

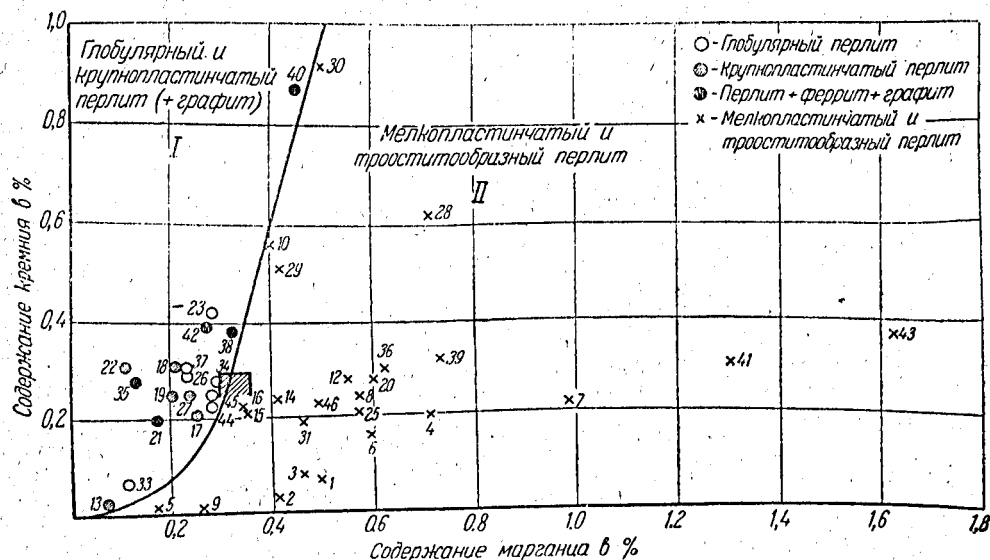


Рис. 18. Структурная диаграмма стали с различным содержанием кремния и марганца

## Выводы

1. Для полноты характеристики склонности стали к росту гранул требуется нахождение зависимости  $\Delta\gamma = f(T)$  на всем интервале температур, вплоть до оплавления.

2. Сокращенным путем характеристика склонности стали к росту гранул может быть получена сравнительным изучением вида излома стали, закаленной при соответствующей температуре.

3. Цементация с охлаждением от 900 до 600° в течение 10—12 час. является чувствительным средством выявления склонности стали к графитизации, а поэтому может быть принята, как метод массового контроля в заводских условиях.

4. Установлена и графически выражена связь между характером микроструктуры и

соотношением содержания кремния и марганца в стали.

5. Установлена связь мелкогранулярности тигельной стали в широком интервале температур с ее склонностью к графитизации.

6. График функции  $\Delta\gamma = f(T)$  имеет самостоятельное значение для характеристики стали и не связан с «зернистостью» по Мак-Квед—Эну.

Получена 20/VIII 1937

## Литература

1. И. С. Гаев и Б. С. Гендлер, За-  
водская лаборатория, 1, 71, 1937.
2. I. Vilella u. E. Bain, Metal Pro-  
gres, 39, 1936.
3. A. Phillips a. M. J. Weldon, Trans.  
Amer. Soc. for. Met., XXIII, 4, 886, 1935.

**Е. И. Гурович**

# Ускоренный метод определения коррозионной устойчивости железа и сталей

(Коллоидно-электрохимический институт АН СССР)

**От редакции.** В статье Е. И. Гуровича, к сожалению, отсутствует сопоставление результатов коррозионных испытаний, полученных по предлагаемому методу, со стандартными, принятыми на производстве и в исследовательских лабораториях. Предлагаемая аппаратура может быть рекомендована как опытная. В дальнейшем следует провести работу для установления сопоставительных коэффициентов.

Как известно, под действием паров воды на железо или сталь на поверхности металла образуются отдельные коррозионные центры\*. Нами было установлено, что число

этих коррозионных центров зависит от тем-

\* Акад. В. А. Кистяковский и Н. В. Кротов, "Экспериментальная проверка фильмовой теории коррозии металлов", Изв. АН., стр. 715-726, 1930 г.

