

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИТАТЕЛЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ВОЗДУШНЫМ ПОБУДИТЕЛЕМ

Исследования и опытно промышленные испытания новых высокоэффективных способов пневматического транспортирования сыпучих материалов [1,2] показали неприемлемость использования традиционных загрузочных устройств камерного и винтового типов [3,4], как не обеспечивающих достаточных объемов поступления сыпучих материалов в пневмотранспортный трубопровод. Предложена серия устройств аэрационного типа [6], в основу которых положено явление сверхтекучести сыпучих материалов, имеющее место при воздействии воздушных потоков и струй на сыпучий материал в бункере. Так как полная аэрация бункера, способствующая истечению сыпучих материалов затруднительна, представляется рациональным осуществлять вдувание воздуха в зоне выпускного отверстия бункера для местной аэрации сыпучего материала. Передача энергии одного воздушного потока другому в питателях эжекторного типа осуществляется путем их турбулентного смешивания. Для устройств с центральным соплом эти процессы хорошо описаны в работах Абрамовича Г.Н. [7]. Оценка относительных потерь кинетической энергии при турбулентном смешивании воздушных потоков рассмотрены в работе [8]. Физическая картина взаимодействия эжектируемого и эжектирующего потоков газа с кольцевым эжекторным устройством рассмотрена в работе [9]. Механика взаимодействия воздушных потоков в загрузочном устройстве исследуемого типа не рассматривалась. Исследование процессов, протекающих в загрузочном устройстве эжекторного типа, оборудованного вертикальным (наклонным) дополнительным воздушным побудителем, является актуальной задачей для разработки новых высоко эффективных электросберегающих способов пневматического транспортирования сыпучих материалов в строительной промышленности.

Цель данной работы – экспериментальное определение параметров истечения сыпучих материалов из выпускного отверстия бункера, оборудованного вертикальным (наклонным) дополнительным воздушным побудителем, определение основных технических параметров эжекторного питателя рассматриваемого типа.

Основные теоретические положения и описание стенда приведено в работе [10]. Технические параметры стенда определены исходя из теории подобия [11, 12].

Экспериментально исследовано: движение сыпучего материала при воздействии на него двух воздушных потоков, направленных под определенным углом друг относительно друга, влияние подачи избыточного давления в освобождающуюся часть бункера на процесс истечения, влияние диаметра сопел и места установки горизонтального и вертикального сопел на процесс истечения, изменение массовой концентрации в зависимости от величины избыточного давления, оценка общих потерь давления в загрузочном устройстве.

Графики $Q=f(d)$ (рис. 1), построенные при избыточном давлении (а – $P_{изб}=0$; б – $P_{изб}=0,02$ МПа), в зависимости от расстояния размещения горизонтального сопла до оси камеры смешения ($L_{гор}$), для различных диаметров ($d_1=6,9,11$ мм). Анализ кривых показывает, что максимального значения производительность достигает при $L_{гор}=170$ мм от оси камеры смешения. Поддержание $P_{изб}>0$ обеспечивает повышение производительности на 15-20%

Графики $Q=f(L_{верт})$ (рис. 2), построенные для тех же ситуаций, но для разных диаметров насадок, показывают, что максимальное значение производительности достигнуто при $L_{верт}=0$, т.е. при расположении наклонного (вертикального) сопла у



верхней границы камеры смешивания. Увеличение $L_{\text{верт}}$ до 40 мм влечет за собой снижение производительности истечения с асимптотическим приближением к минимальным значениям ее до 0,5-0,7 т/ч. Последнее свидетельствует о потере физического смысла дополнительной воздушной подпитки при величинах $L_{\text{верт}} > 40$ мм. Характер влияния $P_{\text{изб}}$ на величину производительности истечения остается неизменным.

