

Анализ энергетических показателей систем пневмотранспорта, приведенных в таблице 1, позволяет сделать некоторые выводы. Энергетические показатели существующих систем пневмотранспорта могут существенно отличаться друг от друга. Наряду с низкокэффетивными системами применяются установки, для которых энергетические показатели сравнимы с механическими системами, например, ковшовыми элеваторами, для которых $N_{yo} = 10 - 20 \frac{Bm \cdot c}{M \cdot KZ}$. Это свидетельствует об ограниченности наших знаний и неумении использовать возможности этого вида транспорта.

В заключении следует отметить:

- авторам не известны пневмотранспортные установки, у которых соблюдается условие: $N_{yo}^2 < 10$; хотя в литературных источниках иногда появляются такие сведения [4];
- наилучшие показатели удельной гидравлической энергии имеют системы, работающие при небольших скоростях воздуха.

Список литературы

1. Володин, Н. П. Снижение энергоемкости пневмотранспортных установок [Текст] / Н. П. Володин, М. Г. Касторных [и др.]. – М.: Колос, 1978. – 224 с.
2. Дзязио, А. М. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / А. М. Дзязио, А. С. Кеммер. – М.: Колос, 1967. – 295 с.
3. Пневмотранспортное оборудование [Текст]: Справочник / М. А. Коппель [и др.]; под общ. ред. М. П. Калинушкина. – Л.: Машиностроение, 1986. – 286 с.
4. Эффективность пневмотранспортировки [Текст] / ВЦП.; пер. с яп. Е.Н. Петровой. – Я-03728. – М., 29.04.91. – 10 с. – Пер. ст.: Морикава Ё., Сугита Н. из журн.: Фунсай. – 1989. – №33. – С.42–46.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫМОЛЬНОЙ МАШИНЫ

В. П. Тарасов, Е. С. Пестерева

*ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул*

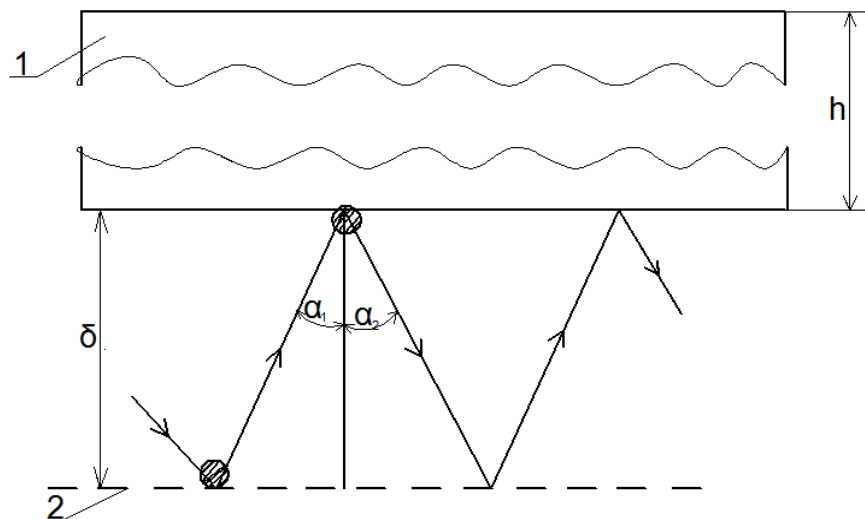
Вымольные машины широко используются на предприятиях по переработке зерна при производстве сортовой муки. При избирательном измельчении в числе прочих образуются частицы, содержащие оболочки и эндосперм. Для их измельчения применяются вымольные машины и виброцентрофугалы, сочетающие ударно-истирающее воздействие с процессом просеивания.

Имеющиеся методики расчета основных параметров работы вымольных машин, например, [1, 2, 3], базируются на эмпирических зависимостях. Результаты расчета по ним могут отличаться друг от друга в несколько раз. Многие из основных параметров при всей очевидности влияния на процесс вымола (величина зазора между бичом и ситом, высота бичей, угол их наклона и некоторые другие) не входят в расчетные формулы. Следовательно, конструкторы лишены возможности как-то повысить технико-экономические показатели вымольной машины путем их изменения. Поэтому на практике использование существующих методик расчета ограничено.

Несмотря на кажущуюся простоту процесса вымола, существующие его модели существенно упрощают происходящие явления. При получении расчетных зависимостей принимается целый ряд допущений, значительно упрощающих и искажающих процесс, что в конечном итоге не позволяет разрабатывать такого рода машины в широком диапазоне из-

менения основных параметров. Ниже предлагается физическая модель процесса вымола, которая, на наш взгляд, позволяет избавиться от некоторых недостатков и получить расчетные зависимости с более широкими границами использования.

