ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Министра
нефтеперерабатывающей и
нефтехимической промышленности СССР
Сиваков Д.М.
18.10-83

# ИНСТРУКЦИЯ

по определению скорости коррозии металла стенок корпусов сосудов и трубопроводов на предприятиях Миннефтехимпрома СССР

Начальник Управления главного
механика и главного энергетика
Миннефтехимпрома СССР
Кутяев В.М.

Директор ВНИКТИнефтехимоборудования
Фолиянц А.Е.
2.09.83г.

Волгоград - 1983

gost.e-ecolog.ru

## I. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая инструкция предназначена для определения фактической скорости коррозии металла стенок корпусов сосудов и трубопроводов, эксплуатирующихся на предприятиях Миннефтехимпрома СССР, с целью установления периодичности их технического освидетельствования в соответствии с требованиями действующих правил и нормативных документов.

I.2. Величина скорости коррозии металла стенок корпусов сосудов или трубопроводов определяется службой технического надзора, группой (лабораторией) по коррозии и руководством цеха-владельца исходя из опыта эксплуатации, результатов технического освидетельствования и ревизии, замеров толщины стенок.

I.3. В случае невозможности или затруднения применения методов, изложенных в п.I.2., скорость коррозии определяется приближенно по образцам-свидетелям или оценкой коррозионности среды по отношению к данному металлу с помощью коррозионных зондов.

I.4. Определение скорости коррозии производится по каждому сосуду и трубопроводу технологической установки, линии, цеху. Для группы сосудов или трубопроводов, работающих на данной технологической установке, линии, цехе в одной и той же среде при одинаковых рабочих условиях и материальном исполнении, определение скорости коррозии производится по выбранному объекту-представителю.

I.5. Скорость коррозии металла стенок корпуса сосудов и трубопроводов подлежит уточнению в каждом случае существенного изменения условий их эксплуатации (рабочей среды, температуры, давления), влияющих на коррозионную активность рабочей среды, либо в случае замены материального оформления.

I.6. На каждом предприятии, владельце сосудов, составляется и утверждается главным инженером перечень сосудов с указанием скорости коррозии металла корпуса. Сведения по скорости коррозии трубопроводов заносятся в паспорт трубопровода.

При выявлении специальных видов коррозионных повреждений типа коррозионное растрескивание, межкристаллитная коррозия или расслоение по толщине стенки сведения об этом также заносятся

в паспорт сосуда или трубопровода, а вопросы дальнейшей эксплуатации или ремонта сосудов и трубопроводов с такими повреждениями должны быть согласованы со специализированной организацией.

1.7. Контроль скорости коррозии металла стенок сосудов производится в каждый капитальный ремонт, но не реже установленной периодичности технических освидетельствований сосудов. По трубопроводам скорость коррозии контролируется в каждую ревизию.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ПО ДАННЫМ ФАКТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ТОЛЩИНЫ СТЕНОК

2.1. Результаты периодических измерений толщины стенок сосуда или трубопровода служат основанием для определения скорости коррозии металла в условиях эксплуатации.

2.2. Замеры толщины стенок производятся неразрушающими методами контроля или путем засверловки и измерения толщины стенки мерительным инструментом. Предпочтение следует отдавать ультразвуковой толщинометрии.

2.3. Если результаты измерений толщины стенок неразрушающими методами контроля вызывают сомнение, то измерение следует производить сквозной засверловкой.

2.4. На сосудах и трубопроводах, работающих в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию или коррозионное растрескивание под напряжением, сквозные засверловки, с последующей их заделкой методами дуговой сварки, не допускаются.

2.5. Место и способ измерения толщины стенок сосуда или трубопровода определяется по результатам их технического освидетельствования службами технического надзора с учетом особенностей коррозионных поражений в различных частях сосудов и трубопроводов.