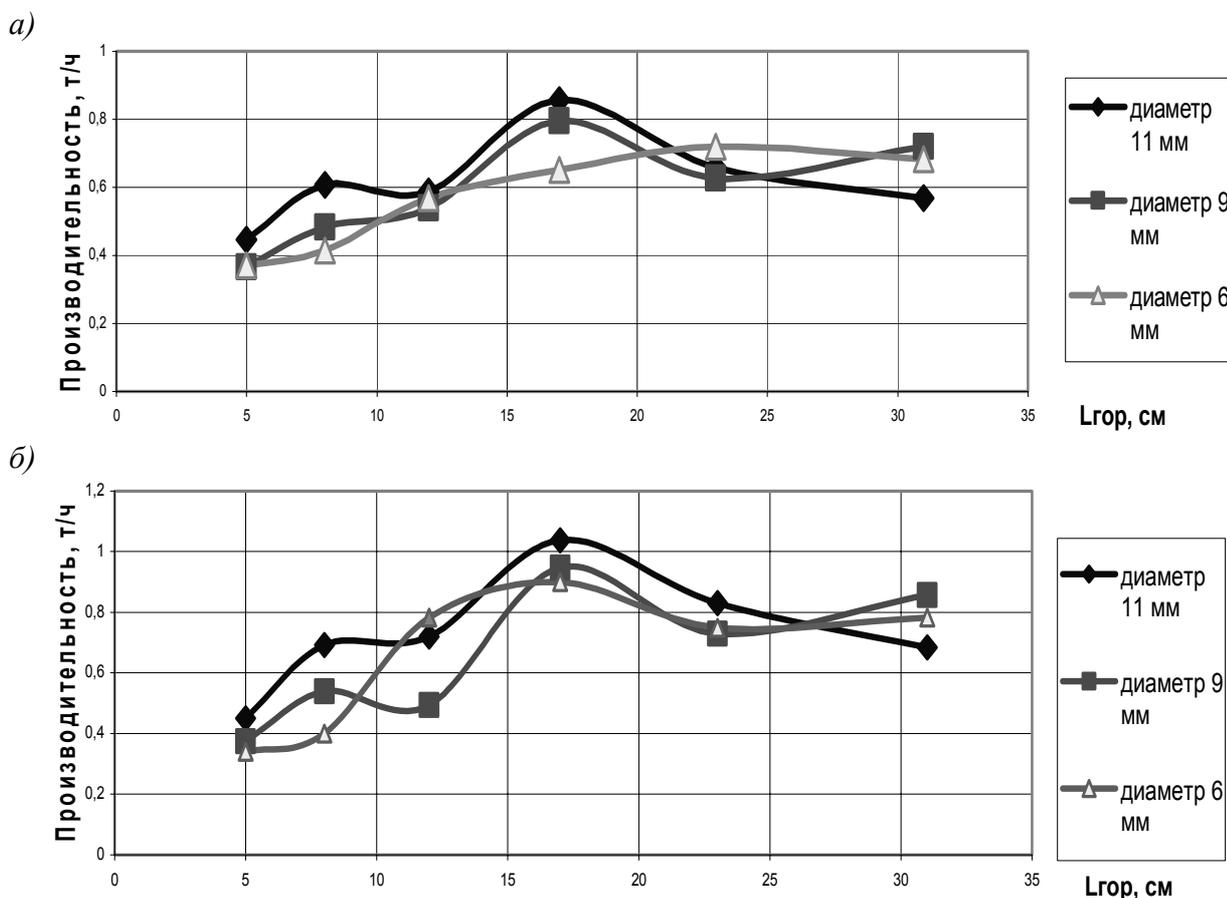


Рис. 1. Изменение производительности истечения сыпучего материала для различных диаметров горизонтальных насадок

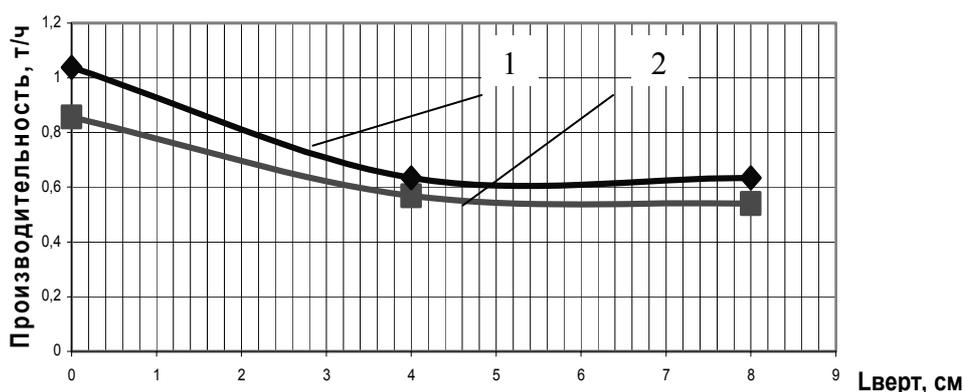


Рис. 2. Влияние установки вертикального сопла на производительность истечения при избыточном давлении в верхней части бункера: 1 - $P_{\text{изб}} = 0,02$ МПа; 2 - $P_{\text{изб}} = 0$

Влияние расстояния от выпускного среза вертикального сопла до верхней кромки камеры смешения (рис. 3) для различных диаметров сопел ($d_2 = 4, 6, 8$ мм) показывает, что увеличивает $L_{\text{верт}}$ до 40 мм нецелесообразно.

