

НАЛАДКА СТЕНДА И АПРОБИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ПНЕВОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Воронкин П.А.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

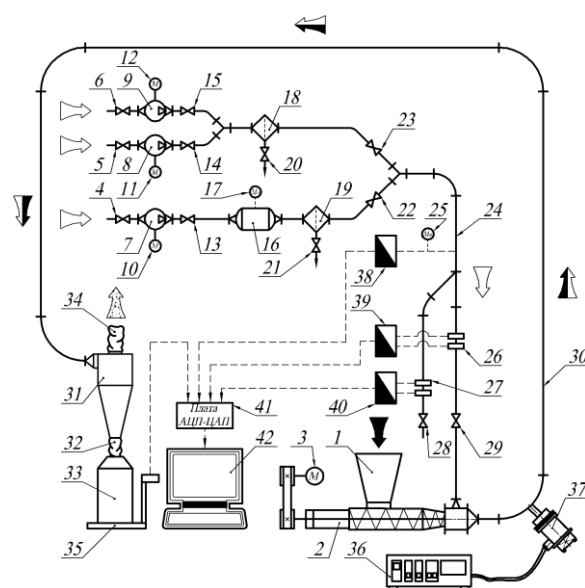
Интерес к изучению процесса пневматического транспортирования сыпучих материалов обусловлен его широким применением во многих отраслях промышленности, что объясняется наличием целого ряда преимуществ, в сравнении с механическими видами транспорта. Однако наряду с общеизвестными преимуществами пневмотранспорт обладает рядом недостатков. Это высокие энергетические затраты на осуществление процесса, неустойчивость транспортирования, следствием которого может стать закупорка материалопровода. Для стабилизации движения перемещаемого материала устанавливают различные вспомогательные устройства [5], но и они иногда не позволяют в полной мере обеспечить устойчивость пневмотранспортирования.

Одним из возможных способов активизации процесса пневмотранспортирования может являться воздействие колебаниями ультразвуковой частоты на материалопровод и транспортируемый в нем материал. Положительный эффект ультразвукового воздействия на различные технологические процессы подтвержден рядом исследований [1, 4] и опытом более чем тридцатилетнего использования некоторыми предприятиями различных отраслей промышленности.

В настоящей статье обсуждается стенд и приводятся результаты исследований, основная цель которых заключалась в оценке ультразвукового воздействия на материалопровод и перемещаемый в нем материал в процессе его пневмотранспортирования. Выполненные ранее работы [2, 3], по исследованию влияния ультразвуковых колебаний на физико-механические свойства некоторых сыпучих материалов позволили предположить, что воздействуя колебаниями ультразвуковой частоты на материалопровод и перемещаемый в нем материал можно, в значительной мере, повысить эффективность пневмотранспортной установки в целом.

Для оценки воздействия ультразвуковых колебаний на материалопровод и перемещаемый материал в процессе его пнев-

мотранспортирования смонтирован экспериментальный стенд, схема которого представлена на рисунке 1.



→ – воздух; → – материал;
→ – аэросмесь; → – очищенный воздух
1 – питающий бункер; 2 – винтовой питатель;
3, 10, 11, 12 – привод; 4, 5, 6, 13, 14, 15, 20,
21, 22, 23, 28, 29 – вентиль; 7, 8, 9 – компрессор;
16 – ресивер; 17, 25 – манометр; 18, 19 – влагомаслоотделитель;
24 – воздухопровод; 26, 27 – диафрагма; 30 – материалопровод;
31 – циклон; 32 – мягкая вставка; 33 – разгрузочный бункер;
34 – рукавный фильтр; 35 – тензочасы; 36 – электронный генератор;
37 – ультразвуковая колебательная система стержневого типа;
38 – преобразователь давления; 39, 40 – преобразователь перепада давления;
41 – аналогово-цифровой преобразователь АЦП-ЦАП;
42 – персональный компьютер

Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

В качестве источника гидравлической энергии используются поршневые компрессоры 7, 8 и 9. Расход транспортирующего

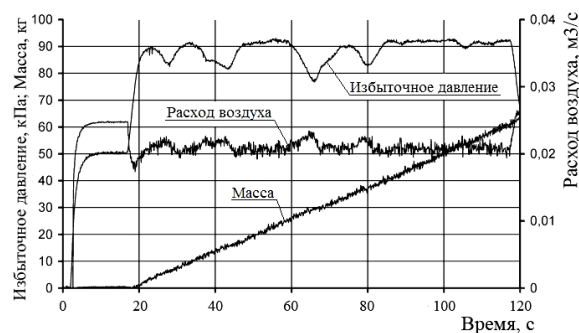
воздуха варьируется закрытием/открытием вентилей 4, 5, 6. Подвод воздуха к винтовому питателю 2 осуществляется с помощью воздуховода 24. Питающий бункер 1 служит оперативной емкостью и обеспечивает непрерывную подачу транспортируемого материала в питатель 2. Перемещение аэросмеси осуществляется в материалопроводе 30, а отделение транспортируемого материала от воздуха происходит в циклоне 31, на выпускном патрубке которого расположен рукавный фильтр 34. Отделившийся материал сыпается в разгрузочный бункер 33, установленный на тензометрических весах 35. Источником ультразвуковых колебаний является, жестко закрепленная на участке материалопровода 30, ультразвуковая колебательная система 37, запитываемая электронным генератором 36. Расход воздуха в установке замеряется датчиком преобразования разности давлений 39 (Метран 22-ДД), непрерывный пневматический сигнал, на который поступает от диафрагм с угловым отбором давления 26. Точковый сигнал с датчиков перелома давления подается на аналого-цифровой преобразователь (плату АЦП-ЦАП) 41. Давление в пневмоустановке контролируется преобразователем давления 38 типа МП, производительность - с помощью тензовесов 35. Электрические сигналы, пропорциональные, соответственно, давлению и массе, поступают также на плату АЦП-ЦАП 41. Визуализация, контроль и запись параметров работы пневмотранспортной установки для последующего анализа осуществляются в программном приложении Power Graph, инсталлированном на персональном компьютере 42, информация на который поступает с платы АЦП-ЦАП 41. Длину трассы можно варьировать в интервале от 15 до 100 м. Для оценки ультразвукового воздействия на процесс пневмотранспортирования в настоящих исследованиях используется ультразвуковой технологический аппарат со следующими параметрами: выходная мощность генератора от 0 до 200 Вт, частота колебаний от 20 до 25 кГц, интенсивность излучения до $0,02 \text{ Вт/м}^2$.

