

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

С.С. Клименков, А.Н. Голубев

*Витебский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72*

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований технологии квазиизостатического прессования изделий сложной формы из порошков. К таким изделиям, например, относится цельный инструмент для обработки отверстий. Разработаны способы, устройства и методика расчета параметров, позволяющие повысить качество изделий и расширить технологические возможности прессования.

Свойства порошковых заготовок, влияющие на качество готовых изделий, а также возможности расширения номенклатуры и ассортимента последних в значительной степени определяются способом прессования порошка. Известно, что любое усложнение конфигурации изделия затрудняет процесс передачи давления по всему объему порошка и приводит к снижению качества получаемых изделий: неравноплотности, геометрическим искажениям, расслоенным трещинам и другим проявлениям брака при прессовании.

Для устранения этих дефектов применяют различные варианты конструкций сложных пресс-форм, которые весьма разнообразны и с исчерпывающей полнотой представлены в соответствующей научно-технической литературе. Однако изготовление такой оснастки, полностью зависящей от требуемой конфигурации изделия, оправдано только в условиях массового производства на специализированных предприятиях порошковой металлургии. По этой причине расширяется применение более дешевого в изготовлении нежесткого инструмента. Здесь можно выделить два основных способа: изостатическое прессование, с использованием для передачи давления на порошок жидкой или газообразной среды, и квазиизостатическое прессование, где роль жидкости выполняет материал, обеспечивающий близкую к равномерной (квазиравномерную) передачу давления на порошок.

В Витебском государственном технологическом университете проводилась работа над технологией квазиизостатического прессования изделий сложной формы из порошков. В результате теоретических и экспериментальных исследований процесса уплотнения порошков в условиях квазиизостатического распределения давлений разработан ряд способов прессования, устройств для его осуществления и методик расчета параметров процесса. В настоящей статье обобщены и представлены некоторые результаты проведенных исследований.

### Получение сложных изделий с использованием изостатического прессования

Изостатическое прессование обеспечивает высокую равноплотность, но основная трудность при прессовании изделий сложной формы состоит в сложности получения оболочки под засыпку порошка.

Авторами разработан способ изготовления изделий из твердосплавных металлических порошков [1], включающий квазиизостатическую и гидростатическую фазы прессования, причем первая предназначена для получения заготовки сложной формы, а вторая – непосредственно для повышения ее плотности. На рис. 1 представлена схема осуществления способа, где 1 – матрица, 2 – оправка модели прессуемого изделия, 3 – модель прессуемого изделия, 4 – пластифицированный металлический порошок, 5 – полость под загрузку твердосплавного порошка, 6 – твердосплавный порошок, 7 – спрессованный квазиизостатическим способом брикет, 8 – твердосплавная заготовка, 9 – корпус гидростата, 10 – затвор гидростата, 11 – прессующий пуансон.

При осуществлении способа в матрице 1 на оправке 2 устанавливают и центрируют модель 3 прессуемого изделия (рис. 1, а), после чего в матрицу засыпают пластифицированный металлический порошок 4 и производят его уплотнение пуансоном 11. Далее модель извлекают из уплотненного пластифицированного порошка, причем в последнем остается полость 5, форма которой подобна форме прессуемого изделия (рис. 1, б). В полученную полость загружают смесь карбидов 6, сверху полость закрывают засыпкой пластифицированного порошка и выполняют этап предварительного прессования, при этом давление прессования составляет 23...25 % от основного гидростатического (рис. 1, в).