2.6. Места расположения точек замеров, способ измерения и результаты измерений должны быть оформлены в коррозионной карте на сосуд или трубопровод и храниться в паспорте (см.карты СЗК-2 и СЗК-3).

| Карта СЗК-2 | Коррозионная карта | | | Лист |
|---|---|---|---|---|
| Объект | Предприятие | | | Город |
| № позиции | № инвентарный | Наименование оборудования | | Геометрические размеры |
| Марка материала и сведения о средствах защиты | | | | |
| Рабочая среда процесс (состав и концентрация корроз. агентов) | | Рабочие условия | Внутри | Снаружи |

| Результаты осмотров | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Дата | Вид коррозия ГОСТ 5272-68 | Показатель скорости коррозии ГОСТ 13819-68 | Место расположения | Исполнитель |

| Карта СЗК-3 | Эскиз оборудования | Лист |
|---|---|---|
| Объект | Предприятие | Город |

| № позиции | № инвентарный | Наименование оборудования |
|---|---|---|

2.7. Расчет скорости коррозии стенок сосудов и трубопроводов производится на базе, по крайней мере, двух измерений толщины стенок по формуле

$$П_э = \frac{365 \sum_{1}^{n} (\Delta S_1 + \Delta S_2 + \ldots + \Delta S_n)}{n \cdot Т_э}$$, где

$П_э$ – скорость коррозии в контролируемой части сосуда или трубопровода в условиях эксплуатации, мм/год;

$\Delta S$ – разность толщин стенок в точках за период контрольных измерений, мм, индексы $1, 2, \ldots, n$ означают номера контрольных точек;

$Т_э$ – время эксплуатации между контрольными измерениями, сутки;

$n$ – количество контрольных точек замера (не менее трех) по каждой части сосуда или по элементам трубопровода (трубам, отводам, переходам).

Контрольные точки выбираются в частях сосудов или элементах трубопроводов, наиболее подверженных коррозионному износу.

2.8. За скорость коррозии сосуда или трубопровода принимается наибольшее из полученных значений скорости коррозии для каждой части сосуда или элемента трубопровода.

## 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА И СКОРОСТИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ПО ОБРАЗЦАМ-СВИДЕТЕЛЯМ

3.1. При отсутствии опыта эксплуатации ( при освоении нового технологического процесса ) и отсутствии необходимых данных по толщинометрии ( малый срок эксплуатации сосудов, недоступность объекта для осмотра и проведения измерений ) скорость и вид коррозии определяется на основе испытаний образцов-свидетелей из металла идентичного металлу объекта.

3.2. Количество образцов-свидетелей (не менее трех) в каждой точке установки, их размеры, место установки, а также программа и методика проведения испытаний определяются службой технического надзора, группой (лабораторией) коррозии, в зависимости от конструкции объекта, состава рабочей среды и рабочих условий в отдельных элементах объекта.

3.3. При разработке методики испытаний образцов-свидетелей необходимо руководствоваться п.п. 4.3, 4.4., 4.6, 4.7 настоящей инструкции.

3.4. В случае необходимости определения склонности металла объекта к межкристаллитной коррозии или коррозионному растрескиванию при разработке методики оценке результатов испытаний образцов-свидетелей следует руководствоваться следующей технической документацией:

- ГОСТ 6032-75. Стали и сплавы. Методы испытания на межкристаллитную коррозию ферритных, аустенито-мартенситных аустенито-ферритных и аустенитных коррозионно-стойких сталей и сплавов на железо-никелевой основе, М., 1975.

- РТМ 26-01-38-70. Методы испытаний нержавеющих сталей на коррозионное растрескивание, М.. НИИХИММАШ, 1970;

- РТМ 26-01-43-71. Методы испытаний склонности к коррозионному растрескиванию углеродистых и низколегированных сталей, М., НИИХИММАШ, 1971.

3.5. При отсутствии опыта в проведении коррозионных испытаний образцов-свидетелей целесообразно согласовать программу и методику испытаний со специализированной организацией.

3.6. Результаты коррозионных испытаний должны быть занесены в паспорт сосуда или трубопровода с указанием вида испытаний. Программа и методика испытаний, а также результаты оценки испытаний хранятся в делах службы технического надзора или группы (лаборатории) коррозии.

## 4. ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОЙ АГРЕССИВНОСТИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ КОРРОЗИОННЫХ ЗОНДОВ

4.1. Приближенная оценка скорости коррозии металла объекта может быть дана на основе кратковременных коррозионных испытаний

образцов металла, идентичного металлу объекта, с помощью коррозионных зондов одним из следующих методов:

- гравиметрическим - по потере массы образцов;
- резистометрическим - по измерению электрического сопротивления образцов проволочного типа;
- поляризационным - по измерению поляризационного сопротивления образцов в электропроводных средах.*)

Коррозионные испытания материалов в технологических потоках выполняются с помощью коррозионного зонда, который представляет собой шлюзовую камеру (рис.I), отделенную от рабочего пространства аппарата или трубопровода прямоходовой задвижкой. Зонд позволяет устанавливать и снимать образцы материалов в процессе работы установки без отключения аппаратов. Перед началом испытаний в шлюзовую камеру помещается кассета с образцами, либо датчики резистометрического или поляризационного типа, которые закрепляются на подвижном штоке. При открытии задвижки с помощью подвижного штока образцы или датчики вводятся в рабочую среду.

