdot \ell_\phi$$

ℓ_ϕ - протяженных фазных проводов на этом участке по направлению питания в км; $t_з$ - время срабатывания ближайшего (по направлению питания) устройства защиты от замыканий на защищаемом кабеле в сек.

Пример 4. Оценить возможность совместной защиты силового кабеля и газопровода по условиям электробезопасности при замыкании двух различных фаз в разных точках кабельной сети.

Измерениями установлено:

$\ell_C = 0{,}1$ Ом; $\ell_з = 0{,}05$ Ом; $R_к = 0{,}3$ Ом; $K_x = 0{,}80$

Ток трехфазного замыкания $I_{кз\phi} = 15000$А.

Протяженность фазных проводов на участке питания $\ell_\phi = 15$ км.

Активное сопротивление фазы:

$R_\phi = 0{,}37 \cdot 5 + 0{,}26 \cdot 4 + 0{,}19 \cdot 6 = 4{,}03$ Ом.

Время срабатывания ближайшего автомата селективной защиты от замыканий равно 0,3 сек.

$$\frac{\frac{3{,}64 \cdot 10^3}{(0{,}30+0{,}15)} \Big/ \left(\frac{2 \cdot 0{,}30 \cdot 0{,}15}{0{,}30+0{,}15} + 4{,}03\right)^2 + \left(\frac{7{,}28 \cdot 10^3}{15000} + 0{,}08 \cdot 15\right)^2 \Big/ \frac{1}{2}}{0{,}1 \,:\, 0{,}30 \cdot 0{,}80} = 42{,}2$$

$$\frac{165}{\sqrt{0{,}3}} = 301{,}26$$

$$42{,}2 < 301{,}26$$

Неравенство (20) выполняется. Следовательно, имеется возможность осуществления совместной защиты кабеля и газопровода по условиям электробезопасности при двухфазном замыкании в разных

точках.

5. Однофазное замыкание на землю в сетях 380/220 Вольт с заземленной нейтралью

$$\frac{220 R_c K_x}{\left(1+\frac{R_з}{R_к}\right)\cdot\left[A^2+B^2\right]^{\frac{1}{2}}} \leqslant \frac{165}{\sqrt{t_з}} \qquad (21)$$

В формуле (21):

$$A=\frac{R_к R_c}{R_к+R_c}+R_п+1{,}45\cdot10^5\,\Delta P/S_н^2+R_ф$$

$$B=0{,}08\,R_ф+\frac{1{,}45\cdot10^5}{S_н}\left[\left(\frac{U_к}{100}\right)^2+\left(\frac{\Delta P}{S_н}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$R_п$ - сопротивление заземления подстанции, питающей кабельную сеть в Ом; ΔP - потери короткого замыкания трансформатора в кВт; $S_н$ - номинальная мощность трансформатора в кВА; $U_к$ - напряжение замыкания в процентах; $t_з$ - время срабатывания ближайшего (по направлению питания) устройства защиты от замыкания, в сек.

Величины $\Delta P, S_н, U_к$ приведены в паспортах трансформаторов.

Пример 5. Определить возможность монтажа дренажной перемычки между силовым кабелем 380/220 В типа АСБ-3х70 и теплопроводом на расстоянии 300 м от питающей кабель подстанции (трансформатор ТМ-320/6 $U_к$ = 5,5 %; ΔP = 6,07 кВт; $S_н$ = 320 кВА). Сопротивления растеканию тока теплопровода и кабеля в месте установки перемычки соответственно равны 0,15 и 0,25 Ома.

Время действия отключающих автоматов на подстанции $t_з$ =0,7сек., $R_п$ =0,8 Ом, сопротивление дренажа $R_д$ = 0,09 Ом.