пературы, концентрации паров иода и влажности: с увеличением температуры так же, как и с увеличением концентрации паров иода, число коррозионных центров растет, а с увеличением влажности уменьшается, по зато каждый центр увеличивается в объеме.

Это свойство паров иода образовывать отдельные коррозионные центры на железе и его сплавах и положено в основу нижеприведенного метода определения коррозионной устойчивости железа.

Предлагаемый нами прибор (рис. 1) представляет собою стеклянный сосуд *A* с пришлифованной крышкой *K* (стеклянный, хорошо полированный диск с шлифовкой по краю).

Сосуд *A* имеет 3 коленчатые отводные трубки с кранами *к*. Две вводные трубки *ВТ* (для паров иода и воды) впаяны в сосуд вблизи крышки *K*, чтобы облегчить попадание паров на металлический шлиф. Третья отводная трубка *ОТ* впаяна в нижней части сосуда (у его дна), чтобы в случае необходимости быстрее удалять (при помощи вакуума) тяжелые пары иода из сосуда. Внутри сосуда помещен стеклянный полированный кубик *С*, служащий столиком к микроскопу. На этот кубик кладется испытуемый образец металла.

Сосуд *A* помещается (рис. 2) в термостат *T*, снабженный термометром *t* и мешалкой *м*.

При помощи вакуумных каучуковых трубок к вводным трубкам присоединяются сосуда: один с мелкоистолченным иодом и другой с небольшим количеством воды.

Отводная трубка через буферный сосуд *B* и манометр *d* с делениями до 500 мм соединяется с водоструйным вакуумным насосом.

Исследуемая металлическая полированная пластинка помещается на кубик *С* и при помощи микроскопа *М* с осветителем *О* производятся необходимые исследования (подсчет числа коррозионных центров на 1 мм<sup>2</sup> поверхности шлифа).

Микроскоп может быть соединен с фотокамерой *F*; тогда при исследовании можно ограничиться фотографированием ряда шли-

фов и уже после этого производить подсчет числа коррозионных центров на шлифах.

В этом случае лучше применять фотокамеру с боковым тубусом  $\tau$ , который позволяет производить одновременно и фотографирование, и непосредственное наблюдение.

Сосуд *A* должен быть вначале отградуирован таким образом, чтобы в дальнейшем, по показаниям термометра и манометра, а также по времени пропускания паров иода и воды (15 сек.), можно было судить о концентрации этих паров. Концентрации определялись следующим образом: сосуд с парами иода, а также сосуд *A* выдерживались в термостате при необходимой температуре в течение 0,5—1 часа.

В это же время в сосуде *A* создавалось, при помощи насоса и манометра, необходимое давление (для последующего всасывания паров иода), после чего кран, ведущий к насосу, закрывался. В течение 15 сек. в сосуд *A* пропускались пары иода, затем эти пары при помощи резиновой груши перекачивались в течение 5 мин. в пипетку Гемпеля, содержащую 10 мл концентрированного раствора иодистого калия. Иод оттитровывался 0,001 н. раствором серноватистокислого натрия.

Можно раствор иодистого калия ввести непосредственно в сосуд *A* и, растворив весь иод, оттитровывать его.

Варируя начальное давление в сосуде *A* и температуру указанным способом, можно отградуировать сосуд на содержание в нем паров иода при различных указанных условиях.

Ниже приводим таблицу концентраций паров иода в грамм-молях на 1 л при различных начальных давлениях и температурах в сосуде *A* (см. табл. 1).

Так градуировался сосуд *A* на содержание в нем паров воды в зависимости от температуры и начального давления.

В этом случае концентрации паров воды определялись взвешиванием гигрометра (*V*-образной трубки с хлористым кальцием, имеющей у выходов по крану).