4.2. Образцы материалов и датчики для коррозионных испытаний.

Гравиметрические коррозионные испытания материалов выполняются на прямоугольных образцах минимальным размером 50х10хС, где С - толщина образца, которая может составлять 0,5-3 мм. Для крепления в кассете образцы имеют 2 отверстия диаметром 2-3 мм.

Для получения сравнимых результатов поверхность образцов должна быть шлифованной (шероховатость 5-6 класс по ГОСТ 2789-73). Острые кромки образцов после шлифования должны быть слегка притуплены.

Пример общего вида датчиков-зондов для резистометрических или поляризационных коррозионных измерений дан на рис. 2.

В качестве электродов в датчиках резистометрического типа используется проволока I-2 мм из материалов, у которых необходимо проверить коррозионную стойкость.

---

*) См. "Рекомендации по применению коррозиметров поляризационного типа на предприятиях МИННЕФТЕХИМПРОМА СССР" , Волгоград, 1982.

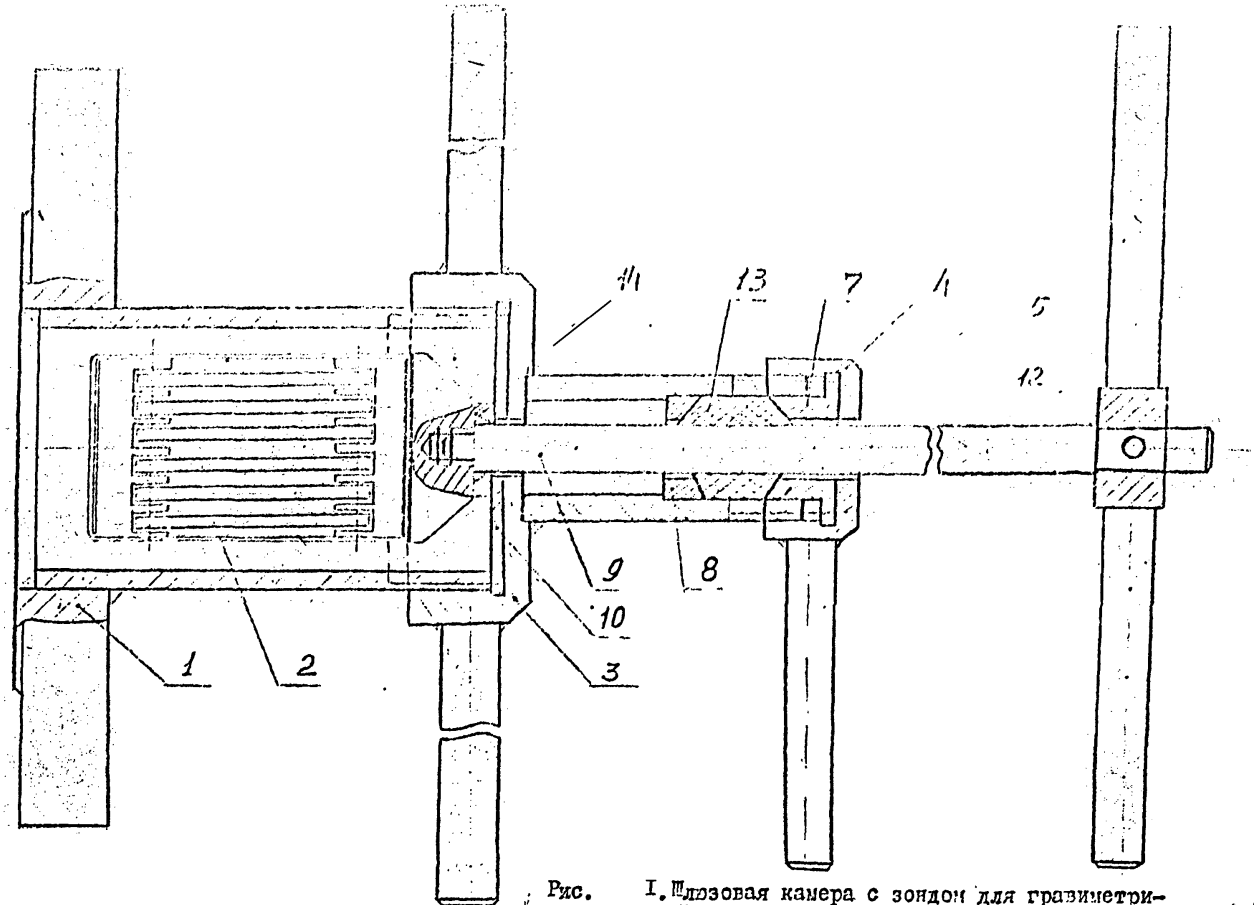



Рис. I. Шлюзовая камера с зондом для гравиметрических коррозионных испытаний.

