

# РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРА ДЛЯ ОЦЕНКИ КРОШИМОСТИ ГРАНУЛ НА ЭТАПЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЕССУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ГРАНУЛЯТОРА

Полищук В.Ю., Панов Е.И, Панова Д.Т.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из возможных способов совершенствования представления о процессе экструдирования полуфабриката в пресс-грануляторах с цилиндрическими рабочими органами является разработка параметров эффекта, характеризующих качество вырабатываемого полуфабриката, в частности крошимость гранул.

Такой параметр эффекта должен существовать в процессе работы прессующего механизма и выводиться из внутренней характеристики модели взаимодействия перерабатываемого полуфабриката с рабочими органами прессующего механизма [1].

Анализируя состояние полуфабриката в рабочем пространстве прессующего механизма можно предположить, что крошимость гранул связана с плотностью укладки частиц в грануле, которая формируется при движении гранулы в канале фильеры матрицы прессующего механизма.

Тогда параметром эффекта, оценивающим крошимость гранул можно принять работу сил, экструдированных гранулу из фильеры.

Рассмотрим определение данного параметра эффекта на примере прессующего механизма с кольцевой матрицей.

Работу сил, экструдированных гранулу из фильер можно приближенно определить, исходя из следующих соображений.

Пусть производительность пресс-гранулятора, определяемая его математической моделью [2,3], постоянна и равна  $Q$ .

Тогда масса прессуемого материала в зоне выдавливания, которая может быть экструдирована в фильеры матрицы равна

$$Q_v = \frac{Q}{k\nu}(s_{H0} - s_{H1}), \quad (1)$$

где  $s_{H0}$  и  $s_{H1}$  – соответственно координаты начала и конца зоны выдавливания на рабочей поверхности матрицы [1];

$k$  – количество прессующих роликов в прессующем механизме;

$\nu$  – скорость рабочей поверхности кольцевой матрицы

Будем полагать, что канал фильеры имеет полностью цилиндрическую форму.

Толщина слоя материала в канале фильер, проталкиваемого роликом, за 1 проход равна

$$h_{m1} = \frac{Q_0(1 - K_y)}{\rho b(s_{H0} - s_{H1})K_{жс}}, \quad (2)$$

где  $K_y$  – коэффициент утечек прессуемого материала на торцах зоны выдавливания;

$\rho$  – плотность прессуемого материала;

$b$  – ширина рабочей поверхности матрицы;

$K_{жс}$  – коэффициент живого сечения рабочей поверхности матрицы.

Количество слоев прессуемого материала, уместяющееся в фильере

$$n' = \frac{z_n}{h_{m1}}, \quad (3)$$

где  $z_n$  – полная протяженность канала фильеры.

Округляем число слоев до наименьшего целого  $n$ .

Расположив начало цилиндрической системы координат в выходном сечении фильеры, найдем координаты средин слоев материала в фильере

$$z_i = h_{m1}(i - 0,5 + n' - n), \quad (4)$$

где  $i$  – порядковый номер слоя материала в фильере, начиная от выходного отверстия.

Напряжения в фильере  $\sigma_{zi}$  в точках  $z_i$  в области Кулонова трения вычисляются из формулы [1]

$$\int_0^{z_i} \frac{1}{f} \frac{d\sigma_z}{\sigma_z + \sigma_{ТО} \exp(\beta\sigma_z)} = \frac{z_i}{D_c}, \quad (5)$$

где  $f$  – коэффициент контактного трения на поверхности канала фильеры;

$\sigma_z$  – осевое нормальное напряжение в прессуемом материале в канале фильеры;

$\sigma_{ТО}$  – предел текучести при одноосном сжатия прессуемого материала при атмосферном давлении;

$\beta$  – коэффициент учета влияния всестороннего давления;

$D_c$  – диаметр цилиндрического канала фильеры матрицы.

Напряжения в фильере  $\sigma_{zi}$  в точках  $z_i$  в области пластического трения вычисляются из формулы [1]

$$\sigma_{zi} = -\frac{1}{\beta} \ln \left[ \exp(-\beta\sigma_{zb}) - \frac{4}{\sqrt{3}} \beta\sigma_{ТО} \frac{z_i - z_b}{D_c} \right], \quad (6)$$

где  $z_b$  – координата границы зон Кулонова и пластического трения на контактной поверхности фильеры;

$\sigma_{zb}$  – осевое нормальное напряжение в прессуемом материале в канале фильеры в граничном сечении зон Кулонова и пластического трения.

Работа сил выдавливания прессуемого материала из фильер матрицы, отнесенная к одной фильере

$$A = \frac{1}{4} \pi D_c^2 \sum_{i=1}^n (h_{m1} \sigma_{zi}), \quad (7)$$

Работа сил на участке  $n' > n$  полагается нами пренебрежимо малой, поскольку  $n' - n < 1$ , а вызывающие эту работу напряжения  $\sigma_z$  вблизи выходного отверстия фильеры имеют малую величину.

На основе экспериментальных исследований следует определить допустимые границы этой работы в виде

$$A_{\min} < A < A_{\max}. \quad (8)$$

Применение предлагаемого параметра эффекта требует определения  $A_{\min}$  – величины работы, обеспечивающей предельно допустимую крошимость гранул, которая определяется на стандартизованном оборудовании.. общепринятым способом.

Если требуется ограничить прочность гранул, надо определить  $A_{\max}$  – величину работы, обеспечивающую предельно допустимую прочность гранул, которая не должна быть превзойдена. Для этого также может быть применен способ оценки крошимости гранул. [4,5]

При этом параметры физического процесса изготовления гранул должны быть максимально приближены к параметрам вычислений по математической модели процесса гранулирования.

Таким образом, описанный в настоящей статье параметр эффекта может быть использован в математическом моделировании процесса работы прессующего механизма пресс-гранулятора.

#### Список литературы

1 Карташов, Л. П. Системный синтез технологических объектов АПК [Текст] / Л. П. Карташов, В. Ю. Полищук. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. – 185 с.

2. Полищук, В.Ю. Напряжённое состояние древесных опилок в цилиндрическом канале при переходе из состояния покоя в движение/В.Ю. Полищук, В.П. Ханин, Е.И. Панов, Ю.В. Медведева//Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 1. С. 223 -227.

3. Панов, Е.И. Предельное напряжение сдвига древесных опилок, прессуемых между матрицей и роликом гранулятора/Е.И. Панов, В.Ю. Полищук, В.П. Ханин//Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 1. С. 17 - 23.

4. Панов, Е.И. Напряжённое состояние пластичного полуфабриката при экструзии через сужающуюся коническую полость/Е.И. Панов, В.Ю. Полищук, В.П. Ханин, Ю.В. Медведева//Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. 2014. № 1. С. 107 -111.

5. Полищук, В.Ю. Определение сопротивления прессованию входной конической полости штемпельного пресса для грубых кормов / В.Ю. Полищук, Л.В. Межуева, Е.И. Панов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета . 2016. № 4. С. 97 - 99.

