

технологическая себестоимость изготовления изделия. Для решения задачи оптимального управления в виде дискретной оптимизации применяется динамическое программирование. Предлагаемый подход иллюстрируется примерами решения задач планирования обработки поверхности заготовки и синтеза принципиальной схемы технологического процесса.

Summary

The problem all-up resources saving during the machine-building production manufacturing processes realization is interpreted as a problem of optimal control. The technological cost price of article fabrication is accepted as integrated criterion of the resources saving. The dynamic programming is applied for solution of a task of optimal control in a discrete optimization form. The proposed approach is illustrated by the examples of solving of the tasks of planning of blank surface machining and manufacturing process principal scheme synthesizing.

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ В ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПРЕССОВКАХ, ПОЛУЧЕННЫХ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКИМ ПРЕССОВАНИЕМ

С.С. Клименков, А.Н. Голубев, П.В. Станкевич
*УО «Витебский государственный
технологический университет»*

Твердосплавный режущий и формообразующий инструмент находит широкое применение благодаря высоким эксплуатационным свойствам. Заготовки для изготовления такого инструмента возможно получать только по технологии порошковой металлургии.

Эксплуатационные свойства инструмента во многом определяются физико-механическими свойствами порошковой прессовки, которая в дальнейшем подвергается спеканию и механической обработке. При изготовлении прессовки традиционным является выбор из двух наиболее распространенных способов прессования: с одной стороны, прессование в жестких пресс-формах [1] (способ дает высокую точность, качество поверхности, производительность, но неравномерную плотность прессовки по объему), с другой стороны – изостатическое прессование [2] (прессовка получается равноплотной, есть возможность прессовать крупногабаритные изделия). Более распространено применение первого способа, поскольку для изостатического прессования требуется более сложное оборудование, усложняющее и удорожающее процесс. Способы прессования эластичным инструментом [3] также малоприменимы в силу определенной сложности расчета размеров и изготовления такого инструмента.

Сотрудниками УО «ВГТУ» разработан способ квазиизостатического прессования [4], совмещающий достоинства описанных выше способов, применение которого оправдано при изготовлении изделий сложной формы в условиях единичного и мелкосерийного производства. Принципиальная схема способа приведена на рис. 1, где 1 – верхний (подвижный) пуансон; 2 – матрица; 3 – уплотнительная прокладка; 4 – прессовка; 5 – среда, передающая давление; 6 – нижний (неподвижный) пуансон.

Ранее [5] был проведен ряд экспериментов по определению степени равноплотности прессовок, полученных данным способом прессования. Результаты, полученные на прессовках из железного порошка, свидетельствуют о существенном повышении равноплотности прессовок по сравнению с изделиями, получаемыми в жестких пресс-формах, и приближению показателя равноплотности к результатам, характерным для изостатического прессования. Однако, эти результаты не позволяют судить о возмож-

ностях изготовления равноплотного твердосплавного инструмента, в силу того, что твердосплавная смесь по своим технологическим свойствам (пресуемость, уплотняемость, текучесть) очень сильно отличается от железного порошка. В данном сообщении приведены результаты экспериментальных исследований равноплотности прессовок, полученных способом квазиизостатического прессования из твердосплавной смеси.

Оснастка, использованная для проведения эксперимента, показана на рис. 2, где 1 – матрица, 2 – нижний (неподвижный) пуансон, 3 – верхний (подвижный) пуансон, 4, 5 и 6 – детали формы под засыпку смеси, выполненные из передающей давление среды, 7 – прокладки из фольги, 8 – твердосплавная смесь.

Эксперимент проводили следующим образом [6]. Из среды, передающей давление, изготавливали детали формы, необходимой для получения цилиндрического твердосплавного стержня диаметром 25 мм и высотой 100 мм. В качестве среды, передающей давление, использовался технически очищенный парафин общего назначения ГОСТ 16960-71 с плотностью в твердом состоянии 0,9 г/см³. Указанный материал в наибольшей степени отвечает требованиям, предъявляемым к передающим средам и обеспечивает отношение линейных усадок прессовки до 0,94...0,95. Эксперимент проводили на твердосплавной смеси марки ВК-20, при этом в состав смеси не вводились никакие пластификаторы. При засыпке смеси в полость формы делались навески (по 45 г каждая), и каждый засыпанный слой прокладывался фольгой. Данный прием позволяет легко разделять полученную прессовку на части одинаковой длины с целью определения распределения плотности по ее высоте (в осевом направлении). В условиях описываемого эксперимента прессовка разделялась на 12 частей. Форма с засыпанной твердосплавной смесью размещалась в матрице диаметром 80 мм. Прессование проводили в лабораторных условиях на гидравлическом прессе П-125 при давлении в матрице 70 МПа. Аналогичный эксперимент при тех же условиях прессования проводили для твердосплавных изделий (дисков) диаметром 50 мм и высотой 8 мм с целью определения распределения плотности в диаметральном направлении.