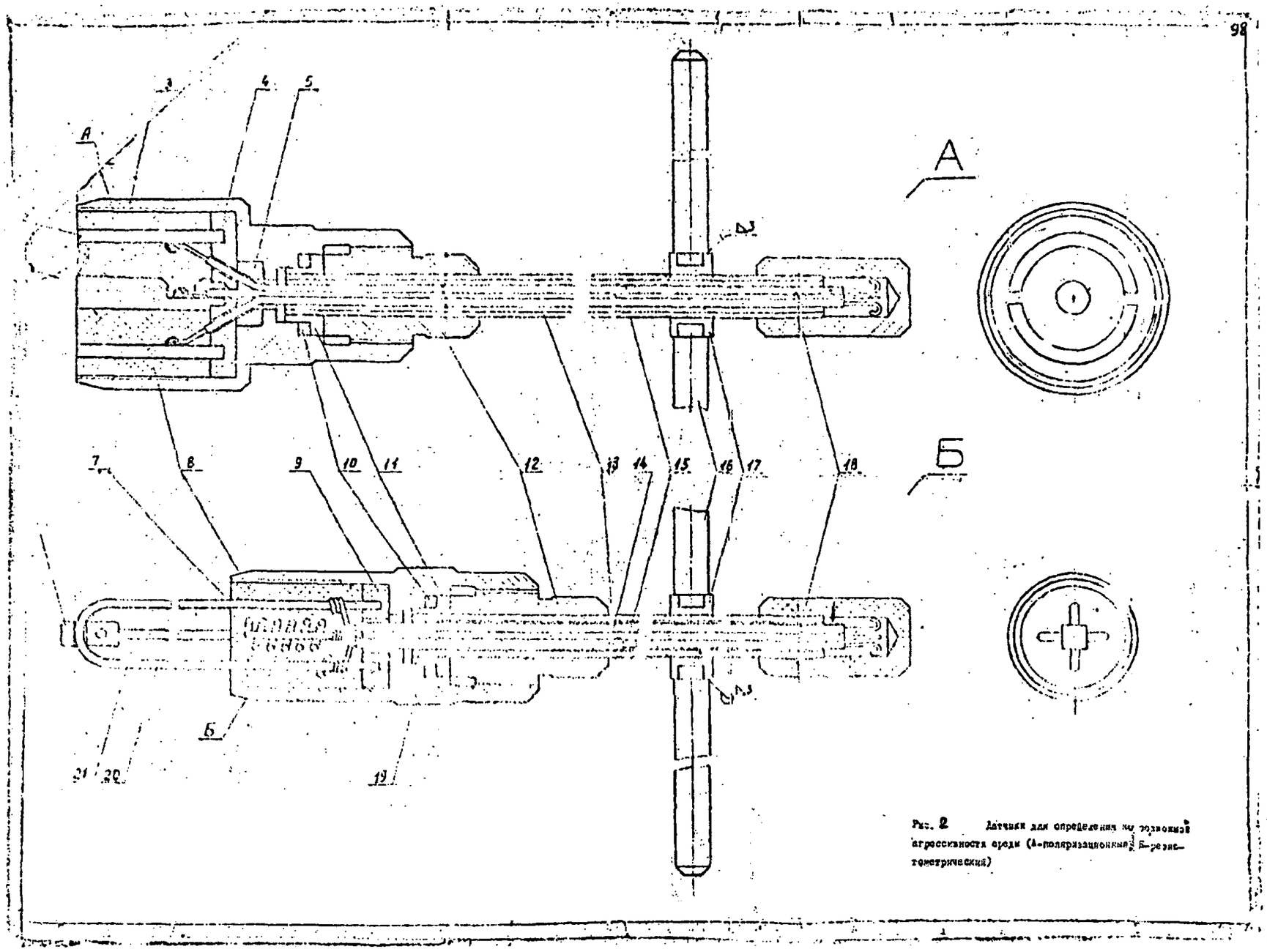



Рис. 2 Датчики для определения коррозионной агрессивности среды (А-поляризационный, Б-резистометрический)

В качестве электродов в датчиках поляризационного типа используются цилиндрические образцы ∅ 3-5 мм и длиной до 50 мм, а также пластинчатые образцы, собранные в пакет таким образом, чтобы полюса электродов в пластинках попарно чередовались, а общая площадь положительных электродов равнялась площади отрицательных электродов.

Для получения сравнимых результатов скорости коррозии металла на действующем оборудовании и на образцах их поверхность должна иметь одну и ту же шероховатость. Шероховатость, характерная для стального проката, может быть приблизительно обеспечена дробеструйной обработкой или кратковременным травлением образцов в царской водке (I часть $HNO_3$+3 части $HCl$). Острые кромки на образцах должны быть слегка притуплены.

4.3. Сведения об образцах.

Перед проведением коррозионных испытаний необходимо иметь следующую информацию о материале образцов:

- марка материала по стандартам или техническим условиям;
- сортамент заготовки (лист, труба, пруток и т.д.);
- химический состав;
- состояние материала (степень деформации и режимы термической обработки);*
- микроструктура;*
- результаты стандартных методов испытаний (по механическим свойствам, по коррозионной стойкости - например, на МКК по ГОСТ 6032-75).*

При испытании сварных образцов неоходимо дополнительно знать:

- способ сварки;
- марку сварочных материалов;
- характеристику технологических операций;
- химический состав металла шва.

На изготовление образцов должна составляться карта раскроя, в которой указывается расположение и ориентация образца относительно заготовки и текстуры проката, направление и последовательность выполнения сварных швов, номера образцов.