Цель экспериментов заключалась в экспериментальном подтверждении влияния на процесс пневмотранспортирования при ультразвуковом воздействии на материалопровод и перемещаемый в нем материал.

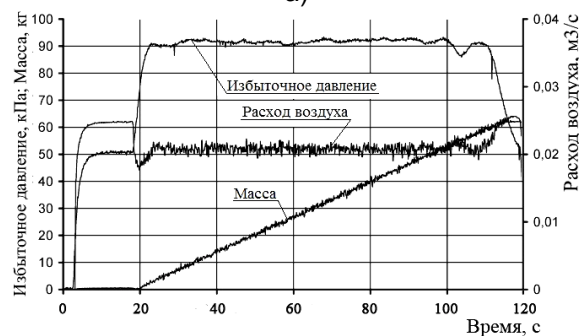
Предварительно стенд был проверен на работоспособность посредством пробных запусков, а контролирующие приборы откалиброваны. Экспериментальные исследова-

ния проводились при внутреннем диаметре материалопровода 42 мм, высоте подъема 1,5 м, протяженности трассы от 15 до 27 м, при различных расходах воздуха в пневмотранспортной установке. Ультразвуковой излучатель закрепляли на разгонном участке, на отводе и перед ним, тем самым изменяя длину участка трассы, подвергаемого воздействию ультразвуковых колебаний (от 0,75 до 4,5 м). В качестве перемещаемого материала применяли муку 2 сорта.

Результаты исследований представлены в виде графических зависимостей на рисунках 2а, б, описывающие изменение параметров пневмотранспортирования (избыточное давление, расхода воздуха и массы) во времени при ультразвуковом воздействии и без него.



а)



б)

а – без ультразвукового воздействия;
б – при ультразвуковом воздействии на отвод
Рисунок 2 – Результаты экспериментальных исследований по оценке ультразвукового воздействия на процесс пневмотранспортирования

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что параметры пневмотранспортирования (избыточное давление, расход (скорость) воздуха в материалопроводе и производительность) изменяются во времени, причем эти изменения могут быть достаточно существенными. Колебания (изменения) параметров процесса можно объ-

НАЛАДКА СТЕНДА И АПРОБИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

яснить неравномерностью движения аэро-смеси, образованием агломератов и скоплением материала.

Ультразвуковое воздействие позволяет в какой-то мере уменьшить колебания параметров процесса, что особенно проявляется на диаграммах избыточного давления и расхода воздуха. На основании этого можно предполагать, что воздействуя ультразвуковыми колебаниями на наиболее опасные, в смысле закупорки, места материалопровода может быть обеспечен процесс транспортирования с меньшими скоростями (расходами) воздуха. Это, в свою очередь, позволит снизить энергозатраты на осуществление процесса, уменьшить габаритные размеры, массу и цену пневмотранспортного оборудования, а в конечном итоге - себестоимость транспортирования.

Апробирование стенда и проведенные исследования показали:

- работоспособность экспериментального стенда и возможность проведения экспериментальных исследований по оценке ультразвукового воздействия на параметры пневмотранспортирования;

- влияние ультразвукового воздействия на параметры пневмотранспортирования и перспективы повышения технико-экономических показателей систем пневмотранспорта при воздействии колебаниями ультразвуковой частоты на элементы пневмотранспортной установки;

- необходимость дальнейших исследований по выявлению ультразвукового воздействия на режим и параметры процесса, в том числе, - определение возможности снижения надежно-транспортирующей скорости воздуха, а также рациональных параметров ультразвуковой колебательной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балдаев, Р. Применения ультразвука / Р. Балдаев, В. Раджендран, П. Паланичами. – М.: Техносфера, 2006. – 576 с.
2. Воронкин П. А., Тарасов В. П. Исследование ультразвукового воздействия на сыпучие материалы, находящиеся в трубопроводе. Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы Одиннадцатой международной научно-практической конференции (5 декабря 2008 г.) / под ред. М. П. Щетинина; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2008. – с. 346 – 349.
3. Воронкин П. А., Тарасов В. П. Влияние ультразвукового воздействия на скорость трогания сыпучих материалов. Хранение и переработка зерна. – 2009. – №7. с. 39 – 40.
4. Новицкий, Б. Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. – М.: Химия, 1983. – 192 с.
5. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 1. – Профессионал: С.-Пб, 2003 – 848 с.