

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СУШИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Веприкова С.А. – студентка гр. МАПП-71, Хабибулина Д.Р. – студентка гр. МАПП-71,
Васильева Г.А. – к.т.н. доцент

Зерновые культуры всегда были и будут стратегическим сырьем, основным и важнейшим продуктом питания для человека. Только одни посев, выращивание и уборка не являются гарантией необходимого объема заготовок качественного зерна на следующий год для посева, для потребительских нужд и торговли. Зерно еще необходимо уберечь от порчи, сохранить его и даже улучшить его свойства в процессе хранения, используя необходимые методы сушки зерна[1].

Так как уровень влажности зерна для хранения не должен превышать 14-15%, появляется необходимость снижения влагосодержания зерна. Наиболее приемлемым методом консервирования зерна является тепловая сушка зерна.

Тепловая сушка зерна – энергоемкий процесс. Между тем, решение проблемы экономии энергозатрат сдерживается недостаточной изученностью потенциально прогрессивных технологий зерносушения – с предварительным нагревом зерна, сушкой агентом повышенного влагосодержания, с повторным использованием отработавшего сушильного агента.

Сушка является одним из эффективнейших приемов подготовки зерновых к продолжительным срокам хранения. Сушка не только улучшает мукомольные и хлебопекарные качества, но и способствует сокращению расходов на транспортировку, а также производительности предприятий по переработке, уменьшению износа оборудования и, как следствие, стоимости переработки.

Неблагоприятные природно-климатические условия, характерные для многих зернопроизводящих регионов нашей страны, зачастую обуславливают высокую влажность и засоренность свежесобранного зерна. Сохранность его в таких условиях в решающей мере зависит от степени совершенства технологии зерносушения.

В прошлом в течение многих лет развитие технологий зерносушения было ориентировано, прежде всего, на ускорение процесса сушки, что объективно вызывалось хроническим недостатком сушильных мощностей и централизацией больших масс свежесобранного зерна.

Применяемые технологии сушки зерна еще не полностью удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым мукомольно-крупяной промышленностью к качеству зерна.

Исходя из общей концепции государственной политики в области питания населения Российской Федерации, снижения потерь и повышения качества зерна важнейшие задачи по повышению эффективности технологий зерносушения могут быть успешно решены лишь на научной основе с расширением исследований свойств зерна как объекта сушки, установлением кинетических закономерностей процесса сушки, созданием основ управления технологическими свойствами высушиваемого зерна, с разработкой способов энерго- и ресурсосбережения.

В связи с этим весьма актуальным является проведение исследований с целью дальнейшего совершенствования техники и технологии сушки зерна путём разработки новых способов сушки и новых конструкций зерносушилок; повышения эффективности использования действующих типов зерносушилок на основе совершенствования конструкции и режимов работы их отдельных узлов, а также технологии сушки; проведения мероприятий, направленных на дальнейшее снижение удельных затрат топлива и электроэнергии на сушку зерна[2].

Несмотря на существенные недостатки шахтных зерносушилок, необходимо отметить, что преследуется цель не только совершенствования техники и технологии сушки зерна, но разрабатывается обеспечение снижения удельных затрат топлива и электроэнергии с точки зрения экономичности процесса, включая первоначальную стоимость зерносушилки.

На современном рынке широко представлено большое количество зерносушильного оборудования различного принципа действия. Шахтные прямоточные зерносушилки не утратили своей актуальности, оставляя за собой преимущество в наименьшей первоначальной стоимости по сравнению с сушилками рециркуляционного типа.

Существенным недостатком зерносушилок шахтного типа является неравномерность нагрева зерна, что приводит, во-первых, к неравномерности сушки, а во-вторых, затрудняет проведение процесса сушки без ухудшения качества зерна. Исследования показывают, что температура нагрева зерна по горизонтальному сечению шахты колеблется в очень широких пределах: в зоне максимального нагрева - от 40 до 700.

Даже при пониженных режимах, влекущих за собой низкую производительность сушилки (температура агента сушки 850-1050С), неравномерность нагрева зерна достигает 20°С. В итоге в пристенных зонах сушилок шахтного типа зерно, как правило, пересушивается на 3-5% по сравнению со средней его влажностью по сечению шахты, одновременно происходит ухудшение качества вследствие перегрева, вплоть до обугливания и даже загорания.

Причины неравномерности нагрева и сушки зерна в сушилках шахтного типа следующие:

1. Неравномерность движения зерна в шахте. Медленнее всего зерно движется у стенок, параллельных коробам. Самосортирование зерновой массы в надшахтном бункере, трение зерна о стенки, небольшое расстояние между крайними коробами и стенкой шахты, наличие полукоробов (сушилки ДСП) приводит к тому, что в центре шахты зерно движется в 3-10 раз быстрее, чем у стенок.

2. Неравномерность распределения агента сушки по коробам как по их длине, так и по высоте газораспределительной камеры. Наибольшее количество агента сушки поступает в короба, расположенные на уровне его входа в газонапорную камеру, а также в ту часть подводящих коробов, которая расположена у задней стенки распределительной камеры.

Длительное непрерывное воздействие агента сушки на зерно, исключающее возможность применения его высоких температур, и, как следствие, низкая скорость сушки, большой удельный расход агента, невысокий КПД использования объема сушильного аппарата, приводящий в свою очередь к большим габаритам сушилки.

3. Неудачное относительное расположение подводящих и отводящих коробов. Разница температур зерна, расположенного в области подводящих и отводящих коробов, достигает 20-30°С. так как при общепринятом рядовом расположении подводящих и отводящих коробов существуют вертикальные потоки зерна, огибающие в основном только подводящие или только отводящие короба. В какой-то степени этот недостаток можно сгладить, применив диагональное расположение подводящих и отводящих коробов, при этом уменьшается также толщина продуваемого слоя.