Образцы для гравиметрических коррозионных испытаний маркируются путем клеймения или надписи электрокарандашом условных обозначений:

*Указанные показатели определяются при необходимости.

– с одного края образца наносится условное обозначение марки материала;

– с другого края – порядковый номер образца.

4.4. Подготовка образцов к коррозионным испытаниям.

Подготовка образцов включает замер геометрических характеристик образцов, который производится штангенциркулем с точностью 0,10 мм. Измерение сторон образца производят по трем точкам и средние результаты измерений заносят в специальный журнал. Площадь плоских прямоугольных образцов с двумя отверстиями рассчитывают по формуле:

$$S = 2(ab+bc+ac) + \pi d(c-d), \quad (4.1)$$

где a,в,c – размеры сторон образца (от большей к меньшей), мм;

$d$ – диаметр отверстий, мм;

$S$ – площадь образца, мм$^2$

Формула дана для образцов с двумя одинаковыми отверстиями.

Площади электродов датчиков резистометрического или поляризационного типа определяются рассчетами в зависимости от принятой геометрии образцов-электродов и их линейных размеров.

Очистку и обезвреживание образцов производят для удаления загрязнений, препятствующих нормальному протеканию процесса коррозии. Очистку и обезжиривание производят очищенными растворителями (ацетон, этиловый спирт, бензин и т.д.). Промывка образцов ведется в двух-трех чашках с растворителем путем последовательного переноса образцов в более чистый раствор. Используется пинцет для захвата образца, щетка или марлевые тампоны для промывания поверхности образцов. Работы ведутся в вытяжном шкафу с соблюдением правил техники безопасности.

Промытые образцы переносят пинцетом на заранее заготовленные листы фильтровальной бумаги, заворачивают в них, промокая избыток растворителя, и высушивают на воздухе. Обезжириванию необходимо подвергнуть и детали кассеты.