Вычислим величины А и В:

$$A=\frac{0{,}25\cdot0{,}15}{0{,}25+0{,}15}+0{,}8+1{,}45\cdot10^5\cdot\frac{6{,}07}{320^2}+0{,}26\cdot0{,}3=9{,}57$$

$$B = 0{,}08 \cdot 0{,}3 + \frac{1{,}45 \cdot 10^5}{320} \Big/ \left(\frac{5{,}5}{100}\right)^2 + \left(\frac{6{,}07}{320}\right)^2 \Big/ \frac{1}{2} = 26{,}39$$

Левая часть неравенства (18):

$$\frac{220 \cdot 0{,}15}{\left(1 + \frac{0{,}24}{0{,}25}\right)\left(9{,}57^2 + 26{,}39^2\right)} = 0{,}60$$

Правая часть неравенства:

$$\frac{165}{\sqrt{0{,}7}} = 197{,}21$$

Очевидно $0{,}60 < 197{,}21$

Таким образом, условия электробезопасности выполняются и монтаж дренажной перемычки возможен.

Для оценки возможности осуществления совместной защиты оболочек силовых кабелей 10 кГ левая часть формул (4,5,20), правая часть формул (3,17,18) и второе слагаемое правой части формулы (19) должны быть умножены на коэффициент $K_{10} = 1{,}59$.

ОЦЕНКА УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ПОДЗЕМНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

№№ пп	Вид покрытия	Тип покрытия	Коррозионные условия: Обозначение: ВТ-весьма тяжелые Т-тяжелые СТ-средние У-умеренные Л-легкие	Увеличение срока службы в результате применения защитного покрытия (число лет)
1	2	3	4	5
I	Липкие полимерные ленты	нормальный	ВТ,Т,СТ	6-7
			У, Л	10-15
		усиленный	ВТ,Т,СТ	5-7
			У, Л	9-12
		весьма усиленный	ВТ, Т	8-12
			СТ	12-15
			У, Л	-
2	Битумно-резиновое (Битумно-минеральное)	нормальный	ВТ, Т	2-3
			С	4-6
			У, Л	6-10
		усиленный	ВТ, Т	3-5
			С	6-8
			У, Л	* - *
		весьма усиленный	ВТ, Т	5-8
			С	7-10
			У, Л	* - *
3	Этиленовое	нормальный	ВТ, Т, С	6-8
			У, Л	9-11
		усиленный	ВТ, Т, С	10-12
			У, Л	* - *
		Весьма усиленный	ВТ, Т	12-15
			СТ, У, Л	* - *

Примечание: * - * - Применение покрытия данного типа в данных условиях не рекомендуется.

Приложение 7

Перечень материальных средств подразделения по эксплуатации защиты подземных сооружений и коммуникаций металлургического предприятия

Наименование	Количество	Назначение
Катодная станция Поляризованный дренаж Протектор Малорастворимый анодный заземлитель Электрод медносульфатный длительного действия	10% от количества устройств защиты, находящихся в эксплуатации	Средства электрохимической защиты и контроля (для реновации и опытных защит)
Электрод стальной винтовой	5 шт. на группу	
Передвижная лаборатория электрохимической защиты	1 комплект на группу	Специализированные транспортные средства для выполнения комплекса измерений защитных параметров сооружений и опытных защит
Буровая установка (на автомобильном, либо гусеничном ходу)	1 комплект	Передвижная установка неглубокого бурения для реновации подповерхностных заземлений
Буровая установка (на автомобильном, либо гусеничном ходу)		Передвижная установка глубокого бурения для реновации глубинных анодных заземлений
Экскаватор-бульдозер (на гусеничном ходу)	1 шт.на группу	Передвижная установка для выполнения земляных работ при восстановлении поврежденных установок защиты
Вышка телескопическая (на автомобильном ходу)		Передвижная установка для ремонта воздушных дренажных и питающих линий