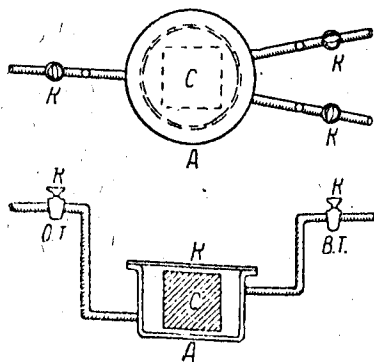


Рис. 1. Прибор для микрохимических исследований: *A* — стеклянный сосуд, *K* — пришлифованная крышка, *к* — краны, *ВТ* — вводные трубки, *ОТ* — отводная трубка, *С* — стеклянный полированный кубик

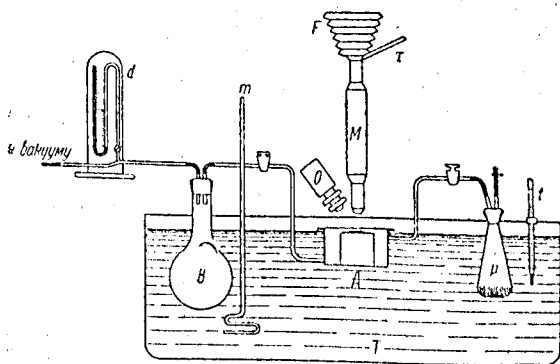


Рис. 2. Схема применения прибора для микрохимических исследований: *T* — термостат, *t* — термометр, *м* — мешалка, *B* — буферный сосуд, *d* — манометр, *М* — микроскоп, *О* — осветитель, *F* — фотокамера,  $\tau$  — боковой тубус

Таблица 1

Концентрация паров  $J_2$  ( $C_{J_2}$ ) в грамм-молях на 1 л при различных температурах и начальных давлениях в сосуде А

| Начальное давление в сосуде А<br>нач. $P$ в мм | 15°          | 20°          | 25°          | 30°           | 35°           | 40°           |
|------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 400                                            | $7.10^{-7}$  | $20.10^{-7}$ | $38.10^{-7}$ | $57.10^{-7}$  | $82.10^{-7}$  | $99.10^{-7}$  |
| 300                                            | $13.10^{-7}$ | $29.10^{-7}$ | $53.10^{-7}$ | $64.10^{-7}$  | $91.10^{-7}$  | $149.10^{-7}$ |
| 200                                            | $20.10^{-7}$ | $43.10^{-7}$ | $58.10^{-7}$ | $71.10^{-7}$  | $149.10^{-7}$ | $200.10^{-7}$ |
| 150                                            | $27.10^{-7}$ | $51.10^{-7}$ | $68.10^{-7}$ | $73.10^{-7}$  | $161.10^{-7}$ | $301.10^{-7}$ |
| 100                                            | $43.10^{-7}$ | $61.10^{-7}$ | $79.10^{-7}$ | $122.10^{-7}$ | $276.10^{-7}$ | $406.10^{-7}$ |

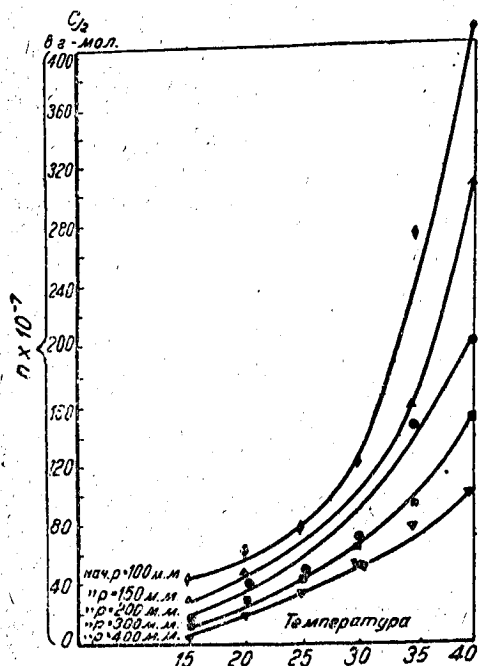


Рис. 3. Изменение концентраций паров  $J_2$  в зависимости от температуры при различных начальных давлениях в сосуде

Гигрометр одним концом соединялся с сосудом А, а другим через прямую хлоркальциевую трубку был соединен с водяным аспиратором емкостью в 1 л. Из аспиратора вода вытекала в течение 12—15 мин. и, таким образом, в течение этого времени происходило перемещение влаги из сосуда А в гигрометр. Для того чтобы в гигрометр попадала влага только из сосуда А, к одной из трубок последнего, подающей в это время воздух извне, была присоединена хлоркальциевая трубка.

