

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ
СКВОЗНЫХ ПОЛОСТЕЙ В ПОРОШКОВЫХ ПРЕССОВКАХ***Белорусский национальный технический университет,*** ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

К технологиям получения изделий из порошков и других уплотняемых материалов (УМ) предъявляются требования в части расширения возможных форм и размеров изделий, формирования полостей и включений из инородных материалов с заданными размерами и формой.

Современные способы прессования УМ имеют ограничения по размерам и форме прессовок. Это обусловлено как возможностями схем нагружения, так и несовершенством технологической оснастки и инструмента. Рассматривая класс длинномерных изделий из УМ, нужно отметить, что группа способов их формообразования ограничена способами изостатического прессования [1] и способами непрерывного прессования – прокатки [2], экструзии [3]. Последние имеют ограничения по составу исходной шихты: накладываются жесткие требования по значительному содержанию связующих и пластифицирующих добавок, вызывающих существенные проблемы при последующей сушке и спекании изделий. Прокатка обеспечивает получение изделий в виде полос, реже – труб, а получение изделий со сложным профилем затруднено. Способы изостатического прессования реализуются в широких интервалах давлений, температур и скоростей нагружения, характеризуются разнообразным аппаратным обеспечением. Для широкого круга изделий приемлем способ сухого изостатического прессования [4], обеспечивающий равномерное распределение плотности по объему прессовок, в том числе из материалов с ограниченным ресурсом пластичности [5]. Тем не менее, способ требует постоянного совершенствования деформирующего инструмента.

Такое совершенствование не может быть абстрактным, а должно и может происходить в соответствии с конкретными потребностями в получении тех или иных изделий. В настоящей работе рассмотрены варианты инструментального обеспечения процесса радиального прессования длинномерных заготовок со сквозными отверстиями и (или) наружными полостями, преимущественно малого поперечного сечения, на примере получения фитилей тепловых труб (ТТ) [6] и заготовок режущего инструмента (сверл).

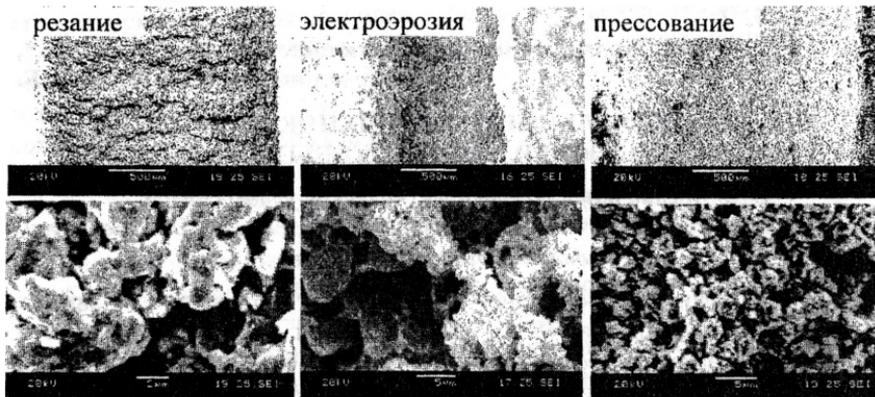


Рис. 1. Вид поверхностей паровых каналов

Основным элементом ТТ является фитиль в виде длинномерного пористого тела с паровыми каналами (канавками) на наружной поверхности. Традиционно паровые каналы формируют удалением слоя материала. Проведенное с помощью сканирующего электронного микроскопа "Нанолаб-7" ("Оптон", ФРГ) сравнение микроstructures и топографии поверхности паровых каналов фитиля из порошка Ni марки ПНЭ-2 ГОСТ 9722-97, полученных обработкой резанием, электроэрозионной обработкой и обработкой давлением эластичным инструментом (рис. 1), позволило констатировать следующее. Кроме последнего случая имеет место нарушение структуры фитиля. При получении паровых каналов резанием наблюдается поверхностное закрытие пор, при электроэрозионной обработке, наоборот, имеет место

увеличение размера пор за счет коагуляции частиц порошка, что в обоих случаях негативно сказывается на работе ТТ.

