

2. Любарский И.М., Белый В.А. Всесоюзный симпозиум о природе трения твердых тел. "Наука и техника", Минск, 1969.
3. Скребцова Т.Т. Информационное письмо № 84, ИПМ АН УССР, Киев, 1970.
4. Грошев А.П. Технический анализ. Госхимиздат, М., 1958.

УДК 621.762.4

П.И. Логинов

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАДИАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ ПОРОШКОВ ПРОШИВАНИЕМ

Результаты исследований показали эффективность радиального уплотнения высокопористых заготовок прошиванием / 2 /. На рис. 1 изображена принципиальная схема этого процесса при прессовании деталей типа втулки.

Радиальное уплотнение порошка при осевом перемещении прошивки возможно лишь при правильном выборе геометрических параметров ее элементов, особенно рабочей части. Этот выбор производился нами на основе анализа давлений, передаваемых от рабочей поверхности прошивки на уплотняемый порошок (см. рис. 2). Общее давление P_p , действующее на любой элементарной площадке рабочей части прошивки, является суммой двух давлений: N - нормального к данной площадке и F - касательного к ней; или P_r - радиального и P_o - осевого. Анализ и эксперименты подтвердили, что наиболее рациональной является рабочая часть, поверхность которой имеет круговую образующую радиуса R , а отношение общего давления P_p к осевому P_o у ее начала (точка I) должна быть не менее $m_1 = 3$. Следовательно

$$m_1 = \frac{1}{\sin(\alpha_{max} + \beta)} \quad (1)$$

Из этого выражения после соответствующих преобразований находим

$$\sin \alpha_{max} = \frac{1 - f \sqrt{m_1^2 - 1}}{m_1 \sqrt{f^2 + 1}} \quad , \quad (2)$$

где α_{max} - максимальный угол наклона образующей рабочей части у ее начала (точка I);

m_1 - коэффициент запаса прочности высокопористой заготовки против осевого оседания;

$f = \operatorname{tg} \beta$ - коэффициент внешнего трения.

Значение f берется из условия сухого трения между порошком и прошивкой.

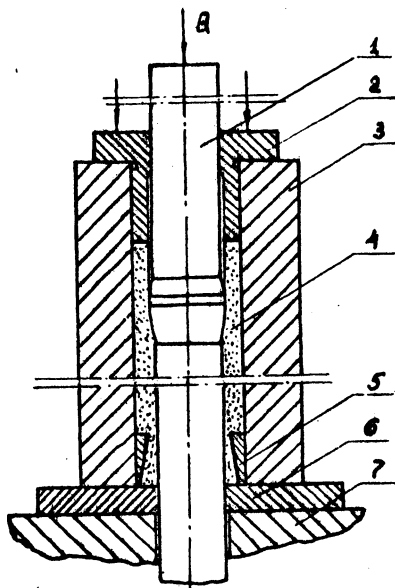


Рис. I. Принципиальная схема радиального уплотнения порошков прошиванием:
 1-прошивка; 2-упорно-центрирующая втулка;
 3-матрица; 4-уплотняемая заготовка;
 5-кольцо с выходной камерой; 6-упоры;
 7-подставка

Радиус кривизны образующей рабочей части прошивки находим из выражения:

$$R = \frac{t}{1 - \cos \alpha_{max}} \quad (3)$$

где $t = \frac{d_k - d_H}{2}$ - припуск на радиальное уплотнение.

Длина рабочей части равна

$$L_p = \frac{\sin \alpha_{\max}}{1 - \cos \alpha_{\max}} \quad (4)$$

Оптимальная длина калибрующей части прошивки равна $3+5$ мм, а ее диаметр d_k назначается с учетом упругого последствия порошка после прессования и его усадки при спекании.

Диаметры направляющей части прошивки d_H и хвостовой d_x должны быть соответственно на $0,3 + 0,4$ мм меньше диаметра отверстия высокопористой заготовки d_s и внутреннего диаметра прошивной заготовки d_g . Это обстоятельство сводит до предельного минимума трение на направляющей и хвостовой части инструмента при прошивании.

Продольные размеры прошивки и других элементов пресс-формы назначались исходя из необходимости получения металлокерамической детали нужной длины.

