

2. Соколовская Е.М. Физикохимия композиционных материалов. Изд-во Московского университета, 1978.
3. Прудников Е. Л., Абразивосодержащие электрохимические покрытия, Киев: "Наукова думка", 1985.
4. Способ нанесения композиционных покрытий. Заявка № а 20000386 от 27.04.2000 г. Авторы Клименков С.С., Новиков А.К.

УДК 621.762.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ПЛАСТИФИКАТОРА В СОСТАВЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОМ ПРЕССОВАНИИ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Голубев А.Н.

Технология квазиизостатического прессования (КИП) является выгодной альтернативой холодному изостатическому прессованию, в особенности при изготовлении небольших партий специализированных изделий. Способы с применением вязкопластичных передающих сред (ПС), таких, как парафины, воски, пластифицированные металлические порошки, позволяют получать изделия достаточно сложной формы и обеспечивают их высокую равноплотность [1]. Пластификатор, входящий в состав вязкопластичных ПС, является причиной возникновения некоторых дефектов изделий [2].

В ходе прессования наблюдается загрязнение пластификатором поверхностных слоев прессовки, что объясняется отсутствием физической преграды между ПС и порошком изделия. Введение такой преграды ограничивает технологические возможности способа и искажает равномерность передачи давления.

Увеличение количества пластификатора в составе ПС вызывает повышение упругого последействия последней и приводит к возникновению трещин и разрывов в прессовках при их извлечении из матрицы.

Исходя из вышесказанного, следует уменьшать количество пластификатора в составе ПС. С другой стороны, это приводит к ухудшению технологических свойств ПС и снижению равноплотности изделий. Данное противоречие сдерживает более широкое применение способа в производстве.

В настоящей работе исследуется задача повышения качества изделий, получаемых методами КИП в вязкопластичных средах, за счет снижения проникновения пластификатора в порошок изделия. Указанная задача решается с помощью получения и анализа экспериментальных зависимостей, связывающих процентное содержание пластификатора, входящего в состав ПС, с показателем пластификации поверхностных слоев изделия, а также с показателем равноплотности изделий.

Прессование проводилось в цилиндрической матрице диаметром 40 мм на гидравлическом прессе односторонним прессованием. В качестве ПС использовался пластифицированный парафином медный порошок марки ПМС-1 с различным значением пластификатора в его составе: от 0 % (непластифицированный порошок) до 100 % (чистый парафин). Внутри брикета из ПС получали цилиндрическую полость и засыпали ее железным порошком марки ПЖ2М3. Брикет-форму с порошком размещали внутри контейнера для квазиизостатического прессования (рис. 1), где 1 -- матрица (показана отдельно), 2 -- верхний подвижный пуансон, 3 -- нижний неподвижный пуансон, 4 -- брикет-форма из ПС. Давление прессования менялось в пределах от 150 до 700 МПа. Полученные образцы по отделении от ПС имели цилиндрическую форму со средними значениями диаметра в 16 мм и длины в 75 мм.

