

Рис. 1. Диаграммы усилий при выдавливании цилиндрических полостей ($d = 25$ мм) с радиусом закругления r , мм:
а - 0; б - 6; в - 12,5 (полусфера)

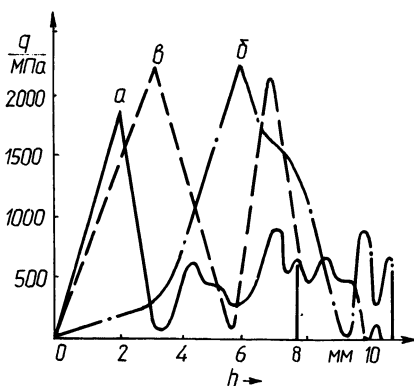


Рис. 2. Диаграммы удельных усилий при вдавливании:
а - цилиндра ($d = 25$ мм); б - полусферы ($d = 25$ мм); в - конуса с углом наклона образующей $\alpha = 45^\circ$ (h - путь деформирования)

рамм удельных усилий, построенных для бойков различной формы (рис. 2). Следовательно, расчет силового режима выдавливания для полостей произвольной формы вращения можно производить так же, как и для цилиндрической формы [1]. Заданную форму необходимо вписать в цилиндрическую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов О.М. Расчет интегральных параметров ударного выдавливания полостей методом верхней оценки. - Вестн. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1982, вып. 2, с. 9-14.
2. Дьяконов О.М. Методика регистрации параметров высокоскоростной штамповки. - Вестн. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1983, вып. 3, с. 11-14.

УДК 621.762.4

В.Ю. СЛАБОДКИН,
И.П. ГАБРИЕЛОВ, канд.-ты техн. наук (БПИ)

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА УПЛОТНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕКОТОРЫХ СХЕМАХ ФОРМОВАНИЯ

Известно, что порошковый материал в процессе уплотнения находится в предельном напряженном состоянии, а зависимость, устанавливающая связь между действующими в материале напряжениями и прочностными свойствами, описывается функцией, имеющей два явно выраженных прямолинейных участка, уравнение которых имеет вид

$$\tau_n = \sigma_n \operatorname{tg} \rho + K, \quad (1)$$

Т а б л и ц а 1. Относительные изменения плотности образцов из ПЖ2М2, деформированных в установке трехосного нагружения

V_0 , %	Боковое давление в установке $\times 10^5$, Па	Нормальное давление в установке $\times 10^5$, Па	V_1 , %	Давление прессования в жесткой матрице $\times 10^5$, Па
60	300	3195	73	3720
65	350	3320	73,5	4200
70	350	4010	82	6000
75	380	4350	90	9600

Примечание. V_0 и V_1 — соответственно плотность брикета до и после деформирования его в установке.

где σ_n , τ_n — соответственно нормальные и касательные напряжения, действующие на площадках сдвига пористого тела; K — коэффициент сцепления; ρ — угол межчастичного трения.

При этом установлено, что уплотнение порошкового материала идет вдоль правого участка функции (1) и практически не зависит от нормальной (сжимающей) нагрузки, действующей на пористое тело.

Анализ результатов исследований, полученных при испытании порошковых материалов титана, вольфрама и железного порошка в сдвиговом приборе свидетельствует о выигрыше в усилиях, особенно заметном при деформировании высокоплотных пористых тел, по сравнению с формованием брикетов аналогичной пористости в жесткой матрице. Эффект снижения усилий прессования, наблюдаемый в тонком слое материала при испытании его в сдвиговом приборе, может иметь место при соответствующих условиях нагружения и в объеме всей прессовки. Подтверждением этому явились результаты экспериментов (табл. 1), полученные при уплотнении железного порошка ПЖ2М2 в установке трехосного нагружения.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что давление прессования брикетов в установке трехосного нагружения с ростом плотности последних заметно снижается, чем при их уплотнении в жесткой матрице.

Аналогичная картина имела место при экструзии, прокатке, а также в схемах прессования порошкового материала с подвижной иглой (матрицей). По литературным данным, снижение удельных усилий при этом составляет до 4—6 раз. Интенсификация процессов уплотнения в указанных схемах формования достигается соответствующим воздействием нагрузок на прессуемое тело, вызывающих в нем условия для реализации развитых сдвиговых деформаций.

Наличие последних приводит к облегчению разрушения контактов между частицами в деформируемом материале и соответственно к снижению усилий прессования.

Реализация развитых сдвиговых деформаций в анализируемых схемах деформирования пористого тела достигается:

— в сдвиговом приборе за счет возможного приложения к пористому телу различных соотношений сжимающих и сдвигающих усилий;

в установке трехосного нагружения – в результате варьирования различными значениями боковых и осевых давлений, соответствующих главным напряжениям σ_3 и σ_1 ;

при прессовании с подвижной иглой (матрицей) – за счет разнонаправленного трения на границе матрица–материал–игла;

при прокатке – в результате сил трения между валками и порошком и свободным выходом пористого тела из очага деформации.

В то же время прессование порошкового материала в жесткой матрице, вследствие того что оно осуществляется в замкнутом объеме при большом и неконтролируемом значении главного напряжения σ_3 , не обеспечивает развития в материале существующих сдвиговых деформаций, которые с ростом плотности тела уменьшаются. Это приводит к возрастанию сопротивления пористого тела разрушению, а следовательно, и к необходимости значительного увеличения усилий прессования для формирования более плотной структуры материала.

Представленные сведения могут быть использованы при проектировании рациональных схем прессования порошковых материалов.