Взвешивание образцов для гравиметрических испытаний производят после окончательной просушки образцов, на аналитических весах с точностью $2 \times 10^{-4}$ г. Результаты взвешивания ($m_1$) заносятся в рабочий журнал и в карту "4Н". Образцы хранятся в эксикаторах над слоем прокаленного хлористого кальция или силикагеля до начала проведения коррозионных испытаний. Работы по переносу образцов производят пинцетом или в резиновых перчатках.

| Карта 4II | | Гравиметрические коррозионные испытания материалов | | | | | | Установка Б | Предприятие А | Лист I | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| этап работы (№ пробега | Рабочая среда Время установки снятия образцов | индекс коррозионного зонда/ № кассеты | Характеристика образцов | | | | | | длительность испытаний, тем,час | скорость коррозии Пг $\frac{мм}{год}$ | Примечания |
| | | | № образцов | Марка материала | Масса, г | | Площадь S, $мм_2$ | плотность P, $г/см^3$ | | | |
| | | | | | $m_1$ (началь) | $m_2$ (очищ) | | | | | |

Зарядка кассет образцами для гравиметрических коррозионных испытаний производится незадолго до начала испытаний. Количество и тип образцов, устанавливаемых в кассету, определяется планом работ. В процессе установки образцов в кассету необходимо обеспечить отсутствие электрического контакта образцов между собой и деталями кассеты, что обеспечивается деталями из диэлетрических материалов, например из фторопласта. Данные об образцах, установленных в кассету, заносятся в карту "4Н" "Коррозионные испытания материалов". В карту записываются:

- номер этапа работы по наладке;
- индекс коррозионного зонда;
- номер кассеты;
- номера образцов;
- марка материала образцов;
- вес и площадь образцов;
- время установки и снятия образцов.

Кассета комплектуется контрольной карточкой с указанием:

- камера коррозионного зонда;
- времени установки и снятия кассеты при выполнении коррозионных испытаний;
- глубины погружения коррозионного зонда в рабочее пространство.

Кассета и контрольная карточка упаковываются в бумагу или в полиэтиленовую пленку для предотвращения загрязнения образцов, и хранятся до установки в коррозионный зонд. Работы по установке образцов производятся в резиновых перчатках.

4.5. Техника работы с коррозионным зондом.

Коррозионный зонд предназначен для работы в жидкостных и газовых потоках с рабочим давлением до 10 атм. (при этом на штоке развивается усилие до 8–9 кгс) и давлением потока на кассету до 10 кгс.

Размер кассет с образцами и датчиков резистометрического или поляризационного типа соуславливает применение коррозионного зонда в рабочем пространстве с условным проходом 50,75 и 100 мм.

Работы по установке и снятию кассет выполняет оператор, ответственный за данный блок установки.

При работе с коррозионным зондом работы выполняются в следующей последовательности (рис. 3.).

- убедиться в том, что задвижка надежно перекрыта;

– осторожно отвернуть крышку зонда и снять её вместе со штоком;

– установить на шток датчик или кассету с образцами, завернув её до упора с натягом (т.к. в условиях вибрации кассета может отвернуться со штока). Снять с кассеты изолирующий чехол с контрольной карточкой, в которой указано место установки, номер кассеты, глубина погружения, и отметить время установки зонда. На штоке установить метку, указывающую на расположение плоскости образцов в кассете.

– ввести кассету в шлюзовую камеру, а камеру закрыть крышкой;

– осторожно приоткрыть задвижку и медленно заполнить шлюзовую камеру рабочей средой. Убедиться в отсутствии течей в уплотнениях крышки и сальника;

– ввести зонд в рабочее пространство аппарата или трубопровода, ориентируя плоскость образцов в кассете вдоль потока (по метке) и закрепить шток в необходимом положении (проволокой, если в зонде отсутствует стопорное устройство);

– в процессе выдержки образцов производится периодический контроль зондов на отсутствие течей в уплотнении крышки и сальника, сохранность ориентации образцов относительно рабочего потока;

– по окончании заданного времени выдержки образцов кассета с образцами переводится в шлюзовую камеру. Перевод штока в исходное положение производить плавно, противодействуя давлению среды, отпустить шток лишь убедившись, что он стоит на упоре. При этом оператор должен находиться несколько в стороне от направления движения штока;

– перекрыть задвижку. Продукты, рабочая температура которых представляет опасность ожога для оператора, необходимо остудить в шлюзовой камере до 30–40°С;

– осторожно на 0,5–1,5 оборота отвернуть крышку шлюзовой камеры и сбросить давление;

– слить продукт из шлюзовой камеры в специальную канистру, снять кассету с образцами и упаковать.

