



Федоскин В. А.

Ерисов Н. Н.

Национальный  
горный  
университет

УДК 622.868:621.926.22

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГРУЗКИ ВИБРОТРАНСПОРТЕРА СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

У статті осявчуються особливості завантаження вібротранспортера сушильної установки. Розглядається процес формування шару матеріалу в завантажувальній секції. Обґрунтований вибір параметрів живильника.

The article devoted the features of load of vibration transporter in the drying installation. The material layer formation process in loading chamber is considered. The feeder parameters decision is substantiated.

Сушка материалов используется практически во всех отраслях промышленности.

На рис.1 показана технологическая схема сушки песка, включающая бункер исходного материала 1, шлюзовой затвор 2, герметизатор 3, сушильную камеру 4, теплогенератор 5, батарею циклонов 6, вентилятор 7, бункер 8.

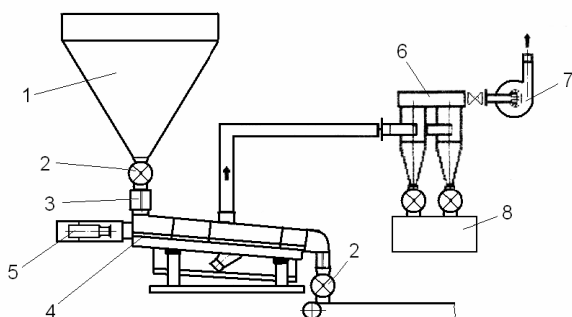


Рис. 1. Технологическая схема сушильных установок

Более сложные схемы отличаются увеличением количества оборудования, вводом дополнительного – дробильно-измельчительного, сортировочного, транспортирующего и т.п. Однако во всех технологических схемах обязательным элементом является сушильное устройство, в котором предусматривается подача теплоносителя к движущемуся потоку материала. От выбора типа устройства и

эффективности его работы существенно зависят технико-экономические показатели всей линии. В качестве сушильного устройства используются сушильные барабаны, распылительные, петлевые, вихревые и ряд других типов сушилок.

Исследованиями авторов [1, 2] показано преимущество сушки мелкодисперсного материала при использовании вибрационного воздействия, позволяющего создать в рабочей камере виброкипящий слой, что значительно увеличивает скорость сушки. В качестве сушильного устройства наибольшее распространение получили вибротранспортеры горизонтального типа.

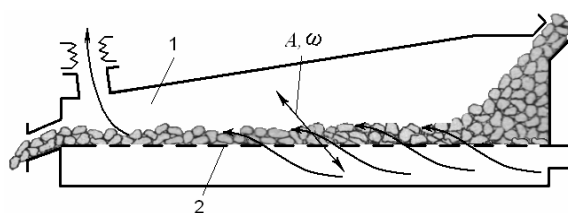
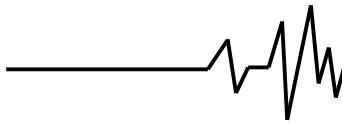
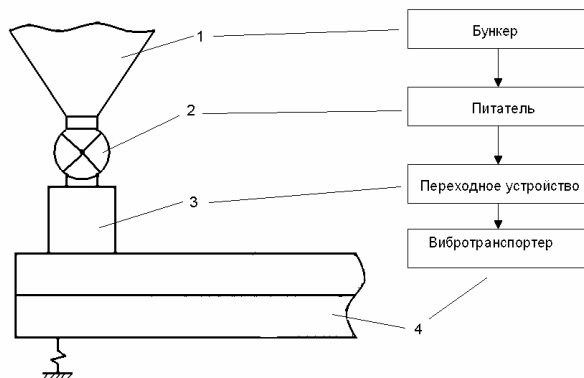


Рис. 2. Принципиальная схема вибротранспортера

На рис.2 представлена принципиальная схема вибротранспортера для конвективного метода сушки. Рабочая камера 1 вибротранспортера разделена газораспределительной решеткой 2 на верхнюю и нижнюю камеры. Нижняя камера предназначена для подвода теплоносителя, а верхняя камера для транспортирования материала и отвода теплоносителя.



Данная схема сохраняется и для кондуктивного метода сушки посредством замены газораспределительной решетки на сплошной лист. Однако в обоих случаях на эффективность работы установки существенным образом влияет равномерность заполнения рабочей камеры материалом в процессе его перемещения по газораспределительной решетке. Опыт эксплуатации экспериментальных образцов вибротранспортеров сушильной установки на Новгород-Северском заводе строительных материалов выявил недостатки при загрузке исходного материала в вибротранспортер. На рис.3 представлен загрузочный тракт, включающий бункер, питатель, герметизатор, вибротранспортер.



**Рис. 3. Принципиальная схема загрузочного тракта**

Поступающий в бункер 1 материал (мел) имел влажность до 27%, что преводило его к налипанию его на стенки бункера, сводообразованию и последующему обрушению. В связи с этим, уровень материала в бункере существенно изменялся, что отрицательно сказывалось на заполнении камер питателя и не обеспечивало равномерную подачу материала в вибротранспортер. Фиксированная частота вращения ротора и объема камер питателя была не позволяла регулировать подачу материала в вибротранспортер. Применение герметизатора рукавного типа из термостойкой ткани также дает нестабильность подачи материала в вибротранспортер по причине налипания материала на поверхность рукава и при достижении критической массы, отслаивания и сбрасывания в вибротранспортер.