Как результаты этой градуировки на влажность, ниже приводим таблицу содержания паров в грамм-молях на 1 л, при различных температурах и начальных давлениях в сосуде А (см. табл. 2).

На основании вышеприведенных таблиц, нами были составлены кривые концентрации паров иода и воды в зависимости от вышеуказанных условий (рис. 3 и 4).

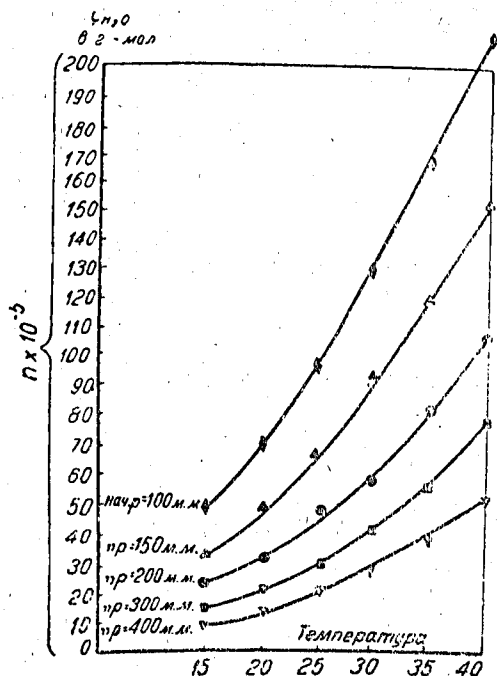
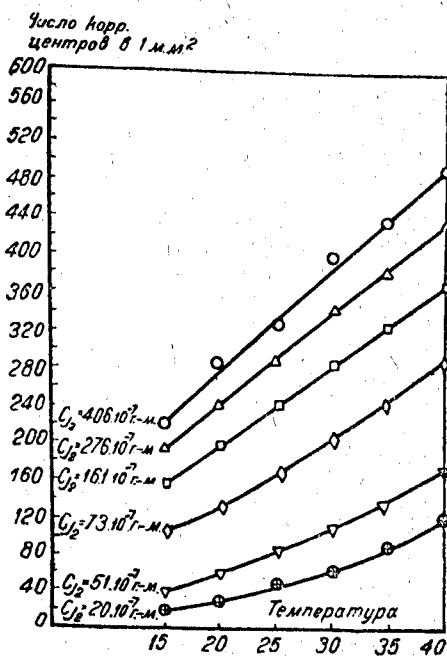
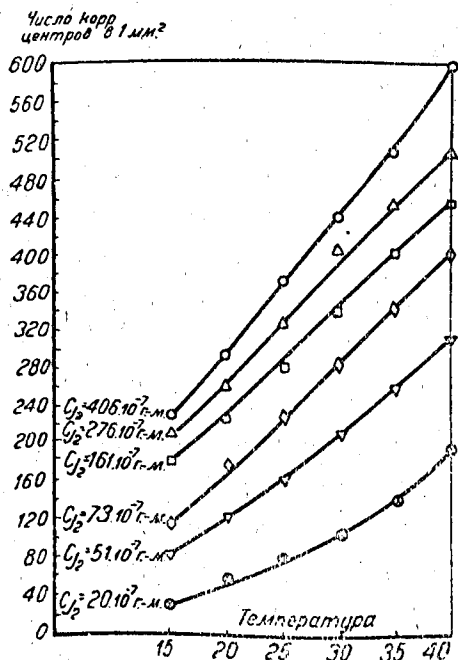
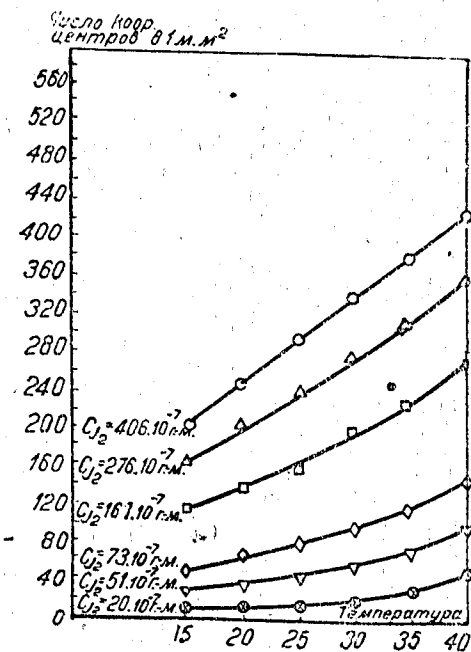
Эти кривые показывают, что концентрация паров иода и воды увеличивается с повышением температуры и понижением начального давления в сосуде А.

