

УДК 621.762

А.В. Миницкий, Л.А. Сосновский¹, П.И. Лобода*Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна*¹*Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Київ, Україна***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫМ ПРЕССОВАНИЕМ ДЛИННОМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПОРОШКА ГИДРИДА ТИТАНА**

С целью определения возможности изготовления длинномерных заготовок при вертикальном уплотнении, проводили одно- и двухстадийное прессование в лабораторных цилиндрических пресс-формах гидрида титана в качестве модельного порошка. Отношение H/d полученных брикетов соответствовало 4/1 и более. Констатируется необходимость учета обоих использованных сценариев прессования для прогнозирования целесообразности изготовления полноразмерных пресс-форм для получения длинномерных заготовок.

Ключевые слова: длинномерные прессовки, прессование, гидрид титана, пористость, допрессовка.

Рис. 2. Лим. 4.

А.В. Мініцький, Л.О. Сосновський, П.І. Лобода**ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИМ ПРЕСУВАННЯМ ДОВГОМІРНИХ ЗАГОТІВОК ІЗ ПОРОШКУ ГІДРИДУ ТИТАНУ**

З метою визначення можливості виготовлення довгомірних заготівок при вертикальному ущільненні, проводили одно- і двостадійне пресування в лабораторних циліндричних прес-формах гідриду титану в якості модельного порошку. Співвідношення H/d отриманих брикетів відповідало 4/1 і більше. Констатовано необхідність врахування обох використаних сценаріїв пресування для прогнозування доцільності виготовлення повнорозмірних прес-форм для отримання довгомірних заготівок.

Ключові слова: довгомірні пресовки, пресування, гідрид титану, пористість, допресовка.

A.V. Minitsky, L.A. Sosnovsky, P.I. Loboda**DEFINITION OF VERTICAL PRESSING THE POSSIBILITY OF MANUFACTURING LONG-LENGTH BILLET OF TITANIUM HYDRIDE POWDER**

In order to determine the possibility of manufacturing long-length with a vertical seal, single- and two-stage was carried out in a laboratory compression cylindrical molds titanium hydride powder as a model. The ratio H / d of briquettes obtained corresponded to 4/1 or more. It stated the need to consider both scenarios used to predict the feasibility of compressing full-size manufacturing molds for long-length billet.

Keywords: long-length compact, titanium hydride, porosity, repeated pressing.

Отсутствие спроса на плотные равнотолщинные длинномерные прессовки из металлических порошков может быть обусловлено практической невозможностью или повышенной сложностью [1] их изготовления. По-видимому, также отсутствует простая и надежная процедура определения возможности изготовления таких заготовок.

Целью настоящей работы являлось определение возможности изготовления прессовок-длинномеров без использования высоких пресс-форм необходимых для их получения.

Изначально полагали, что прессовкой-длинномером является такая, которая имеет отношение H/d более 16/1 и больше. Это соотношение превышает приведенное в работе [2] 8/1 как предельное для прессовок.

В качестве модельного использовали порошок гидрида титана TiH₂ (ТУ У 14-10-026- 98) в состоянии поставки. Выбор был обусловлен предполагаемой целесообразностью изготовления титановых изделий из порошка TiH₂ [3, 4]. Плотность используемого гидрида титана принималась равной 3,9 г/см³. Его прессование проводили следующим образом.

Для проведения одностадийного прессования использовали цилиндрическую неразъемную пресс-форму с рабочим диаметром 10 и высотой 100 мм, в которую загружали с утряской, навески TiH₂ массой 11 г. С целью снижения внешнего контактного трения рабочий канал пресс-формы смазывали животным жиром перед каждой загрузкой навески порошка гидрида титана. Проводили одностадийное (без подпрессовки) прессование, для чего в пресс-форму вставляли нижний пуансон, после чего ее устанавливали на две резиновые плоские прокладки, размещенные на опорной стальной пластине. Пару резиновых прокладок использовали и при прессовании в других пресс-формах. Прессование проводили при различных давлениях, при постоянной температуре 16 – 17 °С; при выпрессовке полученного брикета фиксировали максимальное усилие его выталкивания из пресс-формы. Давление выталкивания брикета определяли как частное от

деления максимального усилия выталкивания на значение площади, образующей боковую цилиндрическую поверхность брикета. Полученные прессованием брикеты взвешивали и измеряли их диаметр и высоту, по этим результатам рассчитывали плотность и, соответственно, пористость брикетов.