В шахтных зерносушилках удаление влаги из зерна сопровождается ростом его температуры. Предел нагрева зерна определяется его термоустойчивостью. За время достижения зерном сдельно допустимой температуры (при режимах, присущих шахтным зерносушилкам) удается испарить из зерна только 6% влаги. Поэтому для более глубокого обезвоживания необходимо после охлаждения направлять зерно на повторную сушку.

На основе анализа способов сушки зерна и устройств существующих зерносушилок, с точки зрения таких преимуществ, как первоначальная стоимость, простота конструкция и удобство эксплуатации (не требует подготовки специалистов), резкое снижение травмирования, для малых фермерских хозяйств с целью сушки семенного зерна пшеницы наиболее выгодной является шахтная прямоточная зерносушилка. С другой стороны, если учесть ее недостатки на стадии проектирования и предложить способы их устранения, то весьма актуальной станет разработка востребованной в скором времени многими хозяйствами зерносушилки данного типа.

Принято решение замены стандартных коробов для зерносушилки ДСП-32 с использованием диагонального расположения отводящих коробов.

Диагональное расположение коробов позволит нам уменьшить сопротивления слоя зерна через который будет проходить агент сушки. Произвести более равномерный нагрев материала проходящего в сушильной шахте.

В виду отсутствия полукоробов возле стенок шахты зерно, подвергаемое сушки, не будет застаиваться у стенок, а будет двигаться примерно с той же скоростью что и зерно по центру сушильной шахты.

Замена коробов позволила снизить энергозатраты на сушку зерна и повысить производительность сушилки с 32 до 38 пл.т/час.

Удельный расход электроэнергии модернизированной зерносушильной установки на 34 % меньше чем у базового варианта.

Так же была проведена работа по автоматизации процесса сушки зерна. Составлены схемы автоматизации, сделан расчет пускорегулирующей аппаратуры и подобранно сечение силового кабеля.

Произведен эргономический анализ показателей рабочей позы оператора зерносушильной установки.

Рабочее место оператора составляет с пультом управления единый комплекс. Составной частью рабочего места в положении сидя является кресло оператора. Кресло должно обеспечить оператору физиологически рациональную рабочую позу, соответствующую характеру и условиям труда.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Энергосберегающая сушка зерна./ Малин Н.И. — М.: Колос, 2004. — 240 с
- 2 Зерносушение и зерносушилки./ В.И. Жидко. М.: Колос, 1982.-255 с.: ил.
- 3 Сушка зерна./ Атаназевич В.И. — М.: Агропромиздат, 1989

МОДЕРНИЗАЦИЯ КРУПЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗАО ЗПК «БАРНАУЛЬСКАЯ МЕЛЬНИЦА»

А. И. Старцева - студентка группы МАПП-71, А. А. Глебов - к.т.н. доцент

Крупа в пищевом рационе человека составляет от 8 до 13 % от общего потребления зерновых. В настоящее время основное внимание уделяется увеличению выработки круп с улучшенными технологическими и потребительскими качествами.

Для достижения высокого уровня развития крупяной промышленности в стране развернута широкая программа нового строительства, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий с использованием нового высокопроизводительного оборудования и передовой технологии.

Целью работы являются повышение качества, увеличение производительности и расширение ассортимента выпускаемой продукции. Технологическая схема крупопека ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница» до реконструкции представлена на рисунке 1.

Проведенный анализ работы крупозавода ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница» показал, что предприятие имеет ряд узких мест нуждающихся в реконструкции, а именно:

- малый ассортимент выпускаемой продукции (ядрица гречихи), который негативно влияет на потребительский спрос, то есть потенциальному покупателю необходим ввод в рацион питания новых продуктов, так как старые «приедаются». Увеличение ассортимента, а именно выпуск овсяной крупы, овсяных хлопьев повышает прибыль, также введение в производство совершенно новых продуктов питания, таких как гречневые хлопья, привлечёт новых покупателей и организации. Решением этой проблемы является создание универсального крупозавода, линия которого включает в себя оборудование, способное производить как овсяную так и гречневую крупу. Для изготовления овсяных и гречневых

Литература

- 1 Каминский В. Д., Карунский А. И, Бабич М. Б. Гречневая лузга как кормовая добавка//Хранение и переработка зерна, №5, 2008
- 2 Дудкин М. С., Щелкунов Л. Ф. Новые продукты питания. – М: МАИК «Наука», 2009, - 304 с
- 3 Демский А. Б., Веденьев В.Ф. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. Справочник. - М.: ДеЛи принт, 2005. - 760 с
- 4 Филин В. М. Технология и оборудования для производства кукурузной и других круп. - М.: ДеЛи принт, 2007. - 224 с

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАО ЗПК «БАРНАУЛЬСКАЯ МЕЛЬНИЦА»

Минакова Н.И.- студентка группы МАПП-71, Глебов А. А. - к.т.н. доцент

Комбикормовая промышленность России - отрасль, входящая в аграрно-промышленный комплекс страны. Эта промышленность производит смеси из различных компонентов (видов сырья), комбинируя их в самых разных сочетаниях и пропорциях. Отсюда и само название - комбикорм.

Комбикорма являются основой основ в продовольственной цепочке. Комбикормовая отрасль очень необходима, без неё невозможно инновационное развитие животноводства, птицеводства, рыболовства и других важнейших отраслей сельского хозяйства. Особенно важно производства комбикормов в Алтайском крае. В Российской Федерации животноводство Алтая занимает 3-е место по производству молока, поголовью крупного рогатого скота и лошадей, 4-е место – по поголовью коров и свиней, 6-е место – по производству скота и птицы на убой. В настоящее время прогнозируется дальнейшее увеличение поголовья всех видов сельскохозяйственных животных и птиц.

В Алтайском крае производятся корма для КРС, свиней, птиц и кроликов. Этим занимаются большое количество комбикормовых заводов и цехов, среди которых и кормоцех на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница». Данный кормоцех выпускает только универсальный комбикорм из кормовых отходов от производства муки и крупы, его производительность 120 т/сутки.

