

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО МЕДНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТИТАН, ТАНТАЛ, НЕРЖАВЕЮЩУЮ СТАЛЬ ДЛЯ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ

Л. В. Канафеева, Е. В. Морозова, А. И. Кориунов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

В настоящее время наметились новые пути повышения свойств конструкционных материалов за счет целенаправленного формирования ультрамелкозернистой структуры, в частности, способ равноканального углового прессования (РКУП), который обеспечивает широкие возможности для улучшения механических свойств.

Суть способа РКУП заключается в неоднократном продавливании заготовки в специальной оснастке через два канала с одинаковыми поперечными сечениями, пересекающихся, обычно, под углом 90° (рис. 1).

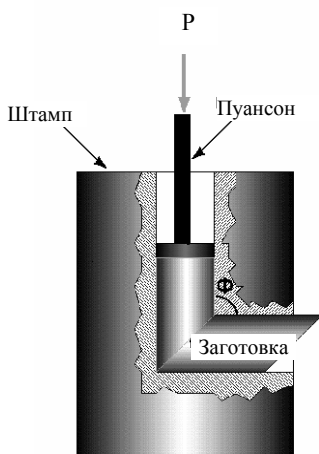


Рис. 1. Принципиальная схема РКУП

Использование РКУ прессования в чистых металлах и ряде сплавов позволяет получить ультрамелкозернистую структуру, обеспечивающую материалу высокий уровень прочностных характеристик при сохранении достаточной пластичности. Высокие прочностные характеристики могут быть востребованы в тех случаях, когда необходимо минимизировать весовые параметры отдельных узлов и деталей, а мелкое зерно с однородной структурой является желательным условием при дальнейших технологических операциях.

Несмотря на большое количество работ, посвященных РКУП, ряд вопросов исследовался частично либо не исследовался совсем. Данная работа посвящена подготовке поверхности заготовок ко РКУП с целью уменьшения контактных сил трения.

Прессование представленных материалов проводилось при температуре 450°C . Для проведения высокотемпературного прессования был разработан блок термостабилизации процесса РКУП.

Известно, что ряд материалов, таких как титан ВТ1-0, тантал ТВЧ, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, при РКУ прессовании в результате трения о стенки пресс-инструмента плохо поддаются прессованию. Для облегчения прессования применяют, например, медные оболочки или различные смазки, но эти способы малотехнологичны.

Так при использовании смазки на начальном этапе прессования возникли проблемы, связанные с большими силами трения при контакте заготовки с рабочей поверхностью штампа. Это приводило к резкому увеличению усилий прессования до предельных для оборудования значений и порой к невозможности проведения более одного цикла прессования даже при значительном снижении его скорости. В результате приходилось разбирать пресс-форму. Для устранения этой проблемы требовалось создание пластичного слоя, прочно сцепленного с основой металла.

Была предложена идея использовать в качестве пластичного слоя гальваническое медное покрытие. Поставленная задача потребовала отработки технологии нанесения гальванического медного покрытия, которое позволило бы выполнить роль пластичного слоя при проведении равноканального углового прессования.

Для получения качественного медного покрытия, прочно сцепленного с основой, в первую очередь исследовались вопросы, связанные с выбором способа подготовки поверхности представленных материалов.

Критерием для выбора режимов подготовки поверхности служила адгезия покрытия с основой. Адгезия покрытия оценивалась по испытаниям образцов на изгиб до угла 90°C в обе стороны. При этом не допускалось отслоений и растрескиваний покрытия на изломе образца.

Отработка технологии нанесения медного покрытия на титан, тантал и нержавеющую сталь проводилась с использованием промежуточного слоя и без него. В качестве промежуточного слоя был опробован слой из гальванического никеля, а также слой никеля, полученного методом химического восстановления. Нанесение медного покрытия проводилось из сернокислого электролита.

Образцы из нержавеющей стали перед химическим травлением подвергались традиционной внешней обработке с целью обезжиривания поверхности. Нанесение гальванического медного покрытия происходило через слой никеля, нанесенного гальваническим способом из электролита предварительного никелирования.

Исследование влияния РКУП на механические свойства нержавеющей стали 12Х18Н10Т показало, что в результате интенсивной пластической деформации повышаются значения прочностных характеристик и снижается пластичность. Получены материалы для исследований нержавеющей стали 12Х18Н10Т – после трех проходов.