На рис. 1 а) представлена пористость полученных брикетов от давления их прессования в смазанной пресс-форме.

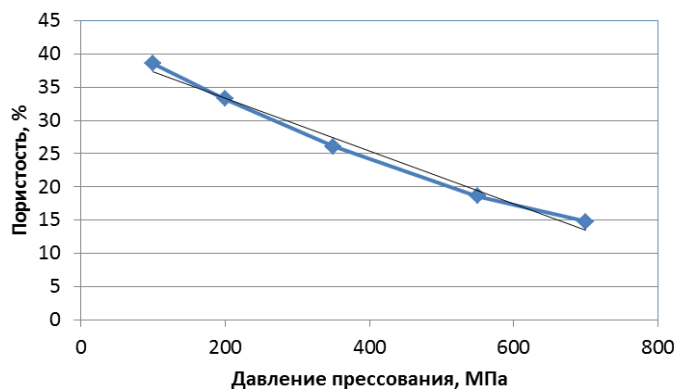


Рис. 1. а) Зависимость пористости брикетов из TiH_2 от давления прессования в смазанной пресс-форме

Рост нагрузки при прессовании брикетов протекал без бросков до давления 500 – 550 МПа; при большей нагрузке возникали броски давления, которые могли быть обусловлены локальным разрушением слоя смазки и соответственным усиленным трением на этих участках гидрида титана об стенку пресс-формы.

На рис. 1 б) представлены отношение H/d в полученных брикетах и максимальное давление их выталкивания из пресс-формы.

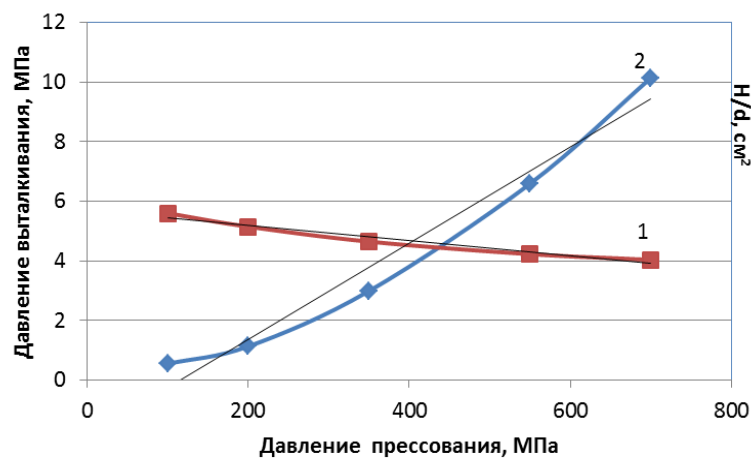


Рис. 1. б) Зависимость отношения высоты к диаметру (1) и максимального давления выталкивания (2) брикетов из TiH_2 от давления прессования в смазанной пресс-форме

Представленные данные свидетельствуют о том, что при прессовании при 700 МПа полученные брикеты имеют высоту ~ 40 мм, т.е. меньшую, чем высота пресс-формы (100 мм). С учетом величины захода пуансонов эти данные могут быть учтены при конструировании пресс-форм.

Для опробования двухстадийной схемы изготовления длинномеров использовали две различные пресс-формы. Сначала проводили одностадийное прессование навесок при разных давлениях в несмазанной разъемной пресс-форме, имеющей рабочий диаметр 10 и высоту 100 мм. Полученные брикеты взвешивали и обмеряли для расчета их плотности и пористости. Затем проводили допрессовку полученных брикетов в неразъемной пресс-форме диаметром 10,5 мм и высотой 70 мм. Перед допрессовкой на образующую поверхность каждого брикета наносили комбинированную смазку. Смазанный брикет помещали в пресс-форму и проводили его

одностадийную допрессовку при одинаковом равном давлении 800 МПа. На рис. 2 а) представлены значения пористости брикета от давления его первичного прессования.

