

разнообразной комбинации полярности одиночных плиток. Полученная математическая модель нашла экспериментальное подтверждение и позволяет получить объемное распределение магнитного поля для различных геометрических конструкций из магнитных пластин и решеток, футерованных плитками постоянных магнитов с учетом полярности последних.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2106203 МКИ В 03 С 1/02 Украины Магнитный гидросепаратор / Мартыненко В.П., Чумаков В.А., Бадагов В.Ф., Зенин В.А. и др. (Украина); Полтавский ГОК.-№ 96083134; Заявл. 25.04.97; Зарегр. 10.03.98.
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники.- Т.2.-Л-д: Энергоиздат, 1981.-415с.
3. Тозони О.В. Математические модели для расчета электрических и магнитных полей.-Киев: Наукова думка, 1964.-304с.

УДК 621.867.84

С.Н.Пономаренко

АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЗАКЛАДОЧНЫХ ВИБРАЦИОННО-ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МАШИН ЭЖЕКТОРНОГО ТИПА

Розглянуті питання розробки методів розрахунку робочих, конструктивних та технологічних параметрів вібраційно-пневматичних машин, що використовуються для пневмотранспортування різних силких закладальних матеріалів. Бібліогр.: - 13 найм.

В последнее время пневмотранспортная техника приобретает все более широкие масштабы промышленного применения, а пневматическая закладка выработанного пространства в горнодобывающей

промышленности становится весьма перспективной при условии решения вопроса воздухообеспечения.

В ИГТМ НАН Украины разработан целый ряд высокоэффективного пневмотранспортного оборудования, среди которого особо следует отметить вибрационно-пневматические машины (ВПМ) эжекторного типа.

Отличительная особенность эжекторных ВПМ от существующих и используемых на практике пневмотранспортных установок заключается в рациональном взаимном расположении кольцевого эжектора с загрузочным бункером - питателем, снабженным вибрационным загрузочным лотком с эксцентриковым виброприводом, и транспортного трубопровода. Благодаря этому транспортируемый материал (мелкодисперсный или крупнокусковой, включая липкие и влажные горные породы) подается в транспортный трубопровод на основе использования комплексного виброаэродинамического воздействия на транспортируемый материал. Вибролоток в конструкциях данного типа предназначен для создания вибрирующего слоя материала и тем самым снижения эффективного коэффициента трения о стенки загрузочного бункера, что связано с уменьшением затрат энергии, а соответственно и сжатого воздуха, на разгон материала. Все это в конечном счете уменьшает потери полного давления сжатого воздуха на инерционный разбег материала и увеличивает дальность транспортирования.

Полученные в работах [1-3] результаты фундаментальных исследований процесса вибропневмотранспортирования сыпучих материалов позволяют на высоком научном уровне описывать механизм транспортирования по трубопроводам различных видов сыпучих материалов с использованием комплексного виброаэродинамического воздействия на перемещаемый материал. Однако, эжекторные ВПМ имеют свою специфику, отличную от общепринятых теорий пневмотранспортных систем.

Актуальность проблемы в вопросе движения аэросмеси в эжекторных ВПМ заключается в теоретическом и экспериментальном исследовании физической картины взаимодействия несущей среды и транспортируемого материала. Описание процесса движения аэросмеси в системах данного

класса с учетом комплексного виброаэродинамического воздействия на перемещаемый материал весьма сложная задача, даже если проектированию машин предшествовали лабораторные испытания на моделях установок данного класса. Поэтому разработка методики для описания механизма движения аэросмеси в эжекторных вибрационно-пневматических машинах с учетом особенностей загрузки сыпучего материала, специфики работы эжектора, физико-механических свойств транспортируемого материала и всех видов сопротивления продолжает оставаться одной из главных задач в области пневмотранспортирования сыпучих материалов.

В работах [10 - 12] приведены методики для определения и выбора основных конструктивных параметров эжекторных ВПМ, которые позволяют разрабатывать пневмотранспортные установки нового поколения, отличающиеся малогабаритностью, простотой конструкции и надежностью в эксплуатации.

