

В. А. НЕМИЛОВ, А. А. РУДНИЦКИЙ и Р. С. ПОЛЯКОВА

### • О СПЛАВАХ ПАЛЛАДИЯ С РОДИЕМ

Единственные литературные данные о свойствах сплавов палладия с родием принадлежат Тамману и Роха [1], которые в 1931 г. исследовали твердость по Бринеллю и микроструктуру сплавов, а также поглощение сплавами водорода, при применении их в качестве катода в процессе электролиза серной кислоты. Изменение диаметров отпечатков при исследовании твердости по Бринеллю представлено плавной кривой с пологим минимумом, что указывает на наличие в системе непрерывного ряда твердых растворов.

Настоящее исследование системы палладий — родий произведено методами твердости по Бринеллю, электросопротивления и его температурного коэффициента, микроструктуры и частично сопротивления разрыву, удлинения и термоэлектродвижущей силы в паре с платиной.

Исходными материалами служили губчатый палладий и губчатый родий с содержанием примесей около 0.01 %. Приготовление сплавов производили в высокочастотной печи, в корундизовых тиглях.

Вес сплавов составлял около 10 г.

Угар при плавке был очень незначителен — от 0.005 до 0.05 г, т. е. от 0.05 до 0.5 %, что позволило не производить анализа сплавов.

После шлифовки и полировки все сплавы были подвергнуты отжигу при 1100° в течение 8 суток с последующим медленным охлаждением в течение 5 суток. Вследствие того что в сплавах, содержащих 20 и более процентов родия, как показало исследование микроструктуры, не наступило выравнивания концентраций, сплавы были отожжены при 1400° в течение 4 час. Однако и этот отжиг не дал положительных результатов у сплавов, содержащих от 40 до 90% родия.

Полное выравнивание концентрации в этих сплавах наступило только после нового 4-часового отжига при 1450°.

Измерение твердости производили после каждой операции отжига по методу Бринелля при нагрузке 250 кг и диаметре шарика 10 мм. Полученные после второго отжига величины твердости не изменились после третьего отжига. Результаты измерения твердости полностью отожженных сплавов приведены в таблице и на фиг. 1. Кривая твердости представлена кривой с пологим максимумом, что указывает на образование в системе непрерывного ряда твердых растворов.

Образцы для изучения электросопротивления и его температурного коэффициента приготовляли посредством прокатки и протяжки в проволоку из сплавов с содержанием родия до 40% и посредством насасывания жидкого сплава в фарфоровые трубочки из сплавов с содержанием родия 50% и больше, так как уже сплав с 40% родия прокатывался и протягивался в проволоку с большим трудом.

Электросопротивление сплавов измеряли при 25 и 100° при помощи потенциометра.

Перед измерением все образцы были подвергнуты отжигу: сплавы с содержанием родия до 40% при  $1200^{\circ}$ , остальные при  $1400^{\circ}$  в течение 4 час.

Данные для электросопротивления и температурного коэффициента электросопротивления, вычисленного в интервале 25—400°, приведены в таблице и на диаграммах фиг. 2. Формы кривых электросопротивления и его температурного коэффициента, представляющие кривую с пологим максимумом для электросопротивления и кривую с пологим минимумом для его температурного коэффициента, в соответствии с кривой твердости по Бринеллю (фиг. 1), указывают на наличие в системе непрерывного ряда твердых растворов.

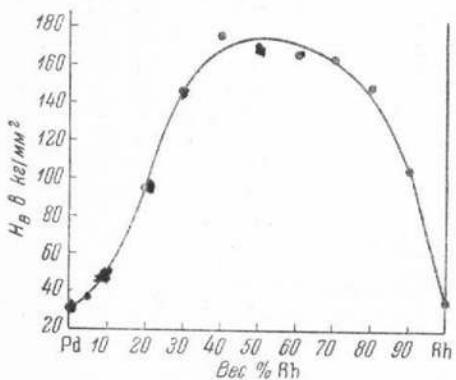
Проволоки, полученные из сплавов с содержанием родия до 40% посредством прокатки и протяжки, послужили для определения сопротивления разрыву и удлинения. Измерения производились на предварительно отожженных образцах при расчетной длине 50 мм и диаметре 1 мм.