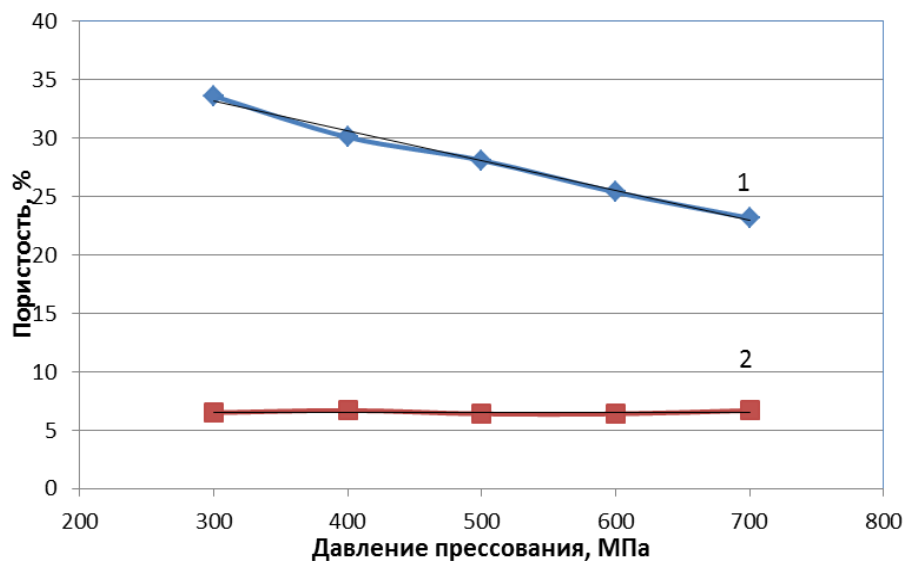


Рис. 2. а) Зависимость пористости брикетов из TiH_2 от давления прессования в разъемной пресс-форме (1) и после допрессовки в неразъемной смазанной пресс-форме (2)

В отличие от прессования в смазанной неразъемной пресс-форме, процесс прессования в несмазанной разъемной пресс-форме протекал с биениями и рывками давления при всех давлениях прессования. Это позволило сделать вывод о том, что основная причина неравномерного характера прессования заключается в высоком внешнем контакте трении частиц TiH_2 о несмазанную стенку пресс-формы. Другая возможная причина, проявляющаяся при давлениях выше 500 МПа, может заключаться в хрупком разрушении контактных зон отдельных скоплений частиц TiH_2 . Наоборот, допрессовка смазанных брикетов протекала без рывков и беззвучно, что свидетельствовало об исключении контакта брикета со стенкой пресс-формы. Как следует из приведенных данных (рис. 2 а), допрессовка существенно повышает плотность брикетов и при этом практически нивелирует различие независимо от их исходной пористости. На рис. 2 б) представлено отношение H/d брикетов, подвергнутых допрессовке и давление выталкивания допрессованных брикетов.

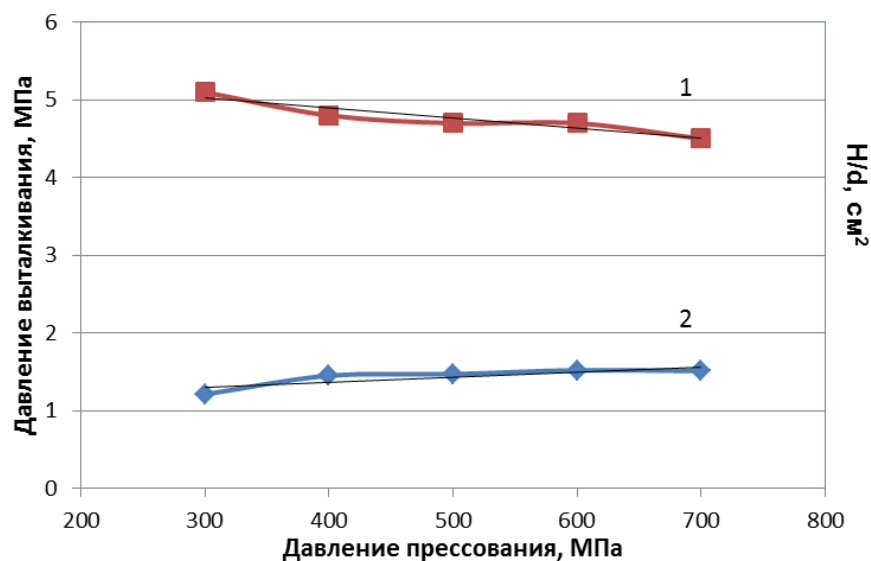


Рис. 2. б) Зависимость отношения высоты к диаметру (1) и максимального давления выталкивания (2) брикетов из TiH_2 от давления допрессовки в смазанной пресс-форме