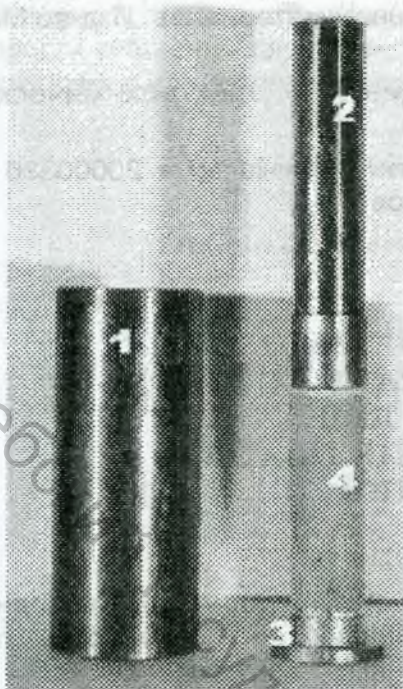


Рис. 1

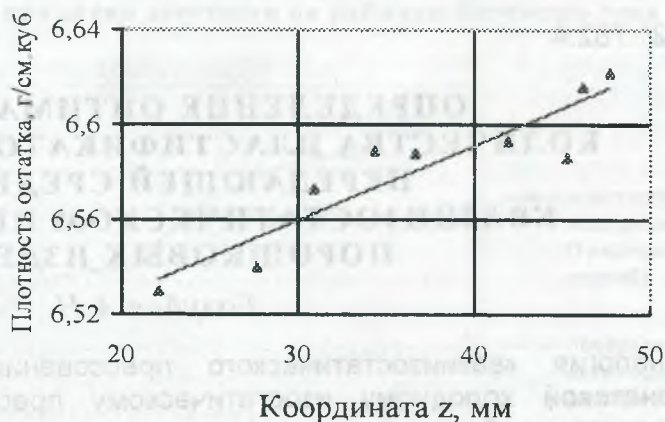


Рис. 2

Перед прессованием методом взвешивания определяли массу насыпки порошка. После прессования и отделения от ПС определяли общую массу прессовки с учетом находящегося в порах пластификатора. В качестве показателей, характеризующих процесс пластификации поверхностных слоев изделия, приняты массовый δ_m и объемный δ_v проценты пластификатора, определяемые по отношению к массе и объему всей прессовки:

$$\delta_m = 100(m_0 - m_1) / m_0, \quad (1)$$

$$\delta_v = 100((m_0 - m_1)\rho_k) / (m_1\rho_n + (m_0 - m_1)\rho_k),$$

где m_0 - масса прессовки, m_1 - масса насыпки порошка; ρ_k и ρ_n - соответственно плотность компактного материала порошка и плотность пластификатора. Статистическая обработка экспериментальных данных заключалась в определении доверительных интервалов для найденных точек и построении регрессионной прямой.

Для определения показателя равноплотности каждая из полученных прессовок обрабатывалась на токарном станке до наружного диаметра 15 мм. Подрезкой торца прессовку укорачивали на 2...5 мм и расчетным методом по ГОСТ 18898-83 определяли среднюю плотность остатка ρ_s . Таким способом получали девять значений плотности остатка ρ_{si} в зависимости от его длины. Наибольшая погрешность определения плотности на середине прессовки не превышала 0,02...0,03 г/см³, или 0,4...0,5%.

С достаточной для целей эксперимента точностью можно считать закон изменения плотности по длине линейным [3] (выборочный коэффициент корреляции составляет 0,92... 0,95). За показатель равноплотности прессовки брали коэффициент a уравнения $\rho(z) = az + b$, являющийся тангенсом угла наклона этой прямой к оси абсцисс. Значение коэффициента отлично от нуля и тем больше, чем сильнее различаются значения средней плотности прессовки в верхнем и нижнем сечениях. Для получения числовых значений коэффициента равноплотности найденные значения средней плотности остатка ставились в соответствие с его длиной (координатой z , рис. 2). Среднее значение коэффициента равноплотности и доверительный интервал определяли по формулам

$$a = 2(n \sum z_i \rho_{si} - \sum z_i \cdot \sum \rho_{si}) / (n \sum z_i^2 - (\sum z_i)^2), \quad (2)$$

$$\Delta = 2t(s_y \sqrt{1-r}) / (s_x \sqrt{n-2}),$$

где ρ_{si} -- плотность остатка длиной z_i , n - количество экспериментальных точек ($n = 9$), s_x и s_y -- корни квадратные из дисперсий выборок вокруг своих средних, r - выборочный коэффициент корреляции, t -- квантиль распределения Стьюдента при уровне значимости 0,05.

На рис. 3 показан график зависимости массового и объемного процентов находящегося в порах прессовки пластификатора (парафина) от давления прессования. С повышением давления количество находящегося в порах готовой прессовки пластификатора линейно возрастает. Из-за этого при получении мелкогабаритного изделия прессовка почти полностью насыщается парафином и разрушается уже при попытке отделения ее от передающей среды.

На рис. 4 показан совмещенный график, отражающий влияние процента пластификатора в составе ПС на коэффициент равноплотности и на объемный процент находящегося в порах прессовки пластификатора. График построен для образцов, полученных под давлением в 450 МПа. Как видно из графика, с повышением количества пластификатора в составе ПС от нуля до 15...20 % коэффициент неравноплотности интенсивно снижается. Далее, вплоть до чистого парафина, происходит незначительное снижение этого коэффициента. Наоборот, объемный процент находящегося в порах парафина с ростом процента пластификатора в составе ПС увеличивается.