По закону Дальтона (который в нашем случае можно формулировать так: «Если пары двух или нескольких веществ не действуют друг на друга химически, то наступившее равновесие равно сумме парциальных давлений компонентов») раздельное градуирование сосуда А на содержание в нем паров иода, с одной стороны, и па-

Таблица 2

Концентрация паров  $H_2O$  ( $C_{H_2O}$ ) в грамм-молях на 1 л при различных температурах и начальных давлениях в сосуде А

| Начальное давление в сосуде А<br>(нач. $P$ ) в мм | 15°          | 20°          | 25°          | 30°           | 35°           | 40°           |
|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 400                                               | $10.10^{-5}$ | $14.10^{-5}$ | $23.10^{-5}$ | $30.10^{-5}$  | $41.10^{-5}$  | $54.10^{-5}$  |
| 300                                               | $15.10^{-5}$ | $22.10^{-5}$ | $32.10^{-5}$ | $43.10^{-5}$  | $57.10^{-5}$  | $80.10^{-5}$  |
| 200                                               | $25.10^{-5}$ | $33.10^{-5}$ | $48.10^{-5}$ | $60.10^{-5}$  | $84.10^{-5}$  | $110.10^{-5}$ |
| 150                                               | $35.10^{-5}$ | $50.10^{-5}$ | $68.10^{-5}$ | $95.10^{-5}$  | $121.10^{-5}$ | $153.10^{-5}$ |
| 100                                               | $51.10^{-5}$ | $71.10^{-5}$ | $97.10^{-5}$ | $132.10^{-5}$ | $168.10^{-5}$ | $211.10^{-5}$ |

Рис. 4. То же, что и на рис. 3, для паров  $H_2O$ Рис. 6. То же, что и на рис. 5, при  $C_{H_2O} = \text{const}$  и  $C_{H_2O} = 110 \cdot 10^{-5}$  г-м/лРис. 5. Зависимость числа коррозионных центров от температуры при  $C_{H_2O} = \text{const}$  и  $C_{H_2O} = 10 \cdot 10^{-5}$  г-м/лРис. 7. То же, что и на рис. 5 при  $C_{H_2O} = \text{const}$  и  $C_{H_2O} = 211 \cdot 10^{-5}$  г-м/л

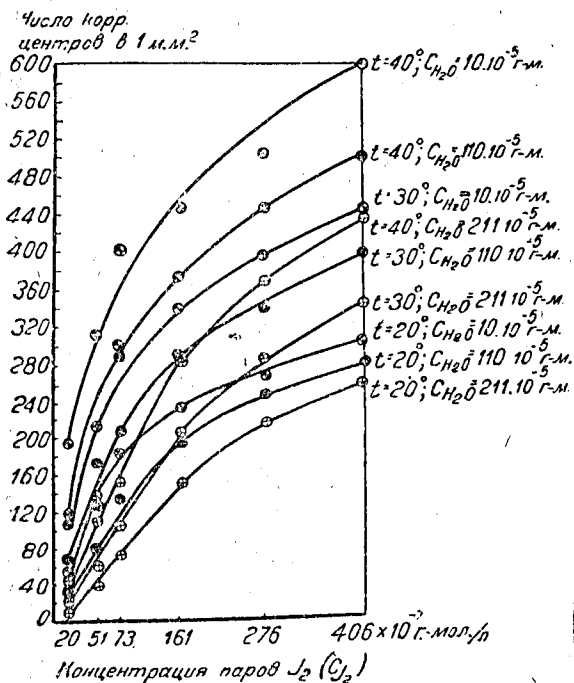


Рис. 8. Зависимость числа коррозионных центров от  $C_{I_2}$  при  $t = \text{const}$  и  $C_{H_2O} = \text{const}$