Наличие на поверхности титана и его сплавов пассивной пленки препятствует осаждению на них прочно сцепленных с основой покрытий, поэтому перед осаждением покрытий проводили операции, приводящие к формированию на поверхности титана тонкой гидридной пленки.

Травление титана проводилось в смеси соляной и плавиковой кислот, после чего следовала операция осветления и активирования поверхности.

Предполагается, что при активации в разбавленной соляной кислоте формируется сплошной слой гидрида, что повышает адгезионную способность поверхностной пленки и, следовательно, обеспечивает более прочное сцепление ее с покрытием (рис. 2). В качестве промежуточного слоя использовали никель, осажденный химическим способом.

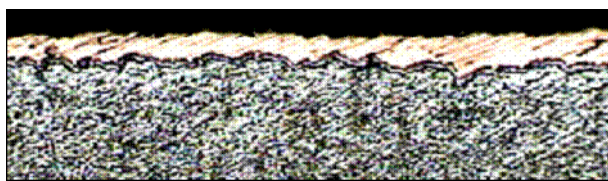


Рис. 2. Микроструктура образца титана VT1-0 после второго прохода при РКУ прессовании

Проведены комплексные исследования титана VT1-0. С увеличением количества циклов РКУП наблюдались рост прочностных и уменьшение пластических характеристик. Микротвердость исследуемого материала после РКУП находилась в узком интервале распределений, наибольшая интенсивность повышения микротвердости происходила после восьмого прохода. На данном этапе работы получены материалы для исследований титана VT1-0 после восьми проходов.

Для выбора режима травления поверхности образцов из тантала ТВЧ использовались несколько вариантов составов. Предварительно опытные образцы подвергались пескоструйной обработке. Для того чтобы определить степень травления поверхности образцов тантала, были проведены исследования по измерению потенциалов поверхности после химической подготовки.

Рассматривались несколько параметров степени травления образцов. При помощи микроскопа оценивали поверхностную структуру, весовым способом определяли съём металла, с помощью потенциометрической ячейки определяли поверхностный потенциал. В случае травления в смеси плавиковой и серной кислот съём металла составил 5–7 мкм, поверхность металла визуально достаточно протравлена, но адгезия с гальваническим покрытием была недостаточной. Поэтому была введена операция активирования в плавиковой кислоте, чтобы понизить потенциал и улучшить сцепление покрытия с основой (рис. 3). Промежуточный никелевый слой наносился гальваническим способом из сернокислого электролита никелирования.

На полученных после нанесения покрытия образцах тантала проведены металлографические исследования.

На рис. 4 показана микроструктура двухслойного покрытия выявленного по всему периметру исследованного сечения образца. Верхний слой меди имеет толщину 96–104 мкм, толщина промежуточного никелевого слоя 18–20 мкм.