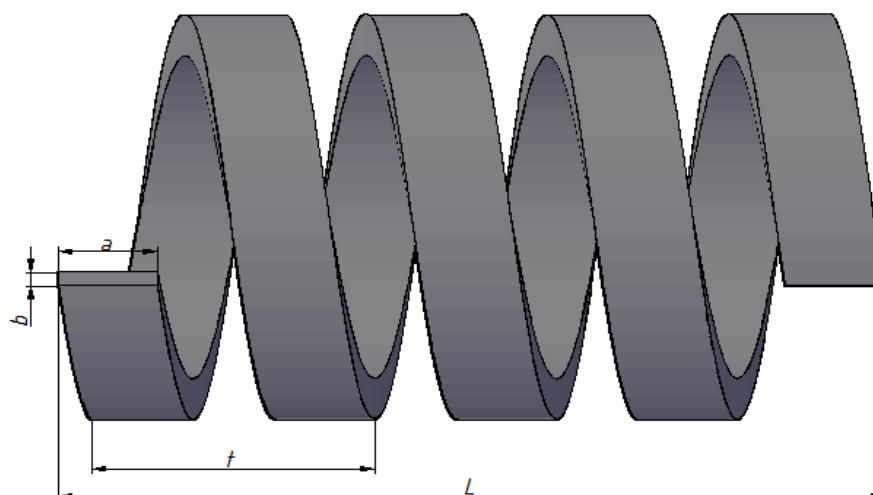
Весь процесс вымола представляется происходящим в три стадии: удар о бич 1 вымольной машины; движение в зазоре δ между бичом 1 и ситом 2; косой удар о сито 2 (рисунок 1).



1 – бич; 2 – сито; h – ширина бича; δ – зазор между ситом и бичом
Рисунок 1 – Схема движения частицы в зазоре между бичом и ситом

Необходимая эффективность процесса вымола достигается за счет n ударов о сито и бич. Частицы считаются шарообразным телом массой m . Взаимодействие (удары частиц о бич и сито) происходит таким образом, что угол встречи частицы с бичом равен углу наклона бичей, а угол отражения α_2 такой же, как и угол встречи $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$.

Из-за небольшого расстояния (зазора δ) между бичом и ситом сопротивление воздуха в расчёт не принимается. Движение всей совокупности частиц в машине представляется в виде спиральной ленты шириной “ a ”, равной длине приемного патрубка машины, и толщиной “ b ”, равной ширине бича - $b = h$ (рисунок 2).



a – ширина входного патрубка; b – ширина бича; t – шаг спиральной линии;
 L – длина ситового цилиндра

Рисунок 2 – Схема движения частицы продукта в вымольной машине

Ширина “а” ленты спирального потока, с одной стороны, определяется размером приемного патрубка, а с другой стороны, исходя из рациональности использования ситовой поверхности, её следует принимать близкой к величине шага спирали: $a \approx t/2$.

Скорость частицы в момент взаимодействия с бичом принимается равной окружной скорости бичей. После взаимодействия частицы с ситом её скорость уменьшается вследствие неупругого косо́го удара о сито в z раз.

Уменьшение скорости движения частицы после ее взаимодействия с ситом зависит от физико-механических свойств измельчаемого продукта и материала сита.

Производительность машины определяется исходя из скорости движения потока материала, его поперечного сечения и плотности (объёмного содержания частиц в потоке) материала воздушной смеси.

$$G = a \cdot b \cdot \vartheta \cdot \rho \cdot \sigma, \quad (1)$$

где ϑ - скорость движения частиц материала; ρ - плотность частиц материала;

σ - объёмное содержание частиц материала в движущемся потоке.

Разрушение (отделение частиц эндосперма от оболочек) происходит за счет удара о бич и сито. Энергия $\mathcal{E}$, необходимая для привода ротора, затрачивается на измельчение частиц материала при ударе о бич (полезная энергия) - $\mathcal{E}_1$; придание кинетической энергии материалу $\mathcal{E}_2$; потери при взаимодействии с бичом (образование тепловой энергии) $\mathcal{E}_3$ и потери энергии в приводе $\mathcal{E}_4$.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4. \quad (2)$$

В свою очередь, энергия, получаемая материалом при ударе (кинетическая энергия) $\mathcal{E}_2$, расходуется на измельчение продукта при взаимодействии с ситом (полезная энергия) $\mathcal{E}_5$, изменение потенциальной энергии $\mathcal{E}_6$ и образование тепловой энергии при этом взаимодействии $\mathcal{E}_7$.