Сделать отметку в контрольной карточке о времени выемки кассеты из рабочего пространства. Установить крышку на корпус шлюза;

– образцы в кассетах немедля передать в лабораторию на обработку, а данные контрольной карточки занести в карту "4Н".

Коррозионные измерения с датчиками резистометрического или поляризационного типа производятся с помощью специальных электроизмерительных приборов - коррозиметров по прилагаемым к этим приборам методикам.

4.6. Обработка образцов после гравиметрических испытаний.

Сразу по окончании коррозионных испытаний необходимо произвести разборку кассеты и предварительную промывку элементов кассеты и образцов от смолистых и увлажненных рыхлых коррозионных отложений.

Способ удаления продуктов коррозии с поверхности образцов зависит от их состава и свойств:

- рыхлые продукты коррозии с плохой адгезией снимаются волосяной щеткой, деревянным шпателем или мягкой резинкой;

- плотные отложения с плохой адгезией снимаются с помощью отпущенного лезвия (твердость лезвия должна быть ниже твердости образца) приглаживающим движением "на себя" под небольшим углом к поверхности образца с последующей обработкой поверхности мягкой резинкой;

- хрупкие пленки продуктов коррозии снимаются скалыванием посредством легкого постукивания образца о твердый предмет с последующей обработкой мягкой резинкой;

- хрупкие пленки продуктов коррозии с хорошей адгезией (например, сульфидная окалина) снимаются с помощью химических или электрохимических методов травления (см.РТМ 26-01-21-68 "Руководящий технический материал. Методы коррозионных испытаний металлических материалов", раздел 6).

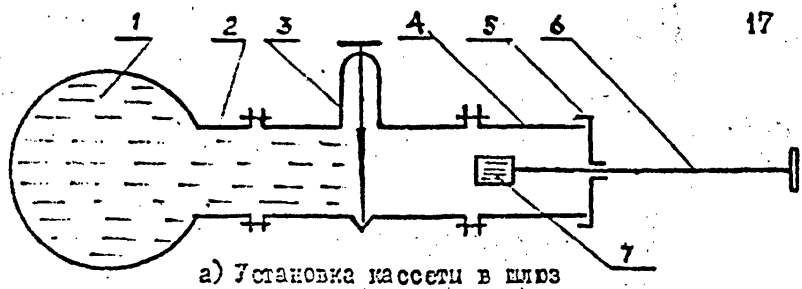
При наличии в продуктах коррозии смолистых отложений целесообразно чередовать механическую зачистку или химическое травление образцов с промывкой их в растворителе.

Данные о характере отложений отметить в карте "4Н".

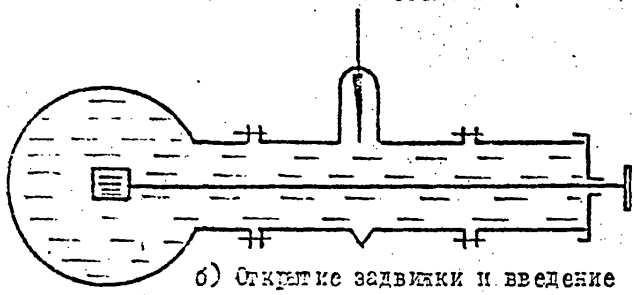
При необходимости продукты коррозии собираются для проведения анализов в стеклянные пробирки с пробкой.

По окончании снятия с поверхности образцов продуктов коррозии образцы обезжириваются и просушиваются как в п.4.4.

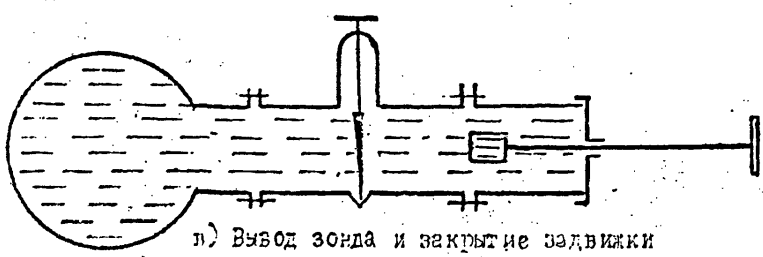
Взвешивание образцов после просушивания производится на тех же аналитических весах как в п.4.4. с точностью $2 \times 10^{-4}$г. Результаты взвешивания ($m_2$) заносятся в карту "4Н".



