

Если длина хотя бы одной из осей больше габаритов плоскости, то эта ось назначается двойной направляющей базой, а другая ось и плоскость назначаются опорными базами. На этапе разработки схемы установки моделируется расположение точек контакта моделей реальных поверхностей заготовки с геометрическими моделями установочных элементов приспособления. На схеме установки желательно совместить опорную систему координат с базовой. Если этого нет, то возникают условия для возникновения погрешности схемы установки.

Если технологическая база является скрытой, то ее непосредственное сопряжение с установочным компонентом невозможно. Для фиксации такой базы следует применять полностью или частично самоцентрирующие компоненты приспособления (конические пальцы, самоцентрирующиеся тиски, призмы и т.д.). Разрабатываются таблицы соответствия и алгоритмы для замены элемента схемы базирования элементом схемы установки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Старостин В.Г., Лелюхин В.Е. Формализация проектирования процессов обработки резанием. – М.: Машиностроение, 1986. – 136 с. 2. Технология газонефтяного и нефтехимического машиностроения: учебное пособие. / Б.М. Базров, Б.А. Авербух и др.; Под общ. ред. Базрова Б.М. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с. 3. Цветков В.Д. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1972. – 240 с. 4. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. – Мн.: Выш. шк., 1997. – 423 с.

УДК 621.762.4

А.Н. Голубев

### **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРА В СОСТАВЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАВНОПЛОТНОСТЬ ПОРОШКОВЫХ ПРЕССОВОК, ПОЛУЧЕННЫХ СПОСОБОМ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ**

*Витебский государственный технологический университет  
Витебск, Беларусь*

В порошковой металлургии для изготовления изделий сложной формы находят применение способ квазиизостатического прессования (КИП), характерным признаком которого является наличие между рабочими органами оснастки (пуансонами и матрицей) и порошком изделия нежидкой и негазообразной передающей среды (ПС). Известно, что ПС из парафина, стеарина, желатина и им подобных материа-

лов [1] равномерно передают давление по всем направлениям (коэффициент бокового давления таких ПС близок к единице) и обладают низким коэффициентом трения по стенкам матрицы. Однако, наиболее оптимальным составом ПС для КИП являются не сами эти материалы, а пластифицированные ими металлические порошки в силу следующих причин.

1. В ходе прессования парафин склонен пропитывать порошок изделия, тем самым загрязняя его и повышая пористость поверхности спеченной прессовки. Уменьшение процентного содержания парафина в составе ПС способствует значительному снижению интенсивности протекания этого негативного процесса.

2. Парафин является практически неуплотняемым, но сжимаемым телом. При снятии давления прессования он стремится восстановить первоначальный объем и разрывает прессовку, в особенности из твердых мелкодисперсных порошков (например, твердосплавных смесей).

3. Применение пластифицированного порошка позволяет расширить технологические возможности КИП, в частности, за счет изготовления легированных изделий [2].

При замене ПС из парафина на ПС из пластифицированных порошков следует ожидать изменений в свойствах получаемых прессовок. В настоящей работе исследовано влияние содержания пластификатора в составе ПС на показатель равноплотности (изменение плотности прессовки по длине), являющийся одним из наиболее важных показателей, характеризующих способ прессования.

В качестве порошка изделия был выбран один из наиболее широко применяемых материалов – железный порошок марки ПЖ2М3; в качестве ПС использовался пластифицированный парафином медный порошок. Получая формообразующие полости из ПС для прессования экспериментальных образцов, каждый раз меняли массовый процент содержания пластификатора в ПС. Это значение изменялось в пределах от 0 % (непластифицированный медный порошок) до 100 % (чистый парафин).

Прессование способом КИП проводилось в цилиндрической матрице диаметром 40 мм на гидравлическом прессе односторонним прессованием давлением 450 МПа. Полученные экспериментальные образцы по извлечению из ПС имели цилиндрическую форму со средними значениями диаметра в 16 мм и длины в 75 мм. На торцах образцов выполнялись пометки “верх” и “низ” в соответствии с их положением в матрице в ходе прессования. Методика определения равноплотности образцов заключалась в следующем.

Каждая из полученных прессовок предварительно обрабатывалась на токарном станке до наружного диаметра 15 мм (прочность неспеченной железной прессовки, полученной при данном давлении, позволяет сделать это без ее разрушения). Методом подрезки торца прессовку укорачивали на 2–5 мм и расчетным методом по ГОСТ 18898–83 определяли среднюю плотность остатка  $\rho_{\text{с}}$ . Таким способом получали девять значений плотности остатка  $\rho_{\text{с}}$  в зависимости от его длины:

$$\rho_{s,i} = 4m_i / \pi d_i^2 z_i, \quad (1)$$

где  $m_i$ ,  $d_i$  и  $z_i$  – соответственно масса  $i$ -го остатка, его диаметр и длина,  $i = 1 \dots 9$ . Погрешность определения этой плотности, вызванная неточностью измерительных приборов, на середине прессовки составляла 0,02...0,03 г/см<sup>3</sup>, или 0,4...0,5%.

