

МЕХАНИЗАЦИЯ АПК

MECHANIZATION OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

УДК 636.085

Петроченко В.В., к.т.н., Якименко А.В., доцент; Якименко В.П., к.т.н., ДальГАУ
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СИЛ ТРЕНИЯ КОРМОВОГО МАТЕРИАЛА В ФОРМУЮЩЕЙ ГОЛОВКЕ ПРЕССА

В статье предложено использовать на шнековых прессах–грануляторах многозаходную часть, помогающую проталкиванию прессуемой массы через формирующую головку. А также рассмотрен способ расчета сил трения прессуемой массы, которые и определяют противодавление создаваемое фильтерой. Способ расчета заключается в том, что кормовой материал в пазу фильтеры и в винтовых каналах многозаходной части условно делится на бесконечно малые объемы. А противодавление находится через сумму элементарных сил трения, создаваемых этими бесконечно малыми объемами, которые изменяются в зависимости от длины фильтеры по прогрессии. Вычисление данной прогрессии осуществляется по формулам, описанным в статье.

Petrochenko V.V., Jakimenko A.V., Jakimenko V.P.
TO DEFINITION OF FRICTION FORCES OF THE FODDER MATERIAL
IN THE FORMING HEAD PRESS

In this article it was offered to use on screw press-grainer multi-start screw helping with pushing the pressed mass through forming head. And also here was examined the way of calculation of friction forces of the pressed mass which define counter-pressure created by spinneret. The way of calculation is that a fodder material in groove of spinneret and in screw channels of multi-start part is conditionally divided into infinitesimal volumes. And counter-pressure determines through the sum of elementary forces of friction created by these infinitesimal volumes which change depending on length of spinneret on a progression. Calculation of the given progression is carried out under the formulas described in this article.

Гранулирование кормовых смесей на шнековых прессах является энергоемким процессом вследствие значительных сил трения уплотняемой массы о внутренние поверхности пресса. Снизить затраты энергии

на процесс прессования можно введя в конструкцию шнека многозаходную часть (МЧ) (рис. 1), создающую дополнительную движущую силу в зоне формующей головки.

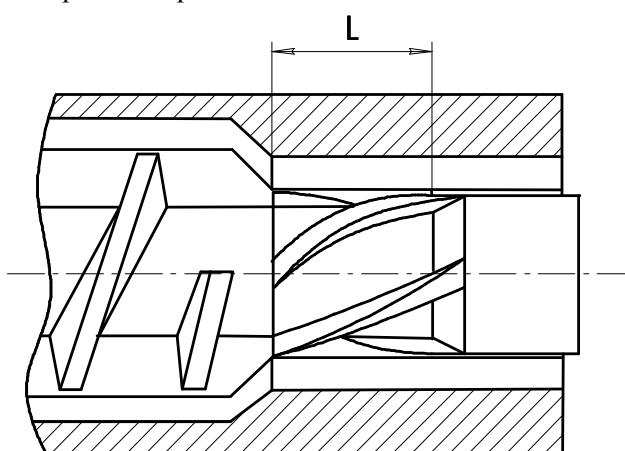
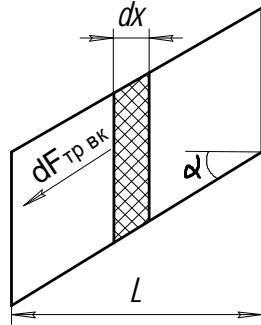
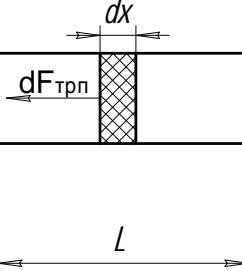


Рис. 1. Формующая головка пресса

На кормовой материал (КМ), находящийся в винтовом канале (ВК) многозаходной части с одной стороны действуют давление шнека, а с другой противодавление, создаваемое КМ, находящимся в выходном конце формующей головки, которые вызывают касательные напряжения, являющиеся причиной возникновения силы трения. Касательные напряжения на протяжении формующей головки не остаются постоянными,



а



б

Рис. 2. К определению сил, действующих на КМ в ВК (а) и в пазу (б)

Сила трения первого элементарного объема кормового материала в винтовом канале находится по формуле [1]

$$dF_{tr\,vk1} = P_{up}\xi\Pi_{vk}f_{km-m}dx/\cos\alpha, \quad (1)$$

где P_{up} – давление упора, создаваемое КМ, находящимся в выходном конце формующей головки, Па;

ξ – коэффициент бокового распора;

Π_{vk} – периметр винтового канала в плоскости поперечного сечения шнека, м;

f_{km-m} – коэффициент трения КМ по металлу;

α – угол подъема винтовых линий многозаходной части шнека.

На второй элементарный объем КМ, кроме P_{up} , будет также действовать противодавление, создаваемое первым объемом КМ [2]:

$$dF_{tr\,vk2} = (P_{up} + dF_{tr\,vk1}/S_{vk})\xi\Pi_{vk}f_{km-m}dx/\cos\alpha, \quad (2)$$

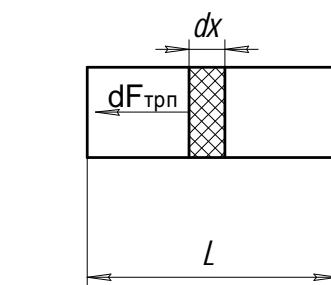
где S_{vk} – площадь сечения винтового канала, в плоскости, перпендикулярной оси шнека, m^2 .