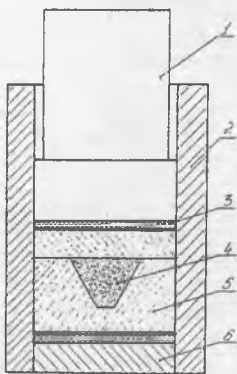


Рисунок 1 - Принципиальная схема квазиизостатического прессования

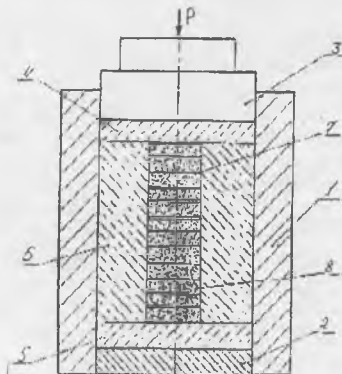


Рисунок 2 - Схема эксперимента

По окончании прессования прессовка извлекалась из передающей давление среды и делилась на равные части по местам прокладок из фольги. Для определения плотности полученных твердосплавных прессовок использовали гидростатический метод согласно ГОСТ 20018-74, заключающийся в измерении массы изделия на воздухе и в дистиллированной воде, при этом плотность прессовки определяли по формуле:

$$\rho = \frac{m_1 \rho_0}{(m_1 - m_2)} \quad (1)$$

где ρ – плотность прессовки, $г/см^3$; ρ_0 – плотность дистиллированной воды, $г/см^3$; m_1 и m_2 – масса образца, взвешенного на воздухе и в воде соответственно, г. Каждую из масс определяли как среднее арифметическое по результатам трех взвешиваний на лабораторных аналитических весах. Результаты определения плотности образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты определения плотности образцов

№	Плотность, $г/см^3$			Средняя плотность, $г/см^3$	Статистическое отклонение	Доверительный интервал
1	7,22	7,28	7,27	7,26	0,026	0,03
2	7,20	7,21	7,20	7,20	0,001	0,01
3	7,22	7,19	7,27	7,23	0,030	0,03
4	7,22	7,24	7,25	7,24	0,012	0,01
5	7,35	7,41	7,45	7,41	0,040	0,04
6	7,17	7,20	7,17	7,18	0,011	0,01
7	7,21	7,23	7,26	7,23	0,021	0,02
8	7,19	7,22	7,22	7,21	0,013	0,02
9	7,23	7,22	7,25	7,23	0,013	0,02
10	7,44	7,25	7,22	7,30	0,095	0,11
11	7,20	7,24	7,25	7,23	0,021	0,02
12	7,23	7,25	7,20	7,23	0,023	0,03

По результатам проведенных экспериментов строили график зависимости плотности слоя прессовки в зависимости от его порядкового номера расположения в матрице. Экспериментальные точки и их аппроксимация представлены на рис. 3, причем штриховыми линиями очерчена доверительная область расположения аппроксимирующей кривой. Полученный график соответствует кривой распределения средней плотности в сечении в зависимости от высоты сечения и позволяет судить о равноплотности всей прессовки в целом.

По результатам обработки эксперимента по прессованию и замерам плотности участков твердосплавных дисков строили графики распределения плотности по объему прессовки (рис. 4) и сравнивали с распределением [6], характерным для прессования изделия в жесткой пресс-форме (рис. 5). На рис. 4 и 5 за 100% взята плотность наиболее уплотненного участка прессовки, полученной в жесткой пресс-форме.

Результаты эксперимента позволяют сделать следующие выводы. Изменение плотности твердосплавной непластифицированной прессовки на длине 100 мм не превышает 1,5...2%, что достаточно близко к равноплотности, достигаемой гидростатическим прессованием, и значительно превышает показатель равноплотности, характерный для прессования в жестких пресс-формах. Указанный результат достигается за счет низкого значения коэффициента трения передающей среды по стенкам матрицы пресс-формы. Стоит также отметить, что получение непластифицированных прессовок в жестких пресс-формах вообще не представляется возможным. Некоторое уменьшение плотности к середине длины прессовки и повышение ее к краям можно объяснить отсутствием жесткого крепления матрицы и приближением схемы прессования к варианту двухстороннего прикладывания давления. Сравнение рис. 4 и 5 также показывает значительно более высокую степень равноплотности прессовки, полученной квазиизостатическим прессованием, несмотря на двукратное увеличение ее вы-

соты (100 мм против прессовки высотой 50 мм, полученной пресованием в пресс-форме).



