

использованы монокристаллы платиновых металлов совершенной структуры чистотой не менее 99.995% мас. В монокристаллах отсутствует главный структурный дефект – такой, как границы зерен. Искажения кристаллической структуры, связанные с присутствием дислокаций и блоков разориентировки, находятся на уровне наноразмеров. В процессе пластической деформации монокристаллов формируется мелкодисперсная структура с определенной кристаллографической ориентацией, которая и обеспечивает в дальнейшем особые свойства полученным из них деформированным полуфабрикатам – повышенную прочность и жаростойкость, высокую пластичность, коррозионную стойкость. Предлагаемая технология изготовления конструкционных материалов позволяет существенно повысить эксплуатационные свойства и срок службы изделий.

### **3.20. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ВОДОРОДНОЙ МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

<sup>1</sup>Сивков М.Н., <sup>1</sup>Саханская И.Н., <sup>2</sup>Словецкий Д.И., ., Чистов Е.М.,  
<sup>3</sup>Рошан Н.Р., <sup>3</sup>Бурханов Г.С.

<sup>1</sup>ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов»,  
620014, РФ, г.Екатеринбург, пр. Ленина, 8, [sach-ir@yandex.ru](mailto:sach-ir@yandex.ru);

<sup>2</sup>ЗАО «СИНПЛАЗ», РФ;

<sup>3</sup>ИМЕТ им. Байкова, РФ, Москва

Проблема создания надежных промышленных аппаратов, способных извлекать чистый водород из газовых смесей переработки углеводородного сырья, эффективно решается применением металлических мембран на основе палладия, который обладает уникальным свойством избирательной проницаемости в отношении водорода.

Отсутствие достаточной номенклатуры сплавов сдерживает реализацию новых технических решений в отношении использования мембранной технологии в отраслях промышленного производства. Выбор сплава, обладающего максимальной водородопроницаемостью, высокими физико-механическими свойствами и стойкостью в атмосфере коррозионно-активных газовых смесей, является главной проблемой при разработке конструкций мембранных элементов.

Перспективны сплавы палладия, легированные элементами III – й группы Периодической системы, исследования которых показали их

высокую технологичность при обработке давлением. Сплавы обеспечивают необходимые прочностные характеристики при эксплуатации в диапазоне температур от 100 °С до 650 °С и перепадах давления между реакторными зонами до 10 атм.

Методами металлографии, рентгеноспектрального анализа, измерения механических и физико-химических свойств исследованы сплавы систем Pd-Y, Pd-Y-Ru, Pd-In-Ru. Изучено влияние способа плавки на технологичность сплавов, уточнены температуры плавления сплавов и выбран оптимальный режим двойного переплава с предварительным изготовлением лигатуры.

Поскольку в процессе сварки мембран с конструкционными элементами температура может достигать 1000 °С, проведено исследование влияния термического разупрочнения (отжиг при T = 400 - 1000 °С) на микроструктуру и твердость сплавов. При металлографическом изучении структуры использован количественный анализ изображения «SIAMS Photolab».

Показано, что в деформированном состоянии (степень деформации 75%) сплав PdInRu-6-0.5 имеет твердость 120 HV, но уже после одночасового отжига при температуре 400 °С твердость падает до 85 HV; сплав находится в полностью рекристаллизованном состоянии со средней величиной зерна 80 мкм. При дальнейшем повышении температуры отжига до 1000 °С наблюдается незначительное снижение твердости до 80 HV и увеличение размера зерна до 170 мкм.

Сплав PdY-7 является высокопрочным сплавом: твердость в деформированном состоянии (степень деформации 50%) составляет 320 – 340 HV, в отожженном (рекристаллизованном) состоянии - 200 - 210 HV. С увеличением температуры отжига от 600 °С до 1000 °С (время выдержки 60 мин) средняя величина изменяется от 10 мкм до 60 мкм.

Проведено сравнение свойств сплавов PdY-7 и PdInRu-6-0.5 с палладий – серебряными сплавами, применяемыми отечественной промышленностью и за рубежом. Показано, что использование сплавов палладия с иттрием и индием повышает прочностные свойства мембран и их работоспособность в водородосодержащих средах с концентрацией углеводородов на уровне 60 об. %.

Разработана промышленная технология изготовления фильтрующих мембран толщиной до 30 мкм из сплавов на основе палладия.