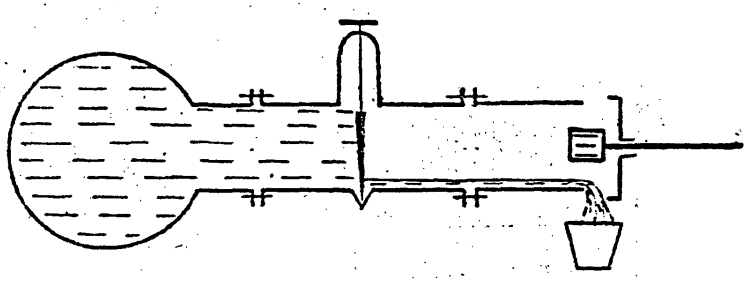

а) Установка кассеты в шлюз



б) Открытие задвижки и введение зонда в рабочую зону



в) Вывод зонда и закрытие задвижки



г) Закрытие шлюза и съём кассеты

Рис. 3. Последовательность выполнения операций при работе с коррозионным зондом

1- рабочий трубопровод; 2- врезной патрубок; 3- задвижка; 4- шлюзовая камера; 5- крышка камеры; 6- шток; 7- кассета с образцами.

4.7. Оценка результатов испытаний.

После очистки образцы подвергают визуальному осмотру с помощью лупы (кратность увеличения 6-12) для установления характера коррозии: общей (равномерной или неравномерной), точечной, язвенной и т.д.

Скорость коррозии материала при гравиметрических испытаниях определяется из расчета на равномерную общую коррозию по формуле:

$$П_г = \frac{8{,}76 \cdot 10^6 (m_1 - m_2)}{S t \rho}, \qquad (4.2)$$

где $П_г$ – скорость коррозии материала, мм/год;

$m_1, m_2$ – масса образца до начала испытаний и после очистки образца от отложения и продуктов коррозии, г;

$S$ – первоначальная поверхность образца, мм$^2$;

$t$ – продолжительность коррозионных испытаний, час. *)

$\rho$ – плотность материала, г/см$^3$.

Данные о плотности материалов даны в РТМ 26-01-21-68.

При необходимости плотность образцов можно рассчитать из данных о начальных массе и геометрических параметрах образцов:

$$\rho = \frac{10^3 \cdot m_1}{a \cdot b \cdot c - \frac{\pi d^2 \cdot c}{2}}. \qquad (4.3)$$

При неравномерной, точечной или язвенной коррозии образцов определяется глубина коррозионных поражений с помощью приспособления, изготавливаемого на базе индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм (например ИЧ-2 по ГОСТ 577-60).

Скорость коррозии материала, определенная резистометрическим методом, рассчитывается по формуле:

$$П_р = \frac{365 \cdot a \cdot d (N_2 - N_1)}{2 (t_2 - t_1)}, \qquad (4.4)$$

где $П_р$ – скорость коррозии материала, мм/год;

*) При проведении сравнительных коррозионных испытаний желательно принять одинаковую их продолжительность, например 7 суток (168 час).

$a$ – калибровочный коэффициент диапазона измерения в корозиметре;

$d$ – начальный диаметр проволочного образца, мм;

$(N_2-N_1)$ – количество делений шкалы, шкала прибора между двумя измерениями

$(t_2-t_1)$ – время между двумя измерениями, сутки.

Скорость коррозии материала, определенная методом поляризационного сопротивления, рассчитывается по формуле:

$$П_п = \frac{K}{R_п}, \qquad (4.5)$$

где Пп – скорость коррозии материала, мм/год;

К – константа датчика поляризационного типа, учитывающая электродвижущую силу электрохимического корозионного процесса, площадь и геометрию электродов датчика и коэффициенты размерности;

$R_п$ – поляризационное сопротивление датчика в агрессивной среде, измеренное коррозиметром, ом.

Зам.директора Н.В.Мартынов

Зав.лаб. № I5 Г.А.Акоян

Зав.лаб. № I3 В.Б.Серебряный

12.09.85

gost.e-ecolog.ru