В кормоцехе при производстве комбикорма существуют следующие основные проблемы: весь технологический процесс упрощен, изготовление комбикорма проходит на устаревшем оборудовании, которое работает не на полную мощность. При приготовлении комбикорма только из отходов производства, не добавляя фуражное зерно пшеницы, ячменя и других культур, получаются корма низкого качества, малой питательности, требующие скармливания животным в большом количестве, что невыгодно хозяйствам. При изготовлении комбикорма на устаревшем оборудовании, невозможно добиться высокого качества корма, удовлетворяющего современным стандартам. Комбикорма, производимые из малого количества компонентов, на устаревших линиях не привлекательны на рынке.

Техническая отсталость – основная проблема современных комбикормовых заводов. Многие предприятия сейчас реконструируют свое производство, после чего производят продукцию высокого качества, увеличивают ассортимент и выходят на новые рынки. Поэтому сегодня тема проекта по реконструкции производства комбикормов в кормоцехе на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница» является актуальной.

Целью проектирования является улучшение качества выпускаемых кормов, увеличение их ассортимента (комбикорма для свиней, лошадей, КРС), а также увеличение производительности с 5 т/ч до 8 т/ч в кормоцехе на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница». Предлагается ввести в состав комбикорма новые виды сырья и организовать новые линии. Описание предложенной технологической линии предложена далее.

Пшеница, зерноотходы с мельницы поступают самотеком, проходят очистку от металломагнитных примесей и отправляются в бункера 2.1-2.3 (см. рисунок 1) на хранение. Пшеница и отруби поступает с мельницы уже очищенными от грубых примесей, поэтому дополнительной очистки не требуется. Ячмень поставляется на элеватор с помощью авто транспорта. На элеваторе он очищается от грубых и сорных примесей, проходит сушку и складывается в силосах. Ячмень подается с помощью транспортной галереи ленточным конвейером на мельницу, а потом самотеком в кормоцех, проходит очистку от металломагнитных примесей и складывается в бункер 2.6-2.7.

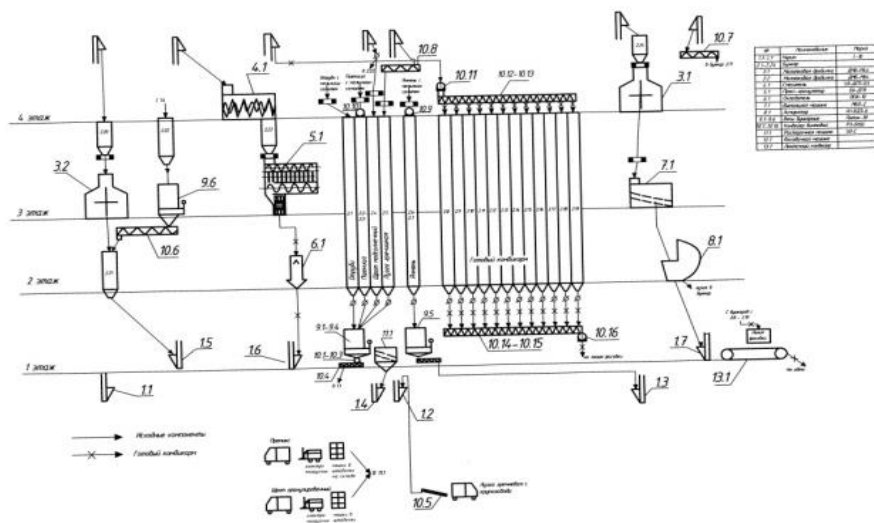


Рисунок 1 – Модернизированная технологическая схема кормоцеха на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница»

Премикс и шрот гранулированный поступает автотранспортом в мешках на склад. Для этих целей строится дополнительный склад. Мешки разгружаются электропогрузчиками и раскладываются в штабеля. Затем мешки вскрываются в растарочной машине, норией 1.4 поднимаются на хранение в бункера 2.22 и 2.4.

Лузга гречишная автотранспортом поставляется с гречехеха уже подготовленной для использования в корм и складывается в бункере 2.5.

Зерновое сырье из бункеров дозируется на весах 9.1-9.4 и направляется с помощью нории в наддробильный бункер 2.20 откуда поступают на измельчение в молотковую дробилку 3.1. После измельчения смесь накапливается в бункере 2.21. В этот же бункер самотеком поступает уже отвешенная порция премикса и шелушенный ячмень, вся смесь норией 1.5 поднимается в смеситель периодического действия 5.1. В течение 1 минуты смесь перемешивается и самотеком попадает в пресс-гранулятор 5.1. Для уменьшения потребления энергии перед подачей в прессующую камеру сырье обрабатывают сухим паром высокого давления. Кроме того такая операция позволяет обеззаразить комбикорм. Такое экстремальное воздействие приводит и к негативным последствиям: денатурации белков и жиров, теряются витамины. Для уменьшения потребления энергии и более «мягкой» обработки сырья применяют кондиционеры длительной выдержки. Продолжительность обработки увеличивается незначительно и составляет не более 240 секунд, но такой способ является более рациональным.

Предлагается внедрить в линию гранулирования кондиционер. Кондиционер состоит из трех секций, первая и третья представляет собой шнековый транспортер, вторая - смеситель[1]. В комплекте пресс-гранулятора входит шнековый дозатор 1 и смеситель 2 (см. рисунок 2), так как первые две секции кондиционера имеют такое же устройство, то предлагается оставить дозатор и смеситель и только установить дополнительную третью секцию кондиционера 3 после смесителя 2 перед прессом 4. Изменив подачу пара и обеспечив необходимое число оборотов шнеков и вала смесителя, производительность

пресс-гранулятора остается неизменной, но происходит лучшее увлажнение смеси, частичная ее желатинизация, уменьшается потребление электроэнергии, улучшается качество комбикорма.