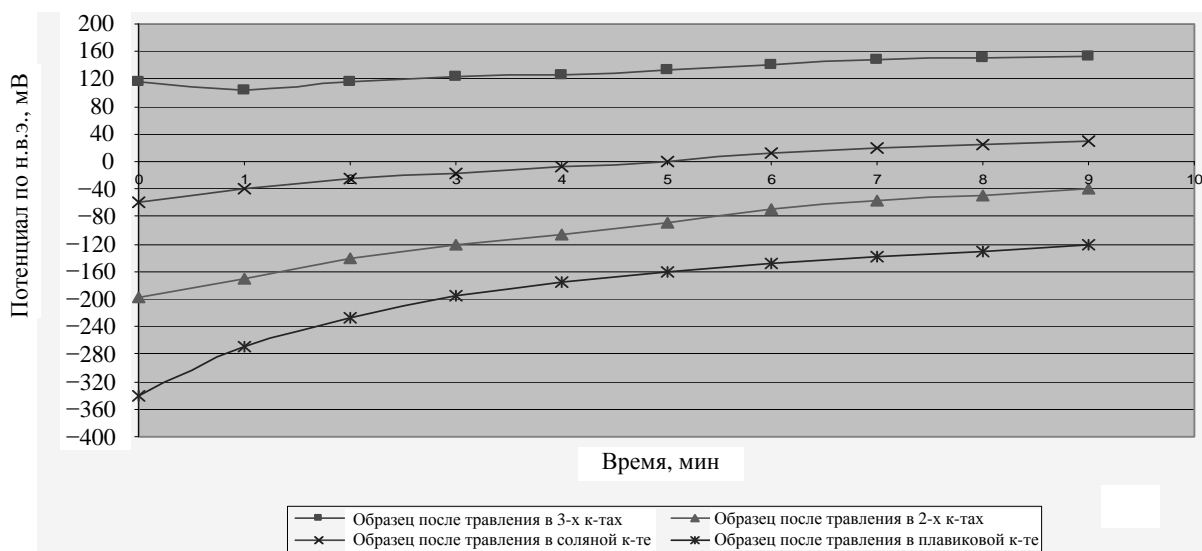


Рис. 3. Поверхностный потенциал Та после травления

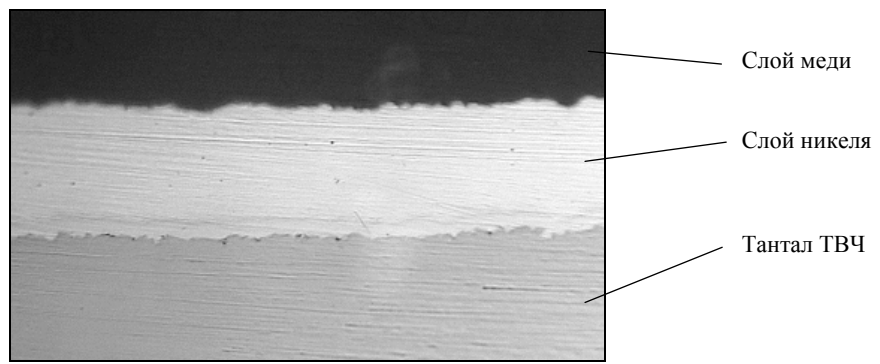


Рис. 4. Микроструктура покрытия без травления, $\times 200$

На рис. 5 показан внешний вид танталовой заготовки после РКУП. На нем видно неразрушенное медное гальваническое покрытие. Поверх медного покрытия видна графитовая смазка. Опытные образцы тантала выдерживали 12–14 проходов, при этом промежуточный и пластичный металлические слои сохранялись до момента получения готовых изделий.



Рис. 5. Вид танталовой заготовки после 14 проходов РКУП при температуре 450 °С

Исследование влияния РКУП на механические свойства тантала показало, что в результате интенсивной пластической деформации повышается прочность материала почти в 3 раза к восьмому проходу и снижается пластичность, которая, однако, после восьмого прохода имеет тенденцию к увеличению.

После 14 проходов равноканального углового прессования тантала ТВЧ получен мелкодисперсный материал со средним размером равноосного зерна от 300 нм до 1 мкм, повышенными более чем в два раза прочностными характеристиками и пониженной пластичностью.

В результате работы были разработаны технологии нанесения медного покрытия толщиной до 100 мкм на поверхность заготовок плохо поддающихся прессованию титана, тантала, нержавеющей стали.

Пластичный слой гальванической меди обеспечивает возможность уменьшения усилий прессования, улучшение технологичности за счет снижения износа штампа, повышение числа проходов, что по-

зволяет существенно улучшить условия прессования. В итоге была решена проблема РКУ прессования таких труднодеформируемых материалов, как титан, тантал, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т и др., при этом измельчается зерно металлов до 300–500 нм, что весьма существенно повышает механические характеристики материалов.

На основании работ по гальваническому меднению тантала, титана, нержавеющей стали выявлено новое техническое решение – «Способ равноканального углового прессования образцов конструкционных металлов».

Литература

1. Гальванотехника: Справочник / Под ред. А. М. Гинберга, А. Ф. Иванова, Л. Л. Кравченко. М.: Металлургия, 1987.
2. Справочное руководство по гальванотехнике. М.: Металлургия, 1969.
3. Сегал В. М., Резников В. И., Копылов В. И. и др. Процессы пластического структурообразования металлов. Минск: Наука и техника, 1994.
4. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000.
5. Пат. 2400321 РФ, В 21С 23/22 от 27.09.2010 г. Способ равноканального углового прессования заготовок из титана и нержавеющей стали / А. И. Коршунов, Е. В. Морозова, И. Д. Гончаров, Л. В. Поляков.
6. Еременко В. Н. Титан и его сплавы. Киев: Изд-во Академии наук Украинской ССР, 1955.
7. Грилихес С. Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Москва, 1994.