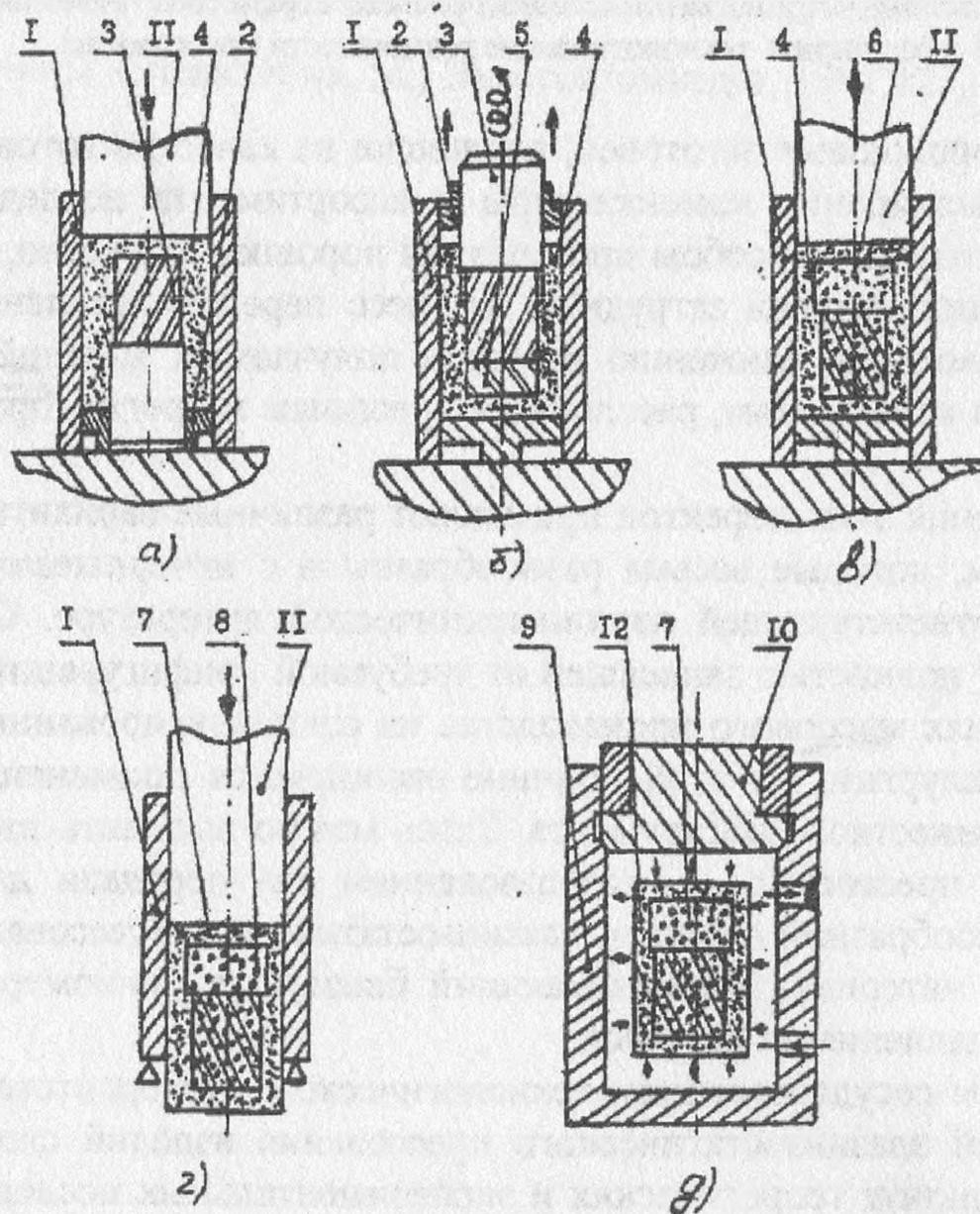


Рис. 1.

Величина давления на предварительном этапе прессования выбрана на основании экспериментальных данных и обеспечивает бездефектное изготовление изделий.

После сброса давления сформованный брикет 7 с заключенной внутри твердосплавной заготовкой 8 выпрессовывают из матрицы 1 (рис. 1, з) и помещают в гидростат 9, где брикет подвергается основному гидростатическому прессованию с целью получения изделия требуемой пористости и плотности (рис. 1, д). Роль оболочки 12 играет уплотненный на предварительном этапе пластифицированный порошок. Отде-

ление среды от спрессованного изделия выполняют путем нагрева брикета до температуры плавления пластификатора.

Данный способ, благодаря одновременно высокой пластичности пластифицированного порошка и достаточной прочности получаемой в нем полости, обеспечивает получение инструмента со сложной пространственной формой режущих кромок, в частности, инструмента с наличием винтовых канавок.