Таким образом:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5 + \mathcal{E}_6 + \mathcal{E}_7. \quad (3)$$

При этом допускается, что масса материала, участвующая во взаимодействие с бичами и находящаяся в ситовом цилиндре, изменяется линейно (уменьшается) по его длине, а масса конечного продукта (отрубей) соответствует содержанию оболочек в исходном продукте.

Для оценки энергетической эффективности процесса вымола можно использовать коэффициент полезного действия - отношение энергии затраченной на выполнение полезной работы (отделение частиц эндосперма от оболочек) ко всей энергии.

$$\eta_s = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_5}{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_6 + \mathcal{E}_7}. \quad (4)$$

Качественную сторону процесса вымола (технологическую эффективность) можно оценивать как отношение выхода муки B_m к содержанию эндосперма в исходной смеси C_s .

$$\eta_s = B_m / C_s. \quad (5)$$

При этом

$$B_m = M / (M + O), \quad (6)$$

где M - масса полученной (за определенное время) муки;

O - масса сходовой фракции (отрубей), полученной за определенное время.

При разработке физической модели работы вымольной машины не удалось полностью избежать некоторых упрощений и допущений. Однако по сравнению с существующими моделями она (физическая модель) более точно отражает происходящие процессы. В дальнейшем на её основе предполагается разработать математическую модель, с помощью которой можно будет прогнозировать изменение основных параметров работы вымольных машин (производительности и потребляемой мощности) в зависимости от геометрических параметров рабочих органов.

Список литературы

1. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: учеб. для вузов: в 2 кн. Кн.1 / А. В Антипов [и др.]. – М., Высш.шк., 2001. – 703 с.
2. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий [Текст] / А.Б. Демский [и др.]. – М.: Колос, 1980. – 384 с.
3. Соколов, А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна [Текст] / А.Я. Соколов. – М: Колос, 1984. – 580 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПОТОКА

В. П. Тарасов, А. Д. Сотниченко

*ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул*

Пневмотранспорт является одним из прогрессивных способов механизации и автоматизации перемещения насыпных грузов. Этот вид транспорта нашел применение практически во всех отраслях народного хозяйства. С его помощью транспортируют цемент и муку, сахар и соду, зерно и технический углерод, стиральные порошки и крупы, песок и золу, взрывчатые вещества и многие другие сыпучие материалы.

Такое широкое распространение этот вид транспортирования получил благодаря целому ряду достоинств. Транспортирование осуществляется в закрытых материалопроводах по сложным трассам на значительные расстояния. Пневмотранспортные установки имеют минимальное количество движущихся частей, процесс удается легко автоматизировать, исключаются потери материала. Материал можно забирать из нескольких мест и направлять в различные пункты назначения.

Для реализации последней функции используется так называемый переключатель потока – устройство, изменяющее траекторию движения аэросмеси. Необходимость распределения материала по нескольким местам назначения возникает во многих отраслях производства. Так, на предприятиях строительных материалов, в пищевой и химической промышленности сыпучие материалы направляют иногда в десятки бункеров. При этом многие производства имеют непрерывный режим работы. В этой связи возникает необходимость изменения направления движения потока во время работы пневмотранспортной установки. Однако существующие конструкции переключателей потока не позволяют это сделать, т.к. нарушается устойчивость работы пневмотранспортной системы. Поэтому, как правило, транспортирование прекращают, трубопровод продувают, а затем осуществляют переключение. Чтобы не останавливать весь цикл производства, устанавливают накопительные емкости. Это, в свою очередь, вынуждает проектировать пневмотранспортную установку с расчетом на большую производительность, занимать дополнительную производственную площадь и приобретать оборудование.

В пневмотранспортных установках нашли свое применение и используются двух- и многопозиционные переключатели самых различных конструкций: переключатели пробкового типа, с плоской перекидной заслонкой, пережимного типа, с жесткой перекидной трубой, с гибким перекидным шлангом, многопозиционные револьверные, с шарообразным клапаном, с плоским качающимся клапаном, с поворотным клапаном, с аэролотком и др.

Пробковые переключатели потока хорошо зарекомендовали себя и широко используются в хлебопекарной, зерноперерабатывающей, химической, цементной отраслях производства. Основной недостаток - необходимость точного изготовления сопрягаемых деталей подвижных элементов - компенсируется простотой конструкции. Переключатели этого вида