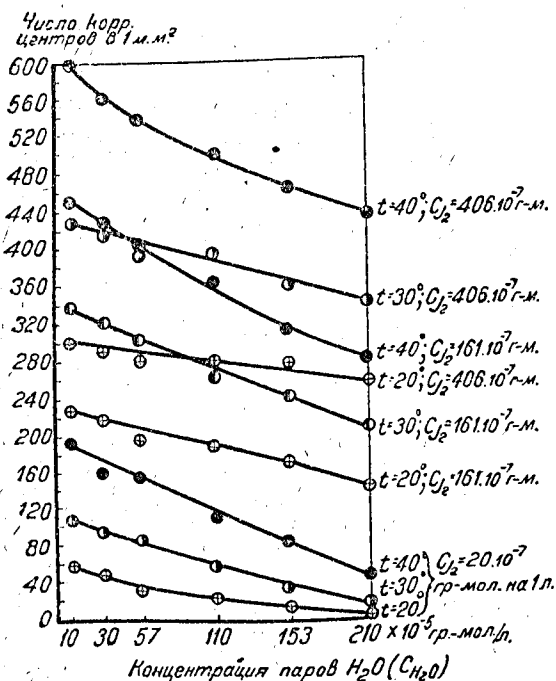


Рис. 9. Зависимость числа коррозионных центров от  $C_{H_2O}$  при  $t = \text{const}$  и  $C_{I_2} = \text{const}$

ров воды — с другой стороны — вполне допустимо, так как в литературе нами не найдено данных о химическом взаимодействии паров йода и воды.

Пользуясь описанной градуировкой сосуда А, мы производили подсчет чисел коррозионных центров в зависимости от температуры и концентрации паров йода и паров воды. В случаях, когда нужно было сочетать такие концентрации паров йода и паров воды, которые в условиях градуировки получаются при различных температурах, мы выносили сосуды с иодом и водой в другие термостаты.

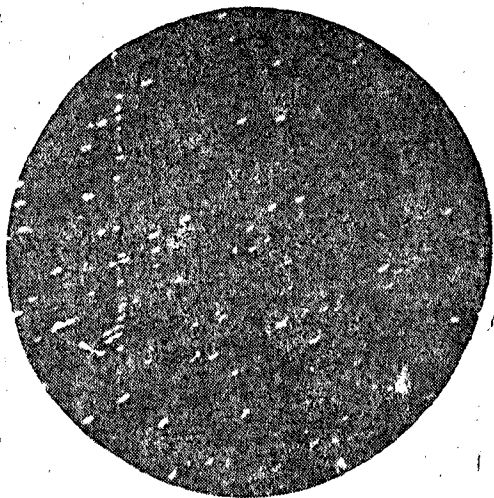


Рис. 10. Микрофотография с различным числом коррозионных центров

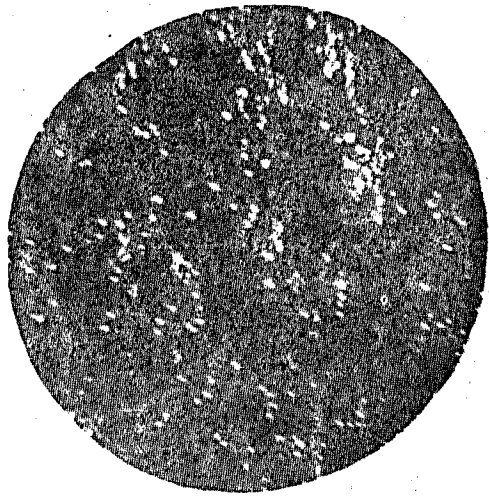


Рис. 11. То же, что и на рис. 10.

Ниже приводим кривые зависимости чисел коррозионных центров от температуры (рис. 5, 6 и 7), от концентрации паров иода (рис. 8) и от концентрации паров воды (рис. 9).