В результате этого, высота и ширина слоя материала по длине и ширине

вибротранспортера значительно отличалась, иногда принимая и нулевые значения.

Такой режим может быть приемлем при работе вибротранспортера, выполняющего только одну функцию - транспортирование материала, где основным требованием к загрузочному тракту является обеспечение равной с вибротранспортером производительности, т.е.

$$Q_{num} = Q_{mp}$$

где  $Q_{num}$  - производительность питателя;

$Q_{mp}$  - производительность вибротранспортера.

При использовании вибротранспортера в качестве сушильной камеры, к загрузочному тракту выдвигаются дополнительные требования:

а) ширина потока материала, подающаяся в вибротранспортер, должна равняться ширине лотка вибротранспортера;

б) поток материала должен быть непрерывным;

в) толщина потока материала должна соответствовать высоте слоя материала в лотке вибротранспортера.

Эти требования достаточно легко могут быть выполнены различными типами питателей непрерывного действия (ленточные, шнековые и т.п.). Однако в силу того, что в рабочей камере вибротранспортера создается избыточное давление (разряжение), возникает необходимость использования шлюзовых питателей, несмотря на то, что подача материала носит периодический характер.

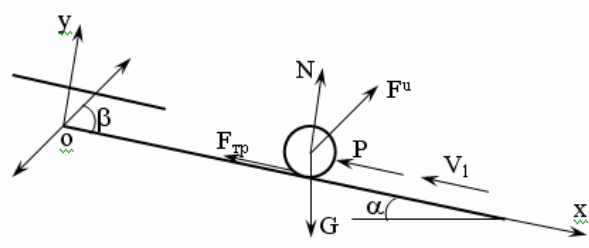
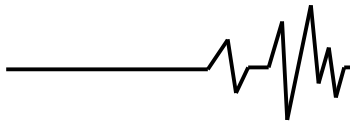
При уменьшении ширины слоя в газораспределительной камере возникает свободная зона выхода теплоносителя в верхнюю часть рабочей камеры. При изменении высоты слоя в сторону увеличения или уменьшения изменится его газопроницаемость.

Исходя из заданной производительности вибротранспортера  $Q_{mp}$ , требуемого времени сушки материала  $t_c$  и конструктивных параметров рабочей камеры, необходимая скорость перемещения материала составит

$$v_{mp} = \frac{L}{t_c} \text{ и высота слоя } h = \frac{Q}{b \cdot v_{mp}},$$

где  $L$  - длина пути транспортирования (длина вибротранспортера);

$b$  - ширина слоя материала.



**Рис. 4. Расчетная схема для определения скорости движения материала по поверхности вибротранспортера**

Скорость движения материала в вибротранспортере [3] в режиме с отрывом от рабочей поверхности согласно расчетной схеме, представленной на рис.4 составляет

$$V_{mp} = A \cdot \omega \cdot \cos \beta \cdot [\cos \psi_0 - \cos \psi + \theta \cdot (\psi - \psi_0)]$$

где  $A$  – амплитуда колебаний;  
 $\omega$  – частота вращения дебалансов;  
 $\beta$  – угол вибрации;

$\psi, \psi_0$  – фазные углы колебаний исполнительного органа.

$$\theta = \frac{g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot \cos \gamma \cdot \text{sign}(v)}{A \cdot \omega^2 \cdot \cos \beta}$$

где  $\text{sign}(v)$  – определяет знак направления потока воздуха в щелях жалюзей;  
 $\mu$  – размерный коэффициент;  
 $\gamma$  – угол наклона жалюзей.

По заданным условиям сушки материала:

$$V_{mp} = V_n$$

Исходя из заданной производительности вибротранспортера, производительность питателя составит

$$Q_{num} = Q_{mp} = \frac{30 \cdot Z \cdot V_k \cdot \omega_n \cdot K_3 \cdot K_p}{\pi}$$

где  $K$  – количество камер питателя;  
 $V_k$  – объем одной камеры;  
 $\omega_n$  – частота вращения ротора питателя;

$K_3$  – коэффициент заполнения камеры;  
 $K_p$  – коэффициент разрыхления материала.

Время разгрузки одной камеры

соответствует  $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_n \cdot Z}$ .

Путь, пройденный материалом по вибротранспортеру за время  $T$

$$S'_T = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_{mp}}{\omega_n \cdot Z}$$

Освободившийся участок должен заполнять материал, поступающий из питателя

$$S'_T \cdot b \cdot h = V_k \cdot K_3 \cdot K_p$$

Этот объем может обеспечиваться посредством изменения частоты вращения ротора и объемом материала, находящегося в камере питателя.

Таким образом, процесс формирования слоя материала необходимо рассматривать комплексно, включая в него не только загрузочную секцию вибротранспортера, а также питатель, переходное устройство между питателем и вибротранспортером и бункер.

**Литература**

1. Членов В.А., Михайлов Н.В. Виброкипящий слой.-М.: наука, 1972.- 341с.
2. Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии.- М.: Наука, 1981.- 320с.
3. Франчук В.П., Федоскин В.А., Плахотник В.В., Ерисов Н.Н., Хаддад Д.С. Особенности работы загрузочной секции вибротранспортера сушильной установки // Вібрація в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журн. - 2008 №2 (51). - С. 51-53.

Рекомендовано до публікації  
д.т.н. В. П.Надутим 02.08.2009р.