Наименование	Количество	Назначение
Сварочный агрегат (на автоприцепе)	1 шт.на группу	Передвижная сварочная установка с автономным питанием
Дефектоскоп Толщиномер Адгезиметр Искатель повреждений изоляции трубопровода Искатель повреждений изолции кабеля Кабельный мост Мегомметр		Приборы для контроля защитных покрытий подземных сооружений
Переносный самопишущий микроамперовольтметр с высоким входным сопротивлением и преобразователь к нему	2 комплекта на оператора	Приборы и средства для проверки устройств защиты и защитных параметров подземных сооружений
Переносный показывающий амперовольтметр с высоким входным сопротивлением		
Измеритель заземления Комбинированный прибор (тестер)	1 шт. на двух операторов	
Электрод медносульфатный переносный	2 шт. на микроамперовольтметр (амперовольтметр)	
Электрод стальной измерительный	4 шт. на измеритель заземления	
Аккумулятор щелочной	1 комплект на микроамперовольтметр	
Провод для геофизических работ	500м на микроамперовольтметр	
Кабель шланговый переносный сечением не менее 2х2,5 кв.мм	50м на микроамперовольтметр (амперовольтметр)	
Коврик резиновый	1 шт на комплект аккумуляторов	

Наименование	Количество	Назначение
Контакт магнитный	1 шт.на микроампервольтметр (ампервольтметр)	
Станок токарный настольный Станок сверлильный настольный Станок поперечно-строгальный Станок точильно-шлифовальный	1 шт.	Оборудование и ремонтные средства ремонтной мастерской (для ремонта устройств защиты)
Верстак двухтумбовый	2 шт.	
Инструмент слесарный	1 комплект на верстак	
Инструмент монтерский с изолированными рукоятками Инструмент слесарный омедненный Индикатор напряжения низковольтный	1 комплект на оператора	Средства безопасности
Диэлектрический коврик	1 шт. на двух операторов	
Диэлектрические галоши	1 пара на двух операторов	
Диэлектрические перчатки Защитные рукавицы Защитные очки	1 пара на оператора	
Газоанализатор	1 шт. на группу	
Электрический фонарь с красным стеклом Ограждение временное	1 шт. на трех операторов	
Флажки красные Плакаты предупредительные Куртки сигнальные	По необходимости	

Приложение 8

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Наименование работ	Продолжительность единичной операции		Периодичность	Минимальное количество человек
	при блуждающих токах	при почвенной коррозии		
I	2	3	4	5
Проверка изоляции новых трубопроводов:				
контроль прилипаемости	10 мин.		Через каждые 100м	I
то же, толщины слоя	15 мин.			
проверка дефектоскопом	100 м/ч			
то же, искателем повреждений	500 м/ч			
Проверка изоляции новых кабелей	30 мин.			
Приемка:				
изолирующих фланцев, балластных сопротивлений или разделительных устройств	по 20 мин.			
контрольно-измерительных пунктов (КИП) или контактных устройств (КУ)				
протекторов	50 мин.	20 мин.		2
защитных установок	4 ч.	2 ч.		
Измерение потенциалов сооружение - земля на диспетчерском пункте регистрирующими приборами (при одновременном выполнении нескольких измерений)	5 мин.		4 раза в год	

I	2	3	4	5
Измерение потенциалов сооружение-земля на трассе днем:				
на КИП (КУ)	27 мин.	I8 мин.	4 раза в год	2
в колодцах	35 мин.	26 мин.		
Измерение потенциалов сооружение-земля на трассе ночью:				
на КИП (КУ)	35 мин.	26 мин.		3
в колодцах	50 мин.	4I мин.		
Длительные измерения в анодных и знакопеременных зонах:				
на диспетчерском пункте	I ч.		По необходимости	
на трассе	Iч.20мин.			
Измерение токов в цепях установок (на одну цепь):				
дренажных	20 мин.	II мин.	4 раза в месяц	
катодных			2 раза в месяц	
протекторных			I раз в 6 мес.	2
Технический осмотр установок:				
дренажных	45 мин.	-	4 раза в месяц	
катодных	45 мин.		2 раза в месяц	
Регулировка режимов защитных установок	4 ч.	I ч.	4 раза в год	