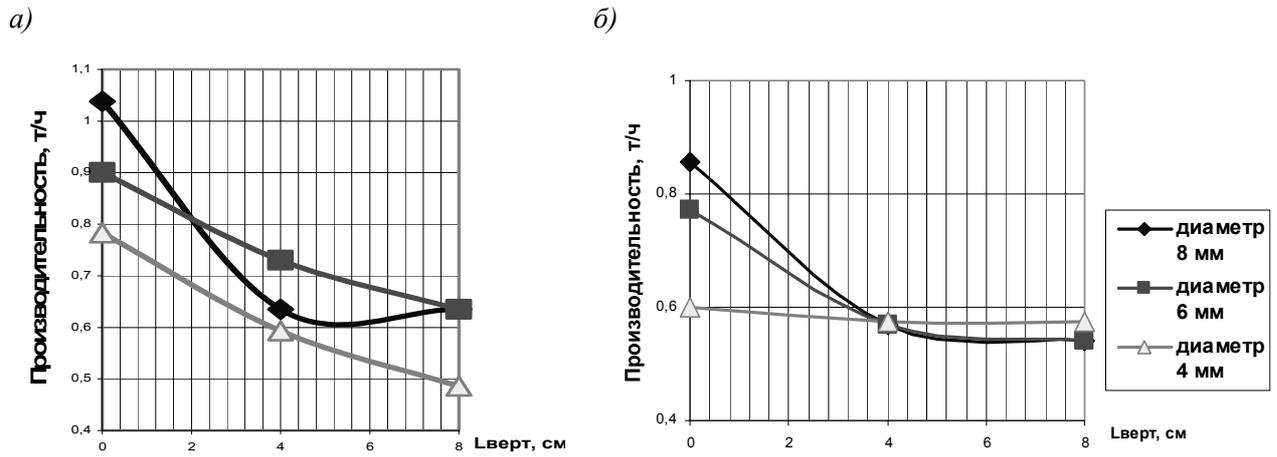


Рис.3 Зависимость производительности питателя от диаметра вертикального сопла:
 а – при избыточном давлении $P_{изб}=0,02$ МПа; б – при избыточном давлении $P_{изб}=0$

Увеличение диаметров сопел d_1 и d_2 (рис.4) приводит к повышению производительности истечения. График изменения массовой концентрации $\mu=f(\Delta P)$ (рис.5) показывает, что максимальная массовая концентрация аэросмеси, для рассматриваемого случая достигается при $P_{изб}=0,01...0,02$ МПа. Повышение избыточного давления в рабочей системе до $0,03...0,04$ МПа приводит к падению массовой концентрации до величины $\mu=20...25$ кг/кг, что свидетельствует о переходе работы установки в режим перемещения одиночных частиц в полете во взвешенном состоянии.

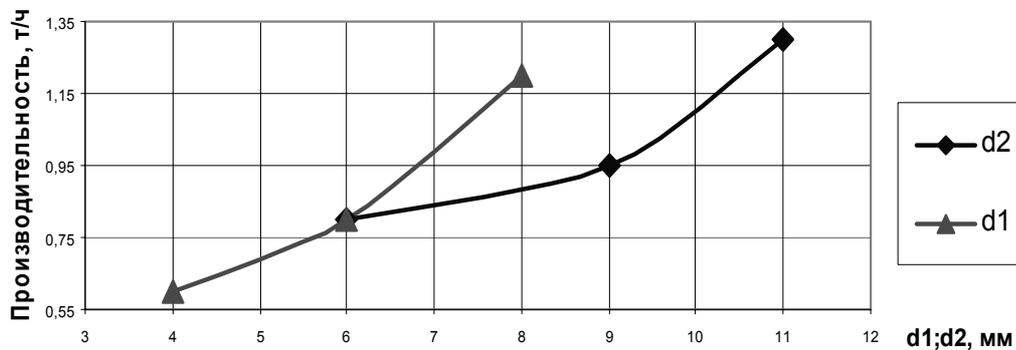


Рис. 4. Влияние диаметра горизонтального сопла (d_1) и вертикального сопла (d_2) на производительность питателя при $d_1=11$ мм, $d_2=8$ мм, $L_{гор}=170$ мм, $L_{верт}=0$