Методика расчета основных параметров вибропневмотранспортирования сыпучих закладочных материалов ВПМ эжекторного типа основана на использовании уравнений и закономерностей прикладной газовой динамики, аэродинамики, теории движения сыпучего материала в трубопроводных системах, результатов теоретических и экспериментальных исследований. К основным параметрам вибропневмотранспортирования сыпучих закладочных материалов ВПМ эжекторного типа относятся параметры аэросмеси, характеризующие движение воздушного потока и перемещаемого закладочного материала, а также рабочие характеристики вибрационного рабочего органа. В работах [4 - 6] рассмотрены вопросы теоретического определения этих параметров, а в [7 - 9] приведены результаты экспериментальной и промышленной апробации полученных результатов.

Ключевым вопросом в методике расчета эжекторных ВПМ является проблема определения обобщенного значения интегрального коэффициента сопротивления, который в конечном итоге определяет область стабильной работы всей машины в целом. При этом, этот коэффициент должен учитывать совокупность сопротивления воздушной

среды и твердого материала при движении аэросмеси по транспортному трубопроводу, трение о стенки трубопровода и взаимодействие частиц транспортируемого материала между собой.

Значение интегрального коэффициента сопротивления используется для расчета максимально возможной дальности транспортирования, которая в конечном итоге и определяет область применения ВПМ данного класса. Превышение максимально возможной дальности транспортирования ведет к закупоркам, образованию обратного потока аэросмеси и выбросам ее в атмосферу через загрузочную зону. Таким образом происходит нарушение стабильного режима работы машины и без дополнительных энергозатрат продолжать транспортирование закладочного материала не представляется возможным.

Следует отметить, что термин «закупорка» не означает закупорку трубопровода транспортируемым материалом в прямом смысле этого слова (образование пробки).

Как показали экспериментальные исследования и опыт промышленной эксплуатации эжекторных ВПМ [1, 7, 9] реальная картина закупорки такова: полной энергии воздушного потока в транспортном трубопроводе недостаточно для преодоления гидравлического сопротивления транспортного трубопровода и находящегося в нем сыпучего материала. Эжектирование атмосферного воздуха прекращается и в дальнейшем происходит выбрасывание некоторой части загружаемого сыпучего материала через зону загрузки в атмосферу, а находящийся в транспортном трубопроводе сыпучий материал оседает на нижней стенке трубопровода. Таким образом, для горизонтальной части транспортного трубопровода, а также если угол его наклона к горизонту меньше угла естественного откоса, происходит отложение слоя транспортируемого материала по трубопроводу. Однако, осевший сыпучий материал не перекрывает полностью проходное сечение трубопровода, пробка как таковая не образуется и на выходе из трубопровода наблюдается слабое движение воздуха и отдельных частиц закладочного материала.

Накопленный опыт экспериментальных исследований и практической эксплуатации работы эжекторных ВПМ [1, 8, 9, 11] позволяет сделать

вывод о целесообразности и необходимости использования на практике специальных материалов, обладающих малым коэффициентом трения-скольжения. В частности, покрытие рабочей поверхности вибрационного загрузочного лотка фторопластом и применение для транспортирования труб из полихлорвинила практически устраняет перегрев вибрационного привода и остановку машины в целом, обусловленную налипанием липкого и влажного материала на загрузочном лотке. Кроме того, сохраняя достаточную степень надежности в эксплуатации и износостойкость существенно повышается эффективность процесса пневмотранспортирования различных видов сыпучих материалов, включая липкие и влажные горные породы.

Следует отметить и обратить особое внимание при разработке и проектировании эжекторных ВПМ, что эффективность их работы существенно зависит от характера и способа соединения кольцевого эжектора и транспортного трубопровода. Дополнительные гидравлические сопротивления на этом участке (разгонный участок или участок стабилизации) ведут к прекращению процесса эжекции атмосферного воздуха через загрузочный бункер и образованию обратных потоков аэросмеси.

Для практических расчетов эжекторных ВПМ представляет определенный интерес технологические параметры работы ВПМ, такие как производительность и объемный расход требуемого количества воздуха. Оценивать эти два параметра возможно при помощи эмпирических соотношений, полученных в результате обобщения результатов экспериментальных исследований и обработки полученных данных методами теории математической обработки наблюдений [3].

