

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

**ТРУБОПРОВОДИ СТАЛЕВІ  
МАГІСТРАЛЬНІ**

**Загальні вимоги до захисту від корозії**

**ДСТУ 4219-2003**

*Видання офіційне*

**Київ  
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
2003**

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО І ВНЕСЕНО Асоціацією «Високонадійний трубопровідний транспорт»
- 2 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ наказом Держспоживстандарту України від 15 вересня 2003 р. №155
- 3 У цьому стандарті реалізовано вимоги Закону України «Про трубопровідний транспорт»
- 4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ
- 5 РОЗРОБНИКИ: **С. Поляков**, д-р техн. наук (керівник розробки); **А. Руднік**; **Ю. Кузьменко**; **В. Черватук**, канд. техн. наук; **В. Шишківський**; **Ю. Гужов**; **В. Конюшенко**, канд. хім. наук; **В. Василюк**, канд. техн. наук; **В. Васьківський**

---

Право власності на цей документ належить державі.

Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати цей документ повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу Держспоживстандарту України заборонено. Стосовно врегулювання прав власності треба звертатись до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2003  
ДСТУ 4219-2003

## ЗМІСТ

	<b>с</b>
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	2
3 Символи, терміни та визначення .....	3
3.1 Символи .....	3
3.2 Терміни та визначення .....	3
4 Загальні положення .....	7
5 Чинники та критерії корозії .....	8
6 Захисні покриття .....	8
6.1 Вимоги до захисних покриттів .....	8
6.2 Нанесення та контроль захисних покриттів .....	15
7 Електрохімічний захист .....	17
7.1 Вимоги до ЕХЗ .....	17
7.2 Проектування системи ЕХЗ .....	18
7.3 Спорудження та приймання засобів ЕХЗ .....	22
7.4 Вимоги до обладнання та матеріалів .....	23
8 Експлуатація та контроль протикорозійного захисту .....	25
9 Охорона праці .....	28
Додаток А Контроль захисного покриття за заданою міцністю під час удару .....	30
Додаток Б Визначання опору пенетрації .....	32
Додаток В Випробування захисного покриття на діелектричну суцільність .....	34
Додаток Г Визначання перехідного питомого електричного опору захисного покриття .....	36
Додаток Д Контроль катодного відшаровування захисного покриття .....	39
Додаток Е Визначання адгезії захисних покриттів .....	43
Додаток Ж Визначання еластичності епоксидних та поліуретанових покриттів .....	48
Додаток К Випробування покриттів на стійкість до ультрафіолетового випромінювання .....	49
Додаток Л Визначання опору покриттів тепловому старінню .....	50
Додаток М Визначання потенціалів трубопроводу .....	52
Додаток Н Визначання корозійної активності фунтів та швидкості залишкової корозії металу трубопроводу в дефекті захисного покриття .....	59
Додаток П Контроль стану захисного покриття трубопроводів методом катодної поляризації .....	63
Додаток Р Визначання місць пошкодження у захисному покритті .....	67
Додаток С Бібліографія .....	69

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ****ТРУБОПРОВОДИ СТАЛЕВІ МАГІСТРАЛЬНІ**  
**Загальні вимоги до захисту від корозії**  
**ТРУБОПРОВОДИ СТАЛЬНЫЕ МАГИСТРАЛЬНЫЕ**  
**Общие требования к защите от коррозии**  
**STEEL PIPE MAINS**  
**General requirements for corrosion protection**

Чинний від 2003-12-01

**1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

**1.1** Цей стандарт встановлює загальні вимоги до захисту від підземної та атмосферної корозії зовнішньої поверхні сталевих (маловуглецеві низьколеговані сталі класу не вище К60 магістральних трубопроводів.

**1.2** Дія стандарту поширюється на магістральні трубопроводи, до складу яких належать:

- лінійна частина газо-, нафто- чи продуктопроводів (від головних споруд промислу до пунктів, що розподіляють транспортований продукт споживачеві) з відгалуженнями, лупінгами, запірною арматурою, переходами через природні та штучні перешкоди;

- комунікації промислових майданчиків (газо-, нафто- та продуктопроводи підземних сховищ газу, компресорних, газорозподільних, газовимірювальних та нафтоперекачувальних станцій);

- обсадні колони і глибинне устаткування свердловин підземних сховищ газу та трубопроводи установок підготовки нафти та газу, резервуари та технологічні трубопроводи резервуарних парків.

**1.3.** Стандарт не поширюється на теплопроводи, трубопроводи населених пунктів та трубопроводи, що прокладають у водоймищах без заглиблення у дно.

**1.4.** Стандарт придатний для цілей сертифікації.

**2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті використано посилання на такі стандарти:

**ДСТУ 2733-94** Корозія та тимчасовий протикорозійний захист металевих виробів. Терміни та визначення

**ДСТУ 3291-95 ЕСЗКС**. Методи оцінки біокорозійної активності ґрунтів і виявлення наявності мікробної корозії на поверхні підземних металевих споруд

**ДСТУ 3830-98** Корозія металів і сплавів. Терміни та визначення основних понять

**ДСТУ 3999-2000** Покриття захисні полімерні, нафтобітумні і кам'яновугільні. Методи лабораторних випробувань на біостійкість

**ДСТУ ISO 9000-2001** Системи управління якістю. Основні положення та словник

**ДСТУ ISO 9001-2001** Системи управління якістю. Вимоги

**ДСТУ ISO 9004-2001** Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності

**ГОСТ 9.402-80 ЕСЗКС**. Покриття лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием

**ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ**. Пожарная безопасность. Общие требования

**ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ**. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

**ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ**. Биологическая безопасность. Общие требования

**ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ**. Вибрационная безопасность. Общие требования

**ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ**. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

**ГОСТ 12.3.005-75 ССБТ**. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.008-75 ССБТ. Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.016-87 ССБТ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 112-78 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия

ГОСТ 411-77 Резина и клей. Методы определения прочности связи с металлом при отслаивании

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 1759.1-82 Болты, винты, шпильки, гайки и шурупы. Допуски. Методы контроля размеров и отклонений формы и расположения поверхностей

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки.

Общие технические условия

ГОСТ 4233-77 Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 6323-79 Провода с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок. Технические условия

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 10821-75 Проволока из платины и платинородиевых сплавов для термоэлектрических преобразователей. Технические условия

ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытаний на растяжение

ГОСТ 11505-75 Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости

ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару

ГОСТ 11507-78 Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу

ГОСТ 12423-66 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытаний образцов (проб)

ГОСТ 12652-74 Стеклотекстолит электротехнический листовой. Технические условия

ГОСТ 14236-81 Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код I Р)

ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16783-71 Пластмассы. Метод определения температуры хрупкости при сдавливании образца, сложенного петлей

ГОСТ 17035-86 Пластмассы. Методы определения толщины пленок и листов

ГОСТ 17792-72 Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда

ГОСТ 18299-72 Материалы лакокрасочные. Метод определения предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия

ГОСТ 18599-83 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газо-, нефтепроводов. Технические условия

ГОСТ 22042-76 Шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Класс точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23932-90 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Общие технические условия

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 25812-78 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

### 3. СИМВОЛИ, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

#### 3.1 Символи

$A$  – адгезія захисного покриття на основі полімерних матеріалів (Н/мм), мастикових та термореактивних матеріалів (Н/мм<sup>2</sup>);

$B$  – розривна міцність покриття (Н/мм<sup>2</sup>);

$b$  – ширина смуги захисного покриття (мм);

$b_a$  – тафелівський нахил анодної поляризаційної кривої (В);

$\beta$  – константа методу поляризаційного опору (мм \* Ом)/(см<sup>2</sup> \* рік);

$D$  – діаметр (м);

$\delta$  – товщина стінки трубопроводу (м);

$E$  – потенціал металу відносно насиченого мідносульфатного електроду порівняння (далі-н.м.с.е.) (В);

$E_{\text{кор}}$  – потенціал корозії металу відносно н.м.с.е. (В);

$E_{\text{пол}}$  – поляризаційний потенціал металу відносно н.м.с.е., що виміряний негайно після синхронного переривання джерел постійного струму, що поляризують ділянку трубопроводу (В);

$E_{\text{зах}}$  – захисний потенціал металу відносно н.м.с.е. (В);

$\Delta E$  – зміщення потенціалу металу від потенціалу корозії під дією поля зовнішніх джерел струму засобів електрохімічного захисту (В);

$\Delta E_{\text{пол}}$  – поляризаційна складова потенціалу (В);

$\Delta E_{\text{ом}}$  – омична складова потенціалу (В);

$\varepsilon$  – відносне видовження (%);

$F$  – сила (Н);

$\text{grad } E$  – градієнт потенціалу (В);

$H$  – висота, глибина (м);

$h$  – товщина захисного покриття (мм);

$I$  – сила струму (А);

$i_k$  – швидкість корозії металу трубопроводу (мм/рік);

$j$  – густина струму (А/м<sup>2</sup>);

$k_r$  – сезонний коефіцієнт електроопору фунту;

$L$  – довжина трубопроводу (м);

$\lambda$  – відносна залишкова товщина покриття;

$R$  – опір penetрації захисного покриття (відносні одиниці);

$\rho_{\text{пок}}$  – перехідний питомий електричний опір захисного покриття (Ом\*м<sup>2</sup>);

$\rho_r$  – питомий електричний опір ґрунту (Ом\*м);

$\rho_T$  – питомий поздовжній опір металу трубопроводу (Ом/м);

$\rho_{\text{ст}}$  – питомий опір трубної сталі (Ом\*м);

$R_{\text{пок}}$  – електричний опір захисного покриття (Ом);

$r$  – радіус відшарування (мм);

$S$  – міцність стрічки під час розтягування (Н/мм<sup>2</sup>);

$s$  – площа (м<sup>2</sup>);

$T$  – температура (°С);

$T_{\text{max}}$  – максимальна температура експлуатації захисного покриття (°С);

$\tau$  – час (год);

$U$  – міцність покриття під час удару (Дж).

#### 3.2 Терміни та визначення

У цьому стандарті подано такі терміни та визначення. Інші терміни та визначення, що стосуються корозії, зазначені у ДСТУ 2733 та ДСТУ 3830.

##### 3.2.1 анодне заземлення

Електрод (група електродів) установки катодного захисту, призначений для створення електричного контакту позитивного полюса установки з ґрунтом за катодної поляризації трубопроводу.

### **3.2.2 атмосферна корозія**

Корозія металу, зумовлена атмосферними чинниками.

### **3.2.3 виконавча зйомка**

Нанесення розташування об'єкта на плані землекористування та на інші картографічні матеріали після закінчення будівництва.

### **3.2.4 градієнт потенціалу**

Різниця потенціалів між двома окремими точками електричного поля.

### **3.2.5 дефект покриття**

Вада в захисному покритті у вигляді отворів, відшарувань, надрізів, надривів та ін.

### **3.2.6 електричний дренаж**

Відведення блукаючих струмів від трубопроводу, який захищають, до джерела струму за допомогою їх навмисного з'єднання.

### **3.2.7 електрохімічний захист (ЕХЗ)**

Захист металу від корозії регулюванням його потенціалу за допомогою зовнішнього джерела струму або з'єднання з металом, що має більш негативний потенціал.

### **3.2.8 електрична ізоляція**

Ізоляція, що забезпечує відсутність електричного зв'язку між спорудами або вузлами.

### **3.2.9 електроліт**

Рідина або рідкий компонент в середовищі, в якому електричний струм переноситься за рахунок переміщення іонів.

### **3.2.10 захисне покриття**

Штучно створений шар на поверхні металу, призначений для захисту його від корозії.

### **3.2.11 захисний потенціал**

Потенціал металу, що забезпечує технічно достатній захисний ефект, за якого швидкість корозії металу трубопроводу менше ніж 0,001 мм/рік.

### **3.2.12 захищеність трубопроводу по протяжності**

Наявність захисних потенціалів на трубопроводі, передбачених цим стандартом, на певній довжині трубопроводу в абсолютних чи відносних (відносно довжини ділянки трубопроводу, що розглядають) одиницях.

### **3.2.13 захищеність трубопроводу в часі**

Наявність захисних потенціалів на певній ділянці трубопроводу, передбачених цим стандартом, певний час в абсолютних чи відносних (відносно всього періоду спостереження – за місяць, за квартал, за рік, за п'ять років тощо) одиницях.

### **3.2.14 зовнішня корозія**

Корозія зовнішньої поверхні стінки трубопроводу під впливом навколишнього середовища.

### **3.2.15 зразок для випробувань**

Зразок металу або захисного покриття, що використовують для визначання фізико-хімічних характеристик металу трубопроводу або захисних властивостей покриття.

### **3.2.16 ізолювальне з'єднання (вставка)**

Механічне з'єднання трубопроводів за допомогою ізолювальних муфт (моноблоків) або ізолювальних фланців, які перешкоджають протіканню електричного струму з однієї ділянки трубопроводу на іншу.

### **3.2.17 контроль**

Перевірка відповідності об'єкта установленим вимогам.

### **3.2.18 корозійна активність ґрунту**

Властивість ґрунту викликати корозійне руйнування металу трубопроводу. Визначається швидкістю корозії металу трубопроводу у ґрунті чи питомим електричним опором ґрунту.

### **3.2.19 корозійне розтріскування під напругою або стрес-корозія**

Корозійне руйнування трубопроводу, яке обумовлене утворенням в його стінці тріщин під дією середовища та зовнішніх або внутрішніх розтягувальних напружень.

**3.2.20 корозія металів**

Процес руйнування металів внаслідок електрохімічної чи хімічної взаємодії їх з корозійним середовищем.

**3.2.21 корозія під впливом блукаючого струму**

Корозія металу, зумовлена дією блукаючого електричного струму. Джерелами блукаючих струмів є різні технологічні процеси і виробництва, електрифіковані постійним струмом.

**3.2.22 магістральний трубопровід**

Технологічний комплекс, що функціонує як єдина система і до якого входить окремий трубопровід з усіма об'єктами і спорудами, пов'язаними з ним єдиним технологічним процесом, або кілька трубопроводів, що здійснюють транзитні, міждержавні, міжрегіональні постачання продуктів транспортування споживачам, або інші трубопроводи, спроектовані та збудовані згідно з державними будівельними вимогами щодо магістральних трубопроводів.

**3.2.23 максимальна температура експлуатації захисного покриття**

Максимальна температура, за якої захисне покриття зберігає свої фізико-механічні та захисні властивості протягом періоду експлуатації.

**3.2.24 максимальний (за абсолютною величиною) захисний потенціал**

Максимальне (за абсолютною величиною) значення потенціалу, що забезпечує зниження швидкості корозії зовнішньої стінки трубопроводу до технічно допустимого рівня (менше ніж 0,01 мм/рік) без негативного впливу на метал та захисне покриття.

**3.2.25 мідносульфатний електрод порівняння насичений**

Електрод порівняння, що складається з мідного електроду в насиченому розчині сірчанокислої міді.

**3.2.26 мікробіологічна стійкість покриття**

Тривкість покриття до дії мікробіологічних чинників.

**3.2.27 мінімальний (за абсолютною величиною) захисний потенціал**

Мінімальне (за абсолютною величиною) значення потенціалу, що встановлюють на трубопроводі залежно від умов його прокладання, яке забезпечує зниження швидкості корозії зовнішньої стінки трубопроводу до технічно допустимого рівня (менше 0,01 мм/рік).

**3.2.28 обгортка**

Матеріал, призначений для захисту ізоляційно-захисного шару покриття від механічних пошкоджень.

**3.2.29 омічна складова захисного потенціалу**

Складова захисного потенціалу, яку обумовлено падінням напруги на активному опорі (на захисному покритті та ґрунті).

**3.2.30 опір пенетрації (вдавлюванню)**

Відносна залишкова товщина покриття під час вдавлювання індентора в умовах заданих температури і навантаження.

**3.2.31 перетворювач катодний (дренажний)**

Пристрій, що перетворює електричну енергію з одними значеннями параметрів та показників якості в електричну енергію з іншими значеннями параметрів та показниками якості. Призначений для захисту від корозії підземних трубопроводів катодною поляризацією.

**3.2.32 перехідний питомий опір покриття**

Електричний опір між ізольованим за допомогою захисного покриття металом трубопроводу та ґрунтом, який віднесено до одиниці площі поверхні трубопроводу.

**3.2.33 підземна корозія**

Електрохімічна корозія металу трубопроводу, що експлуатують в підземних умовах.

**3.2.34 підземна металева споруда**

Будь-яка металева споруда, збудована або прокладена нижче рівня землі або збудована на рівні землі та потім засипана землею.



### **3.2.35 поляризаційний потенціал**

Електрохімічний потенціал металу трубопроводу за вилученням омичної складової, зумовлений протіканням струму засобів ЕХЗ; дорівнює сумі потенціалу корозії та стрибку потенціалу на фазовій границі метал – ґрунтовий електроліт.

### **3.2.36 поляризаційна складова захисного потенціалу**

Сtribок потенціалу на фазовій границі метал – ґрунтовий електроліт, зумовлений протіканням струму засобів ЕХЗ; дорівнює різниці поляризаційного потенціалу та потенціалу корозії металу трубопроводу.

### **3.2.37 поляризація**

Відхил потенціалу трубопроводу від потенціалу корозії, зумовлений протіканням електричного струму.

### **3.2.38 потенціал корозії**

Потенціал металу за відсутності зовнішнього накладеного струму.

### **3.2.39 потенціал металу трубопроводу (потенціал трубопроводу)**

Різниця потенціалів металу підземного трубопроводу та ґрунтового електроліту, що перебуває з ним у контакті, яку вимірюють відносно електроду порівняння, встановленому в точці контролю.

### **3.2.40 протектор**

Метал чи сплав, що застосовують для ЕХЗ. Він повинен мати більш негативний потенціал корозії порівняно з металом трубопроводу, який захищають.

### **3.2.41 протикорозійний захист**

Процеси та засоби, які застосовують для зменшення або припинення корозії.

### **3.2.42 пункт вимірювання (ПВ)**

Спеціально обладнаний пункт для проведення контрольних вимірювань на трубопроводі.

### **3.2.43 система ЕХЗ**

Вміщує установки катодного і/або дренажного та протекторного захисту, регулювальні вентильні та регулювальні електричні перемички, пункти вимірювання, ізолювальні елементи, які забезпечують ЕХЗ магістрального трубопроводу.

### **3.2.44 температура крихкості**

Температура, за досягненням якої матеріал покриття стає крихким.

### **3.2.45 товщина захисного покриття**

Відстань по нормалі між металевою поверхнею трубопроводу і поверхнею зовнішнього шару захисного покриття.

### **3.2.46 точка контролю**

Точка, в якій здійснюють вимірювання.

### **3.2.47 тимчасовий ЕХЗ**

Захист трубопроводів від корозії засобами ЕХЗ на період будівництва або до введення в дію основних запроектованих засобів ЕХЗ.

### **3.2.48 ударна міцність покриття**

Міцність покриття в умовах ударного навантаження.

### **3.2.49 установка дренажного захисту (УДЗ)**

Функціонально об'єднана в електричне коло сукупність відновлювальних технічних засобів, що призначені для відведення з трубопроводу блукаючих струмів сторонніх джерел постійного струму. УДЗ складається з перетворювача (електричного дренажу), з'єднувальних кабелів й за необхідності дроселів; може мати електрод порівняння тривалої дії, що не поляризується, блок дистанційного контролю параметрів захисту, а також ПВ.

### **3.2.50 установка катодного захисту (УКЗ)**

Функціонально об'єднана в електричне коло сукупність відновлювальних технічних засобів, що призначені для катодної поляризації трубопроводу зовнішнім струмом. УКЗ складається з перетворювача (випростувача), анодного заземлення, з'єднувальної лінії постійного струму, захисного заземлення; може мати електрод порівняння тривалої дії, що не поляризується, датчик поляризаційного потенціалу, блоки дистанційного контролю й регулювання параметрів захисту, лічильники роботи установки.

### 3.2.51 установка протекторного захисту (УПЗ)

Функціонально об'єднана в електричне коло сукупність відновлювальних технічних засобів, що призначені для катодної поляризації трубопроводу зовнішнім струмом, котрий виробляється дією гальванічного елемента. УПЗ складається з одного чи групи протекторів, з'єднувальних кабелів, ПВ і за необхідності регулювальних резисторів та діодів.

### 3.2.52 швидкість корозії металу

Корозійні втрати маси металу з одиниці поверхні трубопроводу за одиницю часу чи глибина руйнування металу за одиницю часу.

## 4. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**4.1** Вимоги цього стандарту використовують під час проектування, будівництва, монтажу, реконструкції, експлуатації, ремонту трубопроводів та під час розроблення нормативних документів з протикорозійного захисту.

**4.2** Протикорозійний захист повинен убезпечити трубопровід від корозії під час будівництва та всього періоду експлуатації.

**4.3** Під час всіх способів прокладання, крім надземного, трубопроводи підлягають комплексному захисту від корозії захисними діелектричними покриттями і засобами ЕХЗ незалежно від корозійної активності середовища.

**4.4** У разі надземного прокладання трубопроводи захищають від атмосферної корозії металевими і неметалевими покриттями відповідно до нормативних документів (НД) на ці покриття.

Ділянки трубопроводів у разі надземного прокладання мають бути електрично ізолювані від опор. Загальний опір цієї ізоляції за нормальних умов повинен бути не менше, 100 кОм на одній опорі.

**4.5** Тип, конструкція, матеріал захисного покриття і засоби електрохімічного захисту трубопроводів від корозії повинні бути визначені в проекті захисту, який розробляють одночасно з проектом нового трубопроводу або трубопроводу, що підлягає реконструкції. У проекті слід враховувати можливі зміни умов корозійного середовища.

**4.6** На недієвих (недобудованих або законсервованих) трубопроводах потрібно вживати заходи щодо запобігання корозії трубопроводів.

**4.7** Засоби ЕХЗ, передбачені проектом, повинні бути побудовані, налагоджені і введені в роботу не пізніше одного місяця після укладання трубопроводу в зонах блукаючих струмів, а на інших ділянках – не пізніше трьох місяців.

Якщо передбачено пізніші терміни закінчення будівництва засобів ЕХЗ та введення їх в експлуатацію, то необхідно передбачати тимчасовий ЕХЗ з термінами введення в експлуатацію, зазначеними в цьому пункті.

**4.8** Система ЕХЗ об'єкта в цілому повинна бути побудована і введена в роботу до здавання трубопроводу в експлуатацію.

**4.9** Комплексне обстеження трубопроводів з метою оцінювання їх захисту від корозії і корозійного стану проводять організації, що мають право на виконання цих робіт.

**4.10** Засоби ЕХЗ, захисні покриття та прилади контролю ефективності протикорозійного захисту, що застосовують під час будівництва, реконструкції, ремонту та експлуатації магістральних трубопроводів, повинні мати сертифікати відповідності.

**4.11** На трубопроводах допускається використовувати ізолювальні з'єднання (фланці, муфти тощо) згідно з вимогами чинних нормативних документів.

**4.12** У разі застосування ізолювальних з'єднань потрібно вживати такі заходи, що унеможливають шкідливий вплив електрохімічного захисту на електроізольовану частину трубопроводу і споруд, що мають металевий контакт з ним.

**4.13** Під час експлуатації магістральних трубопроводів потрібно реєструвати та аналізувати причини корозійних пошкоджень.

**4.14** Технічні рішення проекту системи протикорозійного захисту або окремих складових цієї системи повинні відповідати вимогам чинних природоохоронних законодавчих актів.

## 5. ЧИННИКИ ТА КРИТЕРІЇ КОРОЗІЇ

**5.1** Найвагомішими чинниками корозійного руйнування зовнішньої поверхні сталевих трубопроводів є:

- корозійна активність середовища (ґрунтів, атмосфери, ґрунтових та інших вод) по відношенню до металу трубопроводу;
- дія блукаючих струмів;
- температура продукту, що транспортується.

**5.2** Корозійна активність середовища стосовно металу трубопроводу характеризується значенням швидкості корозії металу трубопроводу у середовищі та/або значенням питомого електричного опору ґрунту, і оцінюється відповідно до таблиці 1.

**5.3** Швидкість корозії металу та питомий електричний опір ґрунту визначають відповідно до додатку Н.

**Таблиця 1** – Корозійна активність середовища стосовно металу трубопроводу

Корозійна активність середовища	Швидкість корозії металу, мм/рік	Питомий електричний опір ґрунту, Ом*м
Низька	До 0,01	Понад 50
Середня	Від 0,01 до 0,30	Від 20 до 50
Висока	Понад 0,30	До 20

**5.4** Небезпечною дією блукаючих струмів вважають наявність знакозмінного (знакозмінна зона) або позитивного зміщення різниці потенціалів між підземним трубопроводом та електродом порівняння (анодна зона), що змінюється в часі. Визначання потенціалів трубопроводу в зоні дії блукаючих струмів виконують відповідно до додатку М.

**5.5** До корозійно-небезпечних ділянок незалежно від показників корозійної активності середовища та наявності блукаючих струмів слід відносити також:

- заплавини річок;
- зрошувальні землі;
- болота і заболочені ґрунти;
- підводні переходи;
- промислові і побутові стоки;
- звалища сміття і шлаку;
- польові склади мінеральних добрив;
- ділянки трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, вище ніж 40 °С.

**5.6** Корозія може підсилюватись виникненням гальванічних пар у разі чергування ґрунтів різного складу під впливом температурних чинників, техногенної діяльності людини, внаслідок розвитку мікробіологічних організмів. Критерії активності ґрунту з урахуванням сукупності мікробіологічних та фізико-хімічних чинників наведено в **ДСТУ 3291**.

## 6. ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

### 6.1 Вимоги до захисних покриттів

**6.1.1** За фізико-механічними та захисними властивостями покриття поділяють на класи, що конкретизовані в таблиці 2:

- клас А – нормальне покриття;
- клас Б – посилене покриття;
- клас В – дуже посилене покриття.