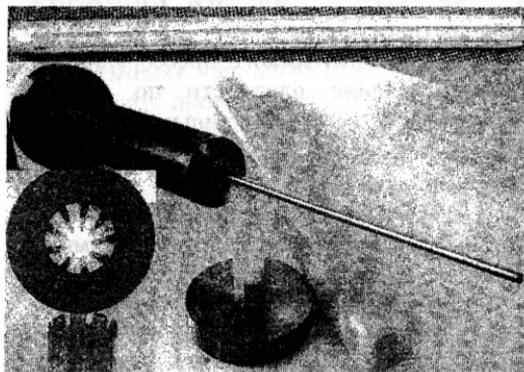


Рис. 2. Вид фитиля с полученными при прессовании паровыми каналами и соответствующей пресс-формы

Задача проектирования эластичного деформирующего инструмента решена таким образом. Эластичная деформирующая оболочка выполнена с выступами на поверхности контакта с порошком, что обеспечивает формирование паровых каналов фитиля в процессе

Рис. 3. Вид разрушенной прессовки с наружными канавками прямоугольного

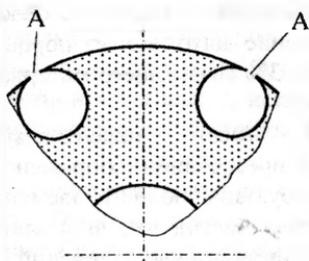


Рис. 4. Схема фрагмента сечения фитиля с паровыми каналами оптимальной формы

периферию фитиля (рис. 4) [6]. Прессформа (рис. 2) не может обеспечить получение таких конфигураций изделий, равно как и прессформа [7], снабженная оболочкой с герметичными полостями, заполненными жидкостью. Частичное решение этой технологической задачи может быть обеспечено использованием способа радиального прессования при уплотнении в матрице [8]. Однако здесь существуют ограничения по минимальному внутреннему диаметру изделия, лимитируемому эластичным деформирующим инструментом.

С развитием технологий механической обработки материалов, особенно, высокопрочных, возрастает потребность в совершенствовании режущего инструмента. Достаточно высокую эффективность демонстрируют сверла из твердого сплава, снабженные двумя сквозными каналами для подвода СОЖ. Задачи получения заготовок (рис. 5) таких сверл решены не в полной мере. Использование процессов экструзии

уплотнения заготовки (рис. 2). Такая конструкция инструмента, однако, ограничивает форму получаемых канавок: они должны иметь трапециевидное сечение, с большим основанием, обращенным к периферии прессовки. В противном случае наблюдается разрушение прессовки, происходящее на стадии снятия давления (разгрузки), когда эластичная оболочка восстанавливает исходные размеры и форму (рис. 3).

С точки же зрения повышения служебных характеристик теплообменных устройств целесообразно получение фитилей ТТ с паровыми каналами, имеющими минимальную площадь поверхности А выхода на

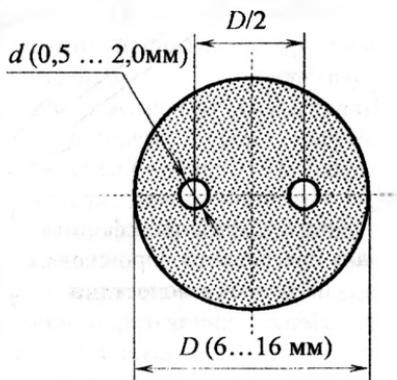
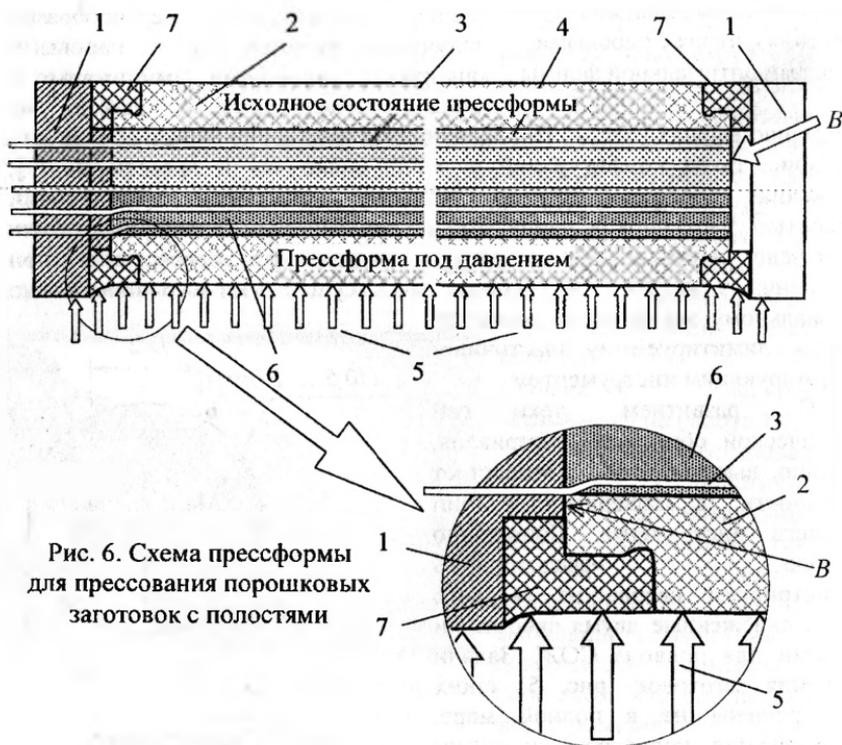


