

Степень переработки торфа между дисками валково-дискового перетирателя

Нагорнов Д.О. (СПГГУ), Казаченко Г.В. (БНТУ)

В практике производства формованного торфа в виде различных по форме и размерам кусков наибольшее применение получили шнековые экструдеры, что обусловлено их высокой перерабатывающей способностью, простотой конструкции и хорошим технологическим сочетанием с формующими мундштуками. Вместе с тем во многих случаях шнековые пресс-формователи неэффективны по энергетическим показателям, особенно по удельным затратам энергии на единицу производительности. Поэтому не прекращаются попытки создания других более эффективных и производительных перерабатывающе-формующих устройств.

Одно из перспективных направлений создания таких устройств – использование валково-дисковых перетирателей, принцип действия которых применяется при сепарации торфяного сырья для производства самых различных продуктов на основе торфа. Для определения степени переработки в валково-дисковом устройстве для переработки торфа-сырца определим его относительные деформации при прохождении в пространстве между двумя соседними валками с дисками, которые соединены с валками через ступицы. Переработка в таком механизме осуществляется за счет деформаций сдвига, которые возникают в результате скольжения слоев торфа относительно друг друга, а также за счет деформаций раздавливания при сужении сечения потока торфа в пространстве между двумя соседними валками. При определении относительных деформаций, возникающих при этом, будем считать, следуя [1], что условия неразрывности и неизменности объема соблюдаются.

Деформации сдвига за счет разности скоростей слоев торфа в плоскости, перпендикулярной осям валков носят сложный характер вследствие несовпадения направлений движения частиц торфа, соприкасающихся с боковыми поверхностями дисков со скоростями точек этих поверхностей. Разобьем область, в которой торф подвергается переработке на несколько частей таким образом, чтобы вычислить в них средние значения степени переработки. Рассмотрим

сначала область (Рис.) между боковыми поверхностями двух дисков, принадлежащих соседним валам.

При одинаковых скоростях вращения валов и геометрических размеров дисков поле скоростей точек боковых поверхностей дисков симметрично относительно геометрических осей фигуры пересечения дисков. Эта фигура – два сложенных хордами равных между собой сегмента с центральными углами 2α . Определим производительность материала, проходящего через эту фигуру

$$Q_{\partial} = S_{\partial} \cdot v, \quad (1)$$

где S_{∂} – площадь поперечного сечения потока материала, проходящего между дисками; v – скорость материала в этом сечении.

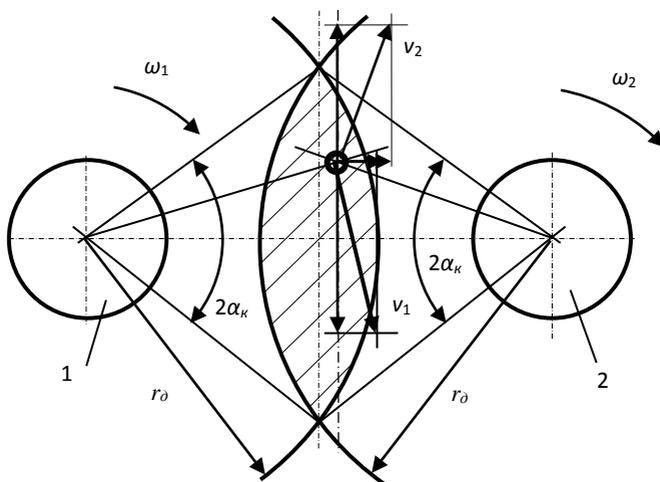


Рис. Определение степени переработки между дисками

Площадь S_{∂} поперечного сечения этой фигуры

$$S_{\partial} = b(h_{\partial} - \bar{b}_{\partial}), \quad (2)$$

где b – ширина проходного сечения; h_{∂} – шаг установки дисков на валу; \bar{b}_{∂} – толщина диска.

Ширина сечения потока материала между дисками изменяется от нуля до максимального значения b_{\max} и обратно до нуля. Текущее значение ширины сечения

$$b = (2 \cdot r_{\partial} - h_{\epsilon}) - 2 \int_0^{\alpha} db, \quad (3)$$

где db – дифференциал ширины сечения, выраженный через угол α , измеряемый от плоскости, содержащей оси валов,

$$db = r \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha. \quad (4)$$

h_{ϵ} – шаг установки валов.

Интегрируя и определяя постоянную интегрирования при $\alpha = 0$, имеем

$$b = (2 \cdot r_{\partial} - h_{\epsilon}) - 2 \cdot r_{\partial} (1 - \cos \alpha), \text{ или } b = 2 \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha - h_{\epsilon}. \quad (5)$$

Тогда

$$S_{\partial} = (h_{\partial} - \bar{\sigma}_{\partial}) \cdot (2 \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha - h_{\epsilon}), \quad (6)$$

$$Q_{\partial} = (h_{\partial} - \bar{\sigma}_{\partial}) \cdot (2 \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha - h_{\epsilon}) \cdot v. \quad (7)$$

При определении скорости материала в соответствующих сечениях считаем, что она возрастает от начального значения в наибольшем сечении до максимального значения в сечении наименьшей ширины в соответствии с условием $S \cdot v = \text{const}$.