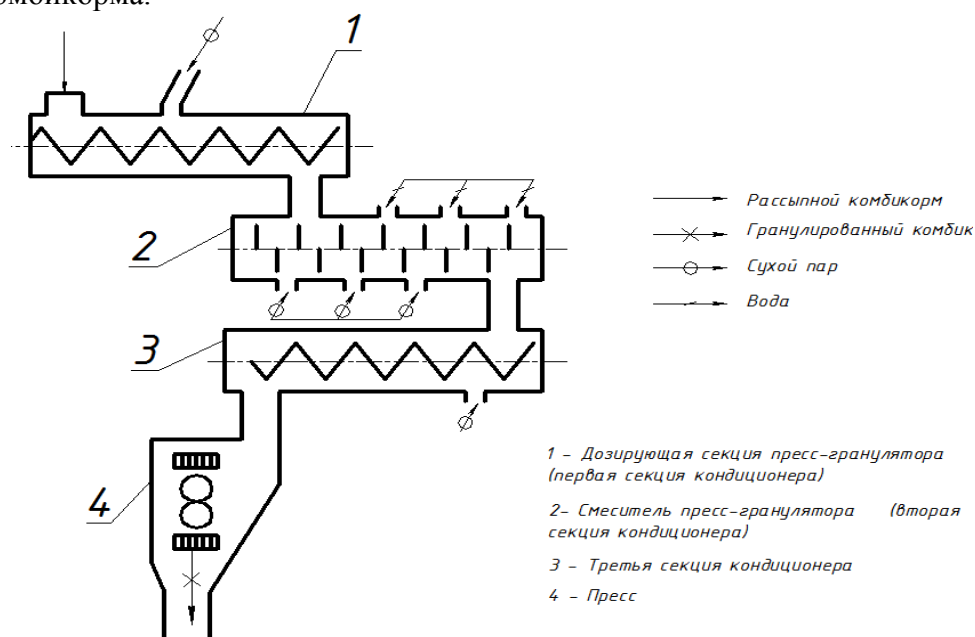


Рисунок 2 – Технологическая схема кондиционера и гранулятора

Так как покупка всего кондиционера не целесообразна, чтобы устанавливать только её третью часть, то изготавливается последняя секция в мастерской предприятия, на котором функционирует кормоцех. Изготавливаемая секция представляет собой шнековый транспортер с отверстиями в корпусе для подачи небольшого количества пара. Выдержка продукта в третьей секции реактора гарантирует, что весь объем продукта и каждая его частичка прошла одинаковую тепловую обработку, обеспечивающую высокую эффективность процесса ГТО.

Полученные гранулы охлаждаются в противоточном охладителе 6.1 и норийей 1.6, охлажденные гранулы поднимаются на хранение в силоса 2.8-2.19. Из силосов комбикорм может доставляться покупателю расфасованным в мешки авто транспортом.

Чтобы получить шелушенный ячмень, из бункеров 2.6-2.7 зерно отвешивается весами и норийей поднимается в наддробильный бункер 2.24, проходит магнитную очистку и измельчается. Для выделения лузги измельченный ячмень просеивается на бичевой машине 7.1, где окончательно отделяется оболочка от ядра и смесь фракционируется. Прошедшее зерно через сито направляется в норию 1.2, а не прошедшее в аспиратор 8.1, где воздухом отвеивается лузга, тяжелая фракция (измельченный ячмень) выводится из аспиратора в норию 1.2, которая поднимает шелушенный ячмень в бункер 2.21.

Предложенная технология позволит производить комбикорма высокого качества для разных половозрастных групп животных. Данный проект является эффективным и с экономической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства. — М.: Агропромиздат, 1985. — 256 с., ил.— (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
2. Е. Клычев. Обработка зерна и комбикормов в реакторе-кондиционере/Комбикорма - 2010 - №7 - с.41-42.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК НОВОСИБИРСКОГО
КХП №1 С УЧЁТОМ ПЕРЕХОДНЫХ И НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ
Береснев С.В. – студент гр. 9МАПП – 61, Тарасов В. П. –к.т.н., профессор

Пневматический способ транспортирования сыпучих материалов применяется во многих отраслях промышленности, сельскохозяйственного производства, строительстве. Благодаря многочисленным преимуществам перед другими видами транспорта его всё чаще применяют для транспортирования зернистых, порошкообразных, штучных материалов. Основными причинами, ограничивающими более широкое применение пневматического способа транспортирования, являются высокие затраты энергии на его осуществление, а также неустойчивость процесса.

Наиболее острой проблема устойчивой работы пневмотранспортных установок стоит на предприятиях с непрерывным циклом работы, в частности на зерноперерабатывающих комбинатах. Результат даже непродолжительного простоя предприятия ведёт к колоссальным убыткам. Для обеспечения надёжной работы установок, транспортирование обычно ведут со скоростями воздуха значительно превышающими допустимые. Это приводит к завышению энергозатрат на осуществления процесса. Поэтому для достижения устойчивого транспортирования при рациональных режимах возникает необходимость понимания причин возникновения неустойчивости.

В результате многолетних исследований на кафедре машины и аппараты пищевых производств, Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, получила развития теория процесса пневматического транспортирования. Предложены его физические и математические модели, в основу которых положены представления о пневмотранспорте как системы взаимосвязанного оборудования с учётом его работы в переходных и неуставившихся режимах. Предложена автоматизированная методика расчёта параметров работы пневмоустановок. Апробирование автоматизированной методики расчёта осуществлено на примерах нагнетающих ПТУ (пневмотранспортных установок) Новосибирского КХП (комбината хлебопродуктов) №1.

ПТУ Новосибирского КХП №1 предназначены для транспортирования муки и отрубей между различными цехами производства. Основными особенностями ПТУ является их работа в непрерывном цикле производства муки в значительных объёмах, а так же наличие централизованной компрессорной, последнее ведёт к необходимости использования воздухопроводов большой протяжённости, а значит и значительному объёму внутренних полостей воздухоподводящего оборудования. Этот факт на основании теории, оказывает влияние на устойчивость процесса и, при прочих равных условиях, вероятность его нарушения растёт с увеличением объёма воздухоподводящего оборудования.