Для третьего элементарного объема сила трения определяется следующим образом [2]:

$$dF_{tr\,vk3} = (P_{up} + (dF_{tr\,vk1} + dF_{tr\,vk2})/S_{vk}) \times \xi\Pi_{vk}f_{km-m}dx/\cos\alpha \text{ и т.д.} \quad (3)$$

Очевидно, что закон изменения силы трения по длине формующей головки представляет собой прогрессию, сумма членов которой является суммарной силой трения, и находится по следующей формуле:

они возрастают, если рассматривать их в направление противоположенном движению КМ. Для определения суммарного трения прессуемой массы о детали формующей головки необходимо выявить закон их изменения по длине головки. Для этого разобъем КМ, находящийся в ВК и в пазу на множество бесконечно малых объемов dv с длиной dx (рис. 2).



а

б

$$F_{tr\,vk} = \left[P_{up} \left(\frac{\xi dx \Pi_{vk} f_{km-m}}{S_{vk} \cos\alpha} + 1 \right)^k - P_{up} \right] S_{vk}, \quad (4)$$

где k – число элементарных объемов КМ в винтовом канале,

$$k = L/dx, \quad (5)$$

где L – длина рассматриваемого участка, м.

Следовательно, суммарное трение определяется как предел суммы k -тых членов прогрессии,

$$F_{tr\,vk} = \lim_{dx \rightarrow 0} \left[P_{up} \left(\frac{\xi dx \Pi_{vk} f_{km-m}}{S_{vk} \cos\alpha} + 1 \right)^{\frac{L}{dx}} - P_{up} \right] S_{vk}. \quad (6)$$

Изменение силы трения в ВК и в пазах происходит по-разному, из-за различной их длины и периметра. Но так как оба слоя КМ находятся в непосредственном контакте друг с другом, то касательные напряжения, возникаемые в них, будут определяться максимальным напряжением q_{max} . В данном случае q_{max} будет возникать в винтовом канале, так как он имеет большую площадь соприкосновения с КМ, чем перекрываемые им пазы шлицов. Отсюда следует, что изменение силы трения в пазах будет зависеть от изменения касательного напряжения в ВК,

$$F_{tr\,p} = \Pi_p dx f_{km-m}(q_{vk1} + q_{vk2} + \dots + q_{vkk}), \quad (7)$$

где Π_p – периметр паза, м;

$q_{BK\ 1}, q_{BK\ 2}, \dots, q_{BK\ k}$ – касательные напряжения, возникаемые в элементарных объемах КМ в винтовом канале, Па.

Следовательно, данная закономерность будет несколько иной:

$$F_{tp\ n} = \lim_{dx \rightarrow 0} P_{y\ n} \left(\frac{\xi dx \Pi_{BK} f_{KM-M}}{S_{BK} \cos \alpha} + 1 \right)^{\frac{L}{dx}-1} \xi f_{KM-M} \Pi_n dx, \quad (8)$$

Аналогично находится сила трения КМ в ВК о выступы шлицов фильтры:

$$F_{\partial\partial\ \hat{a}\hat{e}-\phi\hat{e}} = \lim_{d\tilde{o} \rightarrow 0} \left[D_{\partial\hat{i}} \left(\frac{\xi d\tilde{o} \hat{I}_{\hat{a}\hat{e}} f_{\hat{e}\hat{i}-i}}{S_{\hat{a}\hat{e}} \cos \alpha} + 1 \right)^{\frac{L}{d\tilde{o}}-1} - D_{\partial\hat{i}} \right] \times \\ \times \xi u_{\hat{a}\hat{e}} \hat{E}_{S\ \hat{e}\hat{i}-\phi\hat{e}} f_{\hat{e}\hat{i}-i} d\tilde{o}, \quad (9)$$

где u_{BK} – длина дуги окружности многозаходной части, приходящаяся на ВК, м; K_{SKM-KM} – коэффициент снижения площади соприкосновения КМ в ВК с КМ в выступами шлицов,

$$K_{SKM-KM} = S_{KM-KM}/S, \quad (10)$$

где S_{KM-KM} – фактическая площадь соприкосновения КМ в одном ВК с выступами шлицов, m^2 .

S – площадь поверхности КМ в ВК, взятая по дуге окружности многозаходной части, m^2 .

Сила трения КМ в ВК о КМ в пазах:

$$F_{\partial\partial\ \hat{e}\hat{i}-\hat{e}\hat{i}} = \lim_{d\tilde{o} \rightarrow 0} \left[D_{\partial\hat{i}} \left(\frac{\xi d\tilde{o} \hat{I}_{\hat{a}\hat{e}} f_{\hat{e}\hat{i}-\hat{e}\hat{i}}}{S_{\hat{a}\hat{e}} \cos \alpha} + 1 \right)^{\frac{L}{d\tilde{o}}-1} - D_{\partial\hat{i}} \right] \times \\ \times \xi u_{\hat{a}\hat{e}} \hat{E}_{S\ \hat{e}\hat{i}-\hat{e}\hat{i}} f_{\hat{e}\hat{i}-\hat{e}\hat{i}} d\tilde{o}, \quad (11)$$

где K_{SKM-KM} – коэффициент снижения площади соприкосновения КМ в ВК с КМ в пазу,

$$K_{SKM-KM} = S_{KM-KM}/S, \quad (12)$$

где S_{KM-KM} – фактическая площадь соприкосновения КМ в одном ВК с КМ в перекрываемых им пазах, m^2 ;

Теперь, зная силы трения прессуемой массы в формующей головке, можно рассчитать создаваемое ею противодавление и производительность пресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кавецкий, Г. Д. Процессы и аппараты пищевых технологий./Г.Д. Кавецкий – М.: Колос, 2000. – 552 с.

2. Петроченко, В.В. Совершенствование процесса прессования кормов шнековым прессом./ В.В. Петроченко – автореф. дис. канд. техн. наук. – Благовещенск, 2005. – 20 с.