Поскольку высота трубчатой заготовки до и после прошивания практически остается постоянной, то запишем

$$\frac{v_g}{v_s} = \frac{D^2 - d_s}{D^2 - d_g} \quad (5)$$

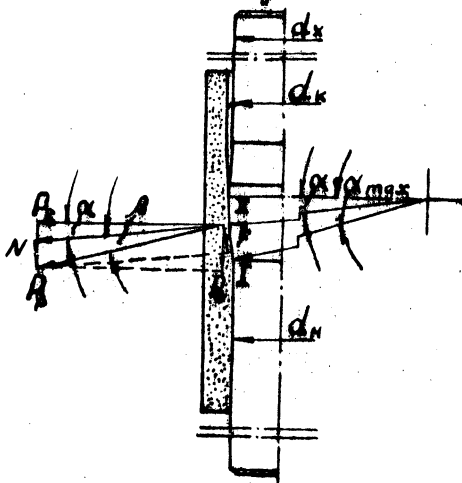


Рис.2. К взаимодействию прошивки с уплотняемым порошком

Из этого выражения можно найти исходный диаметр заготовки d_3 , полагая, что остальные параметры известны:

$$d_3 = \sqrt{D^2 - (D^2 - d_g) \frac{U_g}{U_3}}, \quad (6)$$

где D — наружный номинальный диаметр заготовки или полости матрицы, мм;
 U_3 и U_g — относительная плотность заготовки и детали соответственно.

Эксперименты показали, что припуск на радиальное уплотнение при однократном прошивании должен быть не больше 1,5 мм на сторону. Наиболее эффективно радиальное уплотнение может быть использовано при прессовании тонкостенных трубчатых деталей и нанесении тонких металлокерамических покрытий на внутренние поверхности трубчатых деталей.

С и л о в ы е характеристики необходимого оборудования определяются на основе расчета суммарной составляющей осевых давлений, действующих на рабочей и калибрующей частях прошивки:

$$Q = C \cdot A \cdot \pi \cdot R \cdot (1,27 S_{н.з.})^n \int_0^{\alpha_{max}} \frac{(R \cos \alpha - a) \sin(\alpha + \beta)}{[D^2 - 4(R \cos \alpha - a)^2]^n} d\alpha, \quad (7)$$

где P_0 — давление прессования заготовки без учета сил внешнего трения, кг/см² / I /;
 $S_{н.з.}$ — номинальная площадь поперечного сечения заготовки, см²;
 n — показатель упрочнения. Для железного и медного порошков принимают $n = 4$ / I /;
 $a = R - r_k$ — постоянная величина;
 C — коэффициент, учитывающий трение на калибрующей части прошивки. При наличии зазора между направляющей и хвостовой частями прошивки и уплотняемой заготовкой $C = 1,2 + 1,9$.

Результаты расчетов и экспериментальная проверка показали, что полное усилие прошивания в 4 — 5 раз меньше усилия осевого прессования заготовок аналогичных параметров / 2 /.

Л и т е р а т у р а

1. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков. "Металлургия", М., 1969.
2. Богинский Л.С., Логинов П.И. Исследование процессов радиального уплотнения порошковых материалов в жесткой пресс-форме. Материалы I-й республиканской конференции по порошковой металлургии. "Полымя", Минск, 1971.

УДК 621.762.

И.П.Габриелов, Е.А.Дорошкевич, Л.А.Желтогога

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВОЙ

В последнее время предложен новый метод изготовления высокопрочных и точных деталей путем горячей объемной штамповки спеченных заготовок в закрытых штампах. Однако конкурентоспособность указанного техпроцесса по сравнению с закрытой штамповкой шестерен из компактных материалов в ряде случаев оказалась низкой из-за высокой стоимости порошков.

Для ряда таких деталей, как зубчатые колеса, звездочки и пр. требуется высокая поверхностная твердость с сохранением вязкой сердцевины, т.е. нет необходимости выполнять всю деталь из дорогостоящего легированного материала.

Порошковая металлургия позволяет изготовить заготовки с заданным химсоставом наружного слоя и сердцевины, что исключает последующую химико-термическую обработку и все недостатки, связанные с ней.

В Научно-исследовательском институте порошковой металлургии БПИ изготовлена опытная партия шестерен стартера автомобильного двигателя путем штамповки биметаллических заготовок. Заготовки были получены путем одновременного прессования двухслойной смеси (наружный слой толщиной 5 мм состоял из смеси 4% ПХ30, 0,8% карандашного графита, 95,2% железного порошка ПЖ2М, сердцевина — из порошка ПЖ2М) с последующим спеканием при температуре 1250°C в течение 1,5 часа в среде диоксида азота. После горячей деформации в закрытом штампе в результате пластического течения материала на поверхности зуба шестерни сформировался леги-