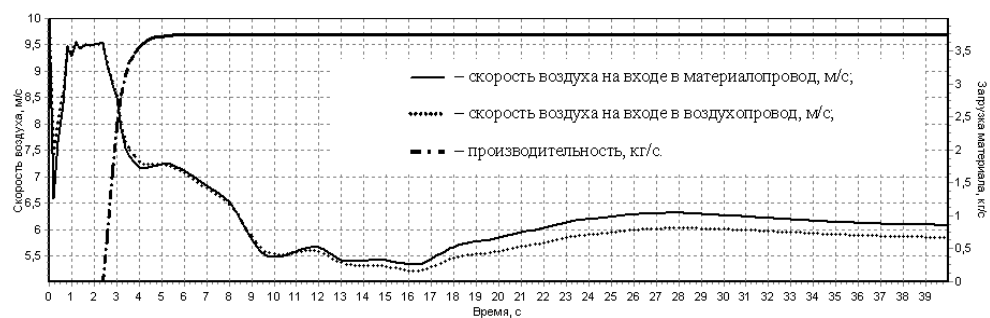
Используя программу, моделировались изменения параметров в ПТУ при расположении воздуходувной машины в отдельном помещении (компрессорной), и при нахождении воздуходувной машины в непосредственной близости к питателю (на расстоянии в пределах 2 м). При этом учитывался режим пуска ПТУ путём изменения производительности питающего устройства по выражению:

$$G_m = G_0(1 - e^{-\alpha t}), \quad (1)$$

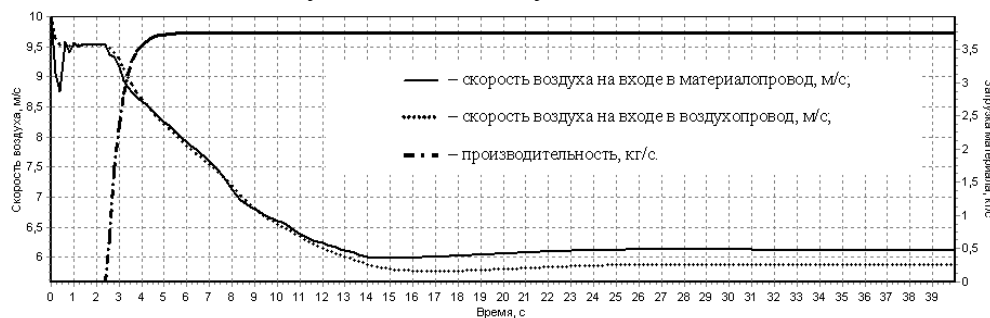
где G_m – производительность питателя; G_0 – номинальная производительность.

Коэффициент α , учитывающий продолжительность пуска определяется с учётом инерциальных свойств роторного питателя.

Анализировались изменение скорости воздуха и давления в начале материалопровода, во времени и по длине материалопровода в наиболее критические периоды времени (в периоды когда скорость воздуха была минимальной). Некоторые диаграммы изменения вышеназванных параметров приведены на рис. 1 и 2.



а – установка с воздухопроводом 50м



б – установка с воздухопроводом 2м

Рисунок 1 – Зависимость скорости воздуха и производительности во времени



а – установка с воздухопроводом 50м



б – установка с воздухопроводом 2м

Рисунок 2 – Зависимость избыточного давления и расхода воздуха во времени

Сравнение, величин давления и скорости воздуха в начале материалопровода ПТУ снабжённой централизованной компрессорной с ПТУ с компрессором, расположенным в непосредственной близости к питателю, дает основание утверждать, что в последнем случае можно использовать компрессор с номинальным давлением на 12кПа меньше. При этом последний будет оснащён электродвигателем на 20% меньшей мощности.

Устойчивость установок оценивалась коэффициентом снижения скорости воздуха и материала в переходных режимах.

$$K_3 = V_{\min} / V_{\text{уст}}; \quad (2)$$

$$K_u = U_{\min} / U_{\text{уст}}; \quad (3)$$

где $V_{\min}$ – минимальное значение скорости воздуха в начале материалопровода на стадии загрузки материала; $V_{\text{уст}}$ – скорость воздуха в начале материалопровода в установившемся режиме транспортирования.

Такое сравнение с использованием выражения (2) и (3) даёт основание утверждать, что устойчивость ПТУ с компрессором расположенном на расстоянии 2 м будет работать устойчивее в 1,2 раза, чем ПТУ с компрессором расположенном на расстоянии 50 м.

Аналогичные расчеты, выполненные для остальных ПТУ качественно не отличались от рассмотренных здесь.

Проведённый анализ позволяет сделать некоторые выводы и предложения:

- методика автоматизированного расчёта параметров пневмотранспорта с учётом переходных режимов позволяет получить информацию об их изменении;
- изменение параметров пневмотранспорта в установках с различным объёмом внутренних полостей воздухоподводящего оборудования будет различаться; увеличение объёма внутренних полостей воздухоподводящего оборудования приводит к увеличению колебаний параметров пневмотранспорта, а значит и к увеличению вероятности нарушения устойчивости;
- с целью снижения энергозатрат на осуществления процесса транспортирования и повышения устойчивости работы установок, следует проанализировать возможность более близкого расположения воздухоудных машин к приёмно-питающему устройству.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ УСИЛИЯ ПРИЖАТИЯ РЕЗИНОКОРДОВОГО РУКАВА НА ДАВЛЕНИЕ.