Микрофотографии (рис. 10 и 11) показывают, что число коррозионных центров в зависимости от условий различно.

Для этих исследований рекомендуется брать увеличение  $\times 180-200$ . В наших исследованиях мы не придавали особого значения вопросам качества металла, поэтому исследование велось главным образом на одном сорте железа. Однако, как известно, поверхность металла всегда покрыта пленкой (оксидной или другого происхождения), качество которой для каждого сорта железа или стали должно быть в обычных условиях более или менее постоянным. Поэтому нам кажется, что описанный метод может быть

применен для быстрого определения коррозионной устойчивости железа и сталей, ибо, как показали наши исследования, коррозионные центры образуются в наиболее слабых местах пленки, покрывающей металл, а качество пленки характеризуется именно количеством этих слабых в коррозионном отношении мест пленки.

Преимущество описанного метода состоит в том, что, после градуировки сосуда А, каждое отдельное исследование потребует максимум 2—3 мин., если не брать высоких концентраций паров иода.

Описанный метод может быть также использован в целом ряде исследований поверхностных явлений, в которых необходимы микронаблюдения в момент воздействия паров или газов на изучаемую поверхность.

Получена 14/IV 1937

А. Н. Туманов

## Методика испытания на коррозию оксидированных алюминиевых сплавов

(Всесоюзный институт авиационных материалов)

В данной статье рассматриваются способы испытания оксидированных алюминиевых сплавов, устанавливающие защитные свойства оксидной пленки.

Наиболее доброкачественные оксидные пленки как в смысле механической прочности (твердости), так и в отношении защиты металла от коррозии получают методом анодной поляризации в растворах кислот (например хромовой, серной). Особого внимания, как электролит, заслуживает серная кислота, режим работы в которой весьма прост, и оксидные пленки, получаемые в ней, отличаются хорошими защитными свойствами<sup>1</sup>.

Но в процессе оксидирования, особенно при массовом производстве, имеют место случаи получения недостаточно хорошо сформировавшейся оксидной пленки (благодаря неправильному режиму работы ванны, плохим контактам, недостаточно хорошему обезжириванию и др.), что резко снижает защитные свойства оксидировки.

Следовательно, контроль качества оксидной пленки и, в первую очередь, ее защитных против коррозии свойств является существенно необходимым для гарантии ее хороших эксплуатационных свойств.

Защитные свойства оксидной пленки в основном зависят от ее плотности, отсутствия пористости.

По внешнему виду покрытия, при суб-

микроскопически малых величинах пор<sup>2</sup>, судить о его качестве не представляется возможным.

Методика коррозионных испытаний, применяющаяся в настоящее время для оксидированных алюминиевых сплавов, в основном та же, что для коррозионных испытаний вообще<sup>3</sup>:

1) испытание во влажной атмосфере (влажная камера); продолжительность испытания оксидированных алюминиевых сплавов в этих условиях, до получения заметных результатов по потере механических свойств, 60—90 суток;

2) погружение в синтетическую морскую воду (шпиндельный аппарат); начало коррозии хорошо оксидированных алюминиевых сплавов при этом испытании наблюдается через 30—40 суток;

3) испытание при переменном намочении в морской воде и высушивании на воздухе (колесо Гарднера); коррозионный эффект такого испытания оксидированных образцов появляется на 80—90 суток.

Испытание в естественных условиях—в атмосфере—весьма длительно, требует 3—5 лет; в морских условиях оксидированные листы толщиной 1 мм из алюминиевых сплавов испытываются не меньше 1 мес.

Такие сроки испытаний совершенно неприемлемы для целей заводского контроля.

<sup>1</sup> Dr. J. Walter-jun., Aluminium — Archiv, Bd. 1; J. Bailly et A. Dumas, Revue de l'aluminium, 74, 2983, 1935; Англ. пат. 290901; Амер. пат. 1869058; Швейц. пат. 136600.

<sup>2</sup> См. например W. J. Müller, Bedeckungs theorie der Passivität, 1934 (прим. редакции).

<sup>3</sup> В. О. Крениг и С. Е. Павлов, Заводская лаборатория, 8, 30, 1933.