

Д.В. Макаручук, ассистент;

Е.Е. Петюшик, вед.н.с.;

И.Ф. Кузьмицкий, доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОЦЕССА УДАРНОГО ПРЕССОВАНИЯ УПЛОТНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТИЧНЫХ И ЖИДКИХ ПЕРЕДАЮЩИХ СРЕД

The process of shock compression of condensing materials from moving plunger is considered. The equation of motion of the plunger is derived in quasisteady - state approximation. The numerical solution of the equation is discussed.

Одним из перспективных направлений в области прессования уплотняемых материалов является прессование с использованием ударного нагружения. Прессование в ударном режиме позволяет существенно повысить производительность процесса, прочность получаемых заготовок, уменьшать усилие выталкивания их из формы. При ударном прессовании необходимо учитывать процессы, происходящие в средах, передающих давление: жидкостях и эластомерах. Реальные жидкости и эластомеры, в отличие от идеальных, сжимаемы, т.е. при расчетах технологических параметров прессования следует учитывать их сжимаемость при прессовании.

Рассмотрим случай ударного радиального прессования порошков через эластичную оболочку и жидкость. При перемещении поршня происходит сжатие жидкости, полиуретана, прессуемого порошка.

Можно записать

$$S \cdot x = \Delta V_c + \Delta V_{\text{ж}} + \Delta V_{\text{п}}, \quad (1)$$

где S - площадь поршня; x - перемещение поршня; $\Delta V_{\text{ж}}$, $\Delta V_{\text{пу}}$, $\Delta V_{\text{п}}$ - изменение объема жидкости, полиуретана и прессуемого порошка соответственно при перемещении поршня на величину x .

Будем считать процесс квазистатическим. Принимаем следующие допущения:

- поршень несжимаем;
- принимаем жидкость в качестве упругого элемента;
- принимаем полиуретан в качестве упругого элемента;
- потерями на трение пренебрегаем;
- внутренним трением в передающих средах пренебрегаем;
- давление во всех точках жидкости, полиуретана, прессуемого порошка постоянное.

Введем для каждой среды коэффициент объемного сжатия как отношение напряжения к относительной объемной деформации.

$$K = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где K - коэффициент объемного сжатия; σ - напряжение; ε - относительная объемная деформация.

Для относительной объемной деформации имеем

$$\varepsilon = \frac{V - V_0}{V_0}, \quad (3)$$

где V_0 и V - начальный и текущий объем соответственно рассматриваемой среды.

Для исследуемой системы выполняется соотношение

$$V = V_{жс} + V_{пу} + V_{пп}, \quad (4)$$

$$V_0 = V_{0жс} + V_{0пу} + V_{0пп}, \quad (5)$$

где V , $V_{ж}$, $V_{пу}$, $V_{пп}$ - текущий объем общий, жидкости, полиуретана, прессуемого порошка соответственно; V_0 , $V_{0ж}$, $V_{0пу}$, $V_{0пп}$ - начальный объем общий, жидкости, полиуретана, прессуемого порошка соответственно.

Рассмотрим изменение объема сред при изменении давления.

Изменение объема любой среды определяется давлением и коэффициентом объемного сжатия, который, чаще всего, зависит от давления.

В работе [1] связь между давлением и коэффициентом объемного сжатия для жидкости представлена следующей зависимостью:

$$K_{жс} = 6.3 \cdot p + 3.27 \cdot 10^7, \quad (6)$$

где p - давление в системе; $K_{ж}$ - коэффициент объемного сжатия жидкости.

Подставив в зависимость (6) выражение для коэффициента объемного сжатия (2) с учетом соотношения (3), получим

$$V_{жс} = V_{0жс} - \frac{p \cdot V_{0жс}}{6,3 \cdot p + 3,27 \cdot 10^7}. \quad (7)$$

Для полиуретана известна зависимость [2]

$$p = K_n \cdot \frac{1}{n} \left[1 - e^{-n \cdot \left[\frac{V_{0ny} - V_{ny}}{V_{0n}} \right]} \right], \quad (8)$$

где K_n - коэффициент объемного сжатия полиуретана; n - коэффициент, характеризующий степень нелинейности свойств полиуретана; V_{0ny}, V_{ny} - начальный и текущий объемы полиуретана соответственно.