Результаты измерений приведены в таблице и на фиг. 3. Сопротивление разрыву возрастает при прибавлении родия к палладию, достигает максимума около 30% родия и затем понижается к 40%. Удлинение у сплавов с содержанием родия до 30%, довольно значительное, резко падает до 2% у сплава, содержащего 40% родия.

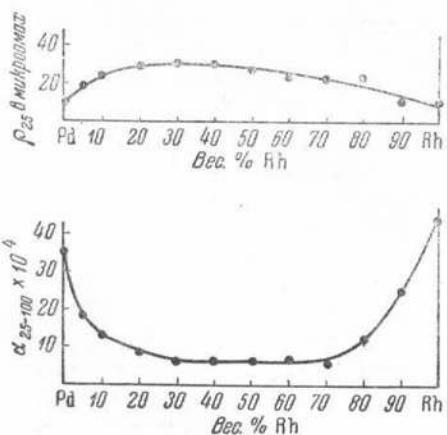
Определение величины термоэлектродвижущей силы в паре с платиной производили при помощи потенциометра. Образцы длиной 1 м и диаметром 0.5 мм изготавливали посредством прокатки и протяжки. Удалось получить образцы из сплавов с

Таблица свойств сплавов наладии с родием

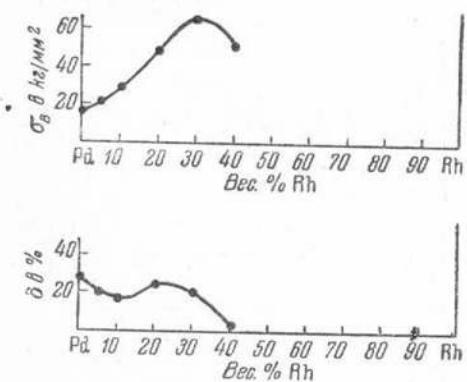
пределельным содержанием родия 30%. Для снятия наклела проволоки предварительно отжигали при  $1000^{\circ}$  в течение 1 часа. Результаты измерений для температур горячего спая от 100 до  $1000^{\circ}$  (холодный спай при  $0^{\circ}$ ) приведены в таблице и на диаграммах фиг. 4. Отрицательная



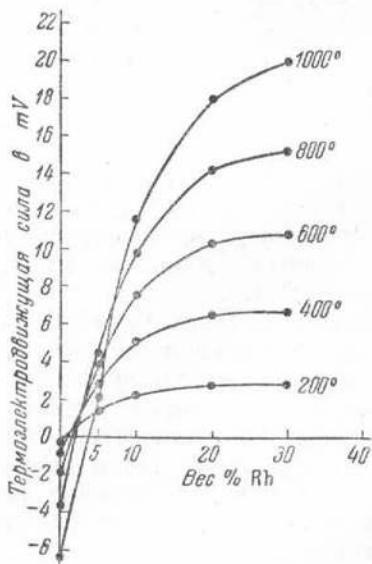
Фиг. 1. Диаграмма твердости по Бринеллю ( $H_B$ ) системы палладий — родий



Фиг. 2. Диаграмма удельного электросопротивления при  $25^{\circ}$  ( $\rho_{25}$ ) и температурного коэффициента электросопротивления в интервале  $25-100^{\circ}$  ( $\alpha_{25-100}^{\circ}$ ) сплавов палладия с родием



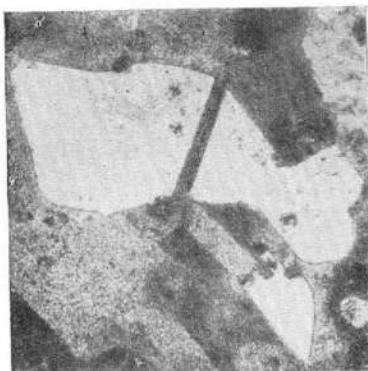
Фиг. 3. Диаграмма временного сопротивления разрыву ( $\sigma_B$ ) и процентное удлинение ( $\delta$ ) сплавов палладия с родием



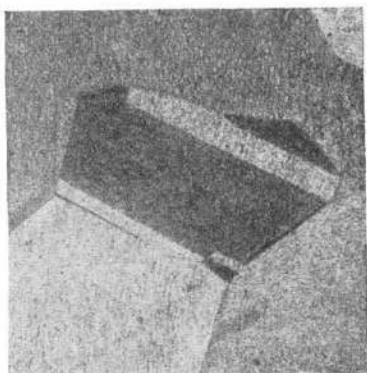
Фиг. 4. Термоэлектродвижущая сила сплавов палладия с родием в паре с платиной

для палладия в паре с платиной термоэлектродвижущая сила, при приведении к палладию родия, возрастает до 20 милливольт при  $1000^{\circ}$  горячего спая и содержании родия 30%.