### **Получение изделий сложной формы с легированной поверхностью**

Разработан способ прессования порошковых изделий [2], поверхность которых легирована элементами, отличными от материала самих изделий. К таким изделиям относятся детали, имеющие поверхности трения (например, вкладыши подшипников скольжения), а также режущий и литьевого инструмент, поверхность которого обладает повышенными твердостью и износостойкостью по сравнению с аналогичными характеристиками материала основы.

При осуществлении способа давление на порошок изделия передается через пластифицированный легирующий порошок, причем размер частиц последнего меньше размера пор порошка в состоянии утряски. Пластификатор, проникая в поры порошка изделия, увлекает за собой легирующие частицы, благодаря чему происходит насыщение поверхностных слоев порошка изделия частицами легирующего порошка. Результатом указанного процесса является легирование поверхностного слоя изделия определенной глубины, которая зависит от ряда факторов, определяемых опытным путем, причем степень легирования уменьшается от поверхности вглубь прессовки.

Данный способ позволяет значительно увеличить стойкость инструмента наряду с экономией инструментальных материалов.

### **Бездефектное квазиизостатическое прессование с использованием пластичных передающих сред**

Использование для передачи давления на порошок пластичных сред (парафин, стеарин, воск и другие легкоплавкие материалы) или пластифицированных этими средами материалов значительно расширяет технологические возможности квазиизостатического прессования за счет получения изделий сложной формы. Однако термопластичная передающая среда обладает упругим последействием и при разгрузке стремится восстановить первоначальный объем, а большой коэффициент трения передающей среды по поверхности спрессованного изделия приводит к их взаимному сцеплению. В результате при разгрузке спрессованное изделие испытывает значительные осевые усилия. В случае изготовления длинномерных изделий это приводит к растрескиванию и разрушению последних.

Разработан способ прессования изделий из металлических порошков [3], устраняющий указанный недостаток за счет улучшенной схемы нагружения порошка в ходе прессования. Осуществление способа показано на рис. 2, где 1 – брикет из передающей давление среды, 2 – контейнер для прессования, 3 – заглушка, 4 – бандажное кольцо, 5 – рабочая вязкая жидкость, 6 – пуансон, 7 – парафиновая прокладка.

Предварительно по схеме, изложенной в [1], получают уплотненный брикет 1 из передающей давление среды, с внутренней полостью, заполненной порошком изделия. Брикет располагают в рабочей полости контейнера 2 и жестко фиксируют его в осевом направлении с помощью одной из заглушек 3 и бандажного кольца 4. Свободный объем рабочей полости контейнера заполняют вязкой жидкостью 5, после чего прессующим пуансоном 6 в рабочей полости контейнера 2 создают требуемое давление прессования. Жесткое крепление брикета в осевом направлении и передача давления прессо-

вания в боковом направлении брикета позволяют устранить растрескивание прессовки за счет снижения упругого последействия передающей среды и более равномерного распределения давления прессования по объему прессовки.

