

В. А. НЕМИЛОВ и Т. А. ВИДУСОВА

О СПЛАВАХ ПАЛЛАДИЯ С ИРИДИЕМ

До сего времени систематического исследования сплавов палладия с иридием произведено не было. Имеются только данные Картера [1] о свойствах четырех сплавов палладия с 5, 10, 15 и 20% иридия. Настоящее исследование произведено методами твердости по Бринеллю и Виккерсу, микроструктуры и, для сплавов с содержанием иридия до 20%, методами электросопротивления и его температурного коэффициента, сопротивления разрыву и удлинения.

В качестве исходных материалов были применены палладий и иридий с содержанием примесей около 0.01%. Плавку навесок в 20 г производили в высокочастотной печи в корундовых тиглях для сплавов с содержанием иридия до 60% и в тиглях из окиси циркония — для более богатых иридием сплавов. Угар при плавке не превосходил 0.05%, и поэтому химические анализы не производились.

После надлежащей подготовки поверхностей для изучения твердости и микроструктуры все сплавы были подвергнуты отжигу в течение 10 суток при 1100°. Исследование микроструктуры сплавов после отжига при 1100° показало, что только в сплавах с содержанием иридия до 20% произошло выравнивание концентраций, остальные же сплавы имели грубодендритную структуру. Почти полного выравнивания концентраций и уничтожения дендритной структуры удалось добиться после 23-часового отжига

Свойства сплавов палладий — иридий

Таблица 1

Состав сплавов (в вес. %)		Твердость по Бринеллю $H_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	Твердость по Виккерсу (в кг/мм <sup>2</sup> )	Удельное электросопротивление $\rho$ (в микроомах)		Температурный коэффициент электросопротивления $\alpha_{25-100} \times 10^4$	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $\delta$ (в %)
Pd	Ir			при 25°	при 100°			
100	—	31.5	—	13.01	15.71	30.80	19.35	41.7
95	5	41.5	49.6	18.57	21.08	18.87	20.5	33.3
90	10	52.5	49.3	25.45	28.04	14.04	33.5	20.5
80	20	115.2	113.3	31.79	33.56	7.56	71.3	13.3
70	30	149.5	143.3	—	—	—	—	—
60	40	181.5	166.6	—	—	—	—	—
50	50	245.2	215.0	—	—	—	—	—
40	60	248.0	267.5	—	—	—	—	—
30	70	245.0	326.3	—	—	—	—	—
20	80	315.0	367.5	—	—	—	—	—
10	90	232.5	254.5	—	—	—	—	—
—	100	163.1	—	—	—	—	—	—

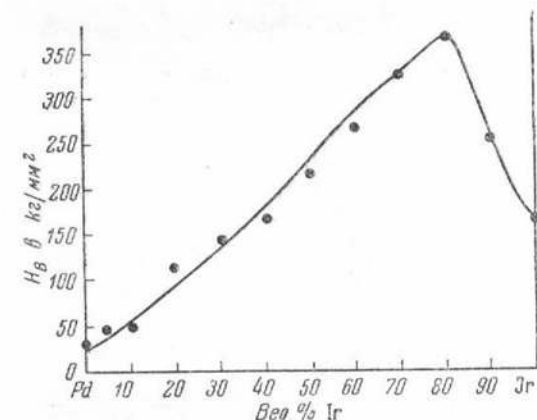
при  $1550^{\circ}$  у сплавов с содержанием иридия 30—60%; для отжига сплавов с 70—90% иридия потребовался дополнительный отжиг в высокочастотной печи при  $1600^{\circ}$  в течение непродолжительного времени.

### 1. Твердость

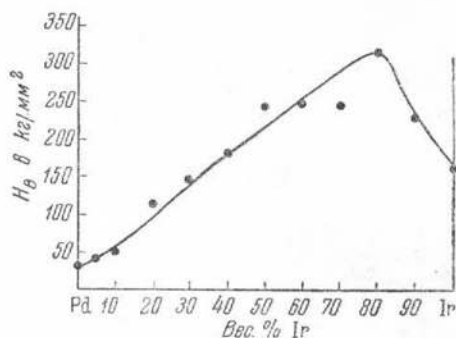
После отжига все сплавы были подвергнуты изучению твердости. Исследование твердости было произведено по методу Бринелля при нагрузке 250 кг и диаметре шарика 10 мм и по методу Виккерса алмазной пирамидой при нагрузке 30 кг. Результаты измерений приведены в табл. 1 и на диаграммах фиг. 1 и 2. Изменение твердости системы по кривым с пологим максимумом, в соответствии с законом Курнакова об изменении свойств в двойных системах, указывает на наличие в системе непрерывного ряда твердых растворов.

### 2. Микроструктура

Травление шлифов сплавов с содержанием иридия до 20% производили спиртовым раствором брома; для сплавов с большим содержанием иридия применяли расплавленную смесь натриевой селитры и поташа.



Фиг. 2. Диаграмма твердости по Виккерсу системы палладий — иридий



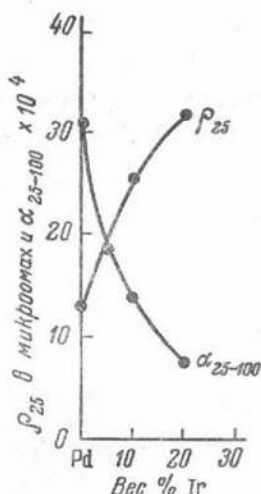
Фиг. 1. Диаграмма твердости по Бринеллю ( $H_B$ ) системы палладий — иридий

Исследование микроструктуры сплавов показало наличие в системе непрерывного ряда твердых растворов. На фиг. 3—8 представлены микроструктуры ряда отожженных сплавов. Все они образованы полиэдрами твердого раствора. На фиг. 7 сплава, содержащего 50% иридия, внутри полиэдров видны остатки невыравнившихся при отжиге дендритов, даже отжиг при  $1550^{\circ}$  в течение 23 час. оказался недостаточным для полного выравнивания концентраций твердого раствора.

