

## ПРЕССОВАНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НЕПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

Асп. Голубев А.Н.; д.т.н., проф. Клименков С.С.,  
м.н.с. Матвеев К.С. (*ВГТУ*)

Твердые сплавы, являясь широко распространенными инструментальными материалами, могут быть получены только методами порошковой металлургии по причине тугоплавкости входящих в их состав компонентов. Прессование порошков тугоплавких карбидов и связующих элементов (кобальт, никель), составляющих твердосплавные смеси, в целом подчиняется основным теоретическим закономерностям порошковой металлургии и реализуется известными для любых металлических порошков практическими приемами. В то же время твердосплавные смеси обладают специфическими особенностями, выделяющими их из ряда остальных порошковых материалов и являющимися причиной применения особых приемов прессования. Назовем три основные такие особенности.

1. *Высокое межчастичное трение*. Является причиной крайне плохой заполняемости формы смесью, способствует низкой, по сравнению с другими порошками, степени утряски и появлению расслойных трещин из-за перемещений частиц в ходе прессования.

2. *Высокое упругое последействие*. Определяется повышенными твердостью и дисперсностью составляющих компонентов твердосплавной смеси. По этим причинам упругое последействие твердосплавной прессовки, приводящее к уменьшению контактного сечения, в 5...7 раз выше, чем у пластичных порошков железа, меди и им подобных [1].

3. *Низкая прочность прессовок*, препятствующая их механической обработке. Это явление вызвано как плохой прессуемостью непластичных смесей, так и тем фактом, что риск возникновения расслойных трещин не позволяет увеличивать давление прессования и доводить относительную плотность прессовок выше 55...65 % от плотности компактного твердого сплава [2].

Перечисленные особенности приводят к появлению расслойных трещин в прессовках при использовании обычных для пластичных порошков способов прессования.

Существует два подхода в решении означенной проблемы: 1) улучшить физико-механические характеристики смесей, существенно влияющие на процесс их прессования, путем введения в состав смесей пластифицирующих добавок; 2) избавиться от появления расслойных трещин путем подбора иварьирования режимов и эффективных схем прессования, не изменяя составы смесей.

Большинство существующих в настоящее время технологий используют первый подход, при этом в качестве веществ, пластифицирующих смеси карбидов, применяют в основном парафин и каучук. Введение в состав смесей пластификаторов позволяет избавиться от расслойных трещин [2], но значительно усложняет технологию изготовления изделий по следующим причинам.

1. Введение пластификаторов – трудоемкая операция, особенно для каучука, который вводится в виде раствора в бензине, керосине либо другом растворителе.
2. Требуется дополнительная промежуточная операция отгонки пластификатора (отжиг). Для предотвращения загрязнения вакуумных печей и выхода из строя нагревателей выполняется как отдельная операция в восстановительной атмосфере (чаще всего в дисаммиаке).

3. Прочность пластифицированных заготовок недостаточна для качественной обработки на металлорежущем оборудовании, что часто вызывает необходимость проводить обработку на полуспеченных заготовках. В этом случае спекание разбивается на три этапа – отжиг, предварительное и окончательное спекание.
4. Введение пластификатора не решает проблемы получения заготовок сложной формы, поскольку экструзией, мундштучным прессованием и другими способами, использующими пластифицированные заготовки, получают в основном детали простой формы.

Теоретические разработки в области порошковой металлургии [1] выявили достаточно четкую зависимость между давлением прессования и плотностью получаемой прессовки, при этом в рассмотрении, как правило, почти не участвуют особенности схемы прессования и способ передачи давления. В этом смысле возможности влиять на ход процесса уплотнения прессовки варьированием схем прессования ограничены. Тем не менее, они существуют. Так, например, известно, что для достижения одинаковой плотности прессовок при изостатическом прессовании требуется меньшее давление, чем при прессовании в пресс-форме [3]. Этот факт подтверждается также практикой прессования железных и медных порошков авторами. О возможности влияния на процесс уплотнения прессовок и их качество варьированием схем прессования указывает и большое разнообразие последних. Таким образом, второй из упомянутых выше подходов в прессовании твердосплавных смесей хоть и неочевиден, но реально существует и может дать определенный эффект.