Таблиця 2 – Вимоги до захисних покриттів

№ п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Норма			Метод випробування
			Клас покриття			
			А	Б	В	
1	Міцність під час удару за температури 20 °С, не менше	Дж	4,0	8,0	15,0	Додаток А
2	Опір penetрації (відносна залишкова товщина покриття) в діапазоні температур від 20 °С до T <sub>max</sub> і навантаженні: - 0,1 Н/мм <sup>2</sup> , не менше - 1 Н/мм <sup>2</sup> , не менше - 10 Н/мм <sup>2</sup> , не менше	% % %	60 — —	— 60 —	— — 60	Додаток Б
3	Діелектрична суцільність. Відсутність пробою електричним струмом за напруги 5 кВ/мм товщини	Відсутність пробою	Витримує	Витримує	Витримує	Додаток В
4	Перехідний питомий електричний опір покриття в 3%-му розчині NaCl за температури 20 °С, не менше: - початковий - через 100 діб витримки	Ом*м <sup>2</sup> Ом*м <sup>2</sup>	10 <sup>7</sup> 10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup> 10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup> 10 <sup>9</sup>	Додаток Г
5	Перехідний питомий електричний опір покриття на завершених будівництвом та засипаних ділянках трубопроводу за температури вище 0 °С, не менше: - після закінчення будівництва - через 10 років експлуатації - через 20 років експлуатації	Ом*м <sup>2</sup> Ом*м <sup>2</sup> Ом*м <sup>2</sup>	5*10 <sup>4</sup> 1*10 <sup>4</sup> 5*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>5</sup> 3*10 <sup>4</sup> 1*10 <sup>4</sup>	3*10 <sup>5</sup> 1*10 <sup>5</sup> 3*10 <sup>4</sup>	Додаток П
6	Радіус відшарування покриття за катодної поляризації, не більше: — за температури 20 °С — за температури T <sub>max</sub>	мм мм	15 25	13 23	11 20	Додаток Д
7	Адгезія екструдованого поліолефінового покриття до сталі, не менше: — за температури 20 °С — за температури T <sub>max</sub>	Н/мм Н/мм	— —	— —	7,0 3,0	ГОСТ 411 Метод А
8	Адгезія термоусадкових матеріалів до сталі та до заводського покриття, не менше: — за температури 20 °С — за температури T <sub>max</sub>	Н/мм Н/мм	— —	— —	3,5 1,5	ГОСТ 411 Метод А

Продовження таблиці 2

№ п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Норма			Метод випробування
			Клас покриття			
			А	Б	В	
9	Адгезія стрічки, не менше:					Додаток Е.1
	— до сталі:					
	- за температури 20 °С	Н/мм	0,5	0,7	1,5	
	- за температури Tmax	Н/мм	0,3	0,4	0,5	
	— до стрічки в напустці та до бітумно-полімерної мастики:	Н/мм	0,4	0,5	1,5	
	- за температури 20 °С	Н/мм	0,2	0,3	0,5	
- за температури Tmax						
Адгезія обгортки до стрічки, не менше:	Н/мм	2,0	2,5	3,5		
- за температури 20 °С	Н/мм	0,3	0,5	0,7		
- за температури Tmax						
10	Адгезія мастикових покриттів до сталі на зрізі (20 °С), не менше	Н/мм2	0,15	0,2	0,25	Додаток Е.2
11	Адгезія покриттів на основі поліуретанових, епоксидних смол до сталі в діапазоні температури від 20 °С до Tmax, не менше	Н/мм2	—	5,0	7,5	Додаток Е.3
12	Адгезія покриття до сталі після витримки у воді протягом 1000 год, не менше:					ГОСТ411 Метод А
	— для екструдованого поліолефінового покриття:					
	- за температури 20 °С	Н/мм	—	—	5,0	
	- за температури Tmax	Н/мм	—	—	3,0	
	— для покриттів на основі поліуретанових, епоксидних смол в діапазоні температури від 20 °С до Tmax	Н/мм2	—	3,5	5,0	
	— для термоусадкових матеріалів:					
	- за температури 20 °С	Н/мм	—	—	3,0	
	- за температури Tmax	Н/мм	—	—	1,2	
	— для стрічки:					
	- за температури 20 °С	Н/мм	1,0	1,5	—	
- за температури Tmax	Н/мм	0,3	0,5	—		
— для мастикових покриттів:						
- за температури 20 °С	Н/мм2	0,15	0,2	0,3	Додаток Е.2	
13	Мікробіологічна стійкість.					ДСТУ 3999
	Змінювання значень показників експонованого покриття відносно неекспонованого, не більше:					
	— для полімерних покриттів:					
	- розривна міцність	%	10	7	5	
	- адгезія	%	10	7	5	
	— для мастикових покриттів:					
- температура розм'якшення	%	10	7	—		
- розтяжність	%	10	7	—		
					ГОСТ 11506 ГОСТ 11505	

Закінчення таблиці 2

№ п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Норма			Метод випробування
			Клас покриття			
			А	Б	В	
14	Опір тепловому старінню. Змінювання значень показників експонованого покриття відносно неекспонованого після витримки на повітрі протягом 1000 год за температури (Тmax + 20) °С, не більше:					Додаток Л
	— міцність під час удару	%	35	30	25	
	— відносне видовження за розриву	%	35	30	25	
	— розривна міцність	%	35	30	25	
	— адгезія до сталі	%	35	30	25	
15	Еластичність покриттів на основі поліуретанових, епоксидних смол. Відносне розтягування покриття до руйнування за температури 20 °С, не менше	%	—	—	6	Додаток Ж

**6.1.2** За стійкістю залежно від максимальної температури експлуатації покриття поділяють на класи:

- клас 30 – покриття має бути стійким за температури трубопроводу до +30 °С;
- клас 40 – покриття має бути стійким за температури трубопроводу до +40 °С;
- клас 50 – покриття має бути стійким за температури трубопроводу до +50 °С;
- клас ГТ – покриття має бути стійким за температури трубопроводу більше +50 °С з кроком 10°С. Цю температуру зазначають у дужках.

**6.1.3** За стійкістю у спеціальних умовах експлуатації (дія низької температури та ультрафіолетового випромінювання) покриття поділяють на класи:

- клас Н – покриття має бути придатне для експлуатації в умовах низької температури – від мінус 5 до мінус 20 °С;
- клас ДН – покриття має бути придатне для експлуатації в умовах температури, нижчої за мінус 20 °С. У цьому випадку мінімальну температуру експлуатації покриття мають погоджувати виробник і споживач, її зазначають у дужках;
- клас УФ – покриття має бути придатне для експлуатації протягом тривалої дії ультрафіолетового випромінювання.

Вимоги до покриттів, що мають стійкість у спеціальних умовах експлуатації, наведено в таблиці 3.

**Таблиця 3** – Спеціальні вимоги до покриттів

№	Показник	Одиниця вимірювання	Клас покриття	Норма	Метод випробування
1	Стійкість до впливу УФ. Зміна значень показників експонованого протягом 500 год покриття відносно неекспонованого, не більше:		Клас УФ		Додаток К
	— відносного видовження за розриву стрічки	%		25	
	— мцності під час розтягування	%		25	
	— адгезії покриття	%		25	
2	Температура крихкості: — вище мінус 20 °С — нижче мінус 20 °С	Відшарування, тріщини, отвори	Клас Н Клас ДН	Відсутність відшарувань, тріщин, отворів	ГОСТ 11507 ГОСТ 16783

**6.1.4** Під час застосування покриттів для ізоляції зварних стиків та під час ремонтних робіт слід використовувати сумісні покриття. Критерій сумісності двох покриттів із різних матеріалів такий: адгезія покриття, що наноситься, до існуючого на трубі покриття повинна бути не нижчою, ніж адгезія покриття, що наноситься, до сталі або в напустці за умови, що за іншими показниками ці покриття відповідають вимогам цього стандарту.

**6.1.5** Забезпечення якості захисних покриттів

**6.1.5.1** Відповідність покриття цьому стандарту повинна підтверджуватись випробуваннями в спеціалізованих лабораторіях згідно з вимогами, встановленими в таблицях 2 і 3. Випробування покриття повинне бути проведено кожного разу, коли проводять заміну складу покриття або технології виготовлення чи його нанесення, що може вплинути на показники якості.

**6.1.5.2** Виробник покриттів повинен мати впроваджену і сертифіковану систему управління якістю, яка відповідає вимогам стандартів серії ISO 9000.

**6.1.6** Конструкції захисних покриттів трубопроводів у разі їх підземного, підводного (із заглибленням у дно) і надземного (в насипу) прокладання залежно від матеріалів і умов нанесення покриттів наведено в таблиці 4.

**Таблиця 4** – Конструкції захисних покриттів трубопроводів, що будуються або реконструюються

№ п/п	Умови нанесення покриття	Конструкція (структура) захисного покриття	Товщина захисного покриття, мм, не менше, для труб діаметром, мм, не більше	Клас покриття	Клас температурної стійкості	Максимальна температура експлуатації, К(°С)
1	Заводське чи базове	Тришарове полімерне: ґрунтовка на основі термореактивних смол; термоплавкий полімерний підшар; захисний шар на основі екструдованого поліолефіну	2,0– 273 2,2– 530 2,5– 820 3,0– 1420	В	ГТ	333 (60)
2	Заводське чи базове	Двошарове полімерне: термоплавкий полімерний підшар; захисний шар на основі екструдованого поліолефіну	2,0– 273 2,2– 530 2,5– 820 3,0– 1420	В	ГТ	333 (60)
3	Заводське, базове чи трасове	На основі поліуретанових смол	1,5– 273 1,5– 530 1,5– 820 1,5– 1020 2,0– 1420	В	ГТ	353 (80)
4	Заводське, базове чи трасове	На основі епоксидних смол	0,35– 273 0,70– 530 1,00– 720	Б	ГТ	353 (80)
5	Заводське, базове чи трасове	На основі термоусадкових матеріалів (товщина покриття після термоусадки)	2,0– 273 2,0– 530 2,4– 820 2,4– 1020 3,0– 1220 3,0– 1420	В	ГТ	373 (100)
6	Заводське чи базове	Склоемалево: одношарове чи двошарове	0,3– 273 0,3– 530 0,4– 273 0,4– 530	А	ГТ	423 (150)
7	Заводське, базове чи трасове	Стрічкове полімерне: ґрунтовка полімерна; стрічка ізоляційна липка товщиною не менше ніж 0,6 мм в один, два або три шари; обгортка захисна полімерна липка товщиною не менше ніж 0,6 мм	1,2– 273 1,8– 530 2,4– 720	Б	40	313 (40)

## Продовження таблиці 4

№ п/п	Умови нанесення покриття	Конструкція (структура) захисного покриття	Товщина захисного покриття, мм, не менше, для труб діаметром, мм, не більше	Клас покриття	Клас температурної стійкості	Максимальна температура експлуатації, К(°С)
8	Базове чи трасове	Стрічкове полімерне термостійке: ґрунтовка полімерна; стрічка ізоляційна термостійка полімерна товщиною не менше ніж 0,6 мм в один, два або три шари; обгортка захисна термостійка товщиною не менше ніж 0,6 мм або армована склотканиною з липким шаром	1,2– 273 1,8– 530 2,4– 720	Б	ГТ	353 (80)
9	Базове чи трасове	Комбіноване на основі мастики і полімерної стрічки: ґрунтовка полімерна; мастика ізоляційна бітумно-полімерна товщиною не менше ніж 2 мм; ниткопрошивна склотканина, просочена бітумно-полімерною мастикою, товщиною не менше ніж 1,8 мм; стрічка ізоляційна товщиною не менше ніж 0,6 мм; обгортка захисна полімерна товщиною не менше ніж 0,6 мм в один шар	5,0 (для труб діаметром до 1220 мм включно)	В	40	313 (40)
10	Базове чи трасове	Комбіноване на основі мастики і полімерної стрічки: ґрунтовка бітумно-полімерна; мастика ізоляційна на основі бітумно-полімерних матеріалів товщиною не менше ніж 3,0 мм; стрічка полімерна товщиною не менше ніж 0,4 мм; обгортка захисна полімерна товщиною не менше ніж 0,6 мм	4,0 (для труб діаметром до 720 мм включно)	Б	40	313 (40)
11	Базове чи трасове	Стрічкове полімерне з шаром, що вулканізується (адгезивом): ґрунтовка полімерна, яка вулканізується; стрічка ізоляційна полімерна з липким шаром, що вулканізується, товщиною не менше ніж 0,6 мм в один або два шари; обгортка захисна полімерна липка товщиною не менше ніж 0,6 мм в один шар	1,2– 273 1,2– 530 1,8– 720	Б	50	323 (50)
12	Базове чи трасове	Стрічкове полімерно-бітумне: ґрунтовка бітумно-полімерна; стрічка полімерно-бітумна товщиною не менше ніж 1,5 мм; обгортка захисна полімерна товщиною не менше ніж 0,5 мм	2,0 (для труб діаметром до 530 мм включно)	А	30	303 (30)



Закінчення таблиці 4

№ п/п	Умови нанесення покриття	Конструкція (структура) захисного покриття	Товщина захисного покриття, мм, не менше, для труб діаметром, мм, не більше	Клас покриття	Клас температурної стійкості	Максимальна температура експлуатації, К(°С)
13	Базове чи трасове	Стрічкове полімерно-бітумне: ґрунтовка бітумно-полімерна; стрічка полімерна з шаром бітумно-полімерної мастики, армованої склотканиною, загальною товщиною не менше ніж 2,1 мм, в два шари	4,2 (для труб діаметром до 720 мм включно)	Б	50	323 (50)
14	Базове чи трасове	Комбіноване на основі мастики і полімерної стрічки: ґрунтовка бітумно-полімерна; мастика ізоляційна бітумно-полімерна товщиною не менше ніж 3,0 мм; стрічка полімерна товщиною не менше ніж 0,6 мм; обгортка захисна полімерна товщиною не менше ніж 0,6 мм	4,2 (для труб діаметром до 1220 мм включно)	В	50	323 (50)
15	Базове чи трасове	Стрічкове з шаром бітумно-бутилкаучукового адгезиву: ґрунтовка бітумно-полімерна; стрічка ізоляційна полімерна (основа товщиною не менше ніж 0,6 мм; адгезив товщиною 1,0 мм) загальною товщиною не менше ніж 1,6 мм, у два шари	3,2 (для труб діаметром до 1220 мм включно)	В	50	323 (50)

### 6.1.7 Умови застосування захисних покриттів

**6.1.7.1** Покриття і комплектуючі матеріали потрібно застосовувати в діапазоні температур, передбачених нормативними документами (далі – НД) на ці покриття і матеріали. У цьому разі максимально допустима температура експлуатації покриттів повинна бути не вищою за температуру, вказану в таблиці 4.

**6.1.7.2** Захисні покриття класу В застосовують на трубопроводах діаметром 820 мм і більше незалежно від умов прокладання, а також на всіх трубопроводах довільного діаметра, що прокладають:

- на ділянках з високою корозійною активністю середовища;
- у засолених ґрунтах (солончакових, солонцях та ін.);
- у болотистих, заболочених і поливних ґрунтах, на ділянках перспективного обводнення або зрошування, на підводних переходах і в заплавах рік, а також на переходах через автомобільні шляхи і залізниці на відстані в обидві сторони від переходів згідно з НД;
- на ділянках промислових і побутових стоків, звалищ сміття і шлаку;
- на ділянках впливу блукаючих струмів джерел постійного струму;
- на ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, вищою за 313 К (40° С);
- на територіях компресорних, газорозподільних, насосних станцій, а також установок комплексної підготовки газу і нафти на відстані в обидва боки від них за відповідними НД;
- на перетині з різними трубопроводами на відстані 50 м в обидва боки від місця перетину;
- на ділянках нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, що прокладають на обраних за НД відстанях від рік, каналів, озер, водосховищ, а також від кордонів населених пунктів і промислових підприємств;
- для транспортування зріджених вуглеводнів і аміаку.

Захисні покриття класу Б необхідно застосовувати на трубопроводах діаметром від 530 до 720 мм на ділянках середньої корозійної активності середовища.

За діаметра труб менше ніж 530 мм на ділянках низької корозійної активності середовища допускається застосовувати покриття класу А.

**6.1.7.3** Протикорозійний захист трубопроводів (крім надземних) здійснюють:

- покриттями на основі екструдованих поліолефінів, які наносять у заводських або базових умовах згідно з НД;
- покриттями на основі термореактивних або термоусадкових матеріалів, липких полімерних стрічок, полімерно-бітумних мастик, що наносять у заводських, базових чи трасових умовах відповідно до НД;
- склоемалевими покриттями, що наносять шлікерним або порошковим способами в заводських умовах.

Допускається застосовувати інші конструкції захисних покриттів, НД на які встановлюють відповідність цих покриттів і матеріалів до вимог цього стандарту.

Під час ремонту трубопроводів з амортизацією понад 50 % допускається застосовувати покриття, аналогічні використаним раніше, у тому числі на основі липких полімерних стрічок.

**6.1.7.4** Ізоляція кранових вузлів та фасонної арматури, а також зварних стиків труб із заводською або базовою ізоляцією повинна за своїми характеристиками відповідати захисному покриттю основної споруди і матеріал захисного покриття повинен бути сумісним з покриттям основної споруди.

Ізоляцію місць підключення установок катодного, дренажного, протекторного захисту, перемичок, пунктів вимірювання, а також відновлення захисного покриття на пошкоджених ділянках проводять за НД з урахуванням вимог цього стандарту.

**6.1.7.5** Трубопроводи у разі надземного прокладання захищають алюмінієвими, цинковими, лакофарбовими, склоемалевими покриттями або консистентними мастилами, іншими атмосферостійкими покриттями. Вибір покриттів проводять згідно з НД залежно від умов прокладання та експлуатації трубопроводу.

Товщина покриттів з алюмінію та цинку повинна бути не менше 0,25 мм.

**6.1.7.6** Під час прокладання трубопроводів у захисному кожусі на переходах через залізниці, автодороги та на водних переходах кільцевий простір на торцях між кожухом і трубою повинен бути герметизований, а трубопровід повинен бути ізольований від кожуха за допомогою спеціальних біостійких, діелектричних прокладок.

Конструкція і матеріал ізолювальних прокладок повинні забезпечити відсутність електричного контакту між захисним кожухом і трубопроводом протягом усього періоду експлуатації.

**6.1.7.7** У разі розташування трубопроводу в траншеї, виритій в скельних ґрунтах, виконують захист покриття від механічних пошкоджень із застосуванням спеціальних матеріалів.

## **6.2 Нанесення та контроль захисних покриттів**

**6.2.1** Протикорозійний захист підземних, підводних (із заглибленням у дно) та наземних (у насипу) трубопроводів захисними покриттями необхідно виконувати згідно з вимогами цього стандарту, рішеннями проекту, чинними ТУ на захисні матеріали, нормативними документами, затвердженими у встановленому порядку.

**6.2.2** Під час транспортування труб з покриттями, нанесеними в базових чи заводських умовах, необхідно застосовувати захисні пристосування з амортизаційними властивостями, які б захищали покриття від пошкоджень під час навантажування, транспортування й розвантажування.

Переміщення ізольованих труб волоком заборонено.

**6.2.3** Виконання ізоляційних робіт в трасових умовах під час дощу, туману, снігопаду, сильного вітру не допускається. Не допускається нанесення захисних покриттів у разі різких перепадів температури, коли на робочій поверхні конденсується волога (температура металу повинна бути не менше ніж на 3 °С вище точки роси атмосфери).

Попереднє підсушування поверхні труби у разі випадіння роси чи паморозі, а також у випадку застосування ґрунтовок з малою швидкістю полімеризації необхідно виконувати сушильними пристроями, які унеможливають виникнення кіптю чи забруднення поверхні труби.

**6.2.4** Труби та інші поверхні перед нанесенням захисного покриття необхідно очистити від бруду, іржі, окалини, пилу, знежирити, а за необхідності висушити. Очищення слід виконувати механічним способом за допомогою щіток, голкофрез або дрібнометним, гідравлічним, піскоструминним чи іншим способом до необхідного ступеня очищення.

**6.2.5** Ступінь очищення поверхні труби перед нанесенням покриття повинна відповідати вимогам до нанесення даного класу захисного покриття згідно з НД, але не гірше ступеня 1 за **ГОСТ 9.402** для поліетиленових покриттів, не гірше ступеня 2 – для поліуретанових, епоксидних та термоусадкових покриттів, не гірше ступеня 3 – для стрічкових та ступеня 4 – для бітумно-полімерних покриттів.

**6.2.6** Захисні покриття трубопроводів контролюють: після нанесення за показниками і нормами таблиць 2, 3 та 4:

- міцність під час удару (пункт 1, таблиця 2), суцільність (пункт 3, таблиця 2), адгезію покриття до сталі та в напустці (пункти 7 – 11, таблиця 2), товщину (таблиця 4 або НД на покриття); після укладання й засипання за нормами таблиці 2:

- перехідний питомий електричний опір покриття (пункт 5) і додатково за показниками і нормами відповідних нормативів.

Під час застосування руйнівних методів контролю захисне покриття слід відновити і знову перевірити. У разі незадовільних результатів випробувань з будь-якого показника якості захисного покриття виконують повторні випробування на подвоєній кількості ділянок або зразків.

**6.2.7** Під час нанесення покриття в заводських, базових чи трасових умовах необхідно візуально контролювати стан покриття: не дозволяються здуття, гофри, складки, тріщини, каверни, наскрізні пошкодження, зморшки, відшарування та інші дефекти, здатні суттєво знижувати властивості покриттів.

Під час нанесення полімерних стрічок й обгорток напустка суміжних витків у разі одношарової намотки мусить бути не менше ніж 3 см.

Під час нанесення двошарового покриття виток, що наносять, мусить перекривати нанесений на 50 % його ширини плюс 3 см.

**6.2.8** Товщину захисного покриття контролюють неруйнівними методами за допомогою відповідних товщиномірів.

Перевірку товщини захисного покриття виконують:

- у заводських і базових умовах нанесення покриттів на 10 % труб не менше ніж в трьох перетинах за довжиною труби і не менше ніж в чотирьох точках кожного перерізу та в місцях, що викликають сумніви;

- у трасових умовах нанесення покриттів не менше ніж через кожні 100 м і не менше ніж в чотирьох точках кожного перерізу трубопроводу на ділянках, що викликають сумніви, та після кожної зупинки технологічного циклу ізолювання.

**6.2.9** Ударну міцність контролюють за додатком А:

- у заводських і базових умовах нанесення покриттів на 2 % труб, а також на ділянках, що викликають сумніви під час візуального огляду;

- у трасових умовах нанесення на ділянках, що викликають сумніви.

**6.2.10** Адгезію покриттів до металу контролюють залежно від виду покриттів (додаток Е):

- у заводських і базових умовах нанесення покриттів на 2 % труб, а також на ділянках, що викликають сумніви;

- у трасових умовах нанесення покриттів не менше ніж через 500 м труби, а також на ділянках, що викликають сумніви.

Допускається контролювати адгезію мастикового покриття методом вирізання трикутника з кутом приблизно 60° і сторонами 3—5 см з подальшим зняттям покриття від вершини надрізу.

Адгезію покриття вважають задовільною, якщо вирізаний трикутник не відшаровується самочинно, а лише з прикладанням певного зусилля, у цьому разі спостерігається когезійний характер відшарування по всій площі труби під вирізаним трикутником.

Допускається використовувати неруйнівні методи виявлення місць відшарування захисного покриття згідно з НД.

**6.2.11** Суцільність покриттів змонтованого трубопроводу контролюють перед укладанням неруйнівними методами (іскровим дефектоскопом, додаток В) по всій поверхні під час виконання ізоляційних робіт. У випадку пробою захисного покриття виконують ремонт дефектних місць. Відремонтовані ділянки необхідно проконтролювати повторно.

**6.2.12** Після укладання трубопроводу в траншею контроль якості захисного покриття виконують шукачем пошкоджень (додаток Р), методом катодної поляризації (додаток П). У разі невідповідності покриття вимогам (таблиці 2, пункт 5 та таблиць 5 і 6) необхідно визначити ділянки пошкодження захисного покриття, відремонтувати їх згідно з НД на відповідний вид покриття і повторно провести контроль.

Роботи виконують після витримки достатнього часу, необхідного для ущільнення насипного ґрунту, але не раніше ніж через 14 діб після засипання траншеї.

**6.2.13** Контроль захисних покриттів ділянок трубопроводів: зварних стиків, місць підключення з'єднувальних кабелів установок катодного, дренажного і протекторного захисту, ПВ, а також вузлів запірної арматури тощо – полягає у визначанні їхньої суцільності і адгезії та оцінюванні відповідності даних параметрів чинним нормам для покриттів основного об'єкта.

**6.2.14** Захисні покриття трубопроводів під час надземного прокладання контролюють за зовнішнім виглядом, товщиною, суцільністю і адгезією.

Під час нанесення полімерних, стрічкових та мастикових покриттів контролюють:

- стан поверхні – візуально відповідно до 6.2.7;
- суцільність – відповідно до 6.2.11;
- товщину – відповідно до 6.2.8;
- адгезію – не менше ніж на 1 % труб і в місцях, що викликають сумніви, відповідно до додатка Е;

Під час нанесення лакофарбових і склоемалевих покриттів контролюють:

- стан поверхні – візуально;
- товщину – відповідно до 6. 2. 8;
- адгезію лакофарбових покриттів – не менше, ніж на 1 % труб і в місцях, що викликають сумніви відповідно до додатка Е та **ГОСТ 15140**.

Під час нанесення металевих покриттів контролюють:

- суцільність – візуально;
- товщину – відповідно до 6. 2. 8;
- адгезію – не менше ніж на 1 % труб і в місцях, що викликають сумніви, відповідно до додатка Е.

Під час контролю покриттів з консистентних мастил перевіряють:

- суцільність – візуально;
- товщину – відповідно до 6.2.8.

## 7 ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ

### 7.1 Вимоги до ЕХЗ

**7.1.1** Всі магістральні трубопроводи, крім надземних, незалежно від умов експлуатації підлягають ЕХЗ. Електрохімічний захист трубопроводів повинен забезпечувати протягом всього періоду експлуатації захищеність по протяжності – з потенціалами за абсолютним значенням не менше мінімального і не більше максимального, а захищеність у часі – не менше 94 % на рік. У цьому разі перерва в роботі кожної УКЗ під час проведення регламентних і ремонтних робіт допускається не більше ніж 72 годин на квартал, а під час проведення дослідних робіт за умови комплексного контролю допускається відключення ЕХЗ на термін до 10 діб на рік.

Мінімальні і максимальні (за абсолютними значеннями) захисні потенціали залежно від умов прокладання та експлуатації трубопроводів наведено в таблицях 5 і 6. На прикордонних ділянках магістральних трубопроводів дозволяється підтримувати максимальні захисні потенціали на рівні, обумовленому вимогами національних стандартів суміжних держав.

**7.1.2** Катодна поляризація підземних трубопроводів у зоні дії блукаючих постійних струмів повинна здійснюватися таким чином, щоб забезпечувався мінімальний захисний потенціал та були відсутні анодні та знакозмінні зони.

**7.1.3** Для кожухів на переходах через залізниці і дороги та на обсадних колонах спостережних свердловин в ґрунтах низької і середньої корозійної активності допускається застосовувати як критерій захисту катодне зміщення поляризаційного потенціалу на 100 мВ, що повинно бути підтверджено техніко-економічним обґрунтуванням і висновками експертів.

**7.1.4** Система ЕХЗ не повинна шкідливо впливати на суміжні підземні комунікації та споруди.

Шкідливим впливом катодної поляризації на суміжні підземні комунікації вважають:

- зменшення (за абсолютною величиною) мінімального чи збільшення (за абсолютною величиною) максимального захисного потенціалу на суміжній металевій підземній споруді, що має ЕХЗ;
- поява небезпеки електрокорозії на суміжній підземній металевій споруді, що раніше не потребувала захисту.

**Таблиця 5** – Мінімальні (за абсолютними значеннями) захисні потенціали для різних умов прокладання та експлуатації трубопроводу

Умови прокладання та експлуатації трубопроводу	Мінімальний захисний потенціал відносно н.м.с.е., В	
	Поляризаційний	З омичною складовою
На ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, не вище ніж 40 °С, або які прокладені в ґрунтах з питомим електроопором більше ніж 10 Ом*м	-0,85	-0,90
В умовах можливої мікробіологічної корозії. У разі небезпечного впливу блукаючих струмів. На ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, від 40 до 60 °С На ділянках трубопроводу з питомим електроопором ґрунтів менше ніж 10 Ом*м	-0,95	-1,00
На ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, від 60 до 80 °С	-1,00	-1,10
На ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, вище ніж 80 °С	-1,05	-1,20

**Таблиця 6** – Максимальні (за абсолютними значеннями) захисні потенціали для різних умов прокладання та експлуатації трубопроводу

Умови прокладання та експлуатації трубопроводу	Максимальний захисний потенціал відносно н.м.с.е., В	
	Поляризаційний	З омичною складовою
На ділянках трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, вище ніж 60 °С і які мають рівень ґрунтових вод вище низу труби не менше ніж 6 місяців на рік за питомого електроопору ґрунту менше ніж 10 Ом*м.	-1,10	-1,50
На ділянках підводного розташування трубопроводу з температурою продукту, що транспортується, вище ніж 60 °С	-1,10	-1,50
На ділянках з іншими умовами прокладки трубопроводів, крім трубопроводів зі стрічковими захисними покриттями	-1,15	-2,50
<p><b>Примітка 1.</b> Для трубопроводів зі стрічковими захисними покриттями допускається максимальний захисний потенціал з омичною складовою мінус 3,50 В.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Для трубопроводів зі сталей з підвищеною міцністю 600 МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>) не допускаються поляризаційні потенціали більш негативні ніж мінус 1,10 В.</p>		

## 7.2 Проектування системи ЕХЗ

**7.2.1** Проектування системи ЕХЗ необхідно виконувати згідно з вимогами цього стандарту та з урахуванням інших чинних норм.