I	2	3	4	5
Измерение потенциалов сооружение-земля источников блуждающих токов предприятия:				
на рельсах электротранспорта	30 мин.	-	I раз в год	2-3
на отсасывающих шинах тяговых подстанций и отсасывающих пунктах	Iч.20м.			2
Проверка:				
состояния КИП (КУ)	I5 мин.			
защитных заземлений установок				
анодных заземлений	30 мин.			
дренажных кабелей				
Профилактический ремонт защитных установок	3-2I ч. (от сложности ремонта)		По необходимости	
Капитальный ремонт защитных установок, КИП (КУ), кабелей и заземлений	По утвержденным нормативам для конкретных видов работ			По утвержденным нормативам для конкретных видов работ
Изготовительные работы при ремонтах				
Обследование в шурфе состояния изоляции металлического сооружения	I час			2
Камеральная обработка измерений:				
часовых	20 мин.		На каждое измерение	I
кратковременных	5 мин.			
Заполнение журналов	20 мин		Ежедневно	

I	2	3	4	5
Получение и сдача приборов	I5 мин.		Ежедневно	2
Получение задания на работу	I0 мин.			
Выдача техусловий и согласование проектов	3 ч.		По необходимости	I
Техническая учеба	2 ч.		2 раза в месяц	Весь персонал

Приложение 9

"УТВЕРЖДАЮ"
Руководитель (директор)

_____

"__" _____ 19__г.

ТИПОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

об отделе защиты подземных сооружений от электрохимической коррозии

I. Общие положения

I.I. Отдел защиты подземных сооружений от электрохимической коррозии (ОЗК) является специализированным проектно-изыскательским отделом проектной организации, подчиненным непосредственно члену дирекции, курирующему энергетическое проектирование.

I.2. ОЗК выполняет комплекс проектно-изыскательских работ по защите от электрохимической коррозии подземных металлических сооружений промышленных предприятий.

I.3. Отделом осуществляются:

I.3.I. Электрометрические измерения на территориях промышленных предприятий и прилегающих к ним районах на различных стадиях проектирования.

I.3.2. Проектные работы на предпроектных стадиях, а также на стадиях технических, техноробочих проектов и рабочих чертежей.

I.3.3. Техническая помощь предприятиям и организациям по доведению выполненных по проектам отдела устройств электрохимзащиты подземных сооружений до проектных показателей.

I.4. Проектно-изыскательские работы выполняются отделом в соответствии с действующими ГОСТ, строительными нормами и правилами, техническими условиями и правилами техники безопасности.

I.5. ОЗК выполняет проектно-изыскательские работы по заданиям, выдаваемым в установленном порядке.

I.6. Стоимость проектно-изыскательских работ определяется на основании смет, составляемых отделом в соответствии с действую-

щими сборниками цен на проектно-изыскательские работы.

I.7. Основой выполняемых отделом работ являются тематические планы, утверждаемые в установленном порядке.

I.8. Отдел несет ответственность за качество выполняемых им проектно-изыскательских работ и за выполнение работ в установленные сроки.

2. Обязанности ОЭК

2.I. Организовать и выполнять все виды работ и испытаний, необходимых для проектирования электрохимзащиты подземных сооружений от почвенной коррозии и коррозии блуждающим током.

2.2. Разрабатывать проекты электрохимзащиты подземных сооружений в соответствии с действующими стандартами, нормативной, методической и другой руководящей документацией по проектированию.

2.3. Разрабатывать типовые проекты и нормативные материалы в соответствии с планами, утвержденными в установленном порядке.

2.4. Выполнять работы по плану новой техники.

2.5. Использовать при проектировании новейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники.

2.6. Оказывать техническую помощь при строительстве устройств электрохимзащиты по выполненным отделом проектам в порядке авторского надзора.

2.7. Осуществлять кураторские функции по объектам генпроектирования проектов электрохимзащиты подземных сооружений, выполняемых контрагентскими организациями, а также проектов электрификации промышленного транспорта в части проектирования мер, обеспечивающих эффективную защиту подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.

2.8. Максимально применять типовые проекты, а так же наиболее экономичные проекты, рекомендованные для повторного применения.

2.9. Осуществлять связи с научно-исследовательскими и проектными организациями по вопросам проектирования защиты от электрохимической коррозии подземных сооружений.