Отсюда

$$V_{ny} = \frac{\ln(1 - \frac{p}{K_n} \cdot n)}{n} \cdot V + V. \quad (9)$$

Коэффициент объемного сжатия полиуретана в общем случае зависит от давления, но в диапазоне давлений 0-150 МПа его можно считать постоянным.

Во многих случаях для прессуемого порошка справедливо выражение [3]

$$p = p_k \cdot \frac{v^b - v_0^b}{1 - v_0^b}, \quad (10)$$

где p_k - критическое давление истечения максимально упрочненного материала; v_0, v - начальная относительная плотность и относительная плотность прессуемого порошка при давлении p соответственно; b - экспериментальный коэффициент.

Используя полученную из условия сохранения массы зависимость

$$\frac{v}{v_0} = \frac{V_{0nn}}{V_{nn}}, \quad (11)$$

где V_{0nn} и V_{nn} - начальный объем и объем при плотности v прессуемого порошка соответственно, и выражение (10), получим

$$V_{nn} = \frac{V_{0nn} \cdot v_0}{\sqrt{\left[\frac{p}{p_k} \right]^{1/b} (1 - v_0^b) + v_0^b}}. \quad (12)$$

Используя полученные зависимости объемов сжимаемых сред от давления (7) (9) (12), условия (4) (5) и равенство $\Delta V = V_0 - V$, получаем

$$S \cdot x = f_1(p) + f_2(p) + f_3(p), \quad (13)$$

где $f_1(p)$, $f_2(p)$, $f_3(p)$ - изменение объема жидкости, полиуретана, прессуемого порошка соответственно.

Уравнение (13) выражает связь между перемещением поршня и давлением в системе. Давление определяется следующим образом:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot a}{S} = \frac{m \cdot \ddot{x}}{S}, \quad (14)$$

где F -сила, действующая на поршень; m - масса падающего груза; a - ускорение; x -перемещение.

Таким образом, из уравнения (13) с учетом уравнения (14) получаем уравнение движения поршня вида

$$x = f\left(\ddot{x}\right), \quad (15)$$

которое можно решить с использованием численных методов.

Используя полученные уравнения был смоделирован процесс прессования порошка ПМС-1. $V_{ож}=0,0002 \text{ м}^3$, $V_{отг}=0,0004 \text{ м}^3$, $V_{отп}=0,0001 \text{ м}^3$, $b=5,4$, $v_0=0,25$, $n=9$, $K_{ш}=3,66 \cdot 10^9 \text{ Па}$, $p_k=950 \text{ МПа}$, $m=70 \text{ кг}$, $S=0,0016 \text{ м}^2$, $w_0=10 \text{ м/с}$ – скорость груза непосредственно перед ударом.

На рис.2 приведена полученная из уравнения (13) зависимость между давлением и перемещением поршня. Результаты согласуются с данными эксперимента [1].

На рис.2 и рис.3 представлены кривые перемещения поршня во времени и изменения скорости перемещения поршня, полученные численным интегрированием соотношения (15).

По экспериментальным данным время удара составляет порядка 15 мс. Как видно из графиков, полученные результаты весьма близки к экспериментальным.

Таким образом, используя вышеприведенную методику, можно, задавшись требуемой плотностью получаемого изделия, свойствами уплотняемого материала, рассчитать необходимые для получения заданного изделия начальную скорость и массу груза.