**7.2.2** У проекті ЕХЗ трубопроводів необхідно визначити ефективні способи захисту, вибрати засоби захисту, розрахувати оптимальні параметри системи ЕХЗ, а також вибрати місця розташування установок ЕХЗ.

**7.2.3** Під час проектування засобів ЕХЗ потрібні початкові дані, що стосуються траси трубопроводу, підземного сховища газу або проммайданчиків, компресорних чи насосних станцій, резервуарів та інших об'єктів магістрального трубопроводу, місць розташування відгалужень, кранів, камер очисних пристроїв, надземних ділянок та типу покриття.

До початкових даних належить також інформація про корозійну активність ґрунтів, наявність блукаючих струмів, забрудненість промисловими відходами, поливні землі, перетини з річками, каналами, шляхами, підземними комунікаціями, лініями електропередач тощо.

Початкові дані по комунікаціях проммайданчиків повинні містити інформацію про захисне електрозаземлення обладнання, водопровідні, каналізаційні та пожежні мережі, теплопроводи.

**7.2.4** Основними початковими даними для проектування УДЗ є технічне обґрунтування застосування поляризованої чи посиленої установки, технічні умови відповідних служб власників джерел блукаючих струмів (наприклад: шляху, електрифікації, сигналізації та зв'язку залізниці) на підключення установки до джерела блукаючих постійних струмів, місце знаходження та максимальний струм тягових підстанцій.

**7.2.5** Електрохімічний захист від корозії трубопроводів необхідно проектувати з урахуванням систем ЕХЗ суміжних комунікацій та перспективного будівництва комунікацій.

**7.2.6** В проекті ЕХЗ слід визначити на початковий та розрахунковий період такі параметри:

- для УКЗ – зону захисту, силу захисного струму, напругу на виході перетворювачів та опір розтіканню струму анодного заземлення;

- для УДЗ – силу струму дренажу та опір дренажного кола;

- для УПЗ – силу захисного струму та опір розтіканню струму протектора.

**7.2.7** Розташування установок катодного захисту на лінійній частині необхідно передбачати згідно з розрахунками максимальної зони захисту на 10-й рік експлуатації, наявності джерел електропостачання, можливості під'їзду і роботи механізмів з врахуванням розташування корозійно-небезпечних ділянок, а також поблизу підводних переходів, промислових майданчиків компресорних і перекачувальних станцій.

**7.2.8** Відстань між УКЗ на лінійній частині визначають розрахунком, вона не повинна перевищувати 50 км.

**7.2.9** Анодні заземлення можуть бути:

- підповерхневі зосереджені або розподілені (з горизонтальним чи вертикальним розташуванням електродів);

- глибинні з розміщенням електродів у свердловині.

**7.2.10** Матеріал та конструкцію електродів анодного заземлення вибирають з умов забезпечення нормативного терміну їх роботи та параметрів УКЗ.

**7.2.11** Глибину розміщення електродів підповерхневого анодного заземлення необхідно передбачати з урахуванням глибини промерзання ґрунтів, але не менше ніж 0,8 м від поверхні.

Падіння напруги на анодному заземленні не повинно перевищувати 50 В.

**7.2.12** На лінійній частині трубопроводу анодні заземлення треба розташовувати на відстані, визначеній розрахунком, але не ближче ніж 100 м від трубопроводу.

**7.2.13** Для усунення шкідливого впливу ЕХЗ на суміжні комунікації, що не входять в систему захисту, відстань від анодного заземлення до цих суміжних комунікацій повинна бути не менше ніж 150 м, а за товщини осадкових порід 15 м або менше, розташованих на гранітах Українського щита, не менше ніж 450 м.

**7.2.14** Розміщення розподілених анодних заземлень на проммайданчику необхідно передбачати на відстані не ближче 5 м від комунікацій.

**7.2.15** Для усунення шкідливого впливу струмів установок катодного захисту на розташовані поблизу колії неелектрифікованої залізниці необхідно розташовувати анодні заземлення на відстані, узгодженій із залізничними службами з урахуванням типу реле сигналізації, ґрунтових умов та сили струму анодів.

**7.2.16** З метою виключення впливу гармонійних складових струму установок катодного захисту на приймачі автоматичної сигналізації і реле колій електрифікованих залізниць не дозволено проектувати анодне заземлення ближче ніж 25 м від колії.

**7.2.17** Не допускається розміщувати анодні заземлення ближче ніж 450 м від опор (або їх заземлень) високовольтних ліній електропередач напругою 110 кВ і більше.

**7.2.18** УДЗ, що приєднують до колій електрифікованих залізниць з автоблокуванням, не повинні порушувати нормальну роботу рейкових кіл сигналізації, централізації та блокування.

Поляризовані та посилені УДЗ приєднують до рейкових колій:

- за умови однопітківних рейкових кіл – до тягової нитки в будь-якому місці;

- за умови двониткових рейкових кіл – до середніх точок шляхових дроселів у місцях встановлення міжколіїних з'єднувачів;

- до середніх точок шляхових дроселів, розташованих в трьохрейкових колах від точок приєднання міжколіїних з'єднувачів або інших шляхових дроселів, до середніх точок яких приєднано УДЗ, що мають опір спливу змінного струму 50 Гц через всі споруди, менше ніж 5 Ом.

Допускають частіше приєднання УДЗ, якщо опір всіх паралельно приєднаних до шляхового дроселя пристроїв більше ніж 5 Ом для сигнального струму частотою 50 Гц.

У всіх випадках опір спливу змінного струму містить опір УКЗ під час шунтування поляризованим елементом та опір заземлення власної споруди.

**7.2.19** Підключення з'єднувального кабелю до залізничних колій або до середніх точок дроселів проектується через перехідний пристрій, в якому повинні бути передбачені вимикач, вимірювальний шунт і запобіжник на максимальний струм УДЗ.

**7.2.20** Допускають застосування посиленої УДЗ, якщо застосування поляризованої УДЗ неефективне чи не виправдане за техніко-економічними показниками.

Не дозволено приєднувати посилений дренаж на суміжні підземні споруди, а також на відсмоктуючі шини тягових підстанцій.

**7.2.21** У разі впливу на магістральний трубопровід кількох джерел блукаючих постійних струмів необхідно в першу чергу дренувати блукаючі постійні струми на джерело, що має переважний вплив.

**7.2.22** Середньогодинний струм за добу усіх УДЗ, що знаходяться у зоні дії однієї тягової підстанції електрифікованої залізниці, не повинен перевищувати 20 % загального середньогодинного навантаження цієї підстанції.

**7.2.23** Протектори можна застосовувати в ґрунтах з питомим електричним опором не більше ніж 60 Ом\*м. Дозволено штучно знижувати питомий електричний опір ґрунту в місцях установки протекторів за умови унеможливлення шкідливого впливу на навколишнє середовище. Протяжні протектори можна застосовувати в ґрунтах з питомим електричним опором не більше ніж 500 Ом\*м.

**7.2.24** Якщо згідно з розрахунками для захисту ділянки трубопроводу довжиною понад 1 км потрібно кілька установок протекторного захисту, відстань між ними не повинна перевищувати 500 м.

**7.2.25** Відстань між протекторами і трубопроводом повинна бути не меншою за 5 м.

Протектори повинні розташовуватись на глибині нижче промерзання ґрунту, але не менше ніж 0,8 м від поверхні.

**7.2.26** Застосування ізолювальних фланців (моноблоків) для електричного секціонування допускають за умови забезпечення необхідної надійності конструкційних елементів та усунення шкідливого впливу на сусідні споруди і ділянки трубопроводу, що відсікаються.

**7.2.27** Ізолювальні фланці передбачають в основному для електричного роз'єднання розподільчих мереж та промислових майданчиків від лінійної частини магістрального трубопроводу, а також для секціонування на ділянках впливу блукаючих струмів.

**7.2.28** На ізолювальному фланці (моноблоці) необхідно передбачати встановлення блока управління фланцем для можливості контролю і регулювання процесом захисту в місці встановлення фланцю.

У корпусі блока управління розміщують щиток з клемми, резистор для регулювання струму, розрядник та вимикач (рубильник).

**7.2.29** Захисний сталевий кожух, що розташований у ґрунтах з високою корозійною активністю або в анодних, і знакозмінних зонах блукаючих струмів крім захисного покриття, повинен бути забезпечений ЕХЗ. В ґрунтах із середньою і низькою корозійною активністю та в катодних зонах блукаючих струмів необхідність ЕХЗ кожуха визначають технічними умовами замовника.

**7.2.30** На ділянках перетину або паралельного розташування трубопроводу і лінії електропередачі напругою 110 кВ і більше є імовірність наведення на трубопровід напруги та замикання частини струму спливу на трубопровід, значення яких може бути небезпечним для обслуговувального персоналу.

Така загроза є, якщо

- трубопровід перетинає високовольтну повітряну лінію електропередачі високої напруги під кутом менше ніж 50°;

- відстань від електростанцій, розподільних пунктів електропередачі і понижувальних підстанцій до трубопроводу менше ніж 300 м;

- трубопровід наближається до високовольтної повітряної лінії на ділянці необмеженої довжини на відстань менше ніж 1000 м (у випадку спливу струмів короткого замикання на землю) і менше ніж 400 м (у випадку спливу робочих струмів електролінії).

У всіх цих випадках на ділянці трубопроводу, що перетинає трасу лінії електропередач (ЛЕП) або наближається до неї, необхідно передбачати заземлення: струмовідводи з оцинкованої сталі або УПЗ з тим, щоб значення напруги на трубопроводі, викликане струмом промислової частоти за нормального режиму роботи ЛЕП, не перевищувало 65 В.

**7.2.31** Для контролю за захищеністю трубопроводу і станом захисного покриття потрібно передбачати ПВ.

**7.2.32** На промислових майданчиках замість колонки допущено застосовувати коври.

**7.2.33** ПВ на лінійній частині трубопроводу встановлюють:

- на відстані 6 м від точки дренажу (від місця приєднання до труби з'єднувального кабелю від перетворювачів ЕХЗ) та електричних перемичок;

- на кожному кілометрі, а в зонах блукаючих струмів та на ділянках з високою корозійною активністю ґрунтів – через 500 м;

- з обох сторін водних і транспортних перетинів;

- біля кранових площадок;

- на перетинах трубопроводів з іншими металевими комунікаціями.

У разі багатониткової системи трубопроводів ПВ передбачають на кожному трубопроводі на одному поперечнику.

**7.2.34** ПВ на лінійній частині магістрального трубопроводу необхідно розташовувати в місцях, де буде забезпечена їх схоронність (біля доріг, лісосмуг, на кордонах сільгоспугідь тощо).

Для збереження від руйнування дозволено в окремих випадках розташовувати ПВ на відстані не далі 50 м від місця приєднання контрольного виводу до трубопроводу в зручних для експлуатації, місцях (в лісосмугах, біля доріг тощо) за умови особливого маркування цих пунктів.

**7.2.35** На територіях підземних сховищ газу, на промислових майданчиках компресорних, насосних станцій тощо ПВ передбачають:

- на комунікаціях довжиною понад 50 м – посередині, з інтервалом 50 м;

- в місцях перетину комунікацій;

- на відстані 6 м від точки дренажу (від місця приєднання до труби з'єднувального кабелю від перетворювачів ЕХЗ) та електричних перемичок;

- в місцях зміни напрямку за довжини ділянки комунікації понад 50 м;

- в місцях зближення комунікацій з підповерхневими зосередженими анодними заземленнями на відстані до них до 100 м;

- не менше як у чотирьох діаметрально протилежних точках за периметром зовнішньої поверхні підземних і наземних резервуарів;

- на відстані 100 м від гирла свердловини.

Допускається не передбачати ПВ у наведених місцях промайданчиків (крім точок дренажу установок ЕХЗ), якщо забезпечена можливість електричного контакту з трубопроводом.

**7.2.36** Для запобігання шкідливого впливу катодної поляризації необхідно передбачати:

- віддалення анодного заземлення УКЗ від суміжної комунікації;

- проектування нарізного ЕХЗ;

- проектування спільного ЕХЗ.

**7.2.37** Нарізний ЕХЗ для усунення шкідливого взаємовпливу необхідно передбачати на комунікаціях, які не мають між собою металевого з'єднання:

- за умови відстані між суміжними комунікаціями більше ніж 30 м;

- за неможливості забезпечення величини захисного струму на комунікаціях, що підлягають спільному захисту, однією УКЗ.

**7.2.38** Спільний ЕХЗ для усунення шкідливого взаємовпливу необхідно передбачати:

- на промислових майданчиках;

- в місцях перетину комунікацій;



- в місцях зближення паралельних комунікацій до 30 м і менше.

**7.2.39** На проммайданчиках застосовують регульовані або нерегульовані електричні перемички у разі паралельного розташування або перетину трубопроводів.

На лінійній частині трубопроводу застосовують регульовані електричні перемички у разі перетину і зближення (до 30 метрів і менше) між трубопроводами різного призначення, а також між трубопроводами і кабелями зв'язку цих трубопроводів, якщо кабель зв'язку потребує ЕХЗ.

### **7.3 Спорудження та приймання засобів ЕХЗ**

**7.3.1** Місця розміщення засобів ЕХЗ та їх елементів (анодні заземлення, пункти вимірювання, електроперемички, ізолювальні фланці тощо) повинні відповідати проекту системи ЕХЗ.

Всі відхилення від проекту повинні бути узгоджені із замовником та проектною організацією і зазначені у виконавчій документації.

**7.3.2** Елементи засобів ЕХЗ, які розміщуються під землею, дозволено засипати лише після того, як вони опосвідчені й отримано письмову згоду на їх засипання від представника замовника, та оформлено акт на приховані роботи.

**7.3.3** Якщо НД на труби не передбачено інше, то приєднання кабелів системи ЕХЗ до труби треба виконувати:

- термітним чи електродуговим зварюванням до поверхні трубопроводу – для труб з нормативним тимчасовим опором розриву менше ніж 539 МПа;

- лише термітним зварюванням із застосуванням мідного терміту до поверхні трубопроводу або електродуговим зварюванням до подовжніх або кільцевих швів – для труб з нормативним тимчасовим опором розриву 539 МПа і більше.

Дозволено застосовувати інші види приєднання до труби, що унеможливають підвищення температури труби понад норми та узгоджені в установленому порядку.

**7.3.4** Місце підземного з'єднання трубопроводу з кабелем повинно бути ретельно ізольоване матеріалом, що сумісний із захисним покриттям трубопроводу.

**7.3.5** Під час засипання анодного заземлення у траншеї коксовим дріб'язком, глиною або ґрунтом необхідно виконувати ущільнення кожного шару трамбуванням з тим, щоб навколо електродів не було порожнин.

**7.3.6** Анодні заземлення повинні бути позначені розпізнавальними знаками.

**7.3.7** ПВ повинні бути змонтовані до перевірки захисного покриття методами пошуку пошкоджень та катодної поляризації.

**7.3.8** ПВ необхідно встановити на відстані не більше ніж 1 м від осі трубопроводу із зміщенням від точки приєднання до труби не більше ніж 0,2 м.

**7.3.9** Під час встановлення ПВ виконують маркування кабелів та клем відповідно до схеми з'єднань.

**7.3.10** На ПВ необхідно проконтролювати потенціал корозії після закінчення терміну, достатнього для ущільнення ґрунту, а також часу, необхідного для деполіризації після відключення тимчасового захисту, але не раніше ніж через 14 днів після укладання трубопроводу. Отримані дані повинні бути зафіксовані в акті контролю.

**7.3.11** Монтувати і встановлювати електрообладнання системи ЕХЗ необхідно відповідно до діючих норм.

**7.3.12** Засоби ЕХЗ підключають до джерела живлення змінного струму за умови узгодження на підключення власника джерела.

**7.3.13** Обладнання, прилади, вимикачі, роз'єднувачі зовнішнього розміщення, а також огорожі і кіоски, в яких розташовують перетворювачі установок ЕХЗ, повинні замикатись, щоб запобігти доступу сторонніх осіб.

**7.3.14** Під час встановлення протекторів у свердловині чи траншеї необхідно їх рівномірно засипати ґрунтом з пошаровим ущільненням. У цьому разі особливу увагу приділяють тому, щоб не пошкодити кабель до протектора і його з'єднання з протектором.

**7.3.15** Після встановлення ізолювальні фланці перевіряють на відсутність короткого замикання між металевими фланцями по обидва боки ізолювальної прокладки, а також між металевими фланцями та стяжними болтами.

**7.3.16** Приєднання кабелю електроперемички до комунікацій інших власників виконують після одержання дозволу та в їхній присутності.

**7.3.17** Після виконання будівельно-монтажних робіт зі спорудження системи ЕХЗ будівельно-монтажна організація повинна виконувати випробування обладнання.

Роботи з випробування потрібно здійснювати в два етапи:

- індивідуальне випробування окремих установок ЕХЗ;
- комплексне випробування системи ЕХЗ від корозії всього об'єкту в цілому.

**7.3.18** Індивідуальне випробування окремої УКЗ повинна виконувати будівельно-монтажна організація не раніше ніж через 14 днів після закінчення монтажу і засипання анодного заземлення. В процесі цих робіт перевіряють відповідність фактичного значення опору розтіканню струму захисного та анодного заземлень проектним значенням і випробують УКЗ протягом не менше ніж 72 годин.

**7.3.19** Роботи з випробування спільного ЕХЗ двох і більше об'єктів повинна виконувати будівельно-монтажна організація в присутності представників замовника та зацікавлених організацій. Під час цього складають акт на контрольні вимірювання з перевірки відсутності шкідливого впливу засобів захисту.

**7.3.20** Під час випробування дренажного захисту перевіряють дренажний струм і потенціал трубопроводу.

Під час випробування посиленого дренажу перевіряють його струм і напругу, а також потенціал трубопроводу в точці дренажування.

**7.3.21** Роботи з комплексного випробування системи ЕХЗ, які здійснюють для визначення готовності її введення в експлуатацію, виконує замовник спільно з будівельно-монтажною організацією та іншими зацікавленими організаціями.

**7.3.22** Під час пусконаладжувальних робіт для кожної УКЗ необхідно виконати:

- визначення потенціалів трубопроводу в точках дренажу і сили струму кожної установки;
- визначення зони захисту УКЗ;
- оцінку впливу кожної установки на суміжні підземні комунікації та кабелі зв'язку у разі захисних режимів роботи.

**7.3.23** Якщо за результатами вимірювання з'ясується, що побудовані засоби ЕХЗ недостатньо ефективні або не досягаються їх проектні параметри за умови повного дотримання вимог робочих креслень та технічних умов, замовник, підрядник та проектна організація складають акт, на підставі якого проектна організація розробляє додатковий проект ЕХЗ або видає рекомендації щодо забезпечення ефективного протикорозійного захисту.

## **7.4 Вимоги до обладнання та матеріалів**

**7.4.1** Перетворювачі потрібно виготовляти для роботи на відкритому повітрі за температури довкілля від мінус 40 до плюс 50 °С (кліматичне виконання У, категорія розміщення І за **ГОСТ 15150**).

**7.4.2** Катодні перетворювачі повинні мати плавне або ступеневе регулювання вихідних параметрів по напрузі чи струму від 10 % до 100 % номінального значення. Пульсація струму на виході катодних перетворювачів допускається не більше ніж 3 % на всіх режимах.

**7.4.3** Напруга спрацювання захисту катодних перетворювачів повинна бути менше зворотної напруги застосованих вентилів, але не менше ніж 250 В.

**7.4.4** Дренажні перетворювачі, приєднання яких передбачено до рейкового кола, повинні бути розраховані на зворотну напругу не менше ніж 800 В; у разі приєднання до мінусових шин тягових підстанцій – не менше ніж 2000 В.

**7.4.5** Автоматичні катодні і дренажні перетворювачі повинні забезпечувати стабільність струму чи потенціалу з похибкою, що не перевищує 2,5 % заданого значення. Ступінь захисту виробу – ІР34 за **ГОСТ 14254**.

**7.4.6** Охолодження перетворювача повинно бути природне повітряне або масляне. Максимальна температура обмоток трансформаторів і дроселів не повинна перевищувати 393 К (120 °С) за температури експлуатації перетворювача.

**7.4.7** Рівень шуму, що створюють катодні і дренажні перетворювачі, не повинен перевищувати 60 дБ.

**7.4.8** Катодні і дренажні перетворювачі повинні гарантувати безпеку обслуговування за класом захисту 01 за **ГОСТ 12.2.007.0**.

**7.4.9** Перетворювачі повинні бути працездатними на висотах до 1000 м над рівнем моря за відсутності вібрації, трясіння і ударів вище допустимих чинним стандартом в середовищі, що не містить струмопровідного пилу, активних газів, які знижують параметри виробу до недопустимих границь.

**7.4.10** Пофарбовані поверхні катодних і дренажних перетворювачів повинні мати показники зовнішнього виду не нижче IV класу за відповідними чинними стандартами, забарвлення виробів повинно бути світлих тонів.

**7.4.11** Катодні і дренажні перетворювачі повинні забезпечувати вірогідність їх безвідмовної роботи на наробку 10 000 годин не менше ніж 0,9 (за довірчої вірогідності 0,8).

**7.4.12** Конструкція і схема катодних та дренажних перетворювачів мусить забезпечити можливість безперервної роботи без профілактичного ремонту та обслуговування не менше ніж 6 місяців.

Рівень індустриальних радіоперешкод перетворювачів не повинен перевищувати значень, передбачених **ГОСТ 12.2.007.0**, рівень гармонічних складових струму захисту у разі приєднання до рейок залізниці не повинен перевищувати норм **ГОСТ 12.2.007.0**.

**7.4.13** Вхідний опір регулювального пристрою на виході підключення електроду порівняння автоматичних перетворювачів повинен бути не менше ніж 10 МОм.

**7.4.14** Коефіцієнт корисної дії катодних перетворювачів повинен бути не менше ніж 70 %, коефіцієнт потужності – не менше ніж 80 %.

**7.4.15** Катодні і дренажні перетворювачі повинні бути оснащені лічильником часу роботи та лічильником електроенергії.

**7.4.16** Склад комплекту запасних частин та інструментів перетворювачів повинен визначатися згідно з параметрами надійності елементів перетворювачів й забезпечувати роботу перетворювачів не менше за 50 % нормованого терміну роботи.

**7.4.17** У комплектних електродів анодного заземлення контактний вузол і струмовідний кабель повинні мати ізоляцію з електричним опором не менше ніж 100 МОм і витримувати випробування на пробій напругою не менше ніж 5 кВ на 1 мм товщини захисного покриття. Матеріали, що використовують для герметизації та ізоляції струмовводу, повинні бути стійкими до газоподібних продуктів електролізу (O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>). Застосування бітумних мастик для герметизації та ізоляції струмовводу заборонено.

**7.4.18** Протектори повинні виготовлятися комплектними (гальванічний електрод з кабелем) зі сплавів на основі магнію, алюмінію і цинку, що мають під час експлуатації стабільний потенціал корозії.

Потенціал корозії протектора не повинен облагороджуватися під час експлуатації більше ніж на:

100 мВ – для сплавів на основі магнію;

50 мВ – для сплавів на основі алюмінію;

30 мВ – для сплавів на основі цинку.

За умови від'єднання від трубопроводу протектор не повинен самопасивувати і за умови приєднання повинен відновлювати попередню силу струму захисту.

**7.4.19** Всі засоби ЕХЗ, що розробляють, повинні бути випробувані в експлуатаційних умовах протягом не менше 1 року відповідно до вимог цього стандарту в трасових умовах, для яких призначені ці засоби, за програмою, узгодженою зі споживачем.

**7.4.20** Прилади для вимірювання потенціалів трубопроводу повинні мати:

- клас точності не більше ніж 2,5;

- вхідний опір не менше ніж 10 МОм.

Допускається застосовувати прилади з вхідним опором 2 МОм до їх заміни.

**7.4.21** Обладнання для систем ЕХЗ повинно мати експлуатаційний термін не менше 10 років.

**7.4.22** Кабель, що застосовується в системі ЕХЗ для підземного прокладання, повинен мати двошарову полімерну ізоляцію і бути придатним для підземної експлуатації.

**7.4.23** ПВ на лінійній частині трубопроводу повинен мати стояк (колонку), пофарбований у світлий колір; контрольний кабель повинен бути придатним для підземної експлуатації з перерізом не менше ніж  $6 \text{ мм}^2$  з алюмінію ( $4 \text{ мм}^2$  з міді) і приєднаний до щитка з клемою.

ПВ для контролю поляризаційного потенціалу з електродом тривалої дії повинен мати щиток з клемми для приєднання кабелю від труби та від електрода тривалої дії і допоміжного електрода. На щитку може бути передбачений комутуючий пристрій для розмикання кола трубопровід – допоміжний електрод.

**7.4.24** В місцях перетину трубопроводу з підземними металевими комунікаціями передбачають ПВ з кабелями від кожної комунікації, з блоком резисторів, електричною перемичкою, шунтом для вимірювання струму та відповідним щитком.

**7.4.25** ПВ для приєднання і контролю анодних заземлень повинен мати відповідний щиток і може бути оснащений шунтом для вимірювання струму.

**7.4.26** ПВ біля транспортних переходів із захисними кожухами повинен мати відповідний щиток з виводом кабелю як від трубопроводу, так і від кожуха.

**7.4.27** Конструкція колонок пунктів вимірювання повинна запобігати доступу сторонніх осіб до контрольних виводів.

## **8 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ**

**8.1** Система контролю та обстежень (види, їх періодичність) повинна забезпечити систематичне спостереження й оптимальність параметрів, за якими проводять спостереження, а також їх достовірність.

**8.2** Не раніше ніж через 6 місяців після приймання в експлуатацію новозбудованого трубопроводу, але протягом першого року експлуатації, повинно бути виконано остаточне регулювання системи ЕХЗ.

**8.3** Експлуатація нарізного чи спільного ЕХЗ суміжних трубопроводів або трубопроводів, що перетинаються, допускається за будь-якої різниці потенціалів між ними за умови, що потенціали кожного трубопроводу знаходяться в межах захисних потенціалів, наведених у таблицях 5 та 6.

**8.4** На трубопроводах виконують контроль експлуатаційний, комплексний та вибіркового.

**8.4.1** Експлуатаційний контроль виконують періодами протягом року.

**8.4.2** Комплексний контроль з метою визначення стану протикорозійного захисту і корозійного стану трубопроводів виконують не рідше як один раз на 7 років – для трубопроводів, що експлуатуються менше 20 років; не рідше як один раз на 5 років – для трубопроводів, що експлуатуються 20 років і більше. На ділянках трубопроводів, що експлуатуються 20 років і більше, з виявленими дефектами металу та захисного покриття рішення про проведення діагностування з метою визначення механічних властивостей та мікроструктури металу повинне прийматися на підставі аналізу матеріалів експлуатації (розриви, свищі, значні корозійні пошкодження) і комплексного контролю корозійного стану.

**8.4.3** Вибірковий контроль виконують на ділянках, де сталася аварія об'єкта або його складових з технічних причин, внаслідок стихійного лиха або за інших екстремальних умов.

Вибірковий контроль виконують також на ділянках, де сталася зміна корозійних умов (з'явилися поливні землі, відбулися зміни в режимах роботи джерела блукаючих струмів тощо) й за необхідності розробляють й реалізують заходи з реконструкції системи протикорозійного захисту.