Начальная площадь сечения $S_0 = a \cdot b$, где a – поперечный размер бункера устройства. Далее она уменьшается по закону

$$S = S_0 - 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot z_{\partial} \cdot \bar{\sigma}_{\partial} \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha \text{ при } r_{\partial} \cdot \sin \alpha \geq r_{cm};$$

$$S = S_0 - 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot z_{\partial} \cdot \bar{\sigma}_{\partial} \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha - 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot z_{\partial} \cdot \bar{\sigma}_{cm} \cdot r_{cm} \cdot \cos \alpha \text{ при } r_{cm} \cdot \sin \alpha \geq r_{\epsilon}; \quad (8)$$

$$\begin{aligned} S &= S_0 - 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot z_{\partial} \cdot \bar{\sigma}_{\partial} \cdot r_{\partial} \cdot \cos \alpha - 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot z_{\partial} \cdot \bar{\sigma}_{cm} \cdot r_{cm} \cdot \cos \alpha - \\ &= 2 \cdot z_{\epsilon} \cdot b \cdot r_{\epsilon} \cdot \cos \alpha \\ &\text{при } r_{\partial} \cdot \sin \alpha \geq 0, \end{aligned}$$

где \bar{b}_δ , \bar{b}_{cm} – толщина диска и ступицы; r_δ , r_{cm} , r_e – диаметры диска, ступицы и вала; z_e , – число валов; z_δ – число дисков на валу.

При постоянной производительности Q средняя скорость потока материала $v = Q/S$. Через величину этой скорости определяем время нахождения перерабатываемого материала в пространстве между боковыми поверхностями дисков

$$t = l/v, \quad (9)$$

где l – длина пути материала при прохождении между боковыми поверхностями дисков. Это расстояние зависит от положения части рассматриваемого потока материала относительно валов

$$l = 2 \cdot r_\delta \cdot \sin \alpha_\kappa, \quad (10)$$

Степень переработки зависит от этого расстояния. Определяя элементарную степень переработки через скорости прилегающих к дискам слоев торфа

$$d\lambda_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_2 - v_1}{h_\delta - \bar{b}_\delta} \cdot dt, \quad (11)$$

где v_2 , v_1 – скорости торфа в местах соприкосновения его с боковыми поверхностями дисков.

$$d\lambda_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_2 - v_1}{h_\delta - \bar{b}_\delta} \cdot \frac{dl}{v} = \frac{v_2 - v_1}{h_\delta - \bar{b}_\delta} \cdot \frac{r_\delta \cdot \sin \alpha}{v} \cdot d\alpha. \quad (12)$$

Таким образом

$$\lambda_1 = \int_{-\alpha_\kappa}^{\alpha_\kappa} \frac{v_2 - v_1}{h_\delta - \bar{b}_\delta} \cdot \frac{r_\delta \cdot \sin \alpha}{v} \cdot d\alpha = \frac{r_\delta}{2 \cdot (h_\delta - \bar{b}_\delta) \cdot v} \int_{-\alpha_\kappa}^{\alpha_\kappa} (v_2 - v_1) \cdot \cos \alpha d\alpha \quad (13)$$

Производительность через часть сечения, в которой достигается степень переработки λ_1

$$dQ_1 = v \cdot dS, \quad (14)$$

где $dS_1 = (h_\delta - \bar{b}_\delta) \cdot r_\delta \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha$.

Тогда

$$Q_1 = v \cdot r_\delta \cdot \cos \alpha . \quad (15)$$

Определим теперь среднюю степень переработки материала в пространстве между дисками

$$\lambda_{1c} = \frac{\int \lambda_1 dQ_1}{Q_{10}} = \frac{2 \cdot r_\delta^2}{Q(h_\delta - \bar{b}_\delta)} \cdot \int_0^{\alpha_\kappa} (v_2 - v_1) \cdot \cos \alpha d\alpha \cdot \int_0^{\alpha_\kappa} \cos \alpha d\alpha . \quad (16)$$

Если теперь определить среднее значение разности $v_2 - v_1$ скоростей торфа около боковых поверхностей дисков, то имеем окончательно

$$\lambda_{1c} = \frac{2 \cdot r_\delta^2 \cdot (v_2 - v_1)}{Q \cdot (h_\delta - \bar{b}_\delta)} \left(\int_0^{\alpha_\kappa} \cos \alpha \cdot d\alpha \right)^2 = \frac{2 \cdot r_\delta^2 \cdot (v_2 - v_1)}{Q \cdot (h_\delta - \bar{b}_\delta)} \cdot \sin^2 \alpha_\kappa , \quad (17)$$

где
$$\sin \alpha_\kappa = \frac{\sqrt{r_\delta^2 - h_\delta^2/4}}{r_\delta} . \quad (18)$$

Таким образом, определена степень переработки торфа за счет сдвиговых деформаций при движении между боковыми поверхностями дисков.

Литература

Опейко Ф.А. Торфяные машины. Минск, «Выш.школа», 1968. - 408 с.