Целью исследований, выполненных авторами на кафедре машин и технологий высокозэффективных процессов обработки ВГТУ, являлась разработка способов прессования длинномерных изделий из непластифицированных твердосплавных смесей. «Длинномерными» здесь будем называть заготовки конечной длины с большим отношением длины к диаметру (или наименьшему линейному размеру в поперечном сечении), достигающим 5...6 и более, в отличие от того же термина, иногда применяемого в экструзии, мундштучном прессовании и имеющего значение «непрерывной длины». Заготовки из твердосплавной смеси ВК8 переменной длины  $\varnothing$  10...12 мм прессовались в квазизостатических условиях. Состав передающей среды выбирался, исходя из требования достижения максимальной равноплотности прессовок путем экспериментирования на различных материалах [4]. Результаты прессования при различных давлениях сведены в таблице. В ходе исследований выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество изделий. Знаками «плюс» и «минус» в таблице обозначено наличие либо отсутствие соответствующего фактора в ходе прессования данной партии прессовок. В числе главных результатов необходимо отметить следующие.

1. Оптимальный диапазон давления прессования непластифицированных смесей составляет 70...130 МПа. При этом прессовки сложной формы были получены только при использовании специально спроектированного вибростенда, обеспечивающего колебания оптимальной частоты в направлении прессования.
2. Установлено, что подавляющее большинство трещин в прессовках возникает в момент извлечения брикета из прессующего контейнера. Ликвидация воздействия давления выпрессовки на изделие, выполненная путем конструктивной доработки схемы прессования, позволила резко уменьшить количество расслойных трещин, что равнозначно повышению максимальной для данных условий длинномерности изделий.
3. На появление расслойных трещин при прессовании в квазизостатических условиях заметное влияние оказывает упругое последействие среды, передающей давление, которая при разгрузке стремится восстановить первоначальный объем и разрывает прессовку. Это явление удалось снизить введе-

нием дополнительного упругого элемента, размещенного между прессующим контейнером и твердосплавной прессовкой. В совокупности с п.2 это дало увеличение длины прессовки до 6...6,5 диаметров. При этом равнодлотность прессовок по длине достаточно высока и приближается к достижаемой в гидростатах, что косвенно подтверждается равномерной усадкой при спекании.

**Таблица. Результаты прессования твердосплавной смеси ВК8  
в квазизостатических условиях**

№ партии	1	2	3	4	5	6
Давление прессования, МПа	30	80	130	200	270	370
Среднее значение относительной плотности $\rho$	--	0,513	0,565	0,590	0,660	0,679
<b>Влияние факторов</b>						
Наличие утряски	+	-	+	+		
Уменьшение давления выпрессовки	+	+	-	+		
Снижение упругого последействия среды	+	+	+	-		
Характеристика качества прессовки	Плотность недостаточна	Нет рас- слойных трещин	Наруше- ния формы прессовки	Треши- ны	Расслои- ные треши- ны	Пере- прессово- чные треши- ны
Показатель длинно-мерности $L_{\max} / D$	—	6,5	—	2,5	4,0	—

Результаты исследований положены в основу разработанной в рамках ГНТП «Станки и инструмент» технологии прессования цельного твердосплавного инструмента сложной формы.

#### **Литература:**

1. Балышин М.Ю. Научные основы порошковой металлургии и металлургии волокон. – М.: Металлургия, 1972.
2. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии спеченных твердых сплавов. – М.: Металлургия, 1976.
3. Процессы изостатического прессования /Под ред. П. Дж. Джеймса: Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1990.
4. Клименков С.С., Матвеев К.С., Голубев А.Н. Экспериментальное исследование технологических сред для прессования цельного твердосплавного инструмента / В сб.: Тезисы докладов XXX научно-технической и научно-методической конференции преподавателей и студентов ВГТУ. – Витебск: ВГТУ, 1997. С 36.