**8.5** Під час експлуатаційного контролю на ділянках трубопроводу за відсутності впливу блукаючих струмів необхідно провести такі роботи.

**8.5.1** Один раз на місяць виконати:

- огляд технічного стану установок катодного і вибіркового протекторного захисту (з вимірюванням їх струму), профілактичне обслуговування й поточний ремонт;

- контроль потенціалів трубопроводу в точках дренажу і в точках з мінімальними потенціалами (додаток М);

- контроль захисного струму та напруги УКЗ і за необхідності їх регулювання;
- визначання часу роботи кожної УКЗ.

Реєстрацію показників приладів, всі види несправностей і відмов у роботі необхідно фіксувати з посиланням на час їх виявлення, спосіб і час їх усунення.

**8.5.2** Один раз на 6 місяців виконати:

- контроль потенціалу трубопроводу на ПВ;
- контроль стану ізолювальних фланців;
- перевірки, передбачені 8.5.1.

**8.5.3** Один раз на 12 місяців виконати:

- профілактичний огляд установок ЕХЗ і за необхідності ремонтні роботи;
- контроль потенціалів кожухів (додаток М);
- контроль потенціалу суміжних споруд на ділянках можливого впливу;
- контроль потенціалу трубопроводу на перетині з іншими підземними металевими комунікаціями та поблизу анодів суміжних УКЗ;
- за необхідності відновлювальні роботи для ліквідації шкідливої електричної взаємодії з іншими спорудами (пристроями);
- перевірки, передбачені 8.5.2;
- контроль потенціалів трубопроводу методом виносного електроду на ділянках з мінімальними та максимальними захисними значеннями;
- контроль корозійного стану металу трубопроводу та захисного покриття в шурфах.

**8.6** Під час експлуатаційного контролю на ділянках впливу блукаючих струмів необхідно:

**8.6.1** Двічі на місяць виконати:

- огляд технічного стану установок ЕХЗ (дренажних, катодних, а також вибірково протекторних), профілактичне обслуговування й за необхідності поточний ремонт;
- контроль потенціалів трубопроводу в точках дренажу і на ділянках з мінімальним захистом;
- контроль струму установок ЕХЗ;
- контроль напруги УКЗ;
- визначання часу роботи установок ЕХЗ.

Реєстрацію показань приладів, всі види несправностей і відмов у роботі потрібно фіксувати з посиланням на час їх виявлення, спосіб і час їх усунення.

**8.6.2** Один раз на 6 місяців (в період підвищеної активності дії джерела блукаючих струмів) виконати:

- контроль потенціалів трубопроводу на ПВ;
- визначання середнього струму УДЗ протягом доби;
- реєстрацію протягом доби потенціалів трубопроводу в точці дренажу УДЗ, а на корозійно-небезпечних ділянках – під час максимального і мінімального впливу джерела блукаючих струмів;
- контроль стану ізолювальних фланців;
- перевірки, передбачені 8.6.1.

**8.6.3** Один раз на 12 місяців виконати:

- профілактичний огляд установок і за необхідності ремонтні роботи;
- контроль потенціалів кожухів (додаток М);
- контроль потенціалу суміжних споруд на ділянках можливого впливу;
- контроль потенціалу трубопроводу на перетині з іншими підземними металевими комунікаціями та поблизу анодів суміжних УКЗ;
- за необхідності відновлювальні роботи для ліквідації шкідливої електричної взаємодії з іншими спорудами (пристроями);
- роботи, передбачені пунктом 8.6.2;
- контроль потенціалів трубопроводу методом виносного електроду на ділянках з мінімальними та максимальними захисними значеннями;
- контроль корозійного стану металу трубопроводу та захисного покриття в шурфах.

**8.7** Перерва в роботі засобу ЕХЗ повинна бути усунена протягом не більше 24 год.

**8.8** На ділянках анодних та знакозмінних зон треба передбачити заходи для зниження впливу блукаючих струмів до припустимих меж (таблиці 5 та 6).

**8.9** Періодичність контролю за установками ЕХЗ з дистанційним контролем встановлює експлуатаційна організація з урахуванням вимог чинних відомчих норм.

**8.10** Корозійний стан зовнішньої поверхні об'єкта потрібно визначати візуально в контрольних шурфах в першу чергу на ділянках, незабезпечених безперервним захистом, з незадовільним станом захисного покриття і розташованих на корозійно-небезпечних ділянках.

За результатами огляду в шурфах визначають швидкість корозії за наявного стану захищеності та складають акт шурфування.

**8.11** Кількість контрольних шурфів встановлює експлуатаційна організація з урахуванням корозійного стану об'єкта та результатів контролю протикорозійного захисту.

**8.12** На трубопроводах рішення про застосування внутрітрубної діагностики повинно прийматися на підставі аналізу матеріалів експлуатації (розриви, свищі, значні корозійні пошкодження) і комплексних контролів про корозійний стан.

**8.13** Комплексний контроль передбачає визначання корозійної активності середовища по всій трасі трубопроводу; стану захисного покриття по всій протяжності трубопроводу (місця пошкодження, зміна фізико-механічних властивостей покриття за час експлуатації тощо); стану засобів ЕХЗ; захищеності за протяжністю і захищеності у часі кожної ділянки трубопроводу як з початку експлуатації, так і за будь-який період експлуатації (за наявності відповідних даних експлуатаційного контролю), а також визначання корозійного стану трубопроводу згідно з додатками М, Н, П і Р.

Місця пошкоджень покриття визначають згідно з додатками М, Н і Р методами електрометрії та іншими фізичними методами.

**8.13.1** Комплексний контроль виконують згідно з програмою робіт, яку складають з урахуванням особливостей об'єкта, його стану, повноти попередніх комплексних обстежень.

**8.13.2** Під час комплексного контролю повинен бути визначений інтегрально і локально стан покриття.

Інтегральну оцінку захисного покриття потрібно виконувати на підставі даних:

- про силу захисного струму УКЗ;
- за розподілом потенціалів по протяжності трубопроводу;
- за перехідним опором;
- за густиною захисного струму (вибірково).

Локальну оцінку захисного покриття потрібно виконувати на підставі:

- вимірювання потенціалу методом виносного електрода та/або обстеження шукачем пошкоджень захисного покриття;
- вимірювання подовжнього або поперечного градієнта потенціалів;
- огляду покриття у шурфах.

Допускається застосовування інших методів для визначання місця, розмірів і характеру дефектів захисного покриття трубопроводів згідно з НД.

**8.14** Усі виявлені пошкодження захисного покриття, на яких відсутня захищеність, повинні бути терміново усунені та зафіксовані в експлуатаційній документації.

**8.15** Експлуатаційна організація повинна мати технічну документацію з протикорозійного захисту за результатами будівництва («як побудовано»), до якої необхідно постійно вносити зміни і доповнення в процесі експлуатації.

Основною технічною документацією є:

- плани (схеми) об'єкта з даними про труби, резервуари, свердловини та інше із зазначенням виду і типу захисного покриття та з розташуванням установок ЕХЗ;
- акти приймання та ремонту захисного покриття;
- паспорти установок ЕХЗ з відомостями ремонту та змін;
- схеми електроживлення УКЗ.

**8.16** Експлуатаційна організація повинна складати документацію контролю для визначання змін в стані захисного покриття, оточуючого середовища, захищеності в часі, а також в корозійному стані об'єктів.

З цією метою необхідно реєструвати дані контролю протикорозійного захисту і налагоджування системи ЕХЗ, на підставі яких складати таку основну звітну документацію контролю:

- графіки контролю захисного потенціалу трубопроводу;
- акти оцінювання корозійної активності середовища по трасі трубопроводу;
- акти шурфування об'єкта.

**8.17** Технічна документація з протикорозійного захисту та документація щодо контролю протикорозійного захисту підлягає збереженню протягом всього строку експлуатації трубопроводу.

## 9 ОХОРОНА ПРАЦІ

**9.1** Перед виконанням робіт з комплексного захисту споруд від корозії має бути розроблений проект виконання робіт з інженерними розробками, що гарантують безпеку робітників.

**9.2** Під час виконання робіт з комплексного захисту споруд від корозії необхідно виконувати вимоги техніки безпеки згідно з **ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.3.008, ГОСТ 12.3.016** та вимоги пожежної безпеки згідно з **ГОСТ 12.1.004**.

**9.3** До виконання робіт з комплексного захисту споруд від корозії допускають осіб, яким виповнилось 18 років, що пройшли спеціальне навчання та інструктаж і мають посвідчення на право виконання такого виду робіт.

**9.4** Персонал, зайнятий на електромонтажних, електровимірювальних і електроналаджувальних роботах, зобов'язаний мати відповідну групу з електробезпеки, знати та виконувати вимоги «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» **ДНАОП 0.00-1.21**, «Правил технической эксплуатации» (ПТЗ) та «Правил устройства злектроустановок» [2, 3].

**9.5** Якщо установки ЕХЗ експлуатують в умовах атмосфери, де існує загроза пожежі або вибуху, експлуатаційний персонал повинен бути відповідним чином проінструктований, в належних місцях обов'язково розміщені постійні попереджувальні знаки. Перетворювачі УКЗ проммайданчиків необхідно розташовувати за межами пожежно- та вибухонебезпечних зон.

**9.6** Роботи з пожежно- та вибухонебезпечними матеріалами потрібно виконувати з дотриманням вимог пожежної безпеки. Робочі місця повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

**9.7** Концентрація шкідливих речовин у повітрі на робочому місці під час нанесення захисного покриття на металеві споруди не повинна перевищувати санітарних норм, встановлених згідно з **ГОСТ 12.1.005**.

Робочий персонал повинен бути ознайомлений про ступінь токсичності матеріалів, що застосовують, способах захисту від їхньої дії і способах надання першої допомоги у разі отруєння.

**9.8** Робітників, зайнятих на протикорозійних роботах, необхідно забезпечувати спецодягом, спецвзуттям і відповідними засобами індивідуального захисту згідно з **ГОСТ 12.4.011**.

**9.9** Під час виконання робіт повинні бути передбачені відповідні попереджувальні знаки, забезпечені вимоги щодо шуму та вібрації згідно з **ГОСТ 12.1.008, ГОСТ 12.1.012**.

**9.10** Будівельно-монтажні роботи щодо ремонту засобів ЕХЗ магістральних трубопроводів, заповнених продуктом, потрібно виконувати на підставі письмового дозволу організації, яка експлуатує трубопровід.

**9.11** Роботи на перетинах з автомобільними дорогами та залізницями необхідно виконувати в складі бригади не менше ніж двох чоловік, один з яких слідкує за безпекою робіт і спостерігає за рухом транспорту.

**9.12** Перед початком робіт в колодязях, шурфах необхідно перевірити наявність горючих і шкідливих газів спеціальними приладами. У цьому разі бригада повинна складатися не менше ніж з трьох чоловік. Двоє з них мають знаходитися зверху і слідкувати за безпекою працюючого внизу.

Працювати в колодязях можна лише за наявності письмового дозволу та в присутності керівника групи. У цьому разі застосовують інструмент з матеріалів або з покриттям, що унеможливають іскроутворення під час удару.

**9.13** Під час вимірювання потенціалів й інших електричних параметрів прилад спочатку приєднують до електроду на землі й в останню чергу – до споруди.

**9.14** Заборонено проводити будь-які вимірювання на трасі трубопроводу під час грози.

**9.15** Якщо паралельно трубопроводу проходить ЛЕП напругою 110 кВ і більше, виконувати вимірювання з проводом довжиною понад 500 м заборонено через небезпеку індукції напруги у вимірювальному проводі.

**9.16** Підключення до відсмоктувальних кабелів або шин підстанцій залізниць повинен виконувати лише персонал підстанції. Всі вимірювання потрібно виконувати з дотриманням вимог безпеки, встановлених Міністерством транспорту.

**9.17** До роботи з дослідними УКЗ і пересувними електрометричними лабораторіями допускають осіб, які знають методи роботи і пройшли інструктаж з техніки безпеки та охорони праці.

Роботи проводять під керівництвом інженерно-технічних працівників, які знають будову і принцип дії генераторної групи й електрометричної лабораторії та мають кваліфікаційну групу з техніки безпеки під час робіт на електроустановках до 1000 В не нижче III.

**9.18** Відстань від трубопроводу до місця розташування генераторної групи пересувної лабораторії повинна бути не менше ніж 15 м. Анодне заземлення потрібно розташовувати не ближче ніж 100 м від генераторної групи і трубопроводу.

**9.19** Під час роботи дослідної УКЗ повинен бути виключений доступ до заземлень людей і тварин: необхідно встановити огорожу та попереджувальні плакати або виставити охорону.

**9.20** Всі вириті шурфи після визначання стану покриття й труби та відновлення суцільності покриття повинні бути засипані на всю глибину.

**9.21** Металеві корпуси електроустановок, що не знаходяться під напругою, повинні мати захисне заземлення.



## ДОДАТОК А (довідковий)

### КОНТРОЛЬ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ЗА ЗАДАНОЮ МІЦНІСТЮ ПІД ЧАС УДАРУ

#### А.1 Засоби контролю і допоміжні пристрої

##### А.1.1 Ударний пристрій, виконаний за схемою, що наведена на рисунку А.1

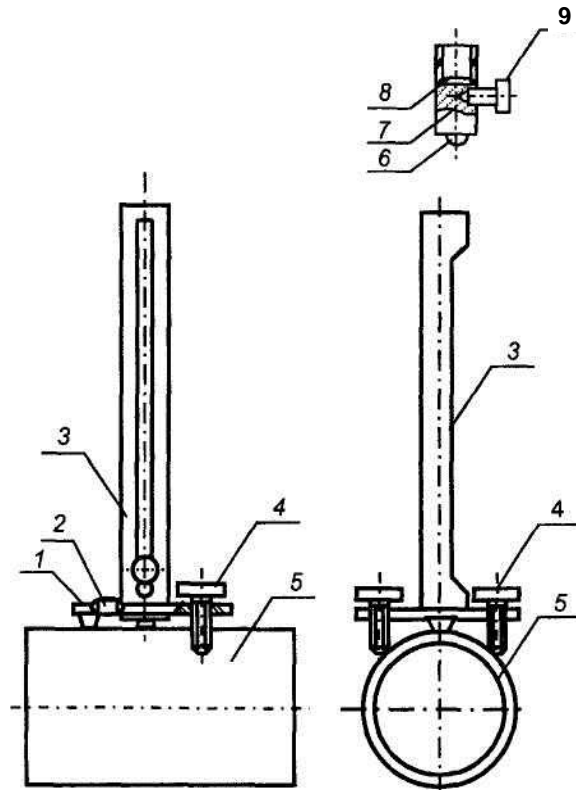
Основа 1 – стальна трикутна плита товщиною 5 мм, споряджена рівнем (індикатор горизонтальності) 2 для встановлення її в горизонтальному положенні на трубі з покриттям, що випробовується, 5 та гвинтами-ніжками 4 розміром М5 x 50 мм і відстанню між ними 100 мм, що дозволяють встановлювати ударний пристрій на трубі будь-якого діаметра.

Напрямна 3 із шкалою від 0 до 75 см – стальна труба, закріплена під прямим кутом до основи, висотою 100 см, внутрішнім діаметром 60 мм, товщиною стінки 0,5 мм з повздовжнім прорізом 600 мм x 5 мм.

Вільнопадаючий вантаж 7 з постійною масою, що дорівнює  $3 \text{ кг} \pm 0,001 \text{ кг}$  включає:

- стальний стакан із зовнішнім діаметром 59 мм, висотою 150 мм, товщиною стінки 1 мм;
- стальний бойок б сферичної форми з твердістю НКС 60, радіусом 8 мм, закріплений біля основи стакану.

Маса вільнопадаючого вантажу може бути збільшена за допомогою дозованих навантажувачів 8 масою по 0,25 кг.



1– основа; 2– рівень (індикатор горизонтальності); 3– прямна; 4– гвинти-ніжки; 5– труба з випробовуваним покриттям; 6– стальний бойок; 7– вантаж; 8– навантажувач; 9– гвинт-рукоятка.

**Рисунок А.1** – Ударний пристрій для контролю міцності захисних покриттів

##### А.1.2 Іскровий дефектоскоп типу КРОНА

#### А.2 Підготовка до проведення контролю

**А.2.1** Вимірювання проводять на 2 % труб із захисним покриттям в 10 точках, що відстають одна від одної на відстань не меншу за 0,5 м, а також в місцях, що викликають сумнів. В точках проведення випробування ударної міцності попередньо визначають товщину покриття за **ГОСТ 17035** та суцільність покриття іскровим дефектоскопом.

**A.2.2** Ударний пристрій встановлюють на поверхні покриття в точках проведення випробування за допомогою гвинтів-ніжок 4 і рівня 2.

**A.3** Порядок контролю

**A.3.1** Вільнопадаючий вантаж піднімають на висоту  $H$ , м, яку визначають за формулою:

$$H = U / mg, \quad (\text{A.1})$$

де  $U$  – міцність покриття під час удару, Дж;

$m$  – маса вантажу, що скидають на поверхню захисного покриття (3 кг);

$g$  – прискорення вільного падіння (9,8 м/с<sup>2</sup>).

**A.3.2** На місці удару іскровим дефектоскопом контролюють суцільність покриття.

**A.4** Обробка результатів контролю

**A.4.1** Захисне покриття вважають таким, що витримало випробування, якщо після випробування в 10 точках покриття незруйноване, тобто під час падіння вантажу з висоти, що визначена залежно від ударної міцності покриття, в місцях удару відсутні пори і тріщини.

**A.5** Оформлення результатів контролю

A.5.1 Запис результатів вимірювання виконують за формою А.1.

**Форма А.1**

Всі графи обов'язкові до заповнення

\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

**АКТ**

**контролю міцності захисних покриттів під час удару**

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Діаметр труби (трубопроводу), мм \_\_\_\_\_

Кількість випробовуваних труб, шт. \_\_\_\_\_

Напруга на щупі дефектоскопа, кВ \_\_\_\_\_

Необхідна міцність під час удару (за таблицею цього стандарту), Дж \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Номер партії, ділянка трубопроводу	Номер вимірювання	Результат дефектоскопії	Висновок щодо кожної труби
	Перша труба	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
	Друга труба			

Міцність під час удару партії труб (ділянки трубопроводу) \_\_\_\_\_   
 (відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_   
 (посади осіб, що проводили контроль)

\_\_\_\_\_   
 (особистий підпис)

\_\_\_\_\_   
 (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_   
 (дата)

## ВИЗНАЧАННЯ ОПОРУ ПЕНЕТРАЦІЇ

Випробування полягає у вимірюванні залишкової товщини покриття після проникнення в покриття індентора в умовах заданих температури і навантаження. Методика призначена для випробування полімерних та мастикових матеріалів і покриттів на їх основі.

Суть методу полягає у визначанні опору пенетрації (відносної залишкової товщини) покриття за умови навантаження 0,1; 1,0 і 10 Н/мм<sup>2</sup>.

**Б.1 Зразки для випробування**

**Б.1.1** Зразками для випробування є зразки досліджуваного матеріалу розміром 150 мм х 150 мм, товщиною не менше 2 мм або зразки покриття (свідки) за технічними умовами на матеріали. Зразки повинні мати гладку рівну поверхню без здуття, сколів, тріщин, раковин та інших дефектів. Різнотовщинність досліджуваних зразків не повинна перевищувати  $\pm 10\%$ .

**Б.2 Прилади та обладнання**

Товщиномір типу В-12 з точністю вимірювання  $\pm 10\%$ .

Електрошафа сушильна лабораторного типу СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5-ИЗ або аналогічна з точністю регулювання температури  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  (або термостат з терморегулятором).

Термометр метеорологічний за **ГОСТ 112**.

Стрижні металеві діаметром 1,8 мм  $\pm 0,1$  мм; 5,6 мм  $\pm 0,1$  мм; 11,3 мм  $\pm 0,1$  мм загальною масою 250 г  $\pm 20$  г кожен.

Додаткові вантажі масою 750 г  $\pm 50$  г та 2250 г  $\pm 50$  г.

Індикатор годинникового типу ІЧ10МД з ціною поділок 0,01 мм.

Годинник.

Металева підкладка розміром 150 мм х 150 мм (розміри жорстко не нормують) або зразок покриття на сталевій підкладці.

Лінійка вимірювальна металева за **ГОСТ 427**.

**Б.3 Підготовка до випробування**

**Б.3.1** Зразки випробовують не раніше ніж через 16 год після пресування або виготовлення покриття.

**Б.3.2** Встановлюють перемикач електрошафи в положення, відповідне температурі випробування -  $(20 \pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$  для покриттів класу 30 і класу 40; або за температури  $(T_{\max} \pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$  для класів 50 і ГТ.

**Б.3.3** Зразок розміщують на металевій підкладці і витримують за необхідної температури протягом не менше 60 хв.

**Б.4 Проведення випробування**

**Б.4.1** Навантаження 10; 1,0 і 0,1 Н/мм<sup>2</sup> одержують під час застосування стрижнів діаметром відповідно: 1,8 мм і вантажу масою 2250 г; 5,6 мм і вантажу масою 2250 г; 11,3 мм і вантажу масою 750 г.

**Б.4.2** На зразок встановлюють відповідний металевий стрижень, на індикаторі встановлюють значення початкової товщини покриття  $h_0$  з точністю до 0,01 мм, яке визначено за допомогою індикатора або товщиноміра. Через 5 с стрижень навантажують відповідною масою.

**Б.4.3** Через 24 год витримки за випробувальної температури знімають зі шкали індикатора покази кінцевої товщини покриття  $h_1$ , з точністю до 0,01 мм.

**Б.4.4** Випробування проводять у трьох точках зразка, відстань між якими повинна бути не менше ніж 30 мм.

**Б.5 Обробка результатів випробування**

**Б.5.1** Відносну залишкову товщину покриття  $\lambda_i$  для  $i$ -ї точки визначають за співвідношенням:

$$\lambda_i = [(h_0 - h_1) / h_0] * 100\%, \quad (\text{Б.1})$$

Розрахунок середнього значення  $\lambda_{\text{ср}}$  для кожного зразка проводять за формулою:

$$\lambda_{\text{ср}} = (1/n) * \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (\text{Б.2})$$

де  $n$  – кількість випробуваних точок.

**Б.5.2** Опір penetрації оцінюють як задовільний, якщо

$$\lambda_{\text{ср}} \geq 60 \%, \quad (\text{Б.3})$$

де 60 % – значення, що нормується згідно з таблицею 2 даного стандарту.

**Б.5.3** Якщо  $\lambda_{\text{ср}} < 60 \%$ , випробування проводять на подвоєній кількості зразків. Результати повторних випробувань вважають остаточними.

### Б.6 Оформлення результатів випробування

**Б.6.1** Запис результатів вимірювання виконують за формою Б.1.

#### Форма Б.1

Всі графи обов'язкові до заповнення

\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

### АКТ визначання опору penetрації захисного покриття

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Товщина покриття, мм \_\_\_\_\_

Кількість випробовуваних зразків, шт. \_\_\_\_\_

Значення опору penetрації покриття, %. \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Номер вимірювання	Товщина покриття	Результат вимірювання	Висновок
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Середнє значення опору penetрації \_\_\_\_\_

(відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_   
 (посади осіб, що проводили контроль)

\_\_\_\_\_   
 (особистий підпис)

\_\_\_\_\_   
 (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_   
 (дата)

**ДОДАТОК В**  
(довідковий)

**ВИПРОБУВАННЯ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ДІЕЛЕКТРИЧНУ СУЦІЛЬНІСТЬ**

**В.1 Загальні відомості**

**В.1.1** Випробування полягає у виявленні можливої пористості (несуцільності) покриття заданої товщини за допомогою сканувального електрода, на який подається постійна чи імпульсна висока напруга.

**В.1.2** Пористість виявляється іскрою, що проскакує між металом труби і електродом у дефектних місцях покриття, а також звуковим чи світловим сигналом, що видає дефектоскоп.

**В.2 Застосовувані прилади**

Дефектоскоп регульованої високої напруги із звуковим чи світловим сигналом.

Товщиномір магнітний або електромагнітний, що забезпечує точність вимірювання  $\pm 10\%$ . Калібрування даного приладу виконують на металі в місці нанесення покриття, за діапазоном товщини покриття, що контролюється. Кожного разу у разі зміни товщини покриття необхідно калібрувати вимірювальний прилад для забезпечення надійності вимірювання.

**В.3 Вимірювання товщини покриття**

**В.3.1** Вимірювання проводиться на  $10\%$  труб або згідно НД на покриття, в 4 точках по периметру на відстані не ближче 500 мм від краю труби. На кожній трубі, що контролюється, необхідно провести 3 групи вимірів: по одній поблизу кожного краю покриття принаймні на відстані 500 мм від краю, і одну – посередині труби.

**В.3.2** Виклад результатів. Обчислити середнє арифметичне вимірюваних значень.

**В.4 Контроль суцільності покриття**

**В.4.1** Даний вид контролю слід виконувати тільки на сухій, без поверхневої вологи поверхні.

**В.4.2** Перед випробуванням відрегулювати дефектоскоп для отримання напруги величиною не менше ніж 5 кВ/мм товщини покриття.

**В.4.3** Заземлити прилад і трубу. Увімкнути живлення, подати високу напругу на скануючий електрод і переміщати його, не відриваючи від поверхні покриття, що контролюється. Відносна швидкість переміщення електрода по поверхні покриття повинна бути порядку 0,2 м/с.

**В.4.4** Відмітити дефекти металу, виявлені пробом чи звуковим або світловим сигналом. Результати дефектоскопії записати в робочий журнал.

**В.5 Обробка результатів контролю**

**В.5.1** Захисне покриття вважають таким, що витримало випробування, якщо під час переміщення по поверхні труби електрода, на який подана необхідна висока напруга, відсутній пробій покриття.

**В.6 Оформлення результатів контролю**

**В.6.1** Запис результатів вимірювання виконують за формою В.1.

**Форма В.1**

Всі графи обов'язкові до заповнення

\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

**АКТ**  
**контролю суцільності захисного покриття**

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Діаметр труби (трубопроводу), мм \_\_\_\_\_

Кількість випробовуваних труб, шт. \_\_\_\_\_

Напруга на щупі дефектоскопа, кВ \_\_\_\_\_

Необхідна напруга (за таблицею цього стандарту), кВ \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Номер партії, ділянка трубопроводу	Товщина захисного покриття, мм	Напруга на щупі дефектоскопа, кВ	Результат дефектоскопії

Суцільність захисного покриття партії труб (ділянки трубопроводу) \_\_\_\_\_

(відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_   
 (посади осіб, що проводили контроль)

\_\_\_\_\_   
 (особистий підпис)

\_\_\_\_\_   
 (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_   
 (дата)

**ВИЗНАЧАННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПИТОМОГО  
ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ**

Методика проведення типових випробувань дозволяє визначити зміну захисної здатності покриття в електроліті. Суть методу полягає у вимірюванні перехідного опору системи «покриття - труба» (після витримки зразків у 3%-му розчині NaCl).

**Г.1 Зразки для випробування**

**Г.1.1** Випробування заводських покриттів виконують на зразках, вирізаних з ізоляції труб, або безпосередньо на трубах з покриттям. Розміри зразків 150 мм x 150 мм (нормують не жорстко). Для інших типів покриттів зразки підготовлюють нанесенням покриття (відповідно до НД на покриття) на сталю пластину розміром 150 мм x 150 мм.

