

Н.В. Шепельский, д-р. техн наук,
В.В. Пукалов, инженер,
В.В. Свяцкий, аспирант,
В.П. Пукалов, канд. техн. наук
 Кировоградский институт
 сельскохозяйственного машиностроения

ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ УСЛОВИЯ ПРЕССОВАНИЯ ВОЛОКОН

Получение волокон — непрерывный и последовательный акт уплотнения гранул, перерастающий в пластическое истечение деформированных частиц через формообразующий инструмент.

Рост сопротивления деформации как следствие уплотнения сыпучей среды и развития сдвиговых деформаций по интергранулярной поверхности по мере повышения плотности, образование вторичной структуры на контактируемой поверхности с ее новыми физико-механическими свойствами значительно усложняют аналитическое определение силовых параметров получения волокон.

Наиболее приемлемым для определения усилия получения волокон из гранул можно считать преобразованную формулу, применяемую при прессовании компактных металлов [1]:

$$P = \frac{\pi D_k^2}{4} \cdot \left(\Lambda_n \cdot \ln \mu + \frac{4L}{D_k} + \tau \cdot \frac{4l_n}{D_{np}} \right), \quad (1)$$

где D_k, D_{np} — диаметры контейнера и прутка, соответственно;
 L, l_n — длина контейнера и калибрующего пояска матрицы, соответственно;
 Λ_n — модуль рабочего напряжения;
 τ — напряжение трения о стенки контейнера.

Тогда определение силовых параметров в этом случае сводится к выявлению закономерности изменения напряжения контактного трения и модуля рабочего напряжения в заданных деформационных условиях.

Моделирование условий контактного трения при прессовании гранул затруднено реологическими особенностями сыпучей деформируемой среды, наличием межчастичного трения. Кроме того,

по мере увеличения давления прессования на контактной поверхности преимущественно механическое трение сыпучей среды переходит в качественно новое состояние — сдвиговое напряжение контактируемых частиц.

С достаточной точностью напряжение трения можно определить, как отношение разности максимального и минимального значений усилия прессования к текущей боковой (контактной) поверхности заготовки.

В работе [2] показано, что напряжение трения на стенках контейнера при прессовании алюминиевых гранул с ростом степени деформации непрерывно увеличивается и только по достижении высоких деформаций ($\lambda \geq 40$) величина напряжений стабилизируется.

Для объяснения этого явления используем (с некоторыми преобразованиями) уравнение изменения гидростатического давления, полученное в работе [3] для сжимаемых материалов:

$$n_2 \cdot \sigma = \ln \left(\frac{1}{1-\nu} \right), \quad (2)$$

где n_2 — коэффициент сжимаемости.

Анализ (2) показывает, что увеличение гидростатического давления сопровождается ростом плотности сжимаемой среды. При достижении значения относительной плотности ν , близкой к критической, что соответствует истечению металла волокон через рабочее отверстие матрицы, гидростатическое давление принимает постоянное значение. Стабилизация величины напряжения трения отмечена также в работах [4, 5] при прессовании слитков с большими степенями деформации.

Величина модуля рабочего напряжения Λ_n выражает напряжение на пресс-шайбе на единицу интегральной деформации $\ln \mu$ при отсутствии контактного трения по стенкам контейнера и на калибрующем пояске матрицы.

Таким образом, усилие, расходуемое на преодоление сил трения, и напряжение в объеме прессуемого сыпучего материала определяется, прежде всего, величиной деформации, в нашем случае — коэффициентом вытяжки μ .

Экспериментальную проверку аналитического вывода проводили посредством замера усилия прессования при различных технологических режимах. Прессование проводили при μ равном 21, 51 и 81; рабочий угол матрицы ϕ_3 составлял 45°, 60° и 75°; средний диаметр гранул — 3,5; 4,5 и 5,5 мм.

Для построения математической модели выше названные параметры выбраны в качестве независимых факторов, каждый из которых варьировался на двух уровнях [6]. Интервалы варьирования и их значения в натуральном масштабе на основном, верхнем и нижнем уровнях приведены в табл. 1.