Таким образом, обобщая результаты теоретических и экспериментальных исследований и используя общепринятые положения вибротехники, аэродинамики и прикладной газовой динамики, была разработана методика:

- описания механизма вибропневмотранспортирования различного вида сыпучих закладочных материалов;
- эжекторными ВПМ;

- выбора и расчета основных конструктивных параметров;
- определения основных технологических параметров работы ВПМ эжекторного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – Киев: Наук. думка, 1989. – 248 с.

2. Бутенин Н.В. Элементы теории нелинейных колебаний. – Ленинград: Судпромгиз, 1962. – 196 с.

3. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке БЕЙСИК для персональных ЭВМ, - М.: Наука, 1989. – 240 с.

4. Пономаренко С.Н. Исследование механики движения аэросмеси в эжекторных пневмотранспортных установках с учетом интегрального коэффициента сопротивления // Проблемы пневмотранспорта. Тезисы докладов республ. Научно-техн. конференции 9 – 10 октября. Под ред. Академика НАН Украины В.Н.Потураев / Севастополь- 1989. – С. 17 – 19.

5. Определение основных параметров виброаэродинамической загрузки сыпучим материалом пневмотранспортных установок эжекторного типа / В.Н.Потураев, А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко // Вибрационные и волновые транспортно-технологические машины. –Киев, Наук. думка, 1991. - С. 22 – 30.

6. Пономаренко С.Н. Механика движения закладочного материала в вибрационных пневмотранспортных установках эжекторного типа // Техника и технология горного производства. – Киев: Наук. думка, 1992. – С. 87 – 95.

7. Экспериментальные исследования вибрационно-пневматических машин камерного и эжекторного типа / Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономаренко С.Н. и др.; Ин-т геотехн. Мех. НАН Украины. – Днепропетровск, 1988. – 18 с.- Деп. в ВИНТИ 01.03.88 № 1648- В88.

8. Испытание полноразмерного стенда ВПЗК, в условиях шахты № 9 – 10 Марганецкого ГОКа / Волошин А.И., Сергейченко Г.Л.,

Пономаренко С.Н. и др.; Ин-т геотехн. Мех. НАН Украины. – Днепропетровск, 1987. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 16.12.87 № 8820 - 1387.

9. Результаты промышленных испытаний вибрационно-пневмозакладочного комплекса для селективной отработки маломощных пластов марганцевых руд / В.Н. Потураев, А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко // Сб.научн. тр. ИГТМ НАН Украины. – Киев: Наук.думка, 1991. – С. 22 – 30.

10. Некоторые вопросы расчета основных конструктивных параметров эжекторных вибрационно-пневматических машин / В.Н. Потураев, А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко // Теория механизмов и машин, Харьков, № 44, С. 130 – 136.

11. С.Н. Пономаренко Некоторые вопросы повышения надежности работы эжекторных вибрационно-пневматических машин // XVI Научно-техническая конференция молодых ученых: Харьков – 1988. – С. 58.

12. В.Н., Потураев А.И., Волошин С.Н Пономаренко. Б.А Комендантов. Повышение эффективности закладочных работ путем совершенствования конструкции и методов расчета вибрационно-пневматических машин эжекторного типа // Новые технологии добычи полезных ископаемых. Тезисы докладов Междун. Симпозиума по проблемам прикладной геологии, горной науки и производства / Санкт-Петербург – 1993. – С. 154 – 158.

13. Пономаренко С.Н. Эмпирические соотношения для описания транспортирования сыпучих материалов эжекторными пневматическими установками // Проблемы пневмотранспорта. Тезисы докладов республ. Научно-технич. Конференции 9 – 10 октября. Под ред. Академика НАН Украины В.Н. Потураева / Севастополь 1998. – С. 61 – 63.

УДК 622.232.83.622.831.322

В.А. Страшко, Л.Д. Шматовский

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОМУ РАЗРУШЕНИЮ

Приведено аналітичне рішення задачі по впливу порушення суцільності гірських порід на їх опірність механічному руйнуванню.