**Г.1.2** Кількість паралельних зразків для заданих умов випробування – не менше 5 шт.

**Г.1.3** Зразки з дефектами покриття до випробування не допускають.

**Г.1.4** Товщина і діелектрична суцільність зразків повинні відповідати вимогам НД на покриття, що випробовують.

**Г.2 Прилади та обладнання**

**Г.2.1** Тераметр типу Е 6-14, Е 6-13 А за **ГОСТ 22261** з діапазоном вимірювання від  $10^4$  до  $10^{14}$  Ом. Циліндри з інертного матеріалу. Розміри циліндрів: діаметр від 50 до 90 мм, висота від 70 до 100 мм. Циліндри можуть бути вирізані з хімічних склянок місткістю 250 см<sup>3</sup> марки НН за **ГОСТ 23932 і ГОСТ 25336** або поліетиленових труб за **ГОСТ 18599**.

**Г.2.2** Кришки з склотекстоліту за **ГОСТ 12652**. Дріт платиновий діаметром від 0,5 до 0,8 мм за **ГОСТ 10821** або графітовий стрижень. Корки гумові № 14 – 17. Циліндр мірний 1000 см<sup>3</sup> за **ГОСТ 1770**. Колба кругла плоскодонна місткістю 1000 см<sup>3</sup> за **ГОСТ 1770**.

**Г.2.3** З'єднувальні проводи за **ГОСТ 6323** або аналогічні.

**Г.2.4** Товщиномір будь-якого типу з похибкою вимірювання:  $\pm 50$  мкм для покриттів товщиною до 1 мм;  $\pm 100$  мкм для покриттів товщиною більше за 1 мм.

**Г.2.5** Кріпильні шпильки М 6 за **ГОСТ 22042** і гайки до них за **ГОСТ 1759.1** або інше пристосування для скріплення комірок.

**Г.2.6** Натрій хлористий кваліфікації «х.ч.» за **ГОСТ 4233**.

**Г.2.7** Спирт етиловий за **ГОСТ 18300**. Вода дистильована за **ГОСТ 6709**. Герметик – пластилін.

**Г.3 Підготовка до випробування**

**Г.3.1** До зразків за допомогою герметика прикріплюють скляні або поліетиленові циліндри. В прикріпленій до зразка циліндр наливають 3%-й розчин NaCl до мітки на рівні не менше ніж 50 мм від поверхні покриття. Циліндр накривають склотекстолітовою кришкою.

**Г.3.2** Зразки покриття 5, вирізані з ізоляції труб, закріплюють між склотекстолітовою кришкою 6 і циліндром 4, який закривають кришкою 3 з корком 1, і стягують в чотирьох місцях шпильками 2 (рисунк Г.1).

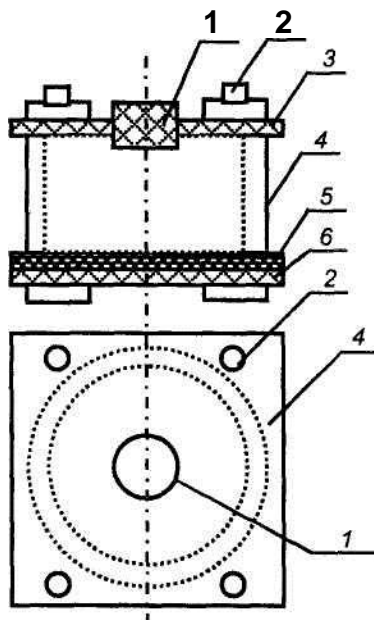
**Г.3.3** Поверхню покриття знежирують етиловим спиртом.

**Г. 4 Проведення випробування**

**Г.4.1** Випробовують покриття за температури  $(20 \pm 5)$  °С.

**Г.4.2** Перехідний опір покриття вимірюють за допомогою тераметра під час занурення платинового (графітового) електрода в розчин.

**Г.4.3** Початковий перехідний опір покриття вимірюють після витримки зразків у цих умовах протягом 3 діб. До подальших випробувань допускають тільки ті зразки, перехідний опір яких не менший за показник, вказаний у таблиці 2.



1 – корки гумові; 2 – кріпильні шпильки з гайками; 3 і 6 – кришки зі склотекстоліту;  
4 – циліндри зі скла або поліетилену; 5 – випробуване покриття.

**Рисунок Г.1** – Комірка для визначання перехідного опору захисного покриття

**Г.4.4** Під час тривалих випробувань (100 діб) через кожні 25 діб вимірюють перехідний опір покриття. Якщо хоч би в одному циліндрі опір менший за показник, регламентований вимогами цього стандарту, випробування припиняють.

**Г.4.5** Не рідше ніж один раз у 10 діб перевіряють рівень розчину в циліндрах і, доливаючи дистильовану воду, доводять його до первинного.

### Г.5 Обробка результатів випробування

**Г.5.1** Середнє значення перехідного питомого електричного опору покриття  $\rho_{\text{пок}}$  (Ом\*м<sup>2</sup>) на кожному зразку розраховують за формулою:

$$\rho_{\text{пок}} = (s/n) \sum_{j=1}^n R_{\text{пок}j} , \quad (\text{Г.1})$$

де  $j$  – номер вимірювання;

$n$  – кількість вимірювань на зразку;

$R_{\text{пок}j}$  – опір зразку  $j$ -го вимірювання, Ом;

$s$  – площа контакту зразка з розчином, м<sup>2</sup>, дорівнює:

$$s = \pi D^2/4 \quad (\text{Г.2})$$

де  $D$  – внутрішній діаметр циліндра, м.

### Г.6 Оцінка результатів випробування

**Г.6.1** Покриття вважають таким, що витримало випробування, якщо перехідний опір покриттів на всіх п'яти зразках не нижчий за значення, вказане в таблиці 2 даного стандарту.

### Г.7 Оформлення результатів випробування

**Г.7.1** Запис результатів вимірювання виконують за формою Г.1.



\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

**АКТ**  
**визначання перехідного опору захисного покриття**

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Товщина покриття, мм \_\_\_\_\_

Кількість випробовуваних зразків, шт. \_\_\_\_\_

Перехідний питомий електричний опір покриття, Ом\*м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Необхідний перехідний питомий електричний опір покриття (за таблицею цього стандарту), Ом\*м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Номер вимірювання	Результат вимірювання	Висновок
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

Перехідний питомий електричний опір покриття, Ом\*м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

(відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_   
 (посади осіб, що проводили контроль)

\_\_\_\_\_   
 (особистий підпис)

\_\_\_\_\_   
 (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_   
 (дата)

**ДОДАТОК Д**  
(довідковий)

**КОНТРОЛЬ КАТОДНОГО ВІДШАРОВУВАННЯ  
ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ**

Випробувальний метод складається з вимірювання стійкості до відшаровування покриття під дією катодної поляризації.

Випробування потрібно проводити за температури  $(20 \pm 2)$  °С для всіх класів температурної стійкості покриттів. Для класів температурної стійкості покриттів 50 і ГТ випробування повинно бути проведено також за максимальної температури експлуатації  $(T_{\max} \pm 2)$  °С.

**Д.1 Вимоги до зразків**

**Д.1.1** Зразками є покриття, нанесені на сталеву поверхню відповідно до НД на ці покриття в лабораторних або промислових умовах. Випробування проводять на зразках двох видів:

- а) у вигляді трубок;
- б) у вигляді пластин або зразків заізованих труб (використовують, як правило, для нестрічкових покриттів).

**Д.1.2** Приготування випробувальних зразків

Три випробувальні зразки повинні бути перевірені на відсутність пор та наскрізних отворів з використанням іскрового дефектоскопа за випробувальної напруги 5 кВ/мм товщини покриття.

**Д.2 Прилади та обладнання**

**Д.2.1** Вольтметр постійного струму з внутрішнім опором не менше за 10 МОм і діапазоном вимірювання від 0,01 до 5 В.

**Д.2.2** Електрод порівняння стандартний мідно-сульфатний або хлоросрібний за **ГОСТ 17792**.

**Д.2.3** Хлористий натрій (х.ч. за **ГОСТ 4233**) 3%-й розчин у дистильованій воді.

**Д.2.4** Проводи монтажні з ізоляцією для електроустановок або аналогічні.

**Д.2.5** Вимикач електричний.

**Д.2.6** Електронагрівальна шафа відповідного об'єму, що забезпечує підтримку температури з точністю  $\pm 3$  °С.

**Д.2.7** Анод активний – стрижень з магнію чистотою 99 % або анод інертний – платиновий дріт за **ГОСТ 10821**, або графітовий стрижень.

**Д.2.8** Джерело постійного струму або випростовувач змінного струму (для вимірювання за допомогою анода інертного).

**Д.2.9** Реостат (для вимірювання за допомогою анода інертного).

**Д.2.10** Резистор опором 1 Ом (для вимірювання за допомогою анода інертного).

**Д.2.11** Скальпель.

**Д.2.12** Дистильована вода.

**Д.2.13** Для випробування на трубках:

- сталеві трубки зовнішнім діаметром 38 мм, довжиною 180 мм, з покриттям на зовнішній поверхні;

- струмонепровідний водостійкий герметик, наприклад полімерно-бітумна мастика;

- плоскодонна місткість для електроліту відповідного об'єму.

**Д.2.14** Для випробування на пластинах або зразках труб:

- сталеві пластини товщиною більше за 1,5 мм з покриттям або зразки з ізованих труб розміром  $(100 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм}) \times (100 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм})$ ;

- труба з поліетилену за **ГОСТ 18599**;

- пластилін.

### Д.3 Порядок випробування

**Д.3.1** У центрі зразка в захисному покритті висвердлюють циліндричний отвір діаметром 6 мм через покриття до сталевій підложки зразка. Слід уникати надмірного проникнення в сталеву підложку і видалити будь-яку дрібну металеву стружку або відділене від зразка покриття.

Поверхню металу в отворі знежирюють спиртом.

**Д.3.2** Підготовка зразків для випробування на трубках.

**Д.3.3** Торці трубок (рисунки Д.1 і Д.2) герметизують струмонепровідним герметиком так, щоб електроліт не проникав до внутрішньої незахищеної поверхні трубки. До краю кожної трубки прикріплюють провід для електричного контакту зі зразком.

**Д.3.4** Три випробуваних зразки 2 на трубках поміщають вертикально, симетрично до центра в плоскодонну посудину 1 з електролітом 3. В центрі посудини розміщують анод 4.

**Д.3.5** Поверхня зразка покриття, що знаходиться в контакт з електролітом, повинна бути не меншою за 232 см<sup>2</sup>. Відстань між зразками і анодом повинна бути не меншою за 38 мм.

**Д.3.6** Дефект в покритті повинен бути звернений у бік анода. Під час випробування з інертним анодом складають схему відповідно до рисунків Д.2 або Д.4.

**Д.3.7** Встановлений потенціал на зразку вимірюють за допомогою електрода порівняння і вольтметра постійного струму 5 (рисунки Д.1 або Д.3).

### Д.4 Підготовка зразків для випробування на пластинах або картах

**Д.4.1** На пластину (карту) 1 (рисунки Д.3 і Д.4) за допомогою пластиліну встановлюють трубу 2 з поліетилену таким чином, щоб вісь труби співпала з центром висвердленого в покритті отвору. Якщо випробування проводять на картах, то торець труби з поліетилену обрізають так, щоб повторювалася кривизна карти.

**Д.4.2** Далі в трубу 2 наливають електроліт (розчин хлористого натрію) до рівня 50 мм від поверхні покриття.

**Д.4.3** У розчин вміщують анод 4 на відстані не менше за 38 мм від поверхні покриття.

**Д.4.4** Електрична схема

Для проведення випробування збирають електричну схему згідно з рисунками Д.1 і Д.2 (Д.3 і Д.4).

**Д.4.5** Анод магнієвий

Зразок за допомогою проводів з'єднують з магнієвим анодом, як показано на рисунках Д.1 і Д.3. У цьому разі на зразку встановлюють потенціал у діапазоні від мінус 1,45 до мінус 1,55 В за мідносльфатним електродом порівняння 9, що відповідає приблизно діапазону від мінус 1,35 до мінус 1,45 В за хлоросрібним електродом порівняння.

**Д.4.6** Анод інертний

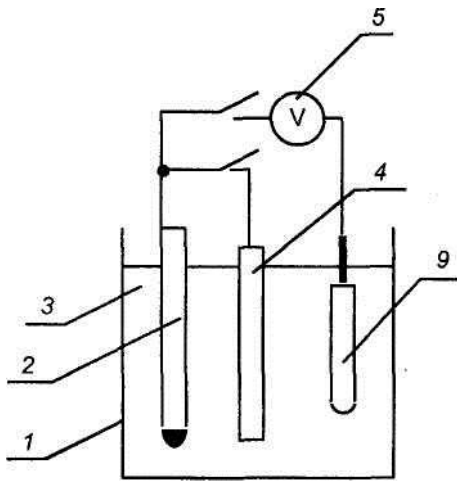
Зразок 1 приєднують до негативного полюса джерела струму, як показано на рисунках Д.2 і Д.4. Інертний електрод 4 з'єднують послідовно з еталонним опором (1 Ом) 6, реостатом 7 і позитивним полюсом джерела струму. Вольтметр 5 вмикають паралельно еталонному опору 6. Керуючи реостатом 7 встановлюють за показниками вольтметра 8 потенціал на зразку мінус 1,5 В  $\pm$  0,05 В за мідносльфатним електродом порівняння 9. Далі вольтметр 5 відключають і фіксують час початку випробування.

### Д.5 Порядок випробування

**Д.5.1** Зразки витримують у розчині електроліту під дією прикладеного катодного струму протягом 30 діб за температури (20  $\pm$  2) °С. Зразки класу температурної стійкості покриттів 50 і ГТ витримують у розчині електроліту під дією прикладеного катодного струму також протягом 30 діб, але за максимальної температури експлуатації покриття.

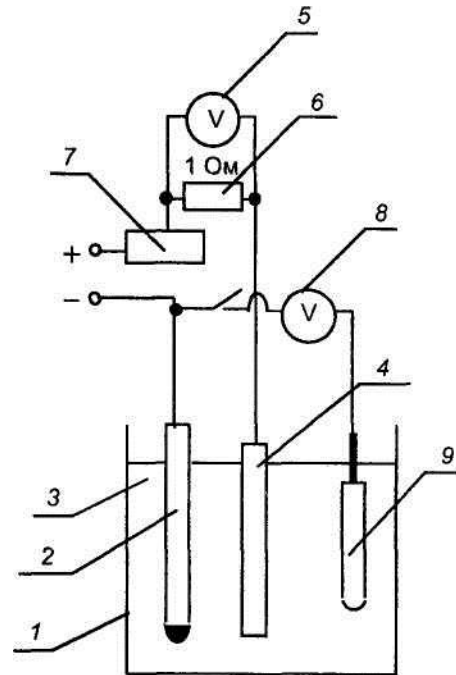
**Д.5.2** Випробування за підвищеної температури виконують в електронагрівній шафі, підтримуючи необхідну температуру. Рівень електроліту у цьому разі потрібно контролювати не менше одного разу на добу.

**Д.5.3** Періодично, кожні сім діб випробування міняють розчин електроліту. Для цього подачу напруги на зразки припиняють, електроліт виливають, посудину і зразки промивають дистильованою водою 2 – 3 рази. Потім наливають свіжий 3%-й розчин NaCl.



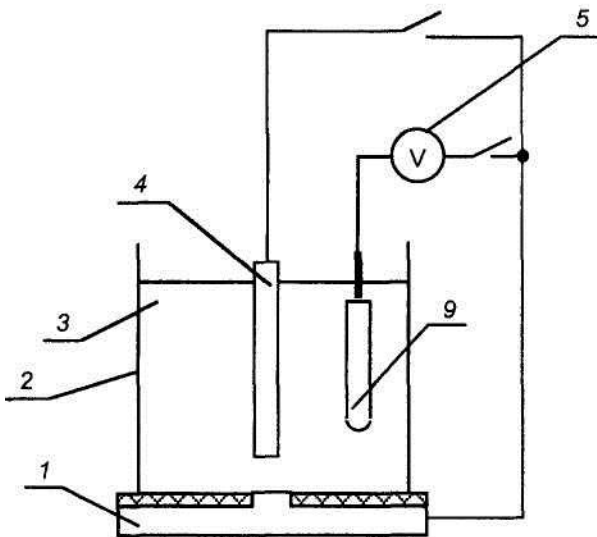
1 – посудина; 2 – випробовуваний зразок;  
3 – електроліт; 4 – магнієвий анод;  
5 – вольтметр; 9 – електрод порівняння.

**Рисунок Д.1**



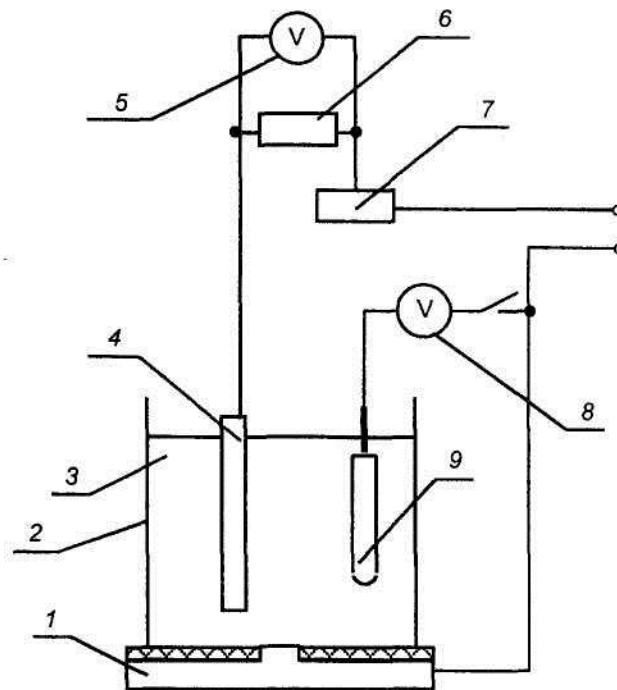
1 – посудина; 2 – випробовуваний зразок; 3 – електроліт; 4 – інертний анод; 5 і 8 – вольтметри; 6 – еталонний опір; 7 – реостат; 9 – електрод порівняння.

**Рисунок Д.2**



1 – випробовуваний зразок;  
2 – труба з поліетилену;  
3 – електроліт; 4 – магнієвий анод;  
5 – вольтметр; 9 – електрод порівняння.

**Рисунок Д.3**



1 – випробовуваний зразок; 2 – труба з поліетилену; 3 – електроліт; 4 – інертний анод; 5 і 8 – вольтметри; 6 – еталонний опір; 7 – реостат; 9 – електрод порівняння.

**Рисунок Д.4**

Д.5.4 Після закінчення випробування зразок з покриттям демонтують, промивають водою і витирають. Ділянку покриття, що відшарувалося, оголюють, обережно підчіплюючи і зрізаючи покриття скальпелем.

**Д.6 Обробка результатів випробування**

Д.6.1 Коли випробування завершено, зразок слід промити водою і висушити фільтрувальним папером. Після висушування випробувальний зразок повинен бути розглянутий, як зазначено нижче.

Проводять, використовуючи гострий ніж або скальпель, шість радіальних надрізів, через покриття до сталевій підложки, проводячи їх назовні від дефекту принаймні на 30 мм і під кутом приблизно 60° один від одного. Ділянку покриття, що відшарувалося, оголюють, обережно підчіплюючи і зрізаючи покриття скальпелем. Вставляють ніж під сегменти покриття і відділяють його від металевій підложки, поки досягається міцне зчеплення покриття з підложкою. Вимірюють радіус катодного відшаровування як радіус, що бере початок від краю попередньо створеного штучного дефекту до краю, де покриття легко відстає від металевій поверхні. Вимірювання проводять для кожного сегмента.

Обчислюють середнє арифметичне цих шести значень.

**Д.6.2 Вираження результату**

Радіус катодного відшаровування  $r_{cp}$  визначають в міліметрах як середнє арифметичне результатів випробування трьох зразків.

Д.6.3 Опір катодному відшаруванню захисних покриттів оцінюють як задовільний, якщо він відповідає вимогам таблиці 2 даного стандарту.

**Д.7 Оформлення результатів випробування**

Запис результатів вимірювання проводять за формою Д.1.

**Форма Д.1**

Усі графи обов'язкові до заповнення

назва приймальної організації

**АКТ**

**визначання радіуса відшарування покриттів за катодної поляризації**

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Форма зразків \_\_\_\_\_

Анод \_\_\_\_\_

інертний, активний

Діаметр нанесеного пошкодження, мм \_\_\_\_\_

Максимально дозволений радіус відшарування за температури:

293 К (20 °С), мм \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ °С), мм \_\_\_\_\_

Дата випробування	Номер партії, ділянка трубопроводу	Номер вимірювання	Температура випробування, °С	Тривалість витримки в електроліті, доби	Радіус відшарування, мм
		1			
		2			
		3			
Середній радіус відшарування					

Радіус відшарування за катодної поляризації партії зразків \_\_\_\_\_

(відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_ (посади осіб, що проводили контроль)

\_\_\_\_\_ (особистий підпис)

\_\_\_\_\_ (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_ (дата)

**ДОДАТОК Е**  
(довідковий)  
**ВИЗНАЧАННЯ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ**

**Е.1 Метод 1. Контроль адгезії захисних покриттів зі стрічкових матеріалів****Е.1.1 Вимоги до зразків**

**Е.1.1.1** Зразками для контролю є труби із захисними покриттями зі стрічкових матеріалів.

**Е.1.1.2** Пристрій для контролю адгезії захисних покриттів (адгезиметр типу АП-1 або аналогічний), що забезпечує похибку не більше 0,1 Н/мм.

**Е.1.2 Підготовка до контролю**

**Е.1.2.1** Контроль адгезії проводять в трьох точках, що розташовані одна від однієї на відстані не менше ніж 0,5 м.

**Е.1.2.2** Спеціальним ножем вирізають на трубі смугу захисного покриття шириною від 10 до 40 мм.

**Е.1.2.3** Стальним ножем надрізають край вирізаної смуги, трохи піднімають її і закріплюють в затискачі адгезиметра.

**Е.1.3 Порядок контролю**

**Е.1.3.1** Відшаровування стрічки (обгортки) проводять рівномірно під кутом 180° до поверхні труби на довжину від 50 до 100 мм, яка дозволяє визначити стійке зусилля відшаровування з похибкою 0,01 Н/мм, візуально визначаючи характер руйнування:

- адгезійний – оголення до металу;
- когезійний – відшаровування по шару, що підклеюється чи по ґрунтовки;
- змішаний – поєднання адгезійного і когезійного характерів руйнування.

**Е.1.4 Обробка результатів контролю**

**Е.1.4.1** Адгезію захисних покриттів визначають за формулою:

$$A = F/b, \quad (E.1)$$

де  $F$  – зусилля відшаровування, Н;  
 $b$  – ширина відшарованої смуги, мм.

**Е.1.4.2** За значення адгезії захисного покриття приймають середнє арифметичне трьох вимірювань, вирахуване з похибкою 0,01 Н/мм.

**Е.1.5 Оформлення результатів контролю**

**Е.1.5.1** Запис результатів вимірювання проводять за формою Е.1.

**Е.2 Метод 2. Контроль адгезії захисних покриттів на основі мастикових матеріалів****Е.2.1 Вимоги до зразків та приладів**

**Е.2.1.1** Зразками для випробування є труби із захисними покриттями на основі полімерно-бітумних мастик.

**Е.2.1.2** Прилад типу СМ-1 (рисунок Е.1) складається з корпусу 15, всередині якого розташована рухома система ведучого штока 10 і веденого штока 12, з'єднаних між собою тарованою пружиною 11. Гвинт 8, шарнірно прикріплений в торцевій частині корпусу приладу, надає руху ведучому горизонтальному штоку 10, призначеному для стискання пружини 11. На штоці 10 закріплений кронштейн 7 з регулювальним гвинтом 6 і стопорною гайкою 5, що призначені для передачі значень лінійної деформації тарованої пружини 11 на рухомій ніжці індикатора 17, закріпленого в чаші 4 за допомогою стопорного гвинта 16. Ніж 1 для зсуву зразка захисного покриття прикріплюють в середині вертикального штока 14, що переміщується в середині втулки 13 за обертання гвинта 3, закріпленого шарнірно в передній частині корпусу приладу 15. На нижній основі корпусу приладу закріплені три опорні ножі 9, призначені для кріплення приладу на поверхні ізолюваного трубопроводу. На верхній знімній кришці 19 приладу прикріплена шкала 18 для перерахунку показів індикатора 17 на зусилля зсуву зразка покриття. В комплект приладу входить стальний ніж для надрізу захисного покриття.

**Е.2.2 Підготовка до контролю**

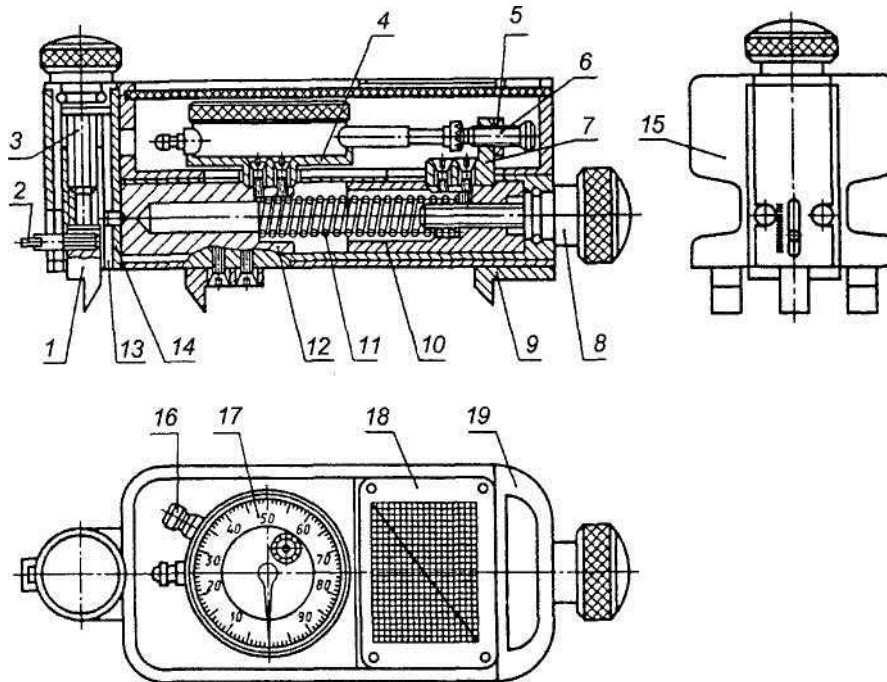
**Е.2.2.1** Визначання адгезії проводять в трьох точках, віддалених одна від однієї на відстань не меншу за 0,5 м.

**Е.2.2.2** На зразку вручну роблять надріз розміром 10 мм x 10 мм до металу у випробовуваному захисному покритті 1 (рисунок Е.2).

**Е.2.2.3** Навколо надрізу розчищають площу 3 розміром 30 мм x 35 мм (знімають покриття) для зсуву зразка покриття 2.

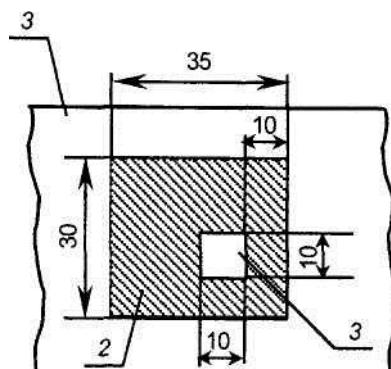
**Е.2.2.4** Встановлюють прилад СМ-1 на захисне покриття так, щоб пересувна грань ножа 1 (рисунок Е.1) знаходилась напроти торцевої площини вирізаного зразка.

**Е.2.2.5** Піднімають ніж угору за допомогою обертання гвинта 3, потім натискають на корпус приладу так, щоб опорні ножі 9 увійшли в захисне покриття.