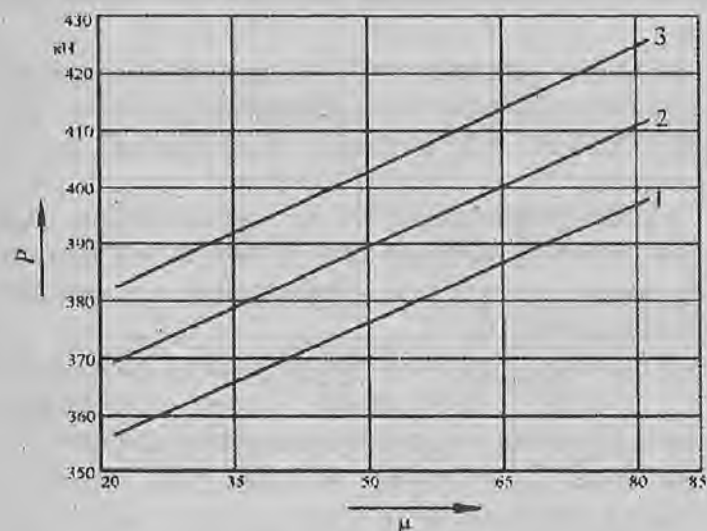
Исследования проводились на установке для прессования [7].

Для получения более полной информации об изучаемой зависимости решено воспользоваться полным факторным экспериментом 23. План эксперимента в кодовом масштабе показан в табл. 1. После реализации полного факторного эксперимента имеем следующее уравнение регрессии:

$$y = 391,38 + 20,042x_1 + 14,125x_2. \quad (3)$$

Анализ предложенной модели показывает, что наибольшее влияние на усилие прессования оказывает коэффициент вытяжки. Влияние угла матрицы незначительно. Конечное значение усилия прессования практически не зависит от размеров гранул. В то же время, в процессе уплотнения гранул энергозатраты тем выше, чем мельче гранулы. В этом случае дополнительные затраты вызваны преодолением межчастичного трения, которое более развито у гранул мелкой фракции.

Зависимость усилия прессования гранул на стадии устойчивого истечения волокон, согласно математической модели (3), представлена на рис. 1. Анализ зависимости подтверждает, что по мере увеличения степени деформации и угла прессования гранул, усилие прессования возрастает.



- 1) — $\varphi_3 = 45^\circ$;
- 2) — $\varphi_3 = 60^\circ$;
- 3) — $\varphi_3 = 75^\circ$

Рис. 1 —
Зависимость
усилия прессования P от
коэффициента
вытяжки μ и угла
захода φ_3

Таблица 1 — Планирование эксперимента при исследовании усилия прессования

Фактор		μ	φ_3 , град.	$d_{гр}$, мм	P , кН	
Основной уровень (X_{i0})		51	60	4,5		
Интервалы варьирования (ΔX_i)		30	15	1		
Верхний уровень ($X_i = +1$)		81	75	5,5		
Нижний уровень ($X_i = -1$)		21	45	3,5		
Номер опыта, и	Номер дубля, g	Код			$y_{иг}$	$\bar{y}_и$
		x_1	x_2	x_3		
1	1	+	+	+	431	426,67
	2	+	+	+	408	
	3	+	+	+	441	
2	1	—	+	+	379	395,00
	2	—	+	+	378	
	3	—	+	+	428	
3	1	+	—	+	396	406,33
	2	+	—	+	418	
	3	+	—	+	405	
4	1	—	—	+	333	359,67
	2	—	—	+	377	
	3	—	—	+	369	
5	1	+	+	—	421	414,67
	2	+	+	—	397	
	3	+	+	—	426	
6	1	—	+	—	411	385,67
	2	—	+	—	372	
	3	—	+	—	374	
7	1	+	—	—	388	398,00
	2	+	—	—	410	
	3	+	—	—	396	
8	1	—	—	—	332	345,00
	2	—	—	—	345	
	3	—	—	—	358	

Експериментальні дані показують, що при $\mu = 0,1$ і $\varphi_1 = 0$ зусилля пресування волокон становить від 418 до 420 кН. Розрахункові дані за рівнянням (3) дають $P = 443,8$ кН, що підтверджує високу збігність аналітичних і практичних даних.

ВЫВОДЫ

Розроблена математична модель, що дозволяє визначити зусилля пресування на стабільній стадії течії при будь-яких значеннях коефіцієнта витяжки μ і кута заходу матриці φ_1 в межах вибраного діапазону варіювання, що необхідно для розрахунку інструмента і вибору обладнання.