Направим координату  $z$  вдоль оси прессовки (рис. 1). Тогда функцию средней плотности остатка длиной  $z$   $\rho_s(z)$  и искомую функцию текущей плотности прессовки на координате  $z$   $\rho(z)$  можно связать зависимостью

$$(1/z) \int_0^z \rho(z) dz = \rho_s(z) \quad (2)$$

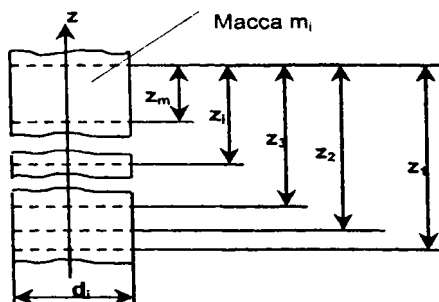


Рис. 1

С достаточной для целей эксперимента точностью можно считать закон изменения плотности по длине линейным (выборочный коэффициент корреляции составляет 0,92... 0,95). Если

$$\rho_s(z) = a_s z + b, \quad (3)$$

то, интегрируя (2) с учетом (3), находим, что функция  $\rho(z)$  есть прямая, уравнение которой

$$\rho(z) = az + b \quad (4)$$

причем

$$a = 2a_s, \quad b = b_s. \quad (5)$$

Тогда за критерий равноплотности прессовки можно взять коэффициент  $a$  уравнения (4), являющийся тангенсом угла наклона этой прямой к оси абсцисс. Значение этого коэффициента отлично от нуля и тем больше, чем сильнее отличаются друг от друга значения средней плотности прессовки в верхнем и нижнем сечениях.

Для получения числовых значений коэффициента неравноплотности по изложенной выше методике экспериментальные данные средней плотности остатка (1) ставились в соответствие с длиной остатка (координатой  $z$ ) и аппроксимировались прямой (3) методом наименьших квадратов (рис. 2). Среднее значение коэффициента неравноплотности и доверительный интервал

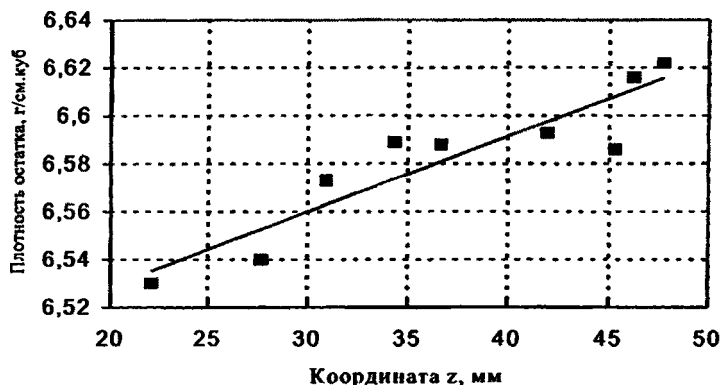


Рис. 2

$$a = 2(n \sum z_i \rho_{si} - \sum z_i \sum \rho_{si}) / (n \sum z_i^2 - (\sum z_i)^2), \quad (6)$$

$$\Delta = 2t(s_y \sqrt{1-r}) / (s_x \sqrt{n-2}), \quad (7)$$

где  $\rho_{si}$  определяется по (1),  $n$  – 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.

В соответствии с приведенной выше методикой обрабатывался каждый из полученных образцов. Найденный показатель  $a$ , характеризующий неравноплотность для принятых условий прессования и выбранных размеров образцов, ставился в соответствие с процентным содержанием пластификатора в составе ПС. Результаты эксперимента приведены на графике (рис. 3).

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 (100% пластификатора) происходит несущественное снижение этого коэффициента.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом. Неравноплотность прессовок вызвана, как известно, наличием коэффициента трения ПС по поверхности матрицы. Значение этого коэффициента тем меньше, чем больше в составе

ПС пластификатора. При использовании в качестве ПС сухого непластифицированного порошка неравноплотность прессовки соответствует наблюдаемой при обычном прессовании в жесткой пресс-форме (около 10% на 10 мм длины прессовки). При массовом содержании пластификатора около 15–20% последний заполняет весь свободный объем межчастичного пространства, выдавливается в пространство между ПС и стенкой матрицы и значительно снижает коэффициент трения ПС. Изменение плотности прессовки 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 повышения коэффициента трения ПС по поверхности матрицы.

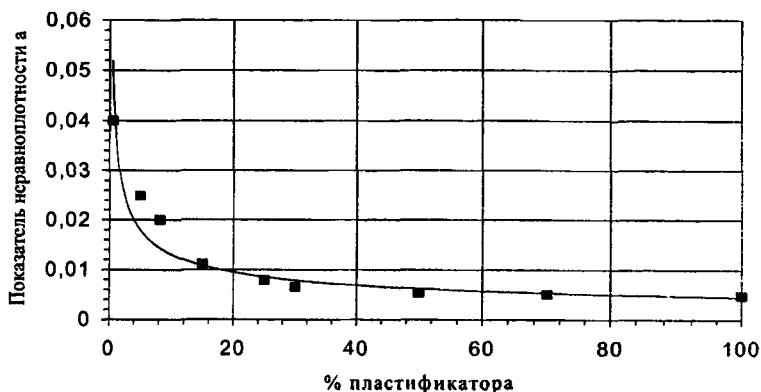


Рис. 3

Таким образом, без существенного ухудшения равноплотности прессовки 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.

Результаты исследований можно использовать при разработке технологий квази-изостатического прессования, в частности, для оптимизации состава передающих сред.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. Порошковая металлургия. — М.: Металлургия, 1991. — 305 с. 2. Способ прессования изделий из порошков / Патент РФ 3568 С1 по заявке № 970494 от 19.09.97, кл. В22F 3/02. — Авторы Клименков С.С., Матвеев К.С., Голубев А.Н., Ахтанин О.Н., Пятов В.В. — Оpubл. в Офиц. бюллетене № 1 от 30.03.99.