- 1 – сталевий ніж; 2 – шарнір; 3 – гвинт; 4 – чаша; 5 – стопірна гайка;  
 6 – регулювальний гвинт; 7 – кронштейн; 8 – гвинт; 9 – опорний ніж; 10 – ведучий шток;  
 11 – тарована пружина; 12 – ведений шток; 13 – втулка; 14 – вертикальний шток; 15 – корпус;  
 16 – стопорний гвинт; 17 – індикатор; 18 – шкала; 19 – знімна кришка.

**Рисунок Е.1** – Пристрій СМ-1 для випробування захисних покриттів на основі мастикових матеріалів



- 1 – випробуване покриття; 2 – зразок покриття для зсуву; 3 – розчищена площа.

**Рисунок Е.2** – Схема проведення надрізу для зсуву зразка покриття

**Е.2.2.6** Підводять ніж 1 за допомогою обертання гвинта 8 до дотикання з торцевою площиною зразка, обертанням гвинта 3 опускають ніж до металевій поверхні труби.

**Е.2.2.7** Знімають кришку 19, встановлюють нуль на індикаторі доведенням рухомої ніжки індикатора до дотику з торцем регулювального гвинта б і обертанням верхньої рухомої частини індикатора.

### **Е.2.3 Порядок контролю**

**Е.2.3.1** Передають зусилля за допомогою обертання гвинта 8 на ніж 1, отже, і на зразок захисного покриття через систему штоків 10 і 12 \ таровану пружину 11. Обертання гвинта 8 проводять (за годинниковою стрілкою) зі швидкістю приблизно 1/4 об/с, що відповідає швидкості деформації пружини 15 мм/хв.

Деформацію пружини, пропорційну зусиллю, що передається, фіксують індикатором 17. Ведений шток 12 разом з ножем 1 горизонтально переміщується, в результаті чого індикатор зміщується відносно торцевої площини регулювального гвинта б. Зростання показників на індикаторі при цьому припиняється. Фіксують максимальне значення показника індикатора в міліметрах і за шкалою 18 визначають зусилля зсуву самого зразка захисного покриття. Візуально визначають характер руйнування (адгезійний, когезійний) відповідно до Е.1.3.1.

**Е.2.3.2** Адгезію захисного покриття характеризують зусиллям зсуву зразка ізоляції площею 1 см<sup>2</sup>.

### **Е.2.4 Обробка результатів вимірювання**

**Е.2.4.1** За значення адгезії захисного покриття приймають середнє арифметичне трьох вимірювань з похибкою не більше ніж 0,01 Н/мм<sup>2</sup>.

**Е.2.4.2** Запис результатів вимірювання проводять за формою Е.1.

## **Е.3 Метод 3. Контроль адгезії захисних покриттів на основі епоксидних та поліуретанових смол**

### **Е.3.1 Вимоги до зразків та допоміжні пристрої**

**Е.3.1.1** Зразками є покриття, нанесені на сталеву поверхню в лабораторних або промислових умовах відповідно до НД на ці покриття. Випробування проводять на трьох зразках у вигляді пластин або зразків заізолюваних труб.

### **Е.3.2 Пристрій для контролю адгезії захисних покриттів**

**Е.3.2.1** Контроль величини адгезії (сили зчеплення у разі нормального відриву) товстошарових термореактивних, лакофарбових та інших покриттів визначається за допомогою пристрою (рисунок Е.3), який складається з адгезиметра типу «КОНСТАНТА-А», що забезпечує похибку не більшу ніж 0,5 Н/мм<sup>2</sup>, і спеціального грибка. Адгезиметр призначений для вимірювання сили відриву покриття від досліджуваного зразка і може визначати адгезію до металу різних видів покриттів, включаючи фарбу, мастики, металізаційні покриття, епоксиди тощо.

**Е.3.2.2** Принцип роботи: до нанесеного покриття спеціальним високоміцним клеєм (двокомпонентним епоксидним із зусиллям відриву не менше ніж 30 МПа) приклеюють грибок з пластичного алюмінієвого сплаву і витримують протягом 24 год. Після витримки до грибка приєднують натискний поворотний механізм із захватом і обертанням ручки адгезиметра створюється необхідне за методикою контролю зусилля відриву, величина якого фіксується на шкалі. Поверхня грибка у випробувальній області повинна бути відшліфована і вільна від мастил, вологи і пилу, щоб мати гарантію надійного з'єднання. Конструкція датчика дозволяє проводити контроль на дослідних зразках і на реальних виробках (труби, вмістища та ін.).

**Е.3.2.3** Зразками для контролю є труби або дослідні зразки-свідки (сталеві пластини розміром 150 мм x 150 мм x 3 мм) із захисними покриттями з термореактивних полімерів.

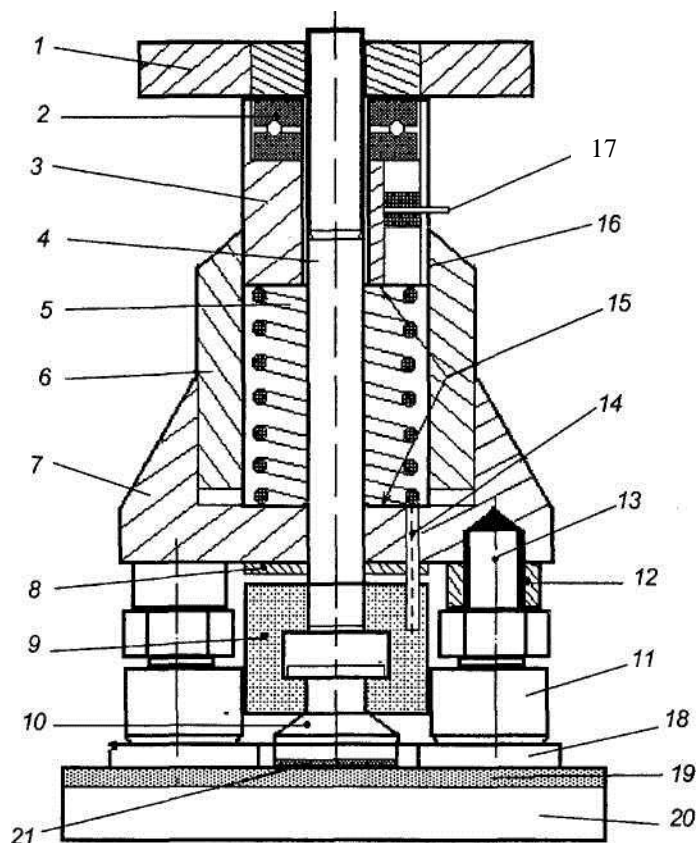
### **Е.3.3 Підготовка до контролю**

**Е.3.3.1** Контроль адгезії на трубі проводять в трьох точках, що розташовані одна від одної на відстані не менше ніж 0,5 м або на трьох зразках. Після склеювання покриття обрізають навколо приклеєного грибка за допомогою спеціального ножа-насадки. Сила відриву покриття від основи фіксується індикатором на шкалі пристрою.

**Е.3.3.2** Підготовлюють поверхню грибка і зразка, відшліфовавши грубим, абразивним папером, потім очищують розчинником, ацетоном або спиртом, щоб знежирити обидві поверхні.

**Е.3.3.3** Змішують малі порції адгезиву і прикладають до покриття основою грибка.





Адгезиметр

- 1 – рукоятка адгезиметра; 2 – напрямний підшипник осевого стиску; 3 – циліндр;  
 4 – шпіндель; 5 – пружина адгезиметра; 6 – нульовий компенсатор; 7 – корпус адгезиметра;  
 8 – демпфер; 9 – захват; 10 – грибок; 11 – шарнірні опори; 12 – обмежувальне кільце;  
 13 – стержень; 14 – напрямний штифт; 15 – корегувальний клин; 16 – індикаторна котушка зі шкалою в кгс та шкалою в МПа; 17 – «0» шкали; 18 – захисне кільце; 19 – досліджуване покриття;  
 20 – сталевий зразок; 21 – місце склеювання грибка.

**Рисунок Е.3** – Пристрій для контролю адгезії захисних покриттів

**Е.3.3.4** Встановлюють грибок на підготовлену випробувальну поверхню і притискають до неї. Витримують встановлений час, поки не відбудеться склеювання.

**Е.3.3.5** Старанно прорізають спеціальним сталевим трубчастим ножом покриття навколо основи грибка до металу.

**Е.3.3.6** Над грибком розміщують захисне кільце, що гарантує його плоске положення.

**Е.3.3.7** Повертаючи ручку адгезиметра, досягають відриву грибка від покриття і знімають показники на шкалі адгезиметра.

**Е.3.3.8** Ослаблюють пружину адгезиметра поворотом ручки адгезиметра у зворотному напрямку і встановлюють індикатор показників на нуль.

**Е.3.3.9** Вимірювання проводять в інтервалі температури нанесення захисного покриття.

### **Е.3.4 Обробка результатів вимірювання**

**Е.3.4.1** За значення адгезії захисного покриття приймають середнє арифметичне трьох вимірювань з похибкою не більше ніж  $0,5 \text{ Н/мм}^2$ .

**Е.3.4.2** Запис результатів вимірювання проводять за формою Е.1.

**Форма Е.1**

Всі графи обов'язкові для заповнення

\_\_\_\_\_  
назва приймальної організації**АКТ**  
**визначання адгезії захисного покриття**

Тип і конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Діаметр труби (трубопроводу), мм \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Номер партії, ділянка трубопроводу	Температура навколишнього повітря, К(°С)	Номер вимірювання	Покази приладу	Значення адгезії	Характер руйнування
			1			
			2			
			3			
Середнє значення адгезії						

Адгезія захисного покриття партії труб (ділянки трубопроводу) \_\_\_\_\_

(відповідає, не відповідає необхідному значенню)

\_\_\_\_\_  
(посади осіб, що проводили контроль)\_\_\_\_\_  
(особистий підпис)\_\_\_\_\_  
(розшифровка підпису)\_\_\_\_\_  
(дата)

ВИЗНАЧАННЯ ЕЛАСТИЧНОСТІ ЕПОКСИДНИХ  
ТА ПОЛІУРЕТАНОВИХ ПОКРИТТІВ

**Ж.1** Випробування полягає у вимірюванні зміни залишкової деформації зразка з покриттям після його деформації в умовах заданих температури і навантаження. Методика призначена для випробування еластичності епоксидних та поліуретанових покриттів трубопроводів і дозволяє встановити їх відповідність вимогам НД.

**Ж.1.2** Суть методу полягає у визначанні опору ізоляційного матеріалу або покриттів деформації. Зразки з нанесеними покриттями згинаються за температури  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

**Ж.2 Зразки для випробування**

**Ж.2.1** Зразки для випробування виготовляють зі сталевих листів гарячої прокатки розміром 130 мм х х 40 мм х 5 мм, на які за однакових експлуатаційних умов згідно з технічними умовами на матеріали наносять покриття, використовуване для ізоляції трубопроводу.

**Ж.2.2** Зразки повинні мати гладку рівну поверхню без здуття, відколів, тріщин, раковин та інших дефектів.

**Ж.3 Прилади та обладнання**

- товщиномір типу В-12 з точністю вимірювання  $\pm 10\%$ .
- машина розривна типу АИМА 5-1.
- термометр за ГОСТ 112.
- лінійка вимірювальна металева за ГОСТ 427.
- мікроскоп вимірювальний типу МБС-9.

**Ж.4 Проведення випробування**

**Ж.4.1** Зразки випробовують не раніше ніж через 24 год після виготовлення покриття.

**Ж.4.2** Випробування проводять на п'яти зразках.

Для порівняння видовження викривлених зразків потрібно вимірювати розтяг у самому зовнішньому шарі покриття. Для цього перед згинанням зразка праворуч і зліва від осьової лінії на відстані 5 мм роблять вимірювальні мітки. Кінцева відстань становить таким чином  $l_0 = 10$  мм.

Вимірювальні мітки не повинні ушкоджувати покриття. На зразок встановлюють напівкруглий пуансон. Зразки згинаються безперервно зі швидкістю просування 1 мм/с, аж до оптично сприйнятливого руйнування покриття на згин.

**Ж.5 Обробка результатів випробування**

**Ж.5.1** Розтягнення покриття до руйнування  $\epsilon$  визначають у відсотках з рівняння:

$$\epsilon = [(l-l_0)/l_0]*100\% , \quad (\text{Ж.1})$$

де  $l$  означає відстань між обома вимірювальними мітками на момент руйнування покриття.

**Ж.5.2** За значення еластичності епоксидних та поліуретанових покриттів приймають середнє арифметичне п'ятьох вимірювань. Еластичність покриття оцінюють як задовільну, якщо вона відповідає вимогам таблиці 2 даного стандарту.

**Ж.6 Оформлення результатів випробування**

Результати випробування оформлюють протоколом, в якому зазначають:

- марку матеріалу і номер партії;
- еластичність покриття;
- прізвище, ім'я, по батькові, підпис і посаду осіб, що проводили випробування;
- дату випробування.

## ДОДАТОК К (довідковий)

### ВИПРОБУВАННЯ ПОКРИТТІВ НА СТІЙКІСТЬ ДО УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

#### К.1 Загальні відомості

Випробувальний метод полягає у визначанні властивостей зразків покриття після їх ультрафіолетового випромінювання. Зразки, вирізані з досліджуваного покриття, піддають безперервному опроміненню ксеноновою лампою у встановлених умовах температури та вологості. Стійкість до ультрафіолетового випромінювання оцінюють за зміною міцності під час розтягування, відносного видовження матеріалу покриття та за зміною адгезії.

#### К.2 Обладнання для випробування

- камера опромінювання з ксеноновою лампою потужністю 400 Вт типу ИП 1-13.
- машина розривна типу АИМА 5-1;
- товщиномір типу В-12 з точністю вимірювання  $\pm 10\%$ .
- термометр за ГОСТ 112;
- лінійка вимірювальна металева за ГОСТ 427.

#### К.3 Метод випробування

Зразок, що вирізають, мусить бути таких розмірів, щоб з нього можна було вирізати п'ять зразків у формі гантелей типу 1 або 2 (ГОСТ 11262 або ГОСТ 14236).

Зразки мають знаходитися в таких умовах:

- зовнішня поверхня покриття має перебувати під безперервним освітленням;
- температура в камері опромінення має становити  $(65 \pm 3)^\circ\text{C}$ ;
- відносна вологість мусить становити  $(65 \pm 5)\%$ .

Видовження п'яти опромінених зразків вимірюють за швидкості розходження затискачів 100 мм/хв.

#### К.4 Процедура випробування

**К.4.1** Готують зразки досліджуваного матеріалу відповідно до інструкції виробника, достатні, щоб виготовити із кожного щонайменше п'ять випробувальних зразків згідно з ГОСТ 11262 або ГОСТ 14236.

**К.4.2** Після опромінення протягом 500 год з кожного зразка матеріалу виготовляють щонайменше п'ять випробувальних зразків і випробовують всі зразки. Визначають міцність під час розтягування, відносно видовження під час розриву за однакових умов згідно з ГОСТ 11262 або ГОСТ 14236 та адгезію покриття відповідно до додатка Е. Випробовування проводять за температури  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

#### К.5 Оформлення результатів

**К.5.1** Для матеріалів підраховують зміну значень показників міцності під час розтягування експонованого покриття відносно неекспонованого:  $S_{500}/S_0$ ,

де  $S_0$  – міцність під час розтягування без опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>;

$S_{500}$  – міцність під час розтягування після опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>.

Для матеріалів без армування обчислюють співвідношення відносного видовження під час розриву:  $\epsilon_{500}/\epsilon_0$

де  $\epsilon_0$  – відносне видовження без опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), %;

$\epsilon_{500}$  – відносне видовження після опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), %.

Для поліуретанів та епоксидів обчислюють співвідношення адгезії:  $A_{500}/A_0$ ,

де  $A_0$  – адгезія покриття без опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>;

$A_{500}$  – адгезія покриття після опромінення (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>.

**К.5.2** Стійкість захисного покриття до ультрафіолетового випромінювання оцінюють як задовільну, якщо вона відповідає вимогам таблиці 3 цього стандарту.

**К.5.3** Результати випробування оформлюють протоколом, в якому зазначають:

- марку матеріалу і номер партії;
- результат випробування покриття на стійкість до ультрафіолетового випромінювання;
- прізвище, ім'я, по батькові, підпис і посаду осіб, що проводили випробування;
- дату випробування.

## ДОДАТОК Л

(довідковий)

### ВИЗНАЧАННЯ ОПОРУ ПОКРИТТІВ ТЕПЛОВОМУ СТАРІННЮ

**Л.1** Визначання опору тепловому старінню за зміною міцності під час удару, відносного видовження та міцності під час розриву

#### **Л.1.1** Загальні положення

**Л.1.1.1** Випробувальний метод полягає у визначанні властивостей зразків покриття після їх витримки протягом певного часу за умови постійно підвищеної температури у повітрі.

**Л.1.1.2** Ефект старіння покриття оцінюють за зміною міцності під час удару, відносного видовження під час розриву та міцності під час розриву.

#### **Л.1.2** Обладнання для випробування

Електрошафа сушильна лабораторного типу СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5-ИЗ або аналогічна з точністю регулювання температури  $\pm 2$  °С. Електрошафа мусить бути достатнього розміру, щоб дозволити підвішувати випробувальні зразки вертикально без контакту зі стінками електрошафи.

#### **Л.1.3** Приготування випробувальних зразків

Готують два зразки досліджуваного матеріалу відповідно до інструкції виробника, достатні, щоб виготовити із кожного щонайменше п'ять випробувальних зразків згідно з ГОСТ 11262. Зразки кондиціонують згідно з ГОСТ 12423.

Позначають кожну групу зразків як «а» та «б».

#### **Л.1.4** Процедура випробування

Температура старіння:  $(T_{\max} + 20)$  °С.

а) Контрольний зразок-свідок «а» витримують в темному місці за кімнатної температури протягом 1000 год.

б) Зразок «б» витримують в електрошафі за температури старіння протягом 1000 год. Необхідна умова: контрольний зразок-свідок «а» перед випробуванням витримують протягом однієї години за температури старіння.

Після періоду старіння з кожного зразка матеріалу виготовляють щонайменше по п'ять випробувальних зразків для одного методу. Випробування проводять за температури  $(20 \pm 2)$  °С. Згідно з додатком А визначають зміну значень показників міцності під час удару зразків груп «а» та «б». Випробовують всі зразки груп «а» та «б» протягом 8 год на відносне видовження та міцність під час розриву за однакових умов відповідно до ГОСТ 11262 або ГОСТ 18299.

#### **Л.1.5** Оформлення результатів

**Л.1.5.1** Для покриттів підраховують зміну значень показників міцності під час удару експонованого покриття відносно неекспонованого:  $U_{1000}/U_0$ ,

де  $U_0$  – міцність під час удару без старіння (середнє арифметичне п'яти результатів), Дж;

$U_{1000}$  – міцність під час розриву після старіння протягом 1000 год (середнє арифметичне п'яти результатів), Дж.

**Л.1.5.2** Для матеріалів з армуванням і без нього підраховують співвідношення міцності під час розриву:  $V_{1000}/V_0$ ,

де  $V_0$  – міцність під час розриву без старіння (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>;

$V_{1000}$  – міцність під час розриву після старіння протягом 1000 год (середнє арифметичне п'яти результатів), Н/мм<sup>2</sup>.

Для матеріалів без армування обчислюють співвідношення видовження під час розриву:  $\varepsilon_{1000}/\varepsilon_0$ , де  $\varepsilon_0$  – відносне видовження без теплового старіння (середнє арифметичне п'яти результатів), %;  $\varepsilon_{1000}$  – відносне видовження після старіння протягом 1000 год (середнє арифметичне п'яти результатів), %.

**Л.1.5.3** Опір захисних покриттів тепловому старінню оцінюють як задовільний, якщо він відповідає вимогам таблиці 2 даного стандарту.

**Л.1.5.4** Результати випробування оформлюють протоколом, в якому зазначають:

- марку матеріалу і номер партії;
- результат випробування покриття на стійкість до теплового старіння: зміну показників експонованого матеріалу відносно неекспонованого після витримки на повітрі протягом 1000 год за температури ( $T_{\max} + 20$ ) °С;
- прізвище, ім'я, по батькові, підпис і посаду осіб, що проводили випробування;
- дату випробування.

## **Л.2 Адгезія покриття до сталі**

### **Л.2.1 Загальні положення**

Випробувальний метод полягає у вимірюванні ефекту зміни адгезії покриття до металевої поверхні труби після витримки за умови постійної підвищеної температури в електрошафі.

Ефект старіння – оцінка зміни адгезії покриття до поверхні труби відповідно до додатка Е.

### **Л.2.2 Обладнання**

Обладнання як в Л.1.2.

### **Л.2.3 Приготування випробувальних зразків**

Підготовлюють шість випробувальних зразків для визначання адгезії покриття до поверхні труби відповідно до додатка Е.

Позначають кожний зразок.

### **Л.2.4 Процедура випробування**

Температура старіння ( $T_{\max} + 20$ ) °С.

Витримують три випробувальних зразки протягом 1000 год в електрошафі за температури старіння. Після періоду старіння випробовують всі зразки протягом 8 год для визначання адгезії за однакових умов відповідно до додатка Е за випробувальної температури ( $20 \pm 2$ ) °С.

### **Л.2.5 Оформлення результатів**

**Л.2.5.1** Підраховують середнє арифметичне значення величини адгезії відповідно до додатка Е. Підраховують зміну значень показників адгезії експонованого покриття відносно неекспонованого:  $A_{1000}/A_0$ ,

де  $A_0$  – адгезія покриття до сталі за температури 20 °С (середнє арифметичне трьох результатів);

$A_{1000}$  – адгезія покриття до сталі за температури 20 °С після старіння протягом 1000 год (середнє арифметичне трьох результатів).

**Л.2.5.2** Опір захисних покриттів тепловому старінню оцінюють як задовільний, якщо він відповідає вимогам таблиці 2 даного стандарту.

**Л.2.5.3** Результати випробування оформлюють протоколом, в якому зазначають:

- марку матеріалу і номер партії;
- результат випробування покриття на стійкість до теплового старіння: зміну показників експонованого матеріалу відносно неекспонованого після витримки на повітрі протягом 1000 год за температури ( $T_{\max} + 20$ ) °С;
- прізвище, ім'я, по батькові, підпис і посаду осіб, що проводили випробування;
- дату випробування.

## ДОДАТОК М (довідковий)

### ВИЗНАЧАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ ТРУБОПРОВОДУ

Потенціали трубопроводу вимірюють вольтметрами (типу електронних самописців «Прима», мультиметрів цифрових 43313 або інших з класом точності  $\leq 2,5$ ) за допомогою насичених мідносульфатних електродів порівняння.

#### М.1 Визначання потенціалів в пунктах вимірювання

**М.1.1** Потенціал трубопроводу, виміряний за умови постійно працюючих засобів електрохімічного захисту, складається з суми потенціалів:

$$E = E_{\text{кор}} + \Delta E = E_{\text{кор}} + \Delta E_{\text{пол}} + \Delta E_{\text{ом}}, \quad (\text{М.1})$$

Сума потенціалу корозії і поляризаційної складової визначає поляризаційний потенціал:

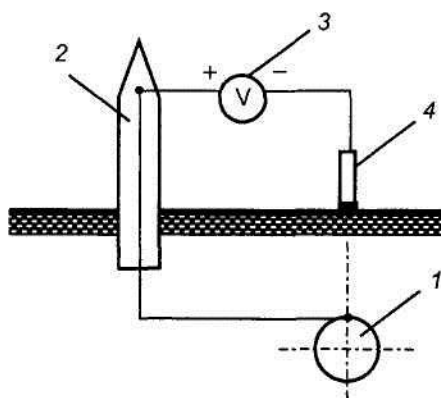
$$E_{\text{пол}} = E_{\text{кор}} + \Delta E_{\text{пол}} \quad (\text{М.2})$$

який є основним критерієм захищеності трубопроводу.

**М.1.2** Під час вимірювання потенціалу в пункті вимірювання трубопровід приєднується до плюсової клеми приладу, а мідносульфатний електрод порівняння – до мінусової (рисунок М.1).

**М.1.3** Вимірювання проводять у такій послідовності. Визначають проекцію осі трубопроводу на поверхню землі. Підключають до вольтметра з'єднувальні проводи від електрода порівняння та від трубопроводу. Розміщують мідносульфатний електрод порівняння на лінії проекції осі трубопроводу, ретельно притискаючи робочу частину електрода до поверхні ґрунту.

Знімають покази приладу, яке дорівнює потенціалу трубопроводу.



1 – трубопровід; 2 – пункт вимірювання; 3 – вольтметр; 4 – мідносульфатний електрод, що розташовують над визначеною віссю труби.

**Рисунок М.1** – Схема вимірювання потенціалу трубопроводу в пункті вимірювання

**М.1.4** Потенціал корозії металу трубопроводу вимірюють в пункті вимірювання так само, як описано у **М.1.3**, але у разі тривалої відсутності зовнішнього накладеного струму.

**М.1.5** Показники потенціалу трубопроводу та потенціалу корозії в пункті вимірювання фіксують в електронній пам'яті вольтметра або в польовому журналі.

#### М.2 Визначання поляризаційного потенціалу трубопроводу

**М.2.1** Визначання поляризаційного потенціалу у разі відсутності спеціально обладнаних пунктів вимірювання

**М.2.1.1** На трубопроводах, пункти вимірювання яких не обладнані електродами порівняння тривалої дії та давачами поляризаційного потенціалу, поляризаційний потенціал вимірюють способом переривчастого режиму вмикання-вимикання установок катодного захисту. Цей спосіб базується на різниці зміни у часі омичної і поляризаційної складових потенціалу після вимикання джерел, що поляризують трубопровід.

**М.2.1.2** УКЗ, що поляризують ділянку трубопроводу, послідовно переводять у переривчастий режим роботи. У цьому разі тривалість вимикання повинна бути невеликою, щоб трубопровід практично не деполаризувався, але достатньою для вимірювання.

**М.2.1.3** Тривалість одного повного циклу «вимкнено– увімкнено» становить, як правило, 1:4 (3 с– вимкнено, 12 с– увімкнено). Роботи за методом переривчастого режиму виконують в такій послідовності. До установок катодного захисту, що поляризують трубопровід на ділянці вимірювання, підключають переривачі струму із встановленим циклом «вимкнено– увімкнено» і синхронізують їх роботу. В пункті вимірювання виконують кілька вимірювань потенціалів в періоди роботи установок катодного захисту, а також в момент вимкнення.

**М.2.1.4** На підставі отриманих даних визначають для кожного пункту вимірювання середнє значення потенціалу трубопроводу  ${}^{\text{CP}}E$  під час роботи установок катодного захисту:

$${}^{\text{CP}}E = [\sum_{i=1}^m E_i] / m, \quad (\text{M.3})$$

де  $E_i$  –  $i$ -е вимірне значення потенціалу трубопроводу;

$m$  – загальна кількість вимірювань в пункті вимірювання.

**М.2.1.5** Середнє значення поляризаційного потенціалу  ${}^{\text{CP}}E_{\text{пол}}$ , вимірне в пункті вимірювання в момент вимкнення струму установок катодного захисту, визначають за формулою:

$${}^{\text{CP}}E_{\text{пол}} = (1/n) \sum_{i=1}^n E_{\text{пол } i}, \quad (\text{M.4})$$

де  $E_{\text{пол } i}$  – вимірне миттєве значення поляризаційного потенціалу;

$n$  – загальна кількість вимірювань миттєвих значень в пункті вимірювання.

