

АНАЛИЗ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ХЛОПКА-СЫРЦА ПО ПНЕВМОТРАССЕ

З. Холикова

Ассистент Ферганского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Аннотация

В данной статье представлен анализ изменения давления воздуха при транспортировке хлопка-сырца по пневмотранспортной трубе. Пневмотранспорт является одним из наиболее эффективных способов перемещения хлопкового сырья на перерабатывающих предприятиях. Однако во время перемещения волокна по воздуховодам возникают определённые аэродинамические явления, влияющие на равномерность подачи и сохранность качества хлопка. В работе рассмотрены основные физико-механические параметры воздушного потока, внутренняя структура пневмотрассы, а также взаимодействие хлопковых волокон с воздушной средой. Особое внимание уделено расчёту давления воздуха в различных участках трубопровода, а также влиянию геометрических характеристик трассы и скорости потока на сопротивление и потери давления. Полученные данные могут быть полезны при проектировании и оптимизации систем пневмотранспорта на предприятиях первичной переработки хлопка.

Ключевые слова: хлопок-сырец, пневмотранспорт, воздушное давление, аэродинамика, скорость потока, трубопровод, сопротивление воздуха

Введение

Одним из основных элементов оборудования воздушного транспорта является пневмотрубопровод, или воздушный канал. Воздушный трубопровод представляет собой полое трёхмерное тело различной формы, изготовленное из твёрдого и прочного материала. Путём герметичного соединения отдельных участков можно создать замкнутый канал необходимой длины, по которому можно транспортировать жидкости и газы, а также твёрдые материалы, перемещаемые вместе с воздушным потоком.

В промышленности пневмотрубопроводы (см. рис. 5), как правило,



изготавливаются из стальных листов толщиной 2–3 мм. В зависимости от условий эксплуатации они также могут быть выполнены из цветных металлов, чугуна, пластмассы или резины. Однако с точки зрения технологичности изготовления и эксплуатационных характеристик наиболее предпочтительным материалом для производства пневмотрубопроводов в промышленности остаётся листовая сталь.

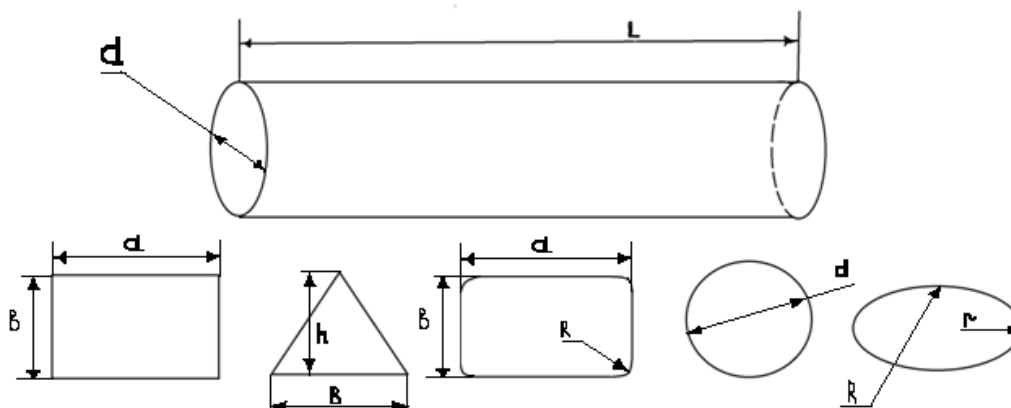


Рисунок 1. Формы пневмопровода (воздухопровода)

Основная часть

По поперечному сечению в пневмотранспортных системах применяются воздуховоды различных форм: круглые, прямоугольные, треугольные, узкие (прямоугольные с закруглёнными углами), овальные. Среди них, если особенности применения не требуют иного, предпочтение всегда отдаётся круглым воздуховодам. Это связано с тем, что при одинаковом периметре именно круглая форма обеспечивает наибольшую площадь поперечного сечения, а значит, является наиболее экономичной с точки зрения пропускной способности и эффективности воздушного потока.

В хлопкоочистительной промышленности чаще всего используются стальные воздуховоды диаметром от 200 до 600 мм. Так, трубы диаметром 200–300 мм применяются для транспортировки хлопковых семян, диаметром 400 мм — для сырого хлопка, а 600 мм — для хлопкового волокна. Поскольку в данном исследовании рассматривается процесс транспортировки сырого хлопка, основное внимание уделяется воздуховодам, наиболее подходящим именно для этой цели.

Длина воздуховодов может быть различной и определяется на стадии

проектирования. Предприятия металлургии и машиностроения могут изготавливать трубы необходимой длины — в хлопковой промышленности наиболее распространены воздуховоды длиной 2, 3 и 4 метра. Для создания длинных трасс трубы соединяются между собой с помощью сварки, резьбовых креплений или специальных муфт. В зависимости от расположения хлопковых хранилищ относительно цехов, длина трассы может достигать 200, 300 и даже 500 метров.

Известно, что одним из основных недостатков пневмотранспортных установок является их высокая энергоёмкость. Наши исследования показали, что потребление энергии пропорционально зависит от длины и диаметра воздуховода. Поэтому в рамках настоящей работы рассматривается также вопрос обоснования оптимального поперечного сечения (диаметра) воздуховода.