Показано, що зусилля, витрачається на подолання сил тертя і напруження в об'ємі пресуваного сыпучего матеріалу, визначається, перш за все, величиною деформації, в даному випадку — коефіцієнтом витяжки μ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Перлин И.Л., Кочиш И.О. О влиянии рабочих напряжений при пресовании сплошных круглых профилей // Технология цветных металлов. — М.: НТО Цветмет и МИЦМ 3, 1968. — №29. — С. 252 – 256.
2. Северденко В.П., Шепельский Н.В., Жилкин В.З. Обработка давлением гранул алюминиевых сплавов. — М.: Металлургия, 1980. — 216 с.: ил.
3. Юрченко В.Д., Конев А.Н. Течение порошков, прессуемых с различной скоростью при постоянном давлении // Порошковая металлургия. — 1972. — №3. — С. 21 – 24.
4. Шевакин Ю.Ф., Рытиков В.М., Сейдалиев Ф.С. Производство труб из цветных металлов. — М.: Металлургия, 1973. — 355 с.: ил.
5. Ерманок М.З. Прессование панелей из алюминиевых сплавов. — М.: Металлургия, 1984. — 231 с.: ил.
6. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методом планирования экспериментов. — М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. — 304 с.: ил.
7. Шепельський М.В., Пукалов В.П., Пукалов В.В. Перспективний процес отримання металевих волокон для композиційних матеріалів // Проблеми розробки, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. — Кіровоград: КІСМ, 1995. — С. 7–10.

УДК 621.01.038

В.В. Коваленко, канд. техн. наук,
О.В. Оришака, канд. техн. наук
Кіровоградський інститут
сільськогосподарського машинобудування

АНАЛІТИЧНА КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ ГРОХОТА

Механізм грохота використовують для сортування коренеплодів, картоплі у кормороздавачах та ін. Особливістю механізму грохота (рис.1) є те, що, через нерівномірності поступального руху ланки 5, що зроблена у вигляді платформи, виникають положення, у яких предмети, що знаходяться на платформі, відстають у своєму русі від руху платформи, і таким чином можуть переміщуватись відносно платформи.

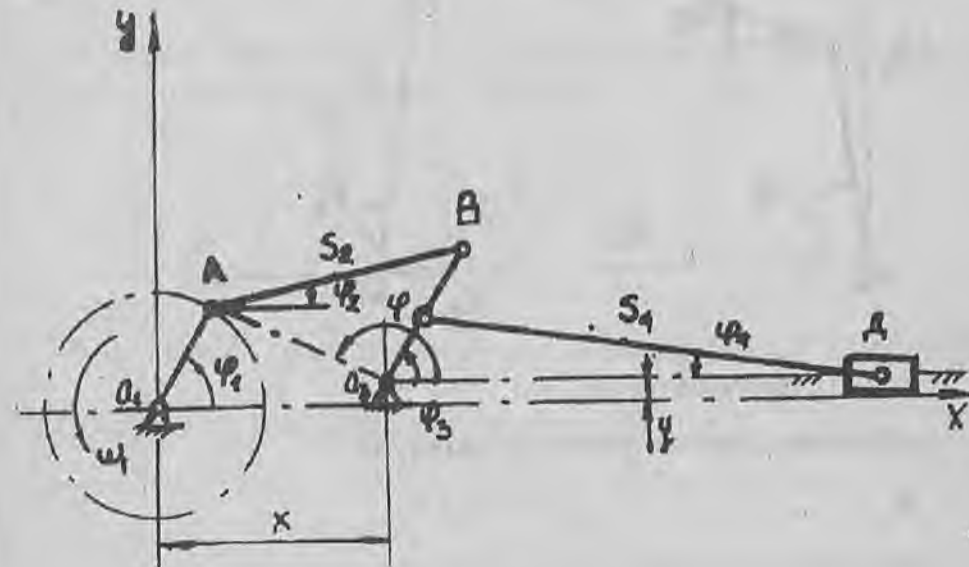


Рис.1 — Схема механізму грохота

Вихідні дані для розрахунків:

$l_1 = 0,2$ м	$l_2 = 0,48$ м	$l_3 = 0,288$ м
$l_4 = 0,8$ м	$l_{AS2} = 0,24$ м	$l_{CS4} = 0,3$ м
$x = 0,42$ м	$y = 0,085$ м	$\omega_1 = 10,5$ хв ⁻¹