Рисунок 3 - Распределение плотности по высоте твердосплавной прессовки

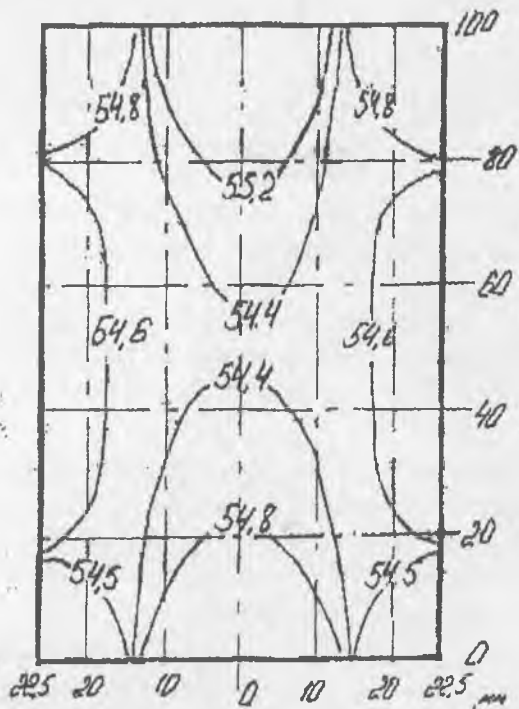


Рисунок 4 - Распределение плотности в твердосплавной прессовке ВК-20, полученной квазиизостатическим пресованием

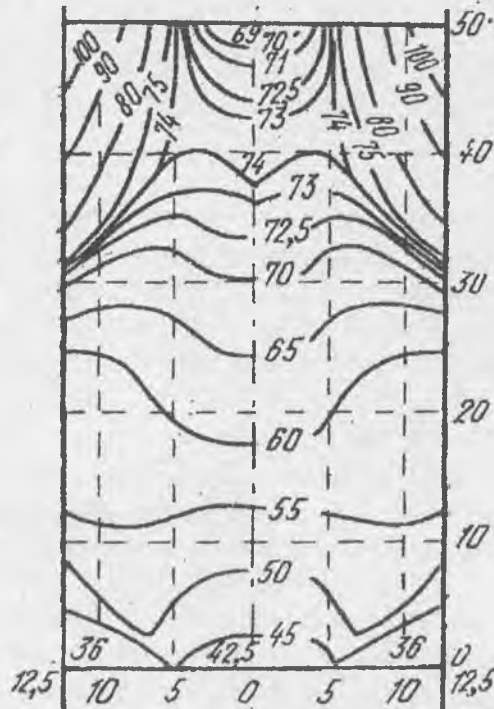


Рисунок 5 - Распределение плотности в твердосплавной прессовке ВК-15, полученной в пресс-форме [6]

Таким образом, разработанный способ квазиизостатического пресования может быть рекомендован к применению для изготовления небольших партий изделий, когда, с одной стороны, требуется достаточно высокая равномерность, с другой стороны, не предъявляются повышенные требования к точности прессовки.

Список использованных источников

1. Бондаренко В.П. Пресс-формы для продольно-последовательного прессования длинномерных тонкостенных изделий из твердых сплавов /Порошковая металлургия, № 12, 1985, с. 17.
2. Джеймс П. Дж. Процессы изостатического прессования. – М.: Металлургия, 1990.
3. Реут О.П. Теоретические и технологические основы повышения эффективности процессов сухого изостатического прессования /Автореферат дисс... д.т.н. – Мн.: БГНПК ПМ, 2000.
4. Клименков С.С., Голубев А.Н. Совершенствование способов квазиизостатического прессования порошковых изделий сложной формы //В сб.: Физика процессов деформации и разрушения и прогнозирование механического поведения материалов: Труды XXXVI Международного семинара "Актуальные проблемы прочности" в 2-х частях (26-29 сентября 2000 г., г. Витебск). – Витебск, 2000. Ч. 2, с. 677-682.
5. Клименков С.С., Голубев А.Н. Распределение плотности по высоте прессовки при квазиизостатическом прессовании // В сб.: Сборник статей Международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". – Витебск: ВГТУ, 1999, с. 131-135.
6. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. – М.: Металлургия, 1976.

Аннотация

В статье приведено описание экспериментального исследования распределения плотности в твердосплавных прессовках, полученных методом квазиизостатического прессования. Согласно полученным результатам, изменение плотности по объему прессовки не превышает 1,5...2%.

Summary

In this article the description of an experimental research of distribution of density in the hard-alloy preforms received by means of quasi-isostatic pressing is given. According to results, change of density in volume of preforms does not exceed 1,5 ... 2 %.

УДК 550.41+539.376.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИГЛОФРЕЗЕРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПРИ
ДРОБЛЕНИИ ЭЛАСТОМЕРОВ**

Н.Е. Скиба, В.И. Ищук
*Технологический университет Подолья,
г. Хмельницкий, Украина*

Несмотря на некоторое снижение экономической активности предприятий легкой промышленности и сферы бытового обслуживания, задача переработки вторичного сырья в результате их деятельности остается актуальной. Большое количество отходов при использовании текстильных материалов, пластификатов, иных резиновых отходов прямым ходом попадает на свалку, загрязняя таким образом, окружающую среду. При этом бесповоротно теряется ценное сырье, которое с успехом можно использовать в этой же отрасли. Кроме того в связи с ростом парка автомобилей расширяются свалки изношенных автомобильных шин. Вместе с тем на бывших в употреблении шинах есть