перемещение, м

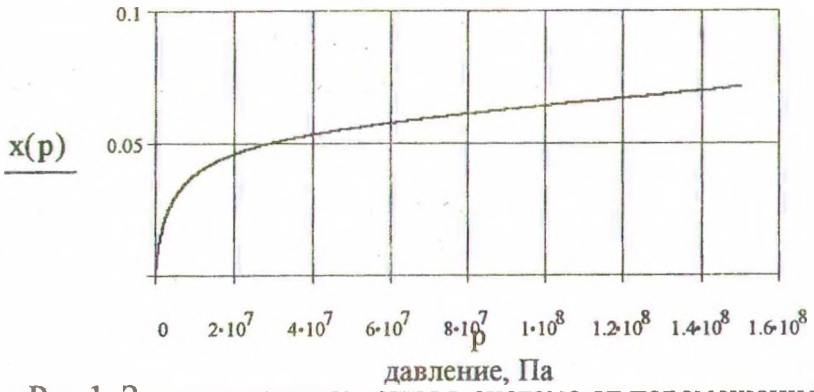


Рис.1. Зависимость давления в системе от перемещения

перемещение, м

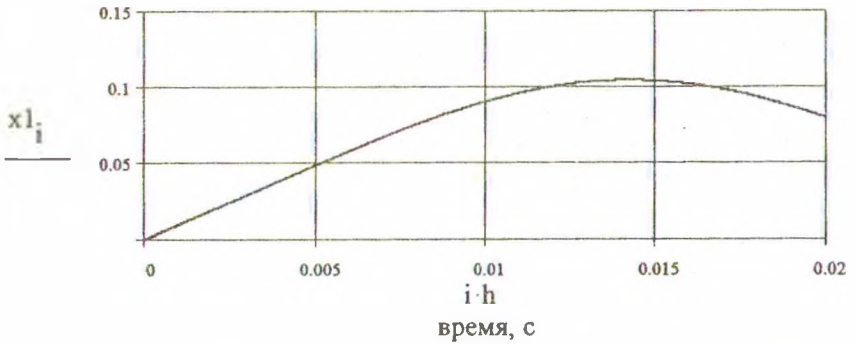


Рис.2. Перемещение поршня в процессе прессования

скорость, м/с

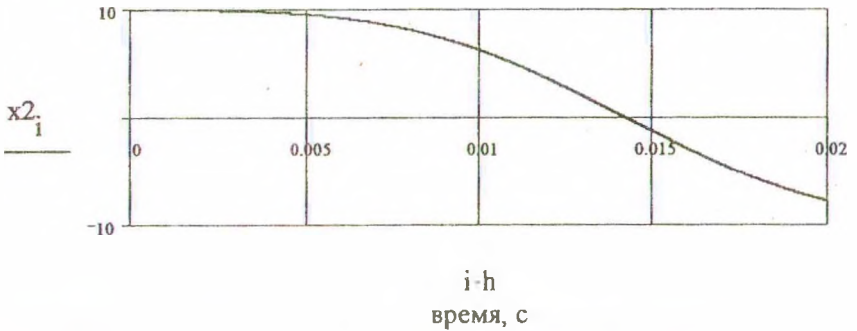


Рис.3. Изменение скорости движения поршня в процессе прессования

ЛИТЕРАТУРА

1. Петюшик Е.Е. Разработка теории и технологии ударного прессования пористых изделий из металлических порошков: Дисс. канд. техн. наук.- Минск, 1991.
2. Дымников С.И., Воловик А.А., Яковлев В.В. Вариационная постановка физически нелинейных задач расчета тонкослойных эластомерных упругих элементов. -В кн.: Вопросы динамики и прочности.-Рига, 1987, вып.48.- С.72-86.
3. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков.-М.: Металлургия,1969. – С. 13.

УДК 621.3.049.77

П.П. Урбанович, профессор;
Д.М. Романенко, студент

КОРРЕКЦИЯ МНОГОКРАТНЫХ ОШИБОК В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛОВАХ ИТЕРАТИВНЫМ КОДОМ

The article are considered error corrections in information words by the iterative code. The efficiency of the specific code for error corrections up to 3 multiplicity in words not longer then 256 bits is analyzed.

Наблюдаемое в последние годы резкое увеличение информационных потоков и связанное с этим ужесточение требований к целостности обрабатываемой информации серьезно обострили проблему надежного хранения и передачи двоичной информации. Один из способов решения такой проблемы заключается в использовании помехоустойчивого кодирования данных с помощью избыточных кодов.

Итеративный код является одним из простых (с точки зрения аппаратной реализации) избыточных кодов, позволяющих исправлять все одиночные ошибки в информационных словах. Кодовые слова при его использовании записываются в виде таблицы. Основной является форма записи кодового слова, при которой строки и столбцы содержат четное (нечетное) число единиц. При этом код имеет минимальное кодовое расстояние $d=3$ или $d=4$. Местоположение ошибки находится на пересечении строки и столбца с нарушенной четностью (нечетностью). В общем случае кодовое расстояние кода равно произведению минимальных кодовых расстояний составляющих его подкодов [1]. Например, при кодировании информационного слова **011101111** с помощью таблицы с четностью по строкам и столбцам получим избыточные символы (*001, 011, 1*), как показано ниже (информационные символы выделены жирным шрифтом, а проверочные - курсивом):