Сотниченко А. Д. – студент гр. МАПП-71, Тарасов В. П. - к. т. н. профессор

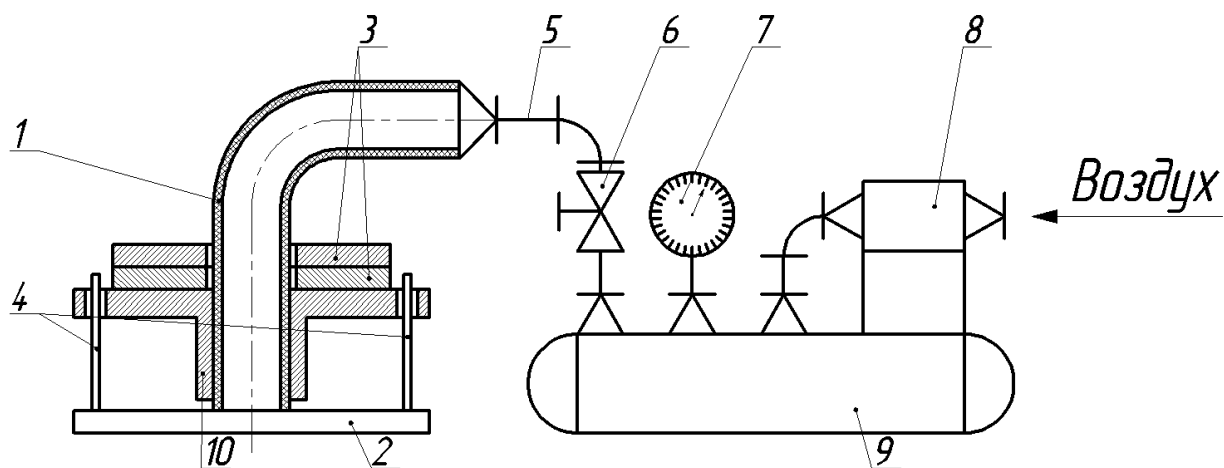
Пневмотранспортный способ перемещения продукта широко используется при транспортировании сыпучих материалов. Это во многих случаях вызывает необходимость изменения направления движения аэросмеси. Для этого используются так называемые двух и многопозиционные переключатели потока.

Устройства изменяющие траекторию движения воздуха имеют целый ряд недостатков:

- 1) недостаточная герметизация, что ведет к утечкам сжатого воздуха, и выделению в окружающую среду продукта транспортирования;
- 2) дороговизна, вызванная необходимостью обеспечения высокой точности изготовления и трудоемкости.

Для решения выше перечисленных проблем предлагается круговой переключатель потока, основным рабочим органом которого является резино-кордовый шланг прижимаемый к плоской поверхности с расположенными на ней по окружности отверстиями с патрубками-ответвлениями. При этом отсутствуют взаимно трущиеся элементы конструкции (кроме пары рукав – плоскость).

Для разработки такого переключения необходимо знать усилие прижатия резино-кордового рукава к металлическому распределительному кругу. В литературных источниках не удалось найти информацию, на основании которой можно определить эту величину. Нахождению взаимосвязи между усилием прижатия резино-кордового рукава и давления в нем посвящена настоящая работа.



1 – резино-кордовый рукав; 2 – плоскость; 3 – грузы; 4 – направляющие; 5 – воздуховод; 6 – вентиль; 7 – манометр; 8 – компрессор; 9 – ресивер; 10 – зажим.

Рисенок 1 – Схема экспериментального стенда.

Для этого предложен экспериментальный стенд рис. 1, основным элементом которого является модель узла резино-кордовый рукав 1 – плоскость 2. Усилие прижатия изменяется с помощью сменных грузов 3, которые устанавливаются на зажим 10. Нарушение герметичности соединения резино-кордовый рукав 1 – плоскость 2 определяется по характерному звуку, а величина давления, при которой нарушается герметичность – по манометру 7. Источником сжатого воздуха служит компрессор 9.

Величина сменных грузов 3 подбиралась в зависимости от пределов давления, которых нужно обеспечить в реальных переключателях пневмотранспортных установок (до 300 кПа). В опыте отрабатывалось 3 варианта плоскости сопряжения 2: рукав 1 – прямолинейная стальная поверхность, стальная поверхность с профильным углублением и стальная поверхность с резиновым покрытием.

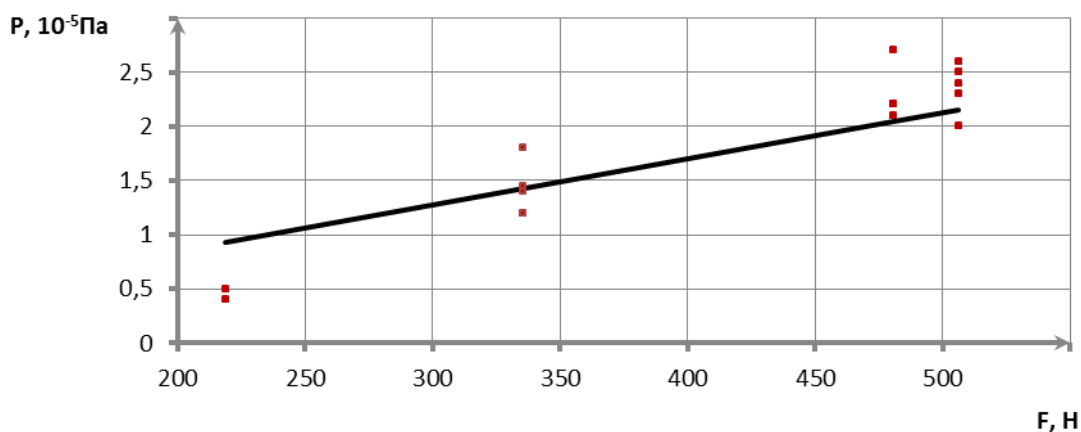


Рисунок 2 – Зависимость давления в резино-кордовом рукаве от усилия прижатия к прямолинейной стальной поверхности

Результаты проведенных экспериментов рис. 2, 3, 4 свидетельствуют о том, что с увеличением усилия прижатия резино-кордового рукава 1 давление в нем пропорционально возрастает, что соответствует физической сущности процесса. Установлено, что максимальная эффективность достигается при стальной поверхности прижатия с резиновым покрытием. Наличие профильного углубления в поверхности существенно не повлияло на величину возможного давления в резино-кордовом рукаве 1.