**М.2.1.6** Омічну складову потенціалу трубопроводу в кожному пункті вимірювання визначають за формулою:

$$\Delta E_{\text{ом}} = {}^{\text{CP}}E - {}^{\text{CP}}E_{\text{пол}}, \quad (\text{M.5})$$

**М.2.1.7** На підставі визначених в кожному пункті вимірювання значень потенціалів трубопроводу  ${}^{\text{CP}}E$  і поляризаційних потенціалів  ${}^{\text{CP}}E_{\text{пол}}$  складають графіки.

**М.2.1.8** Контрольні вимірювання проводять в обов'язку не менше ніж 5 % за такого самого режиму роботи установок катодного захисту, що й під час основних вимірювань.

## **М.2.2 Визначання поляризаційного потенціалу на спеціально обладнаних пунктах вимірювання**

**М.2.2.1** Якщо пункти вимірювання обладнані електродами порівняння тривалої дії з давачами поляризації, вимірюють поляризаційний потенціал із застосуванням ручного або електромагнітного переривача.

**М.2.2.2** У разі застосування ручного переривача вимірювання виконують в такій послідовності: до мінусової клеми вольтметра приєднують електрод порівняння тривалої дії, до плюсової клеми приладу приєднують вимикач до давача, другий провід від вимикача приєднують до трубопроводу. У разі увімкненого вимикача вольтметр фіксує потенціал. Через 10 хв розмикають тумблер вимикача. Фіксують показання приладу, що відповідає значенню поляризаційного потенціалу. Час розімкнення кола трубопровід – давач не більше ніж 2—3 с.

Наступне вимірювання поляризаційного потенціалу виконують через 50—60 с після вмикання тумблера. Поляризаційні потенціали вимірюють протягом 10 - 15 хв. Середнє значення поляризаційного потенціалу визначають за формулою (М.4).

**М.2.2.3** У разі застосування приладу з переривником струму вимірювання поляризаційного потенціалу виконують в такій послідовності. До відповідних клем приладу приєднують контрольні проводи від трубопроводу, давача поляризації та електрода порівняння. Вмикають прилад, через 10 хв після вмикання приладу вимірюють через кожні 5 с миттєві значення поляризаційного потенціалу. Вимірювання виконують протягом 5 - 10 хв. Середнє значення поляризаційного потенціалу в пункті вимірювання визначають за формулою (М.4).



**М.2.2.4** Якщо вимірювальний прилад має електронний переривач струму з різним часом затримки, то поляризаційний потенціал визначають в такій послідовності:

Вимірюють чотири значення поляризаційного потенціалу ( $E_{\text{пол } 1}$ ,  $E_{\text{пол } 2}$ ,  $E_{\text{пол } 3}$ ,  $E_{\text{пол } 4}$ ), змінюючи тривалість затримки ( $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ,  $\tau_4$ ). Якщо за абсолютною величиною  $|E_{\text{пол } 1}| > |E_{\text{пол } 2}| > |E_{\text{пол } 3}| > |E_{\text{пол } 4}|$ , то поляризаційний потенціал розраховують за формулою:

$$|E_{\text{пол}}| = \{\tau_4 * [|E_{\text{пол } 3}| - |E_{\text{пол } 4}|] / (\tau_4 - \tau_3)\} - |E_{\text{пол } 4}| \quad (\text{M.7})$$

### М.3 Визначання потенціалів трубопроводу в полі блукаючих струмів

**М.3.1** Якщо під час вимірювання потенціал трубопроводу змінюється у часі за величиною або за величиною і знаком, це свідчить про наявність дії блукаючих струмів.

**М.3.2** Вимірювання потенціалу трубопроводу відносно мідносульфатного електрода порівняння виконують в пунктах вимірювання або в шурфах у такій послідовності.

Плюсову клему приладу приєднують до трубопроводу, а мінусову – до електрода порівняння, що встановлюють після визначання осі трубопроводу якомога ближче до труби, і знімають миттєві покази потенціалу труби через кожні 10 - 15 с протягом 10 - 40 хв. У цьому разі обов'язково фіксують знак вимірної миттєвої величини потенціалу трубопроводу.

Для визначання миттєвого зміщення потенціалу трубопроводу від потенціалу корозії під дією поля блукаючих струмів використовують формулу:

$$\Delta E_i = E_i - E_{\text{кор}} , \quad (\text{M.8})$$

де  $\Delta E_i$  – миттєве зміщення потенціалу трубопроводу;

$E_i$  – вимірне миттєве значення потенціалу трубопроводу з відповідним знаком.

**М.3.3** Середні за період вимірювання в пункті плюсові  $\Delta^{\text{cp}}E_{(+)}$  і мінусові  $\Delta^{\text{cp}}E_{(-)}$  значення зміщень потенціалів визначають за формулами:

$$\Delta^{\text{cp}}E_{(+)} = (1/m) \sum_{i=1}^n \Delta E_{i(+)} \quad \text{та} \quad (\text{M.9})$$

$$\Delta^{\text{cp}}E_{(-)} = (1/m) \sum_{i=1}^k \Delta E_{i(-)} , \quad (\text{M.10})$$

де  $\sum_{i=1}^n \Delta E_{i(+)}$  – сума миттєвих значень плюсових величин зміщення потенціалу;

$n$  – кількість плюсових миттєвих значень величин зміщення потенціалу;

$\sum_{i=1}^k \Delta E_{i(-)}$  – сума миттєвих значень мінусових величин зміщення потенціалу;

$k$  – кількість мінусових миттєвих значень величин зміщення потенціалу;

$m$  – загальна кількість миттєвих вимірювань в пункті.

**М.3.4** Середні значення величини плюсових і мінусових потенціалів трубопроводу, вимірених відносно мідносульфатного електрода порівняння в пункті, визначають за формулами:

$${}^{\text{cp}}E_{(+)} = \Delta^{\text{cp}}E_{(+)} + E_{\text{кор}} \quad (\text{M.11})$$

$${}^{\text{cp}}E_{(-)} = \Delta^{\text{cp}}E_{(-)} + E_{\text{кор}} \quad (\text{M.12})$$

**М.3.5** На підставі визначання середніх плюсових і мінусових зміщень потенціалів трубопроводу в полі блукаючих струмів складають графіки.

**М.3.6** Якщо потенціали реєструвались приладом-самописцем на діаграмну стрічку, на ній наносять лінію, зміщену відносно нуля шкали на величину, що відповідає значенню. Планіметривання площ мінусових і плюсових імпульсів виконують відносно цієї лінії.

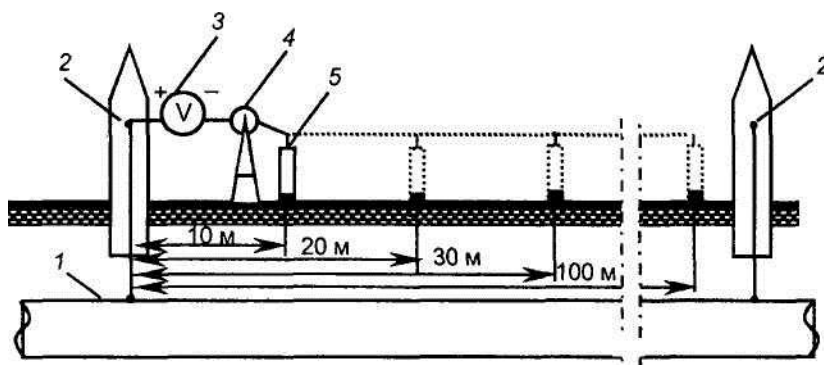
### М.4 Визначання потенціалів між пунктами вимірювання

У разі необхідності визначання захисного стану трубопроводу на ділянках між пунктами вимірювання, а також під час вимірювання потенціалів в точках, де неможливе приєднання приладу до трубопроводу, застосовують метод винесення електрода порівняння.

#### М.4.1 Визначання потенціалів між пунктами вимірювання методом винесення одного електрода

**М.4.1.1** У разі застосування цього методу потенціал вимірюється під час пересування вздовж трубопроводу електрода порівняння, приєднаного до мінусової клеми приладу за допомогою проводу довжиною 500 - 1000 м. Трубопровід в пункті вимірювання, на крані, в шурфі тощо приєднується до плюсової клеми приладу (рисунок М.2).

**М.4.1.2** Послідовне пересування електрода порівняння вздовж трубопроводу по його осі дає можливість безпосередньо вимірювати потенціали трубопроводу на всій ділянці обстеження з будь-якими інтервалами вимірювання.



1 – трубопровід; 2 – пункт вимірювання; 3 – вольтметр;  
4 – котушка з проводом; 5 – мідно сульфатний електрод.

**Рисунок М.2** – Схема вимірювання потенціалів трубопроводу з винесенням одного електрода

**М.4.1.3** Детальність обстеження визначає крок вимірювання (відстань між суміжними точками вимірювання), який може коливатись в широких межах: від 0,5 - 1 м до 10 - 100 м і більше. Прив'язку точок вимірювання в процесі роботи виконують за допомогою міток, попередньо нанесених по всій довжині проводу, що приєднує електрод до приладу. Відстань між мітками дорівнює кроку вимірювання.

**М.4.1.4** Роботи виконують в такій послідовності:

- прилад приєднують до трубопроводу в пункті вимірювання чи на крані, в шурфі за допомогою проводу, намотаного на котушку, приєднують електрод порівняння;
- вимірюють потенціал трубопроводу;
- потім електрод порівняння переносять на крок вимірювання, встановлюють на першій точці і виконують вимірювання потенціалу трубопроводу. Далі електрод переносять у наступну точку і знову виконують вимірювання потенціалу. Електрод переносять і вимірюють потенціал трубопроводу до наступного пункту вимірювання або місця можливого приєднання до трубопроводу (наприклад, шурфу, крана тощо). Котушку переносять на наступний пункт і, приєднавши прилад до трубопроводу та електрода, починають вимірювання з попередніх 5 - 10 точок з метою контролю попередніх вимірювань для визначання точності вимірювання;
- значення потенціалу у кожній точці вимірювання записують у журнал, в якому вказують найменування трубопроводу, діаметр і товщину стінки труби, ділянку, на якій проведено вимірювання.

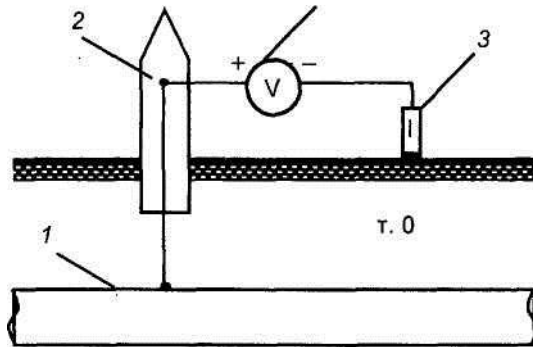
**М.4.1.5** Під час проведення вимірювання цим методом прилад може бути нерухомих біля котушки або переставлятися разом з електродом – все залежить від зв'язку між виконуючими роботу (радіо, телефон тощо).

#### М.4.2 Визначання потенціалів між пунктами вимірювання методом винесення двох електродів (повздовжнього градієнта)

**М.4.2.1** На ділянках трубопроводу, де ускладнене застосування котушки з проводом довжиною 500 - 1000 м (гірські райони, поливні землі, хлібні лани тощо), потенціали трубопроводу визначають за допомогою вимірювання установкою з двома електродами порівняння (провід довжиною 50 або 100 м) способом повздовжнього градієнта.

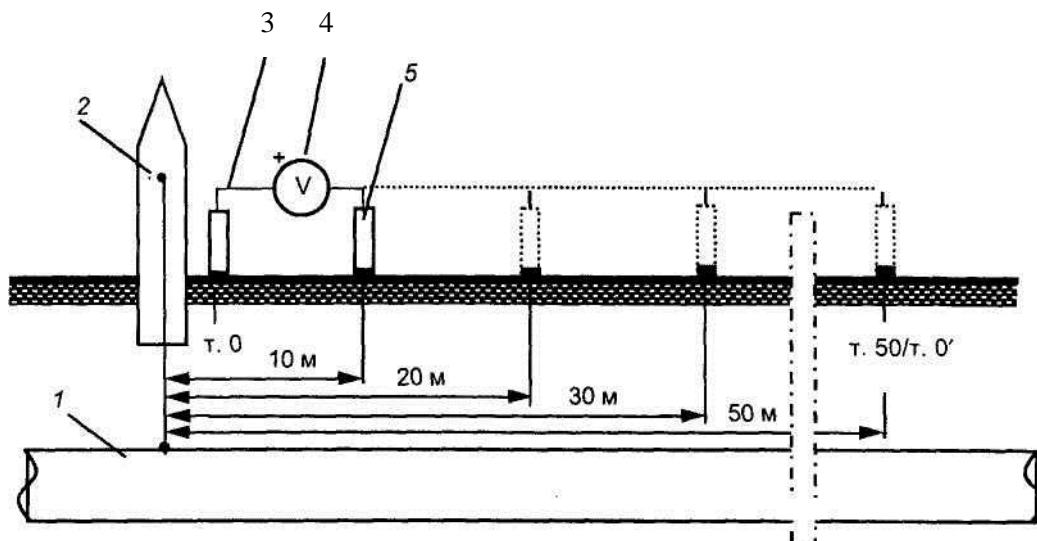
**М.4.2.2** Вимірювання виконують в такій послідовності:

- в пункті вимірювання вимірюють потенціал трубопроводу: трубопровід приєднують до плюсової клемми приладу, а електрод порівняння через провід – до мінусової (рисунок М.3);
- значення потенціалу в пункті вимірювання записують в журнал;
- плюсову клемму приладу від'єднують від трубопроводу і приєднують до нерухомого другого електрода. Перший електрод, приєднаний до мінусової клемми приладу, переносять на відстань вибраного кроку обстеження (рисунок М.4) і вимірюють потенціал першого переносного електрода відносно другого (нерухомого). Значення записують у журнал.



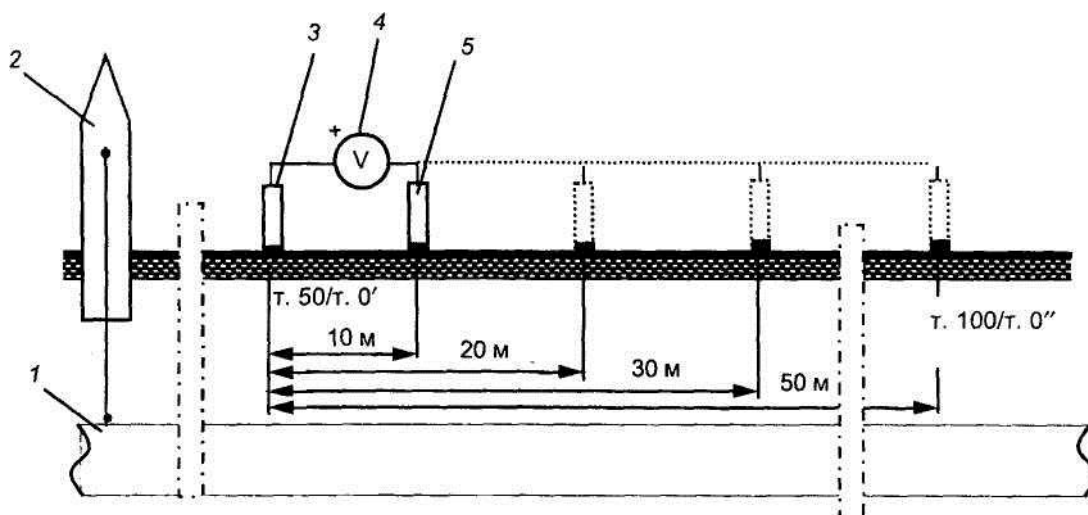
1– трубопровід; 2– пункт вимірювання; 3– перший мідносльфатний електрод, що розташовують над визначеною віссю труби; 4– вольтметр.

**Рисунок М.3** – Вимірювання потенціалу трубопроводу винесенням двох електродів.  
Схема вимірювання потенціалу трубопроводу в пункті вимірювання



1 – трубопровід; 2 – пункт вимірювання; 3 – нерухомий мідносльфатний електрод, відносно якого вимірюють потенціал першого переносного електрода;  
4 – вольтметр; 5 – перший рухомий мідносльфатний електрод.

**Рисунок М.4** – Вимірювання потенціалу трубопроводу винесенням двох електродів.  
Схема вимірювання потенціалу від пункту вимірювання (від точки O) до точки O'



1 – трубопровід; 2 – пункт вимірювання; 3 – нерухомий мідносльфатний електрод, відносно якого вимірюють потенціал першого переносного електрода;  
4 – вольтметр; 5 – перший (переносний) мідносльфатний електрод.

**Рисунок М.5** – Вимірювання потенціалу трубопроводу винесенням двох електродів.  
Схема вимірювання потенціалу від точки  $O'$  до точки  $O''$

**М.4.2.3** Під час записування обов'язково зазначати знак виміряної величини («+» або «-») для правильного визначання потенціалу трубопроводу в точці вимірювання.

**М.4.2.4** Визначають потенціал труби в цій точці за формулою:

$$E_i = E_{пв} + E_{1i}, \quad (\text{М.13})$$

де  $E_i$  – потенціал трубопроводу в  $i$ -й точці, В;

$E_{пв}$  – потенціал трубопроводу, визначений під час вимірювання в пункті вимірювання, В;

$E_{1i}$  – потенціал першого переносного електрода порівняння відносно другого (нерухомого) електрода (з урахуванням знака «плюс» чи «мінус») в  $i$ -й точці.

**М.4.2.5** Потім перший електрод переносять ще на крок обстеження і вимірюють його потенціал відносно другого. Коли буде виміряний потенціал в точці  $O'$  на відстані довжини установки (50 чи 100 м), другий електрод переносять в лунку, де був розташований перший електрод, а перший електрод переносять на крок обстежень і знову вимірюють його потенціал відносно другого електрода порівняння (рисунок М.5).

**М.4.2.6** Потенціал трубопроводу в цій точці визначають за формулою:

$$E_i = E_{50} + E_{1i}, \quad (\text{М.14})$$

де  $E_{50}$  – потенціал трубопроводу в точці, розташованій в 50 чи 100 м від пункту вимірювання.

**М.4.2.7** У такій послідовності вимірювання потенціалу першого переносного електрода відносно другого нерухомого продовжують до наступного пункту вимірювання, розташовуючи нерухомий другий електрод в точках, кратних 50 або 100 м.

**М.4.2.8** У разі досягнення першим (переносним) електродом наступного пункту вимірювання прилад приєднують в новому пункті вимірювання до труби й виконують вимірювання потенціалу трубопроводу (рисунок М.3).

**М.4.2.9** Виміряні значення потенціалів записують у журнал.

**М.4.2.10** Якщо за умовами траси користуватись проводом довжиною 50 або 100 м важко, використовують провід, довжина якого дорівнює крокові обстежень.

**М.4.2.11** Роботу виконують в такій послідовності:

- вимірюють потенціал трубопроводу (на пункті вимірювання чи в шурфі). Значення потенціалу в точці вимірювання записують в журнал;
- електрод, підключений до мінусової клеми, переставляють на крок обстеження. Вимірюють потенціал в точці, де розташований передній (мінусовий) електрод відносно заднього (плюсового). Значення величини зі знаком («плюс» чи «мінус») записують у журнал;
- дотримання цієї вимоги особливо важливе, тому що помилка у знаку впливає на визначання потенціалу трубопроводу в наступних точках вимірювання;
- потім провід від'єднують від електродів; передній електрод залишають в лунці, а задній переносять на крок обстежень від електрода, що залишився в лунці і став тепер заднім електродом, що приєднують до плюсової клеми. Перенесений у передню лунку електрод приєднують до мінусової клеми і вимірюють потенціал цієї точки відносно попередньої точки. Значення величини зі знаком записують у журнал.

Потенціал трубопроводу у будь-якій точці визначають за формулою:

$$E_i = E_{пв} + \sum_{i=1}^n E_{1i}, \quad (M.15)$$

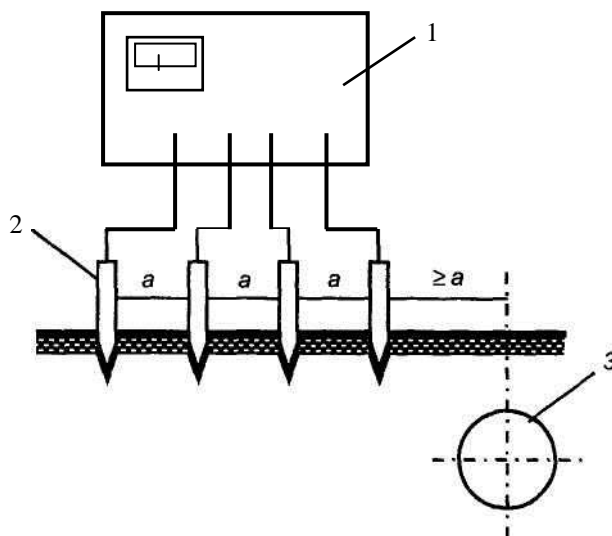
- де
- $E_i$  – потенціал трубопроводу в  $i$ -й точці;
  - $E_{пв}$  – потенціал трубопроводу, виміряний на пункті вимірювання;
  - $E_{1i}$  – потенціал переднього електрода відносно заднього електрода у  $i$ -й точці;
  - $n$  – кількість точок вимірювання потенціалу переднього електрода.

**ДОДАТОК Н**  
(довідковий)

**ВИЗНАЧАННЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ  
ТА ШВИДКОСТІ ЗАЛИШКОВОЇ КОРОЗІЇ МЕТАЛУ ТРУБОПРОВОДУ  
В ДЕФЕКТІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ**

**Н.1 Визначання питомого електричного опору ґрунтів у польових умовах**

**Н.1.1** Вимірюють електроопір вимірювачами опору (типу Ф-416, М-416, МС-08 або іншими з класом точності  $\leq 5$ ) за допомогою чотирьохелектродної установки. Відстань між сталевими електродами, розташованими по одній лінії, однакова і дорівнює подвоєній глибині, на якій визначають електроопір (рисунок Н.1)



1 – прилад; 2 – електрод чотирьохелектродної установки; 3 – трубопровід.

**Рисунок Н.1** – Схема визначання питомого електроопору ґрунту

**Н.1.2** Під час корозійних обстежень магістральних трубопроводів найчастіше застосовують установку з відстанню між електродами  $a = 2$  м. У цьому разі глибина заземлення електродів діаметром 15 - 20 мм повинна бути  $a / 20 \leq 10$  см, а установка розташована перпендикулярно осі існуючого трубопроводу на відстані від трубопроводу до першого електрода  $\geq a$ . Під час визначання електроопору ґрунтів для трубопроводу, що проектується, електроди розміщують по його осі.

**Н.1.3** Для врахування сезонних коливань величини електроопору отримані під час вимірювання дані необхідно привести до періоду найменшого значення опору застосуванням сезонного коефіцієнта електроопору ґрунтів  $k_r$  (таблиця Н.1).

**Таблиця Н.1** – Значення сезонного коефіцієнта електроопору ґрунтів  $k_r$

Місяць року, в якому проведено вимірювання електроопору $\rho_r$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Значення сезонного коефіцієнта електроопору ґрунтів $k_r$	0,83	0,91	1,00	0,83	0,77	0,64	0,57	0,64	0,59	0,67	0,77	0,74

**Н.1.4** Величину питомого електроопору ґрунту  $\rho_r$  визначену в Ом\*м, розраховують за формулою:

$$\rho_r = 2\pi R a k_r, \quad (\text{Н.1})$$

де  $R$  – опір, виміряний приладом, Ом.

**Н.1.5** Питомий електроопір ґрунтів по трасі визначають послідовним вимірюванням в окремих точках з кроком не більше ніж 200 м.

За результатами розрахунків  $\rho_r$  складають графік електроопору ґрунтів по трасі трубопроводу. Якщо величина  $\rho_r$  у точці в два і більше разів відрізняється від величини  $\rho_r$  на попередній точці, то виконують деталізаційні вимірювання, зменшуючи відстань між точками вимірювання до 50 м. За значень  $\rho_r$  більше ніж 200 Ом\*м деталізацію не виконують.

## **Н.2** Визначання швидкості залишкової корозії металу трубопроводу в дефекті захисного покриття

**Н.2.1** Суть методу полягає у визначанні корозійної активності ґрунту (швидкості ґрунтової корозії металу трубопроводу) та швидкості залишкової корозії металу трубопроводу в дефекті захисного покриття у разі катодної поляризації.

### **Н.2.2** Апаратура та матеріали

Універсальний вимірювач швидкості корозії за методом поляризаційного опору, діапазон вимірювань  $10^{-6}$  - 10 мм/рік (наприклад, типу УИСК-8, УК-1).

Потенціостат типу ПИ – 50 - 1М.

Корозійний давач швидкості корозії та електрохімічного потенціалу.

Пристрій для заглиблення корозійного давача.

Електрод порівняння – мідно сульфатний, хлоросрібний тощо.

### **Н.2.3** Проведення вимірів

**Н.2.3.1** Оцінку корозійної активності ґрунту здійснюють в місцях пошкодження захисного покриття. За величину корозійної активності ґрунту приймають значення швидкості ґрунтової корозії металу трубопроводу. Це значення швидкості корозії використовують як показник корозійної активності ґрунту в контрольованій точці.

**Н.2.3.2** Вимірювання швидкості корозії здійснюють на різній глибині  $H_1$ ,  $H_2$  і  $H_3$  залежно від діаметра труби  $D$  (рисунок Н.2). За умови, що  $D < 300$  мм вимірювання виконують на глибині  $H_2$ , за умови  $300 \leq D \leq 900$  мм – на глибині  $H_1$  і  $H_3$ , за умови  $D > 900$  мм – на глибині  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ .

Отвір у ґрунті діаметром 20 мм бурять спеціальним пристроєм на відстані  $a$  від стінки труби:  $50 \leq a \leq 200$  мм. За необхідності проведення вимірів на декількох глибинах, спочатку бурять отвір глибиною:

$$h = |H - 30|, \quad (\text{Н.2})$$

де  $H$  – відстань від поверхні ґрунту до верхньої точки труби, яку визначають попередньо;  
30 мм – половина довжини давача ґрунтової корозії.

**Н.2.3.3** Для виміру швидкості ґрунтової корозії контакти від давача підключають до відповідних рознімів корозиметра, задають час поляризації – 10 с та час між вимірюваннями – 3 хв. Реєструють значення струму  $\Delta I$ . На одній точці роблять не менше трьох вимірів та обчислюють середнє значення  $\Delta I_{cp}(A)$  за формулою:

$$\Delta I_{cp} = [\sum_{i=1}^n \Delta I_i] / n \quad (\text{Н.3})$$

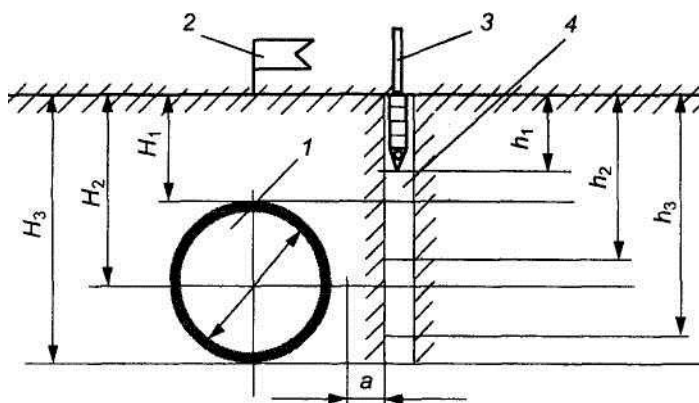
**Н.2.3.4** Згідно з додатком М в точці контролю вимірюють значення потенціалу корозії  $E_{кор}$  та поляризаційного потенціалу  $E_{пол}$ .