Рис. 5. Схема сечения твердосплавной заготовки

обеспечивает получение заданных формы и размеров, однако требует введения в состав уплотняемой шихты значительного количества (до 10% и более) связующих материалов: парафина, воска, каучука), что требует серьезного ужесточения режимов спекания, значительного увеличения длительности процесса спекания и ограничивает получение заготовок с диаметром D более 6 мм. Известны положительные результаты при получении длинномерных цилиндрических заготовок на основе керамических материалов с использованием изостатического (радиального) прессования [5]. Экспериментально установлено, что способ радиального прессования обеспечивает получение заготовок из порошка твердого сплава ВК8 при содержании не более 3% связующего материала (раствор каучука в бензине).

Формирование полостей, которые имеют нецентральное расположение в прессовке, при радиальном прессовании сопряжено с некоторыми трудностями. Обычно формообразующие полости элементы имеют фиксированное положение (рис. 6, левая часть), что вызывает в материале порошка неравномерность деформационных течений в



окрестностях этих элементов в процессе прессования. Для прессования собирают прессформу, включающую недеформируемые позиционирующие крышки 1, эластичную оболочку 2 и формообразующие элементы 3, сориентированные в объеме рабочей полости прессформы крышками 1. Внутреннюю полость эластичной оболочки 2 заполняют порошком 4. Прессформу в сборе подвергают радиальному обжатию 5 с ограничением осевых деформаций (например, в установке для сухого изостатического (радиального) прессования [4]). Прессование порошка осуществляется за счет уменьшения площади поперечного сечения 6 при радиальном перемещении эластичной оболочки 2. Формообразующие элементы 3, оставаясь без возможности радиального перемещения из-за фиксации в крышке 1, искажаются и приводят к нарушению сплошности прессовки в области торцов. Возникает неустраняемый брак.

Для формирования сквозных полостей в теле прессовки либо на ее периферии предложен способ их получения [9] и конструкция прессформы [10]. Отличие способа состоит в том, что до засыпки порошка формообразующим элементам 3 (рис. 6, правая часть) сообщают напряжения растяжения, а после заполнения прессформы порошком с виброуплотнением формообразующие элементы обрезают по границе В порошка и позиционирующей крышки 1. При радиальном обжатии прессформы формообразующие элементы имеют возможность совместного с порошком радиального перемещения, что обеспечивает их точное сохранение формы и равноплотность материала в объеме прессовки. Для минимизации искажений деформаций в области торцов прессовки предложенная прессформа содержит сборную оболочку, включающую среднюю часть 1 и крайние части 3) [10].

Проверку работы предложенных технических решений проводили при изготовлении длинномерных заготовок из шихты на основе порошка

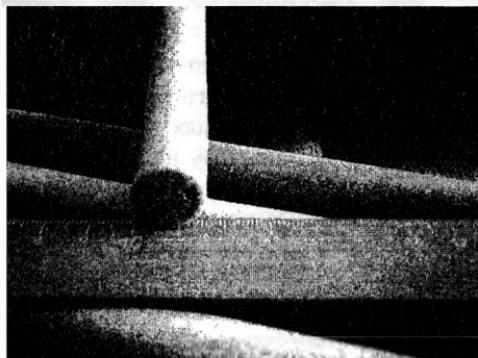


Рис. 7. Вид спеченных прессовок из порошка кварца

кварца в форме прутка с двумя прямолинейными круглыми сквозными отверстиями, расположенными симметрично относительно оси прутка. Прессовки (рис. 7) имели размеры: диаметр прутка – 16,5 мм, длина – 420 мм, диаметр отверстий – 1,3 мм. Предварительное напряжение формообразующих элементов, выполненных из полипропилена, осуществляли силой 40 Н. Исходную шихту

засыпали на вибростенде с частотой вибрации 50 Гц, амплитудой 0,3 мм. Давление прессования составляло 70 МПа. После прессования формообразующие элементы из прессовки не извлекали. Они выгорали в процессе спекания прессовок в окислительной атмосфере при температуре 850 °С. Оценка методом гидростатического взвешивания плотности материала прутка показала, что различие в плотности на периферии прутка, в центре сечения и в окрестностях полученных отверстий после спекания составило не более 1%. Погрешность расположения отверстий по длине прутка не превысила 0,2 мм.