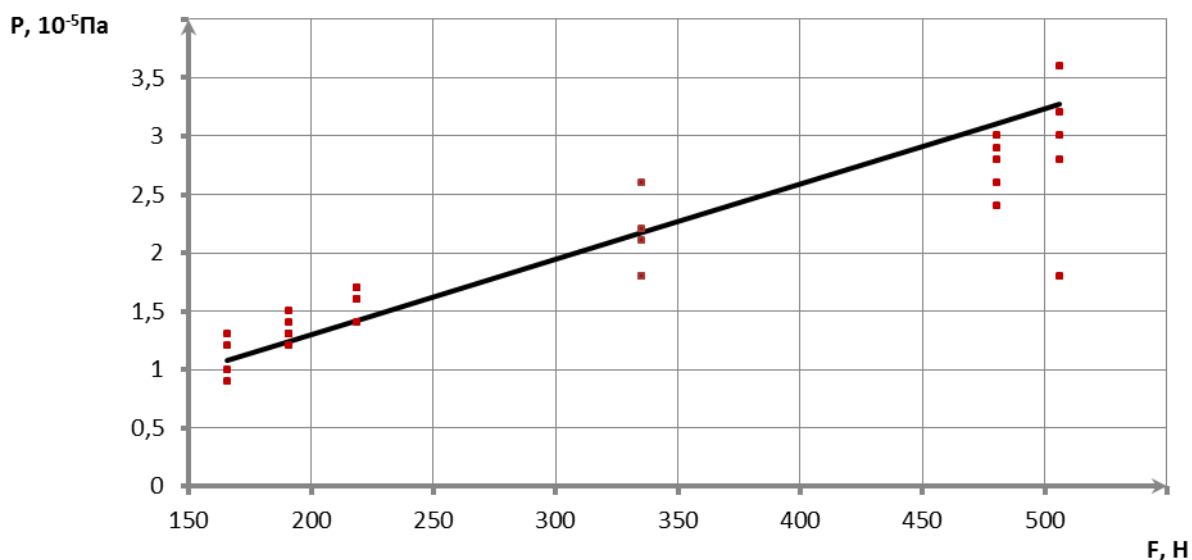


Рисунок 3 – Зависимость давления в резино-кордовом рукаве от усилия прижатия к стальной поверхности с резиновым покрытием.

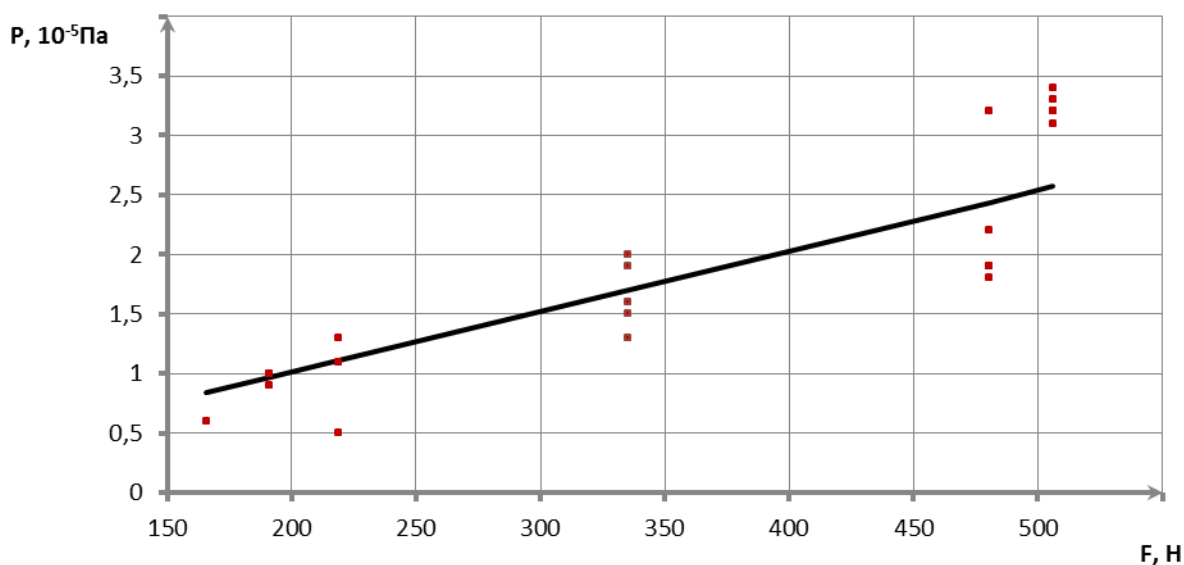


Рисунок 4 – Зависимость давления в резино-кордовом рукаве от усилия прижатия к стальной поверхности с профильным углублением.

Результаты эксперимента обработаны методом наименьших квадратов в виде линейной зависимости:

$$P = k \cdot F, \quad (1)$$

где P – давление сжатого воздуха внутри резино-кордового рукава;

F – усилие прижатия;

k – коэффициент пропорциональности.

Коэффициент пропорциональности k находится из формулы (1):

$$k = \frac{P}{m \cdot g}, \quad (2)$$

где m – масса груза;

g – ускорение свободного падения.

Обработка полученных данных позволила определить значения коэффициента для узлов с различным сопряжением. Для сопряжения резино-кордовый рукав 1 – прямолинейная стальная поверхность $k = 4,2 \cdot 10^{-7}$; резино-кордовый рукав 1 – стальной

поверхности с резиновым покрытием $k=6,4 \cdot 10^7$; резино-кордовый рукав 1 – стальная поверхность с профильным углублением $k=5 \cdot 10^7$.