2.I0. Внедрять в практику проектно-изыскательских работ решения инженерных задач с помощью электронно-вычислительных машин как на основе имеющихся программ, так и на основе программ, раз-

рабатываемых отделом.

2.II. Пропагандировать передовые достижения в области защиты сооружений от коррозии среди инженерно-технических работников проектной организации.

3. Права ОЭК

3.I. Осуществлять контроль за соблюдением выполняемой проектной документации смежными подразделениями и контрагентскими организациями действующих ГОСТ, строительных норм и правил и др. нормативной документации в части мероприятий, обеспечивающих защиту подземных сооружений от электрохимической коррозии.

3.2. Выдавать задания смежным подразделениям и контрагентским организациям на следующие работы:

3.2.I. Проектирующим подземные трубопроводы - на тип применяемых в их проектах защитных покрытий, установку электроизолирующих фланцевых соединений, установку контрольно-измерительных пунктов;

3.2.2. Проектирующим кабели силовые, телефонные, СЦБ и др. - на тип и марку применяемых кабелей, установку контрольно-измерительных пунктов, электроизолирующих муфт и разделительных устройств;

3.2.3. Проектирующим электрическое хозяйство - на подвод кабелей и проектирование электроснабжения устройств электрохимзащиты;

3.2.4. Проектирующим строительную часть - на колодцы и камеры на трассах подземных сооружений, а также здания, в которых устанавливаются защитные устройства;

3.3. Выдавать задания экономическому подразделению на включение в штатное расписание по данному объекту штатов обслуживающего персонала устройств электрохимзащиты с выделением их отдельной строкой.

3.4. Выдавать задания на проектирование в составе проектируемых для данного комплекса лабораторий отдельных помещений для размещения в них приборов, оборудования и обслуживающего персонала системы электрохимзащиты подземных сооружений объекта.

3.5. При проектировании электрификации промтранспорта совместно с подразделением, выполняющим либо курирующим по объектам

генпроектирования такую проектную документацию, участвовать в выдаче технических условий контрагентским специализированным организациям на проектирование средств, обеспечивающих минимальное влияние блуждающих токов на подземные сооружения и обеспечивающих при минимальных затратах защиту их от коррозии блуждающими токами.

3.6. Требовать от заказчиков на период проведения инженерных изыскательских работ предоставления транспорта, рабочей силы, помещений для выполнения камеральных работ, места стоянки специализированного автотранспорта (автомашин-лаборатории, принадлежащей ОЭК),а также различных графических и других документов, необходимых для проектирования.

4. Структура ОЭК

4.1. Отдел электрохимзащиты подземных сооружений от коррозии возглавляется начальником отдела.

4.2. При численности отдела свыше 25 человек по согласованию с руководителем проектной организации может быть назначен заместитель начальника отдела.

При меньшей численности, заместителем начальника отдела является главный технолог (конструктор) отдела.

4.3. В состав отдела входят необходимое, в соответствии с объемами работ количество изыскательских групп, оснащенных необходимыми приборами и оборудованием.

Количество проектантов в группе не должно превышать 7 человек.

4.4. Выполнение анализов грунтов на коррозионную активность, подготовка и хранение приборов и оборудования необходимых для инженерных изыскательских работ должно осуществляться группой (лабораторным подразделением) в составе 3-4 человек, размещенной в соответствии с действующими нормами и с учетом имеющегося оборудования и характера выполняемых работ в специально оборудованных помещениях.

4.5. Структура групп и численность персонала по предоставлению отдела устанавливаются руководителем проектной организации.