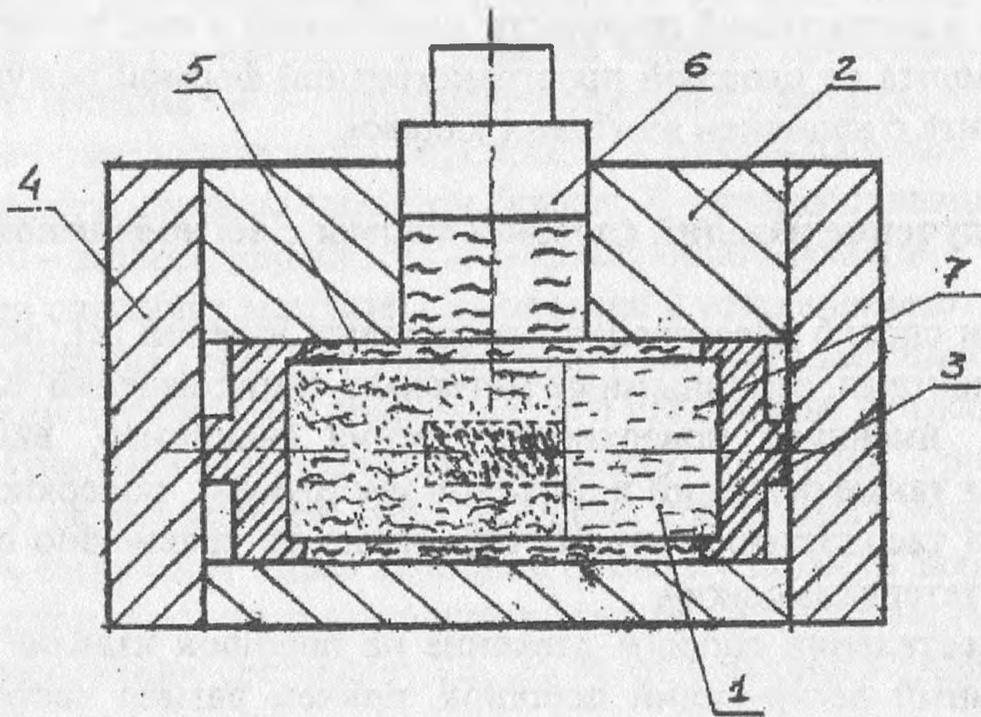


Рис. 2.

Разработано устройство для квазизостатического прессования, устраняющее негативное влияние упругого последействия при осевой схеме нагружения и предназначенное для изготовления длиномерных заготовок из труднопрессуемых непластифицированных порошков.

Конструкция устройства (рис. 3) включает пресс-форму 1, заполненную передающей средой 2. В передающей среде выполнена формообразующая полость 3, форма которой подобна форме получаемого изделия. Между полостью и стенками пресс-формы расположена втулка 4, в боковой поверхности которой выполнены отверстия. В верхней части пресс-формы расположена верхняя заглушка 5, в нижней – нижняя заглушка 6. Пуансон 7 передает нагрузку передающей среде.

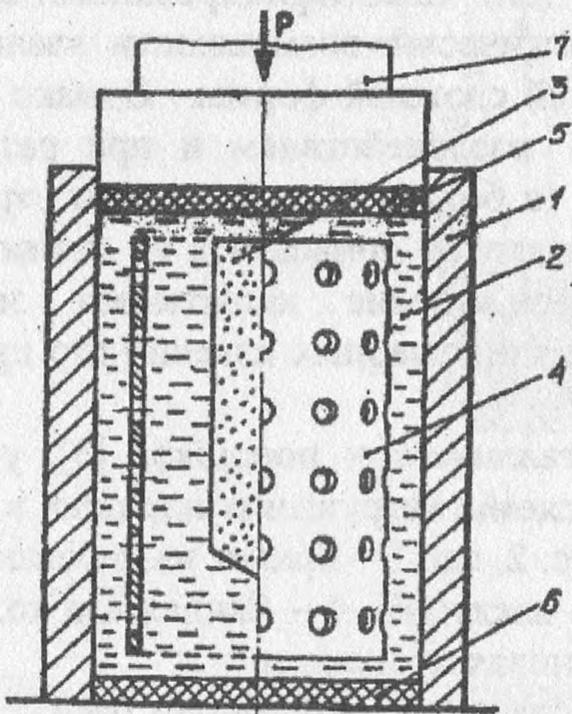


Рис. 3.

Устройство работает следующим образом. При изготовлении формообразующей полости 3 внутри передающей среды 2 между полостью и внутренней стенкой прессформы 1 помещают втулку 4, в боковой поверхности которой выполнены отверстия. После засыпки в полость порошкового материала передающую среду изолируют установкой верхней 5 и нижней 6 заглушек. Собранный устройство размещают на платформе пресса и с помощью пуансона 7 создают требуемое усилие прессования. Осевое давление пуансона, перераспределяясь в передающей среде, осуществляет всестороннее сжатие порошкового материала, при этом последний уплотняется и приобретает заданную форму.