Проведённые теоретические исследования показали, что в процессе пневмотранспортировки хлопка имеются резервы, которые в настоящее время не используются. В частности, из-за неравномерной подачи хлопка в пневмотрассу, диаметр трубопровода часто значительно превышает расчётные значения — с запасом, чтобы избежать засоров. При изучении пропускной способности воздуховодов было установлено, что труба диаметром 400 мм способна пропускать до 60 тонн хлопка в час. Однако для современных хлопкоочистительных линий достаточно производительности 10–15 т/ч, так как производительность оборудования, как правило, не превышает 15 т/ч. Теоретически было обосновано, что для обеспечения такой производительности достаточно труб диаметром 355 мм и 315 мм, при условии равномерной подачи хлопка в систему.

В рамках наших разработок предложено решение этого вопроса — усовершенствование рабочих органов машины для разрыхления хлопковых гарусов и подача сырья в пневмотранспортную систему при помощи пневмомеханической питательной установки.

Следующая важная проблема связана с аэродинамическим сопротивлением на входе в трубу. Высокое сопротивление мешает свободному поступлению хлопка в воздуховод, снижает пропускную способность и может вызывать засоры. Для снижения этого сопротивления мы предложили изготавливать входную часть воздуховода в виде конического

расширения. Также был разработан алгоритм проектирования входных участков труб различного диаметра и определены оптимальные геометрические параметры.

Ещё одна задача, связанная с конструкцией воздуховодов — обеспечение герметичности и гладкости внутренней поверхности при временном соединении переносных труб. Для её решения нами предложено следующее техническое решение (см. рис. 2): к каждому концу трубы (1) крепятся два одинаковых по форме и размеру конуса (2), изготовленных по единому шаблону. Меньшая часть конуса по диаметру равна внутреннему диаметру трубы, благодаря чему при соединении двух таких труб образуется гладкий внутренний переход — одна сторона конуса выполняет функцию воронки, а другая — втулки. Таким образом создаётся новая конструкция воздуховода с улучшенными аэродинамическими и монтажными характеристиками. На рисунке показано: в верхней части — способ крепления конусов сваркой, в средней — соединение двух труб, в нижней — соединение трёх воздуховодов между собой.

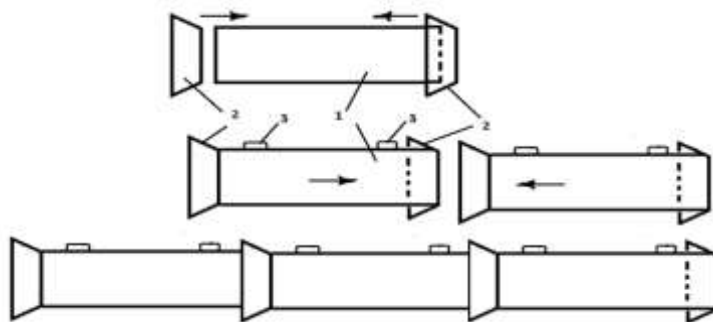


Рисунок 2. Схема формирования воздуховода с коническими концами и мобильной пневмотрассы

Такие воздуховоды с коническими окончаниями могут быть соединены между собой для формирования пневмотрассы любой необходимой длины. При этом, если внешняя поверхность конуса и внутренняя часть воронки покрыты уплотняющим материалом, можно обеспечить высокую степень герметичности в местах стыков. В качестве герметизирующего слоя могут быть использованы резиновый клей, масляная краска, а также в производственных условиях — простая глиняная смесь на основе

мелкодисперсной почвы.

Во время эксплуатации воздуховоды перемещаются с помощью специальных держателей (поз. 3) и при необходимости соединяются между собой: воронка одного воздуховода надевается на конус другого и надёжно закрепляется. Такая конструкция соединений обеспечивает герметичность пневмотрасс и снижает вероятность всасывания наружного воздуха через зазоры.

Если конусы изготавливаются с высокой точностью, из прочного материала и надёжно закрепляются, можно полностью исключить утечку воздуха. Кроме того, выполнение входной части воздуховода в виде конического сужения предотвращает чрезмерное сжатие воздушного потока при входе, снижает сопротивление движению как воздуха, так и транспортируемого материала, тем самым уменьшая вероятность засоров.

Таким образом, коническая форма входа воздуховода способствует снижению риска закупорки в начальной зоне и повышает надёжность функционирования всей пневмотранспортной системы.

Список использованной литературы

1. Наврузов Н. А., Мадумаров И. Д., Ахматов Н. М., Ахматов М. А. Оборудование для сушки высокосортного хлопка-сырца. // Проблемы текстильной промышленности. – №2, 2009. – С. 104–106.
2. Балтабаев С. Д., Парпиев А. П. Сушка хлопка-сырца. – Ташкент: Учитель, 1981. – 120 с.
3. Рахмонов К. Т., Абдукаримов И. И. Пневмотранспорт в хлопкоочистительной промышленности. – Ташкент: Мехнат, 1990. – 168 с.
4. Мирзаев А. Ж., Худайбергенов Б. И. Технология и оборудование текстильного производства. – Ташкент: Фан, 2007. – 256 с.
5. Алиев Ш. М. Аэродинамические расчёты в пневмотранспортных системах. // Вестник инженерных наук. – 2015. – №4. – С. 87–92.