Представленные данные свидетельствуют о том, что использование комбинированной смазки, полностью устраняющей контакт брикета с пресс-формой, позволяет существенно снизить давление выталкивания брикета из пресс-формы.

Полученные данные свидетельствуют о двух возможных сценариях изготовления длинномеров, которые можно представить исходя из того исходного положения, что экспериментально полученное значение давления выталкивания брикета, равное отношению усилия выталкивания брикета к площади его контакта с пресс-формой, не зависит от высоты брикета. Это, в свою очередь, означает, что можно пересчитать данные полученные в настоящей работе, при использовании коротких пресс-форм на брикеты – длинномеры.

Согласно первому сценарию, прессование TiH_2 проводят в смазанной неразъемной пресс-форме до образования брикета с приемлемой (~15 об. %) пористостью. Спрессованный при 700 МПа брикет диаметром ~10 и с контактной высотой ~160 мм должен иметь образующую поверхность порядка 50 см². Согласно полученным данным, при прессовании до 700 МПа давление выталкивания равно ~10,2 МПа и, следовательно, усилие выталкивания брикета будет равно ~5 т. Давление выталкивания брикета может сравняться с давлением его прессования (700 МПа) при высоте брикета равной 220 мм.

При необходимости достижения большей плотности и высоты брикета и снижения вероятности поломки верхнего пуансона, из-за его изгиба при выпрессовке брикета из пресс-формы, может быть использован более надежный двухстадийный сценарий.

Первичное прессование брикета в смазанной пресс-форме может проводится при среднем (300 – 450 МПа) давлении, т.е. при сниженном давлении (и соответственно, усилие) выталкивания брикета. Согласно полученным данным, это давление первичного прессования обеспечивает достаточную технологическую прочность брикета. После нанесения комбинированной смазки на образующую поверхность брикета он может быть подвергнут допрессовке при 800 МПа (и большем давлении). В этом случае давление выталкивания не превышает 2 – 3 МПа. Для брикета диаметром 30 мм и высотой 390 мм усилие прессования составит 5,7 т, а усилие выталкивания брикета 1,2 т.

Выводы.

1. Несмотря на отсутствие пресс-форм большой высоты, проведенное исследование на брикетах с конечным соотношением H/d не превышающем 5/1 позволили получить исходные данные, свидетельствующие о возможности изготовления длинномеров из порошка гидрида титана, необходимых для изготовления последующим спеканием прутков разных размеров из компактного титана.

2. Использованные процедуры прессования и допрессовки могут быть полезны при исследовании уплотняемости и других порошков на основе титана.

3. Ввиду известной зависимости уплотняемости от высоты брикета, следует предположить, что исследование, проводимое на удлинённых брикетах, может позволить получить более корректную информацию о процессе прессования, необходимую для промышленного изготовления изделий.

1. Воробьев Б.Я., Глебов М.Т., Олесов Ю.Г., Дрозденко В.А. Особенности холодного прессования высокоплотных конструкционных изделий из титановых сплавов / Конструкционные материалы и оборудование. – Киев, 1976. – С. 60 – 62.
2. Радомысельский И.Д., Сердюк Г.Г., Щербань Н.И. Конструкционные порошковые материалы. – К.: Техніка, 1985. – 152 с.
3. Мажарова Г.Е. Порошковые конструкционные материалы на основе титана / Порошковые материалы. Сб. научных трудов. – К.: ИПМ АН УССР, 1983. – с. 77-83
4. Ивасишин О.М., Саввакин Д.Г., Бондарева К.А., Моксон В.С., Дузь В.А. Производство титановых сплавов и деталей экономичным методом порошковой металлургии для широкого масштабного промышленного применения // Наука та іновації. 2005. – т.1, №2 – С. 44 – 57.

Стаття прийнята до друку 25.03.2015.