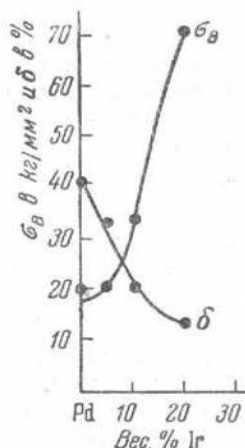
### 3. Электросопротивление и его температурный коэффициент

Сплавы с содержанием иридия до 20% достаточно пластичны и могут быть прокатаны и протянуты в проволоку. При большем содержании иридия прокатка сплавов не представляется возможной. Исследование электросопротивления и его температурного коэффициента было произведено на сплавах с содержанием иридия до 20%. Результаты испытаний приведены в таблице и на диаграмме фиг. 9. При прибавлении иридия

к палладию электросопротивление возрастает, а его температурный коэффициент плавно понижается, как это и должно быть при образовании двойных твердых растворов.



Фиг. 9. Диаграмма удельного электросопротивления при 25° ( $\rho_{25}$ ) и его температурного коэффициента в интервале 25—100° ( $\alpha_{25-100}$ ) сплавов палладия с иридием



Фиг. 10. Диаграмма временного сопротивления разрыву ( $\sigma_B$ ) и процентное удлинение ( $\delta$ ) сплавов палладия с иридием

#### 4. Сопротивление разрыву и удлинение

Временное сопротивление разрыву и удлинение были определены у сплавов с содержанием иридия до 20% на проволоках диаметром 1 мм при расчетной длине 100 мм. Испытание образцов производили на 100-кг разрывной машине. Результаты испытаний приведены в таблице и на диаграммах фиг. 10. При прибавлении иридия к палладию временное сопротивление разрыву повышается, достигая при 20% иридия значительной величины: 70 кг на 1 мм<sup>2</sup>. Процентное удлинение падает от чистого палладия по мере увеличения содержания в нем иридия.

#### ВЫВОДЫ

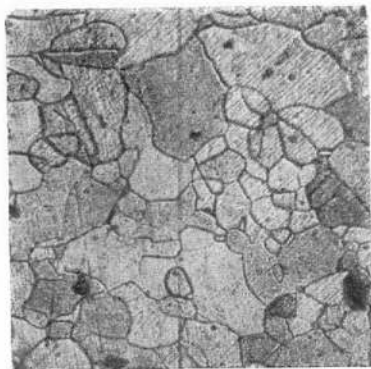
Система палладий — иридий изучена методами твердости, по Бринеллю и Виккерсу, микроструктуры и, в области сплавов, богатых палладием, методами электросопротивления и его температурного коэффициента, а также сопротивления разрыву и удлинения.

Результаты исследования всеми примененными методами указывают на наличие в системе непрерывного ряда твердых растворов.

Поступило в редакцию  
1 октября 1949 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

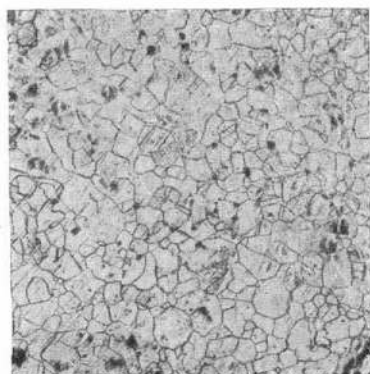
1. F. Carter. Proc. of the Inst. Met. Div. Amer. Inst. Min. Met. Eng. 759 (1928).



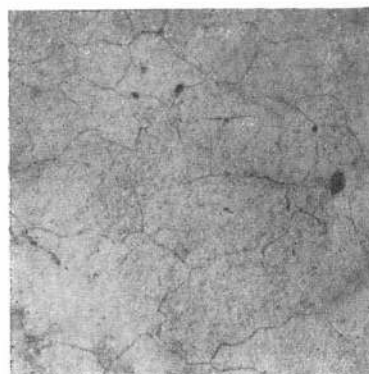
3



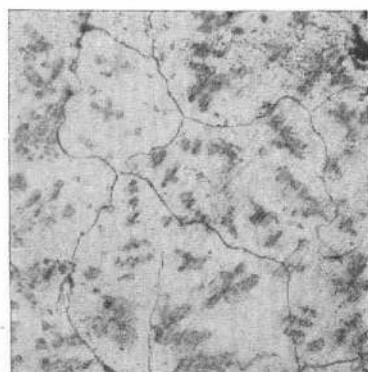
4



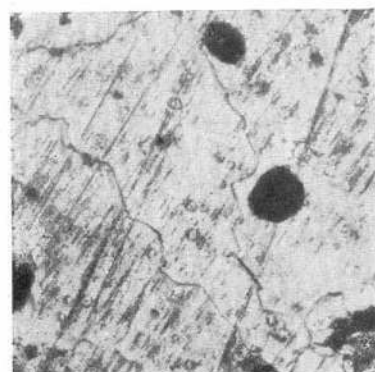
5



6



7



8

Фиг. 3. 95% Pd, 5% Ir.  $\times 100$   
Фиг. 4. 90% Pd, 10% Ir.  $\times 100$   
Фиг. 5. 80% Pd, 20% Ir.  $\times 100$

Фиг. 6. 60% Pd, 40% Ir.  $\times 100$   
Фиг. 7. 50% Pd, 50% Ir.  $\times 100$   
Фиг. 8. 10% Pd, 90% Ir.  $\times 100$