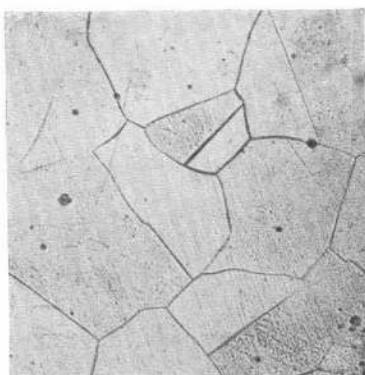
Микроструктура сплавов изучалась на образцах, служивших для



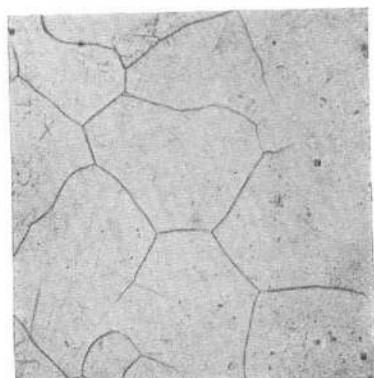
5



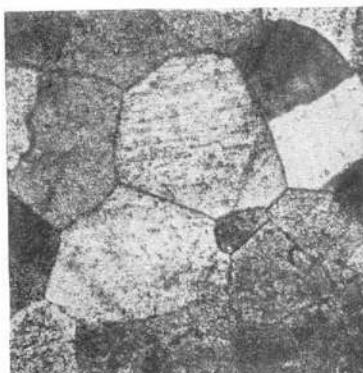
6



7



8



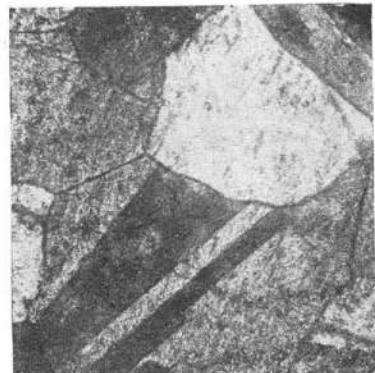
9

Фиг. 5. 95% Pd, 5% Rh, отожжен.  
 $1100^\circ \times 185$

Фиг. 6. 90% Pd, 10% Rh, отожжен.  
 $1150^\circ \times 185$

Фиг. 7. 70% Pd, 30% Rh, отожжен.  
 $1400^\circ \times 185$

Сектор платины



10

Фиг. 8. 50% Pd, 50% Rh, отожжен.  
 $1450^\circ \times 185$

Фиг. 9. 30% Pd, 70% Rh, отожжен.  
 $1450^\circ \times 185$

Фиг. 10. 10% Pd, 90% Rh, отожжен.  
 $1450^\circ \times 185$



изучения твердости. В качестве травителя для сплавов с содержанием родия до 50% применялась царская водка, причем сплавы со значительным содержанием родия травили царской водкой только при длительном кипячении. При большем чем 50% содержании родия для травления сплавов применяли расплавленную смесь кислого сернокислого калия, перекиси марганца и хлористого натрия, применявшуюся ранее для травления сплавов платины с иридием [2].

Результаты изучения микроструктуры полностью отожженных сплавов приведены на фиг. 5—10. Все микрофотографии показывают наличие твердых растворов.

### ВЫВОДЫ

Исследование системы палладий — родий, произведенное методами твердости по Бринеллю, электросопротивления и его температурного коэффициента, микроструктуры и частично методами сопротивления разрыву, удлинения и термоэлектродвижущей силы в паре с платиной показало, что палладий и родий образуют непрерывный ряд твердых растворов.

Поступило в редакцию  
27 мая 1949 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. G. Tammann u. G. Rocha. Festschrift z. 50-jähr. Bestehen d. Platinschmelze. G. Siebert, Hanau, 1931.
2. В. А. Немилов. Изв. Ин-та платины, вып. 7, 13 (1929).