**Н.2.4 Обробка результатів вимірювання**

**Н.2.4.1** Значення швидкості ґрунтової корозії  $j_k$  (мм/рік) розраховують за формулою:

$$j_k = 2\beta \Delta I_{cp} / s \Delta E \quad (\text{Н.4})$$

де  $\beta$  – константа методу поляризаційного опору, (мм\*Ом)/(см<sup>2</sup>\*рік);  
 $s$  – площа поверхні одного електрода давача, см<sup>2</sup>;  
 $\Delta E$  – величина поляризації електродів давача, 10<sup>-2</sup>, В;  
 $\Delta I_{cp}$  – середній струм, визначений за допомогою вимірювача швидкості корозії, А.



$H_1$ ,  $H_2$  та  $H_3$  – відстань від поверхні землі до верхньої твірної, осі та нижньої твірної трубопроводу, відповідно.  
 1 – трубопровід; 2 - місце контролю; 3 – давач; 4 – отвір у ґрунті.

**Рисунок Н.2** – Схема вимірювання корозійної активності ґрунту на різній глибині залежно від діаметра труби

**Н.2.4.2** Швидкість залишкової корозії металу трубопроводу в дефекті захисного покриття  $I_{кз}$  (мм/рік) розраховують за формулою:

$$I_{кз} = I_k * 10^{(E_{пол} - E_{кор})/b_a} \quad (\text{Н.5})$$

де  $b_a$  – тафелевський нахил анодної поляризаційної кривої.

**Н.2.4.3** Тафелевський нахил анодної поляризаційної кривої  $b_a$  визначають в трасових умовах безпосередньо в точці контролю або в лабораторних умовах. Для визначання  $b_a$  в лабораторних умовах відбирають пробу ґрунту з місця пошкодження захисного покриття, знімають анодну поляризаційну криву за допомогою потенціостата на давачі. Давач попередньо витримують у досліджуваному середовищі до встановлення сталого значення корозійного потенціалу протягом приблизно 1 год. Залежність струму від потенціалу наносять на графік в координатах  $lg i - E$  та розраховують нахил цієї прямої, що дорівнює тафелевському нахилу  $b_a$ .

**Н.2.4.4** Показники швидкості ґрунтової корозії та швидкості залишкової корозії металу трубопроводу фіксують в електронній пам'яті корозиметра або в польовому журналі.

**Н.2.5 Оформлення результатів контролю**

Запис результатів вимірювання виконують за формою Н.2.



\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

**АКТ**  
**визначання швидкості залишкової корозії металу трубопроводу**  
**в дефекті захисного покриття**

Назва трубопроводу \_\_\_\_\_

Діаметр, мм \_\_\_\_\_

Тип покриття \_\_\_\_\_

Ділянка трубопроводу (початок, км \_\_\_\_\_ кінець, км \_\_\_\_\_)

УКЗ у зоні обстеження: \_\_\_\_\_ км; на виході: напруга \_\_\_\_\_ (В) струм \_\_\_\_\_ (А)

Питомий електричний опір ґрунту  $\rho_r$  (Ом\*м) \_\_\_\_\_

Засоби вимірювання \_\_\_\_\_

Точки міряння			Виміри				Обчислення		
Пікети, мітки траси	№ виміру п	Глибина Н, м	$\Delta I$ , А	$E_{кор}$ , В	$E_{пол}$ , В	$b_a$ , В	$I_k$ , мм/рік	$I_{kз}$ , мм/рік	Примітки
	1								
	2								
	3								

Швидкість ґрунтової корозії металу трубопроводу (корозійна активність ґрунту) \_\_\_\_\_

Швидкість залишкової корозії металу трубопроводу в дефекті захисного покриття: \_\_\_\_\_

Оператор, що проводив обстеження \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

## ДОДАТОК П (довідковий)

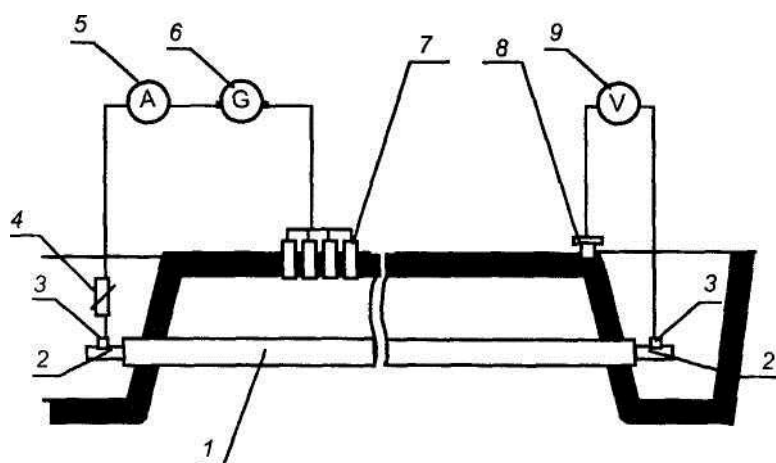
### КОНТРОЛЬ СТАНУ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ТРУБОПРОВОДІВ МЕТОДОМ КАТОДНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ

Суть методу полягає в катодній поляризації побудованої і засипаної ділянки трубопроводу та визначення якості захисного покриття за зміщенням потенціалу трубопроводу з омичною та поляризаційною складовими і сили струму, що спричиняє це зміщення. Силу струму визначають, виходячи з регламентованого таблицями 5 та 6 мінімальним та максимальним значеннями захисного потенціалу.

#### П.1 Метод контролю стану захисного покриття на закінчених будівництвом ділянках трубопроводу

##### П.1.1 Засоби контролю та допоміжні пристрої

Для визначення перехідного питомого електричного опору захисного покриття використовують пересувну дослідницьку лабораторію електрохімічного захисту (ПЕЛ ЕХЗ), апаратура і прилади якої мають бути підключені за схемою (рисунок П.1). Джерело постійного струму 6 повинно бути обладнано переривачем, а мультиметр 9 повинен працювати у режимі вимірювання поляризаційного потенціалу згідно з додатком М.2.1.



1 – трубопровід; 2 – неізолюваний край трубопроводу; 3 – контакти; 4 – резистор;  
5 – амперметр; 6 – джерело постійного струму; 7 – тимчасове анодне заземлення;  
8 – мідносульфатний електрод порівняння; 9 – мультиметр.

**Рисунок П.1** – Схема контролю стану захисного покриття на закінчених будівництвом ділянках трубопроводів

##### П.1.2 Підготовка до проведення контролю

**П.1.2.1** Ділянка трубопроводу, яку контролюють, не повинна мати контакту неізолюваної поверхні труби з ґрунтом, електричних і технологічних перемичок з іншими спорудами, за винятком особливих випадків, регламентованих НД.

**П.1.2.2** Вимірювання на ділянці, яку контролюють, виконують у разі відсутності промерзання ґрунту.

**П.1.2.3** Тимчасове анодне заземлення з гвинтових заземлювачів, що входять у комплект лабораторії ПЕЛ ЕХЗ, обладнують на відстані 200 - 400 м від ділянки трубопроводу в місцях з можливо меншим питомим опором ґрунту (допускається використання заземлювачів іншого типу або сусіднього підземного трубопроводу як заземлення відповідно до НД).

##### П.1.3 Проведення контролю

**П.1.3.1** Вимірюють потенціал корозії металу  $E_{кор}$  трубопроводу діаметром  $D$  на ділянці завдовжки  $L$  за допомогою мультиметра 9 відносно мідносульфатного електрода порівняння 8. Під час вимірювання джерело постійного струму 6 мусить бути вимкнено.

**П.1.3.2** Включають джерело постійного струму 6 і підбирають таку силу струму  $I$  (А), за якої в кінці ділянки трубопроводу, що контролюють, не менше ніж через 3 год встановиться захисний потенціал  $E_{зах}$  у діапазоні між мінімальним та максимальним значеннями згідно з таблицями 5 і 6.

**П.1.3.3** За допомогою мультиметра 9 у режимі переривання струму поляризації вимірюють середнє значення поляризаційного потенціалу на ділянці трубопроводу, що контролюють,  $^{ср}E_{пол}$  згідно з додатком М.2.1.

**П.1.3.4** Залежно від питомого опору фунту  $\rho_{г i}$  (Ом\*м), біля кожної  $i$ -ої ділянки трубопроводу довжиною  $L$  розподіляють на  $n$  ділянок завдовжки  $L_i$ , м, кожна. У цьому разі  $^{ср}\rho_{г}$ , вимірюють згідно з додатком Н.1.

**П.1.4** *Обробка результатів контролю*

**П.1.4.1** Перехідний питомий електричний опір захисного покриття  $\rho_{пок}$  (Ом\*м<sup>2</sup>) на ділянці, яку контролюють, обчислюють за формулою:

$$\rho_{пок} = (\Delta E_{ом}/j) - \rho_{без пок}, \quad (П.1)$$

де  $\Delta E_{ом}$  – омична складова захисного потенціалу, В, що обчислюють за формулою:

$$\Delta E_{ом} = E_{пол} - E_{зах}, \quad (П.2)$$

$j$  – густина струму, А/м<sup>2</sup>, що обчислюють за формулою:

$$j = I / \pi DL \quad (П.3)$$

$\rho_{без пок}$  – перехідний питомий електричний опір трубопроводу без покриття (Ом\*м<sup>2</sup>), що обчислюють за формулою:

$$\rho_{без пок} = [^{ср}\rho_{г} D * Ln \{0.4 \rho_{без пок} / 2D^2 H \rho_{т}\}] \quad (П.4)$$

де  $^{ср}\rho_{г}$  – середній питомий електричний опір ґрунту, Ом\*м;

$H$  – глибина залягання трубопроводу, м;

$\rho_{т}$  – питомий поздовжній опір металу трубопроводу, Ом/м.

**П.1.4.2** Середній питомий електричний опір ґрунту обчислюють за формулою:

$$^{ср}\rho_{г} = L^2 / \left( \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{\rho_{г i}}} \right)^2, \quad (П.5)$$

**П.1.4.3** Питомий поздовжній опір сталюого трубопроводу  $\rho_{т}$  (Ом/м), що має стандартні розміри в практиці будівництва магістральних трубопроводів, обчислюють за формулою:

$$\rho_{т} = \rho_{ст} / \pi(D-\delta)\delta \quad (П.6)$$

де  $\rho_{ст}$  – питомий опір трубної сталі, Ом\*м,

$\delta$  – товщина стінки трубопроводу, м.

**П.1.5** Оформлення результатів контролю

Запис результатів вимірювання виконують за формою П.1.

\* Значення  $E_{кор}$  використовують в розрахунках замість поляризаційного потенціалу як виняток за умови неможливості  $E_{пол}$ .

## П.2 Метод контролю стану захисного покриття під час експлуатації

### П.2.1 Засоби контролю та допоміжні пристрої

Апаратура і прилади вказані в П.1.1. Як джерело постійного струму використовують УКЗ. Силу поляризуючого струму  $I$  (А) вимірюють амперметром УКЗ. Підключення мультиметра, який працює у режимі вимірювання поляризаційного потенціалу, до трубопроводу здійснюють у пунктах вимірювання.

### П.2.2 Порядок підготовки до контролю

**П.2.2.1** Ділянка трубопроводу, яку контролюють, має бути обладнана достатньою кількістю пунктів вимірювання з електродами порівняння тривалої дії та датчиками поляризаційного потенціалу (додаток М.2.2).

**П.2.2.2** Не менше як за добу до вимірювання вимикають усі УКЗ, що впливають на потенціал ділянки трубопроводу, яку контролюють. Як правило вимикають 4 - 6 установок катодного захисту: по 2 - 3 з кожного боку від ділянки трубопроводу, яку контролюють.

### П.2.3 Проведення випробування

**П.2.3.1** Вимірюють потенціал корозії металу трубопроводу  $E_{кор}$  у разі вимкнених УКЗ по всій довжині ділянки, яку контролюють.

**П.2.3.2** Вмикають одну УКЗ на ділянці трубопроводу, яку контролюють, і не раніше ніж через 3 год поляризації вимірюють силу струму установки  $I$ . Вимірюють потенціал  $E$  та поляризаційний потенціал  $E_{пол}$  трубопроводу у всіх пунктах вимірювання зони дії цієї УКЗ. Залежно від конструкції пунктів вимірювання поляризаційний потенціал вимірюють згідно з додатками М.2.1 чи М.2.2.

**П.2.3.3** Після закінчення випробування усі відключені УКЗ вмикають і встановлюють необхідні захисні струми.

### П.2.4 Обробка результатів випробування

**П.2.4.1** Перехідний питомий електричний опір покриття  $\rho_{пок}$  (Ом\*м<sup>2</sup>) на ділянці, яку контролюють, обчислюють за формулою:

$$\rho_{пок} = [\Delta^{cp} E_{ом} / j] - \rho_{без пок}, \quad (П.7)$$

де  $^{cp} E_{ом}$  – середнє значення омичної складової захисного потенціалу, В, на довжині зони дії однієї УКЗ, яке обчислюють за формулою:

$$^{cp} E_{ом} = \left\{ L / \left( \sum_{i=1}^k \frac{L_i}{\sqrt{\Delta E_{ом i}}} \right) \right\}^2, \quad (П.8)$$

де  $L$  – довжина трубопроводу, що визначається довжиною зони дії однієї УКЗ, м;  
 $L_i$  – довжина  $i$ -ділянки, м, з потенціалом  $\Delta E_{ом i}$ , В, що розраховують за формулою:

$$\Delta E_{ом i} = \Delta E_{пол i} - E_i, \quad (П.9)$$

де  $E_i$  – потенціал трубопроводу на  $i$ -й ділянці, виміряний після включення УКЗ, В;  
 $E_{пол i}$  – поляризаційний потенціал трубопроводу на  $i$ -й ділянці, В;  
 $k$  – кількість пунктів вимірювання на ділянці, яку контролюють;  
 $j$  – густина струму, А/м<sup>2</sup>, яку обчислюють за формулою:

$$j = I / \pi DL \quad (П.10)$$

де  $I$  – сила струму УКЗ, А;  
 $D$  – діаметр трубопроводу, м;

$\rho_{без пок}$  – перехідний питомий електричний опір трубопроводу без покриття, Ом\*м<sup>2</sup>, що обчислюють за формулою (П.4).

### П.2.5 Оформлення результатів контролю

Запис результатів вимірювання виконують за формою П.1.

\_\_\_\_\_ назва приймальної організації

**АКТ  
оцінювання стану завершеної будівництвом (експлуатованої)  
ділянки трубопроводу**

Найменування трубопроводу \_\_\_\_\_  
 Ділянка трубопроводу: початок, км \_\_\_\_\_, кінець, км \_\_\_\_\_  
 протяжність L, м \_\_\_\_\_  
 Діаметр труби D, м \_\_\_\_\_, товщина стінки, мм \_\_\_\_\_  
 Конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_  
 Необхідний перехідний питомий електричний опір захисного покриття  $\rho_{\text{пок}}$ , Ом\*м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_  
 Середній питомий електричний опір ґрунту  $\rho_{\text{г}}$ , Ом\*м \_\_\_\_\_  
 Дата початку \_\_\_\_\_ і закінчення \_\_\_\_\_ засипки \_\_\_\_\_  
 Перехідний питомий електричний опір трубопроводу без покриття  $\rho_{\text{без пок}}$ , Ом\*м<sup>2</sup>, \_\_\_\_\_  
 Питомий поздовжній опір металу трубопроводу  $\rho_{\text{г}}$ , Ом/м \_\_\_\_\_  
 Місце підключення УКЗ, км \_\_\_\_\_  
 Сила поляризуючого струму на виході УКЗ I, А \_\_\_\_\_  
 Напруга на виході УКЗ V, В \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Потенціал трубопроводу відносно мідносульфатного електрода порівняння, В			Перехідний питомий електричний опір Покриття, $\rho_{\text{пок}}$ , Ом*м <sup>2</sup>
	Потенціал трубопроводу з омичною складовою, E, В	Поляризаційний потенціал, E <sub>пол</sub> , В	Омична складова потенціалу, $\Delta^{\text{сп}} E_{\text{ом}}$ , В	

Стан захисного покриття ділянки трубопроводу \_\_\_\_\_  
 (відповідає, не відповідає потрібному значенню)

\_\_\_\_\_ (посади осіб, що проводили визначання)      \_\_\_\_\_ (особистий підпис)      \_\_\_\_\_ (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_ (дата)

## ДОДАТОК Р (довідковий)

### ВИЗНАЧАННЯ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕННЯ У ЗАХИСНОМУ ПОКРИТТІ

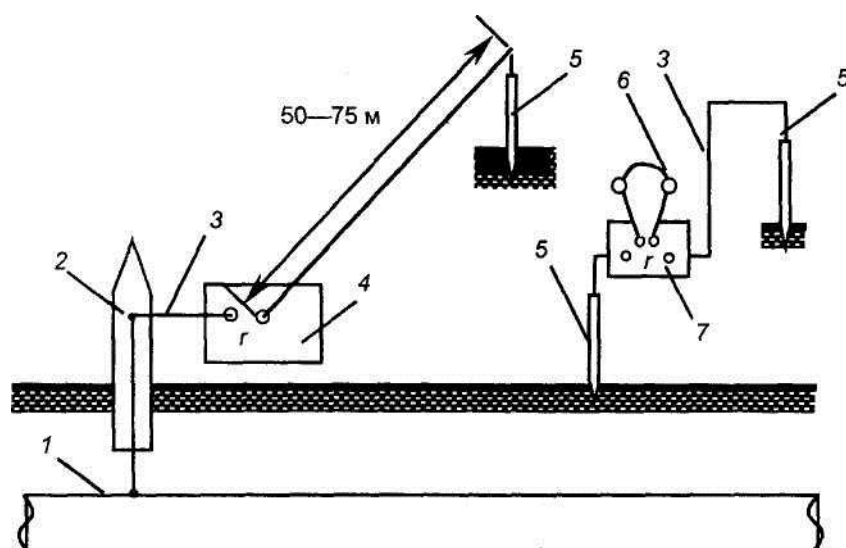
#### Р.1 Метод шукача пошкоджень (метод Пірсона)

**Р.1.1** Під час роботи за методом Пірсона використовують генератор змінного струму звукової частоти, що дозволяє вимірювати напруженість поля біля пошкодженого покриття з використанням металевих електродів.

**Р.1.2** Роботу виконують в такій послідовності:

- в пункті вимірювання або в шурфі приєднують генератор змінного струму звукової частоти до трубопроводу і до заземлення, розташованого на відстані не менше ніж 20 м від трубопроводу, настраюють його на оптимальний режим роботи згідно з інструкцією з експлуатації.
- збирають двохелектродну прийомну установку з відстанню між електродами 2 - 10 м;
- розміщують один електрод над трубопроводом, другий відносять перпендикулярно на довжину установки і вимірюють величину сигналу. Дані записують в журнал;
- переносять прийомну установку на наступну точку вимірювання;
- відстань між точками вимірювання (крок вимірювання) повинна бути 2,5 - 10 м. Точність визначання місця дефекту залежить від якості покриття й кроку вимірювання – чим якісніше покриття й менше крок, тим точніше визначають місце пошкодження захисного покриття;
- місце пошкодження покриття орієнтовно визначають за максимальним відхиленням стрілки індикатора приймача-підсилювача;
- якщо з віддаленням від точки, де приєднаний генератор, затухання вимірюваного сигналу відчутне, генератор переносять в наступне місце на відстань, яка дозволила б провести вимірювання сигналів на ділянці, на якій під час стоянки генератора на попередній точці сигнал був недостатнім. У цьому разі треба повторити вимірювання в кількох точках, де вимірювані сигнали були надійними у разі розміщення генератора на попередній стоянці.

**Р.1.3** На підставі вимірювання по трасі складають графік сигналів струму звукової частоти, відповідно до якого визначають місця пошкодження захисного покриття.



- 1 – трубопровід; 2 – пункт вимірювання, через який генератор приєднано до труби;  
 3 - з'єднувальний провід; 4 – генератор; 5 – електрод заземлення;  
 6 – телефони-наушники; 7 – приймач-підсилювач.

**Рисунок Р.1** – Схема визначання пошкодження в захисному покритті трубопроводу шукачем пошкодження

**Р.2 Метод поперечного градієнта потенціалу**

**Р.2.1** Вимірювання проводять у разі працюючих УКЗ.

**Р.2.2** Під час вимірювання використовують двохелектродну установку з відстанню між електродами 5 - 20 м.

**Р.2.3** Роботу виконують в такій послідовності. Один мідносульфатний електрод порівняння М, приєднаний до плюсової клеми приладу, встановлюють над віссю труби, а другий електрод N, приєднаний до мінусової клеми, встановлюють збоку перпендикулярно трубопроводу. За наявності суміжних комунікацій відстань між електродами N і цими комунікаціями має бути не менше двох відстаней між електродами М і N. Вимірювання виконують з кроком не більше ніж 10 м.

**Р.2.4** При виявленні аномальних ділянок виконується деталізація з кроком 2 - 5 м. Під аномалією розуміють збільшення значень потенціалу (або сигналу звукової частоти) на величину, що перевищує значення похибки вимірювань в 2 - 3 рази не менше ніж в двох точках, тобто на інтервалі, що перевищує трикратний крок вимірювання.

**Р.2.5** Центр пошкодження покриття визначають за максимальним значенням градієнта потенціалу.

**Р.2.6** Місця пошкодження захисного покриття визначають за графіком потенціалу трубопроводу або за графіком градієнтів, отриманих між пунктами вимірювання.

**Р.2.7** Оформлення результатів контролю

Запис результатів вимірювання виконують за формою Р.2.

**Форма Р.2**

Всі графи обов'язкові до заповнення

\_\_\_\_\_   
 назва приймальної організації

**АКТ**

**визначання місць пошкодження захисного покриття**

Найменування трубопроводу \_\_\_\_\_

Ділянка трубопроводу: початок, км \_\_\_\_\_, кінець, км \_\_\_\_\_

протяжність, L, м \_\_\_\_\_

Діаметр труби D, м \_\_\_\_\_, товщина стінки, мм \_\_\_\_\_

Конструкція захисного покриття \_\_\_\_\_

Дата початку \_\_\_\_\_ і закінчення \_\_\_\_\_ засипки

Місце підключення УКЗ, км \_\_\_\_\_

Сила поляризуючого струму на виході УКЗ I, А \_\_\_\_\_

Напруга на виході УКЗ V, В \_\_\_\_\_

Дата вимірювання	Координати точки контролю	Градієнт потенціалу трубопроводу відносно мідносульфатного електрода порівняння, В	Місця пошкодження покриття

Координати місць пошкодження покриття: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_   
 (посади осіб, що проводили визначання)

\_\_\_\_\_   
 (особистий підпис)

\_\_\_\_\_   
 (розшифровка підпису)

\_\_\_\_\_   
 (дата)

**ДОДАТОК С**  
(довідковий)**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці. – Київ: Держнаглядохоронпраці, 1995.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.— М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).— М.: Атомиздат, 1976.
4. Кузьменко Ю. О. Моніторинг корозійного стану магістральних нафтогазопроводів//Наф-това і газова промисловість. - 1994. - № 2.
5. Розгонюк В. В., Гужов Ю. П., Кузьменко Ю. О., Шишківський В. А. Технічна експлу-атація систем захисту від підземної корозії магістральних газопроводів. - Київ: «Росток», 2000.
6. Поляков С. Г. Применение электрохимических методов при коррозионном мониторинге трубопроводного транспорта// Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 1998. - № 4. - С. 31 - 36.

---

59.080.01

Ключові слова: магістральний трубопровід, покриття, електрохімічний захист, ударна міцність, адгезія, захисний потенціал, катодний захист, дренажний захист, протекторний захист, поляризаційний потенціал, омична складова, швидкість корозії металу, перехідний питомий електричний опір захисного покриття, питомий електричний опір ґрунту, пункт вимірювання.

---



Редактор **Н. Григор'єва**  
Технічний редактор **О. Касіч**  
Коректор **О. Воскобійник**  
Комп'ютерна верстка **С. Павленко**

---

Підписано до друку 11.12.2003. Формат 60 x 84 1/ 8.  
Ум. друк. арк. 8,37. Зам. 3948 Ціна договірна.

---

Редакційно-видавничий відділ ДП «УкрНДНЦ»  
03150, Київ-150, вул. Горького, 174

## 75. НАФТА І СУМІЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ

75.160.20

Зміна № 1 до ДСТУ 4063:2001 **Бензини автомобільні. Технічні умови**

Місце поправки	Надруковано	Повинно бути
"Пункт 4, графа «Метод випробування»  3 кінці сторінки 3 під текстом	За ГОСТ 1756 або ASTM D 323*	За ГОСТ 1756 або ДСТУ 4160 або ASTM D 323  Вилучити виноску.

(ПС № 4-2004)

75.200

ДСТУ 4219-2003 **Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії**

Місце поправки	Надруковано	Повинно бути
С.1, п.1.1	(маловуглецеві низьколеговані сталі класу не вище К 60 згідно з ГОСТ 20295)	(маловуглецеві низьколеговані сталі класу не вище К 60)
Розділ 2, С.2	ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газо-, нефтепроводов. Технические условия	
Розділ 2, С.2	ГОСТ 25812-78 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии	
С10, Продовження таблиці 2, п. 9, графа «Показник»	- до стрічки в напустці:	- до стрічки в напустці та до бітумно-полімерної мастики:
С10, Продовження таблиці 2, п. 10, графа «В»	-	0,25
С. 10, Продовження таблиці 2, п 12, чкфа «В»	5,0	5,0
	3,0	3,0
	5,0	5,0
	3,0	3,0
	1,2	1,2
	-	-
	-	-
	-	0,3
С. 12, Таблиця 4, п. 4, графа «Товщина захисного покриття, мм...»	1,00– 820	1,00– 720
С 12, Таблиця 4, п. 7, графа «Товщина захисного покриття, мм ...»	2,4– 820	2,4– 720

Продовження поправки до ДСТУ 4219-2003

Місце поправки	Надруковано	Повинно бути
С.13, Продовження таблиці 4, п. 8, графа «Товщина захисного покриття, мм...»	2,4—820	2,4—720
С.13, Продовження таблиці 4, п. 9, графа «Клас покриття»	Б	В
С.13, Продовження таблиці 4, п. 10, графа «Товщина захисного покриття, мм...»	4,0 (для труб діаметром до 820 мм включно)	4,0 (для труб діаметром до 720 мм включно)

С.13, Продовження таблиці 4, п. 11, графа «Товщина захисного покриття, мм...»	1,8—820	1,8—720
С.14, Закінчення таблиці 4, п. 13, графа «Товщина захисного покриття, мм...»	4,2 (для труб діаметром до 820 мм включно)	4,2 (для труб діаметром до 720 мм включно)
С.14, п. 6.1.7.2, передостанній абзац	Захисні покриття класу Б необхідно застосовувати на трубопроводах діаметром від 530 до 820 мм на ділянках середньої корозійної активності середовища	Захисні покриття класу Б необхідно застосовувати на трубопроводах діаметром від 530 до 720 мм на ділянках середньої корозійної активності середовища
С.17, п.7.1.1, останній абзац	Мінімальні і максимальні (за абсолютними значеннями) захисні потенціали залежно від умов прокладання та експлуатації трубопроводів наведено в таблицях 5 і 6.	Мінімальні і максимальні (за абсолютними значеннями) захисні потенціали залежно від умов прокладання та експлуатації трубопроводів наведено в таблицях 5 і 6. На прикордонних ділянках магістральних трубопроводів дозволяється підтримувати максимальні захисні потенціали на рівні, обумовленому вимогами національних стандартів суміжних держав
Бібліографічні дані, код УКНД	59.080.01	75.200

(ПС № 4-2004)