Полученные результаты исследований можно объяснить следующим образом. При использовании в качестве ПС сухого непластифицированного порошка равноплотность прессовки соответствует наблюдаемой при обычном прессовании в жесткой пресс-форме (около 10% на 10 мм длины прессовки), что вызвано наличием внешнего трения сухого порошка по поверхности матрицы [4]. При массовом содержании пластификатора около 15-20% последний заполняет весь свободный объем межчастичного пространства, выдавливается в зазор между ПС и стенкой матрицы и значительно снижает коэффициент трения ПС по матрице. Равноплотность при этом составляет около 1,5-2% на 10 мм длины. При дальнейшем повышении содержания пластификатора, вплоть до чистого парафина, уже не наблюдается существенного повышения равноплотности, поскольку не происходит заметного снижения коэффициента трения. Однако повышение пластификации ПС за пределы величины 15-20 % приводит к значительному повышению проникновения парафина, что негативно сказывается на качестве прессовок.

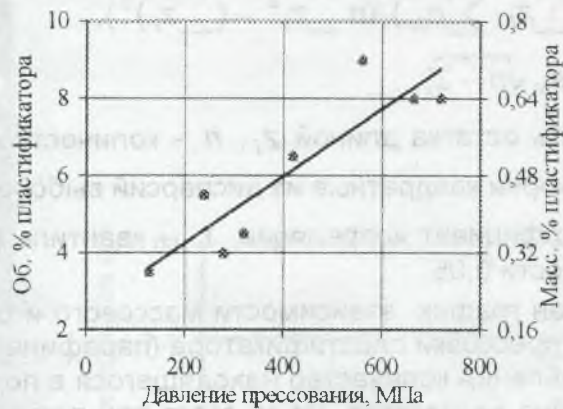


Рис.3

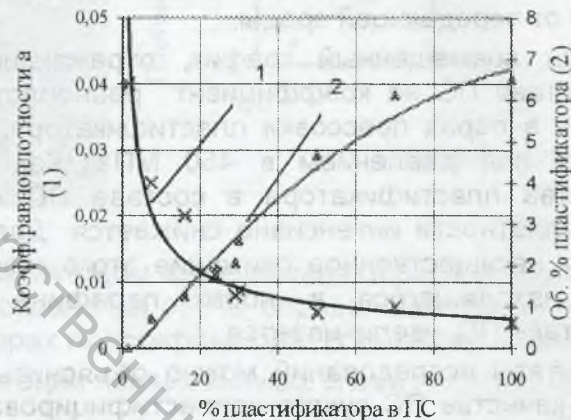


Рис. 4

Таким образом, без существенного ухудшения равномерности можно уменьшить объем контактирующего с порошком изделия парафина и тем самым снизить указанное выше его негативное влияние на прессовку. Для этого в качестве ПС необходимо применять пластифицированные металлические порошки, содержание пластификатора в которых обеспечивает заполнение всего свободного объема межчастичного пространства. Для медного порошка, пластифицированного парафином, это значение лежит в пределах 15-20 %.

Результаты исследований можно использовать при разработке технологии КИП, в частности, для оптимизации состава передающих сред.

Литература

1. Пат. 3568 С1, МКИ В22F 3/02. Способ прессования изделий из порошков / С.С. Клименков, К.С. Матвеев, А.Н. Голубев, О.Н. Ахтанин, В.В. Пятов. - №970494; Заявл. 19.09.1997; Опубл. 30.09.2000.
2. Голубев А.Н., Клименков С.С., Матвеев К.С. Прессование длинномерных изделий сложной формы из твердосплавных непластифицированных смесей // Сборник статей XXXI научно-технической конференции / Витебский гос. техн. ун-т. - Витебск, 1998. - С. 164-166.
3. Жданович Г. М., Якубовский Ч. А. Распределение давлений и плотности в осесимметричных брикетах, полученных прессованием в жестких матрицах // Порошковая металлургия. - 1977. - № 12. - С. 47-53.
4. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. - М.: Металлургия, 1976. - С. 328.