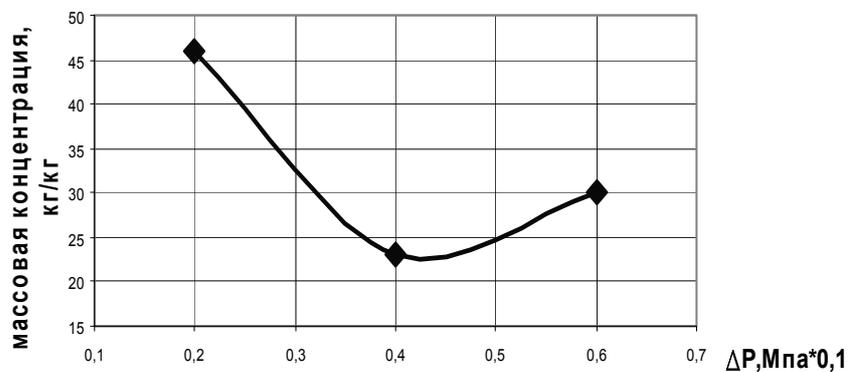


Рис.5. Изменение массовой концентрации смеси в зависимости от величины избыточного давления

*Выводы:*

1 Использование эффекта сверхтекучести сыпучих материалов, полученного на основе взаимодействия двух воздушных струй (горизонтальной и наклонно вертикальной) позволило разработать новую конструкцию эжекционного питателя с дополнительным воздушным побудителем.

2 Экспериментальные исследования эжекционного питателя с дополнительным воздушным побудителем, выполненные на модели, подтвердили его хорошую работоспособность.

3 Экспериментальные исследования поведения сыпучего материала в камере смешения при воздействии на него двух взаимодействующих воздушных струй, влияния величины диаметров сопел (эжекторов) и их расстояний от камеры смешивания на процесс истечения сыпучих материалов из выпускного отверстия бункера на участке его входа в материалопровод показали, что в непосредственной близости от камеры смешения сыпучий материал после его входа в материалопровод движется в двух режимах: в плотном аэрированном потоке или волновом режиме, далее трансформируясь в трубопроводе в порционный режим движения аэросмеси.

4 Применение питателей данного типа в новых высокоэффективных пневмотранспортных установках с волновым и порционным режимами движения аэросмеси позволит решать задачу дальнейшего развития и совершенствования пневмотранспорта сыпучих материалов в строительной промышленности.

Литература

- 1 *Гуцин В.М.* Новые пневмотранспортные установки для перемещения сыпучих материалов // Зб. наук. праць. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машині. - К. – Вип. 55. – 2000.- С. 70-74.
- 2 *Гуцин В.О.* Пневмотранспорт сыпучих материалов в порционном режиме движения // Зб. наук. праць. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машині. - К. – Вип. 58 – 2001.- С.14-17.
- 3 Пневмотранспортное оборудование: Справочник / Под редакцией *Калинушкина М.П.* – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. - 268с.
- 4 *Потураев В.Н., Булат А.Ф., Волошин А.И., Пономаренко С.Н., Волошин А.А.* Механика вибрационно-пневматических машин эжекторного типа. – К.: Наук. думка, 2001. – 176с.
- 5 *Гуцин В.М.* Разработка новых типов загрузочных устройств для пневмотранспорта порошковых материалов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії: Міжвуз. зб. наук. Праць. – Краматорськ, 1999. – С. 325-330.
- 6 *Гуцин В.М.* Исследование загрузочных устройств пневмотранспорта сыпучих материалов / Наукові праці ДонДТУ. – Вип. 27, серія гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонДТУ, 2001.- С. 194-200.
- 7 *Абрамович Н.Г.* Теория турбулентных струй. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1984.- 716с.
- 8 *Соколов Е.Я., Зингер Н.М.* Струйные аппараты. – М.: Энергия, 1970. – 287с.
- 9 *Пономаренко С.Н.* Исследование взаимодействия газовых потоков при их смешивания в кольцевом эжекторе // Вісник ДДМА. – Краматорськ. – 2005. – №2. – С. 174-179.
- 10 *Сивко В.Й., Гуцин В.М., Гуцин О.В.* Исследование эжекционного питателя с дополнительным воздушным побудителем // Вісник ДДМА. – Краматорськ. – №3(5). - 2006. – С. 37-42.
- 11 *Седов Л.В.* Методы размерности и подобия в механике. – М.: Наука, 1988. – 430с.
- 12 *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 840с.