Разработанный способ прессования и деформирующий инструмент позволили получить спеченные заготовки (рис. 8) из твердого сплава ВК8 с размерами: диаметр прутка – 13,2 мм, длина – до 330 мм, диаметр отверстий – 1,2 мм. Использовали стальные формообразующие элементы

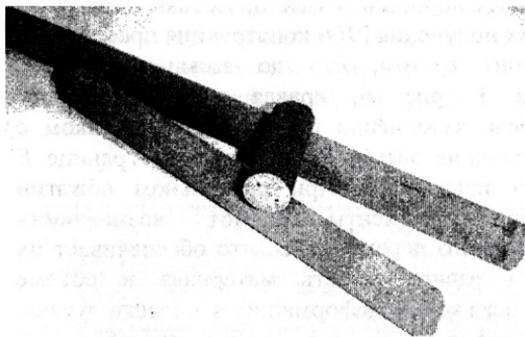


Рис. 8. Вид заготовок из твердого сплава с двумя сквозными отверстиями

(проволока), которые извлекали из прессовки. Прессование производили при давлении 110 МПа. Спекание осуществляли в вакууме по стандартным режимам для прессовок из ВК8, получаемых в жестких прессформах. Полученные образцы имели плотность 14550 кг/м³ и твердость HRA 88, что соответствует ГОСТ 3882-74.

Проведенная работа демонстрирует расширение возможностей способа сухого радиального (изостатического) прессования при решении конкретных технологических задач. Потенциально расширяется номенклатура получаемых изделий за счет возможности получения композиционных материалов из уплотняемого материала и неизвлекаемых вставок из других материалов (совместимых с условиями спекания основного порошка). Благодаря автоматическому перемещению формообразующих элементов вместе с уплотняемым порошком обеспечивается повышение качества длинномерных прессовок со сквозными полостями или вставками. При этом количество вставок может быть произвольным и ограничивается только их поперечными геометрическими размерами в сравнении с поперечным размером прессовки. Предварительное напряжение формообразующих элементов позволяет обеспечивать высокую точность их расположения в исходном объеме уплотняемого материала даже при их минимальных поперечных

размерах. То есть, обеспечивается повышение размерной точности и точности расположения полостей или вставок в прессовке и также расширяется номенклатура получаемых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузянов, В.Г. Изостатическое прессование порошковых материалов. – М.: ЦНИИ Электроника, 1976. – 42 с.
2. Ложечников, Е.Б. Прокатка в порошковой металлургии. – М. Металлургия, 1987. – 185 с.
3. Друянов, Б.А., Пирумов, А.Р. Исследование процесса экструзии пористого материала // Вест. машиностроения. 1980., № 9. – С. 61 – 62.
4. Реут, О.П., Богинский, Л.С., Петюшик, Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов. – Мн.: Дэбор, 1998. – 258 с.
5. Изостатическое прессование цилиндрических длинномерных заготовок на основе керамических материалов / Богинский Л.С., Петюшик Е.Е., Божко Д.И., Якубовский А.Ч. // Наука – образованию, производству, экономике / Материалы междунар. научно-технической конф. В 2-х т. – Т. 1./ Под общ. ред. Хрусталева Б.М., Соломахо В.Л. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – С. 50-55.
6. Васильев, Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 143 с.
7. Пат. 1 С1 ВУ, МПК⁷ В 22F 3/04. Прессформа для прессования длинномерных изделий сложной формы из порошков / Петюшик Е.Е., Макарчук Д.В. – № 4364; Заявл. 18.03.1999; Оpubл. 30.03.2002 // Официальный бюллетень / Изобретения, полезные модели, промышленные образцы. – 2002. – № 1 (32). – С. 97.
8. Пат. 1 С1 ВУ, МПК⁶ В 22F 3/02, В 22F 3/04. Устройство для прессования изделий из порошка / Реут О.П., Богинский Л.С., Петюшик Е.Е., Загайгора И.Г. – № 3077; Заявл. 27.12.1996; Оpubл. 30.12.1999 // Афіцыйны бюлетэнь / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1999. – № 4 (23). – С. 102.
9. Заявка на патент РБ № а20061085 МПК⁷ В 22 F 3/02. Способ изготовления изделий с полостями или вставками / Калиниченко А.С., Петюшик Е.Е., Реут О.П., Петюшик Т.Е., Макарчук Д.В. – Заявл. 01.11.2006.
10. Заявка на патент РБ № а20060753 МПК⁷ В 22 F 3/02. Форма для прессования изделий из уплотняемых материалов / Калиниченко А.С., Петюшик Е.Е., Реут О.П., Петюшик Т.Е., Ярмолинский В.И. – Заявл. 19.07.2006.