П Е Р Е Ч Е Н Ь

основных приборов и оборудования для оснащения проектно-изыскательского подразделения

№№ пп	Наименование приборов и оборудования	Т и п	Примечание
I	2	3	4
I	Микроампермилливольтметр самопишущий переносный	Н399	
2	Преобразователь	П39	
3	Многопредельный ампервольтметр	М23I	
4	Измеритель сопротивления заземления	М4I6	
5	Вольтметр	ВК7-3	
6	Катодная сетевая станция	КСС-300	
7	Поляризованная электродренажная установка	ПГД200	
8	Измеритель кажущегося сопротивления	ИКС-50	
9	Искровой дефектоскоп	ДИ-74	
I0	Искатель повреждений	ИП-74	
II	РН-метр	РН-47	
I2	Лабораторный фотоэлектрический абсорциометр-нефелометр	ЛМФ-69	
I3	Выпрямитель	ВСА-5к	
I4	Аккумуляторный пробник	М-269	
I5	Весы лабораторные технические	ВЛТ-I	
I6	Комплект из лабораторных термометров № I-8	Б-3	
I7	Комбинированный переносной прибор	Ц43I3	
I8	Толщиномер ультразвуковой импульсный	Кварц-6	
I9	Аппарат для бидистилляции воды	ЭВ8-?	
20	Измеритель защитного слоя	ИЗС-2	
2I	Электроды медносульфатные неполяризующиеся		
22	Электроды стальные		
23	Комплект электромонтёрского инструмента		

I	2	3	4
24	Средства электробезопасности (коврики резиновые, перчатки резиновые, диэлектрические галоши и т.п.)		
25	Кабель однокильный алюминиевый сечением до 50 мм2		
26	Провод двухжильный медный в резиновой оболочке сечением 2х4 мм2		
27	Провод сталемедный	ПСРМ	
28	Аккумулятор	КН-I3	
29	Электроды заземления винтовые		
30	Молотки весом до 5 кг		
3I	Лопаты штыковые		
32	Различные химические реактивы и химическая посуда		

Примечание: Возможно применение других типов приборов и оборудования аналогичных параметров.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	стр.
Основные положения	6
I. Общие указания	7
2. Требования по защите от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций металлургических предприятий	I2
3. Требования к содержанию технического задания на проектирование электрохимической защиты подземных металлических сооружений и коммуникаций и выполнение технических изысканий для определения коррозионных условий	I8
4. Указания по выбору уровня электрохимической защиты подземных металлических коммуникаций металлургических предприятий	2I
5. Указания и рекомендации по выбору средств защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций	22
5.I. Общая часть	22
5.2. Средства пассивной защиты	24
5.3. Средства катодной защиты	27
5.4. Средства электродренажной защиты	33
5.5. Средства протекторной защиты	38
5.6. Средства контроля электрохимической защиты	40
6. Требования и рекомендации к составу и объему проектной документации по электрохимзащите на различных стадиях проектирования	43
7. Указания по организации эксплуатации средств защиты от коррозии	49
П Р И Л О Ж Е Н И Я:	
I. Перечень нормативно-технической документации, используемой при разработке проектов электрохимической защиты подземных металлических сооружений от коррозии	52
2. Методика оценки экономических последствий коррозионного разрушения подземных коммуникаций металлургических предприятий	54
3. Основные положения методики определения оптимальной плотности защитного тока при электрохимической защите от коррозии подземных металлических сооружений металлургических предприятий	70

стр.

4. Методика определения срока службы трубопровода по коррозионным условиям на площадках металлургических предприятий 78

5. Оценка возможности осуществления совместной защиты силовых кабелей с другими подземными металлическими сооружениями на площадках металлургических предприятий 82

6. Оценка увеличения сроков службы подземных стальных трубопроводов при применении противокоррозионных покрытий 95

7. Перечень материальных средств подразделения по эксплуатации средств защиты подземных металлических сооружений и коммуникаций металлургического предприятия 96

8. Ориентировочный перечень работ подразделения по эксплуатации средств защиты от коррозии подземных металлических сооружений и коммуникаций металлургического предприятия 99

9. Типовое положение об отделе защиты подземных сооружений от электрохимической коррозии 103

10. Перечень основных приборов и оборудования для оснащения проектно-изыскательского подразделения.... 107

Подписано в печать 30.II.81. Тираж 600 экз.
Заказ 2375. Формат 60х84 1/16.Объем 6,9 п.л.
Цена 58 коп.
Типография Гипромеза, проспект Мира, 101.

gost.e-ecolog.ru