При разгрузке (сбросе давления) передающая среда из-за упругого после-

действия стремится восстановить первоначальный объем. Благодаря наличию отверстий во втулке ее сцепление с передающей средой превышает сцепление передающей среды со спрессованным изделием. По этой причине значительная доля упругого последствия передающей среды воспринимается втулкой. Таким образом, втулка способствует уменьшению осевых усилий, воздействующих на спрессованное изделие. Это приводит к тому, что при изготовлении изделий с отношением длины к условному диаметру свыше 5 не происходит их растрескивание или разрушение.

Результаты прессования, в частности, по твердосплавным непластифицированным порошкам, показали, что разработанное устройство позволяет значительно повысить длинномерность изделий из труднопрессуемых порошков и обеспечивает получение изделий с отношением длины к условному диаметру свыше 5.

### Повышение геометрической и размерной точности квазиизостатического прессования

Приложение давления к поверхности прессовки при квазиизостатическом прессовании происходит без участия жесткого инструмента, что приводит к ее свободному формоизменению. В этих условиях основной проблемой является повышение геометрической точности получаемых изделий, учет геометрических искажений и способы их компенсации.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования геометрических искажений [4] показали, что появление последних объясняется следующими факторами: податливостью формообразующей полости, свойствами среды, неодинаково передающей давление по всем направлениям, а также наличием внешнего трения между прессовкой и поверхностью изделия. В случае изготовления длинномерных изделий наибольшее значение приобретает последний из перечисленных факторов, результатом действия которого является падение плотности изделия по длине.

Получена зависимость, представляющая собой профиль формообразующей полости для получения участка прессовки заданного профиля с учетом того, что плотность последней падает по длине:

$$d_0(z) = d(z) \sqrt[3]{\frac{\rho_{\max}}{\rho_0} \xi} \sqrt[3]{1 - k'z}, \quad (1)$$

где  $z$  – координата;  $d(z)$  – функция требуемого контура участка прессовки;  $\rho_{\max}$  и  $\rho_0$  – соответственно максимальная плотность прессовки и начальная плотность порошка;  $\xi$  – отношение линейных усадок, зависящее от свойств передающей среды;  $k'$  – коэффициент падения плотности по высоте прессовки.

Использование полученной зависимости позволяет повысить геометрическую точность порошковых изделий, получаемых квазиизостатическим прессованием пластичными средами.

### Практическое применение результатов исследований

На основании проведенных исследований в ВГТУ разработана безотходная технология прессования цельного твердосплавного инструмента сложной формы [5], обладающая гибкостью перехода на другие типоразмеры и номенклатуру инструмента, требующая минимальной механической обработки заготовок и выполняемая на универсальном прессовом оборудовании. Технология позволяет изготавливать цельный твердосплавный инструмент для осевой обработки отверстий, при этом, по сравнению с традиционно применяемой механической обработкой пластифицированных заготовок, разработанная технология позволяет в 1,5...2 раза снизить материалоемкость и энергозатраты.

### Список литературы

1. Заявка 970147, МПК В22F 3/14, В22F 3/16. Способ изготовления изделий из твердосплавных металлических порошков /Клименков С.С., Голубев А.Н., Матвеев К.С. – Заявл. 19.03.1997; Опубл. 30.09.1998 // Офиц. бюллетень N 3, С. 52.
2. Заявка 970494, МПК В22F 3/02. Способ прессования изделий из порошков / Клименков С.С., Матвеев К.С., Голубев А.Н., Ахтанин О.Н., Пятов В.В. – Заявл. 19.09.1997.
3. Заявка 19980176, МПК В22F 3/02, В22F 3/04. Способ прессования изделий из металлических порошков /Клименков С.С., Голубев А.Н. – Заявл. 24.02.1998.
4. Разработка новых схем прессования и методики размерного расчета изделий сложной формы из порошков для условий единичного производства: Отчет о НИР (заключит.) /Витебский государственный технологический университет; Рук. темы Голубев А.Н. – N ГР 19991303. – Витебск: ВГТУ, 1999. – 52 с.
5. Разработать безотходную технологию производства цельного твердосплавного инструмента сложной формы: Отчет о НИР (заключит.) / Витебский государственный технологический университет; Рук. темы Клименков С.С. – N ГР 19972122; – Витебск: ВГТУ, 1998. – 41 с.