Таким образом проведенные экспериментальные исследования позволили установить зависимость между усилием прижатия резино-кордового рукава 1 к поверхности и максимального давления в рукаве. Это позволяет находить усилие прижатия и сконструировать механизм обеспечивающий герметичность соединения резино-кордового рукава и плоскости в переключателе потока.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ СТЕСНЕННОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Губанов Ю.Ю. – магистрант гр. 8ТПП-01, Черников А.Ю. - студент гр. МАПП-92,
Тарасов В.П. – к.т.н., профессор

В большинстве методик расчетов систем пневмотранспорта определяется суммарная сила сопротивления (через потери давления). Сила взаимодействия воздуха с материалом определяется путем вычитания силы взаимодействия при движении чистого воздуха. Такое упрощение допустимо при оценке работы пневмотранспортной установки в установившихся режимах. Однако при анализе переходных и неуставившихся режимов и оценке устойчивости работы, такой подход не пригоден. При снижении скорости воздуха, а именно это имеет место в критические периоды, уменьшаются силы взаимодействия воздуха со стенками материалопровода и элементами воздухоподводящего оборудования, а высвобождающаяся энергия способствует сохранению устойчивости работы. В этой связи, величина сил взаимодействия воздуха со стенками оборудования играет решающее значение. Существующие же методы ее определения не позволяют с удовлетворяющей точностью установить эту величину. Результаты расчетов могут различаться в несколько раз. Основные проблемы в определении сил возникает при выборе соответствующих коэффициентов C и λ . Известно, что стесненность, вызванная как стенками трубы так и наличием других частиц влияет на их величину. Однако обоснованных рекомендаций для учета этого влияния нет.

Формулы для расчета этих коэффициентов в литературных источниках различаются, так же как и полученные по ним результаты. В большинстве работ [1; 2] стеснение потока не учитывается. В работах, где они принимаются во внимания [3] обоснованность факторов и степень их влияния вызывает сомнения. В связи с этим при определении сил межфазного взаимодействия и сил сопротивления воздуха о стенки канала возникает целый ряд проблем.

—что принимать за размер канала при определении коэффициента аэродинамического сопротивления движения воздуха о стенки канала (диаметр материалопровода или размер канала);

—что принимать за размер канала при определении коэффициента аэродинамического сопротивления движения воздуха через слой материала;

—как определить размер канала при наличии материала в трубопроводе;

—какие зависимости использовать для расчетов коэффициентов гидравлического сопротивления материала C и гидравлического сопротивления воздуховода λ .

Для решения выше перечисленных вопросов предлагается выполнить экспериментальные исследования, позволяющие уточнить степень влияния стеснения потоков на взаимодействие жидкой фазы с твердыми частицами и со стенками труб.

Определения коэффициентов гидравлического сопротивления материала C и гидравлического сопротивления воздуховода λ предлагается осуществить путем весового определения силы взаимодействия воздуха с твердыми частицами F_a и измерение общих потерь давления воздуха на исследуемом участке. Поскольку

$$F_a + R_c = \frac{\Delta P}{l} \quad (1)$$

где F_a – объемная аэродинамическая сила взаимодействия воздуха с твердыми частицами; R_c – объемная аэродинамическая сила взаимодействия воздуха со стенками

трубы; ΔP - потери давления на участке трубы длиной l , то определив F_a и $\frac{\Delta P}{l}$ можно найти R_c . Имея ввиду, что

$$F_a = \frac{3}{4} \rho_B \sigma C \frac{(v_B - v_M)^2}{d_3}; \quad (2)$$

$$R_c = \lambda \frac{\rho_B v_B^2}{2D}, \quad (3)$$

где ρ_B - плотность воздуха; σ - объемное содержание частиц материала; v_B - скорость воздуха; v_M - скорость материала; d_3 и D - соответственно определяющие размеры частиц и канала, определяются коэффициенты C и λ .

Предполагается, что при проведении опытов частицы будут неподвижны ($v_M=0$). В качестве частиц используются шарообразные частицы пенопласта ($d_3=d_{ш}$). Объемное содержание частиц на участке предлагается определять по массе вытесненной воды. Скорость воздуха предполагается изменять в пределах ее фактического варьирования в ПТУ, от 5 до 25 м/с; при этом будут определяться ее истинная величина с учетом стеснения

$$v_B = \frac{Q_B}{S(1-\sigma)} \quad (4)$$

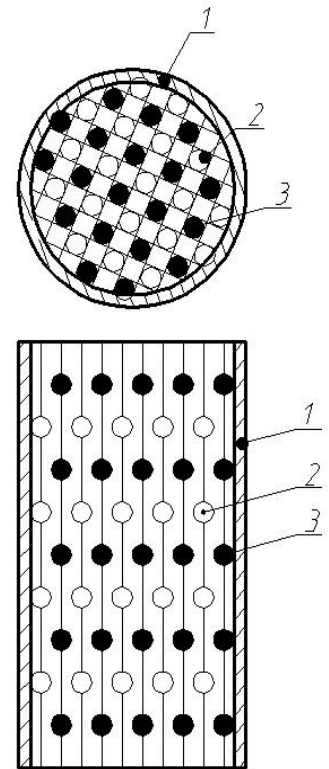
где Q_B - объемный расход воздуха; S - площадь поперечного сечения канала.

Для повышения точности определения сил взаимодействия воздуха с твердыми частицами предполагается использовать весы высокой чувствительности, точности и не больших пределов измерения. Для компенсации усилий взаимодействия воздуха с частицами предлагается в подвеске частиц применять эластичные жгуты и использовать сменные грузы. Объемное содержания частиц предлагается изменять путем установки различного количества нитей с частицами - шариками. Один из вариантов расположения частиц в трубе представлен на рис 1.

Объемная содержание частиц такого расположения $\sigma = 0,038$. Другие варианты $\sigma = 0,029$; $\sigma = 0,019$; $\sigma = 0,00956$ будут реализованы путем удаления части нитей с нанизанными на них шариками.

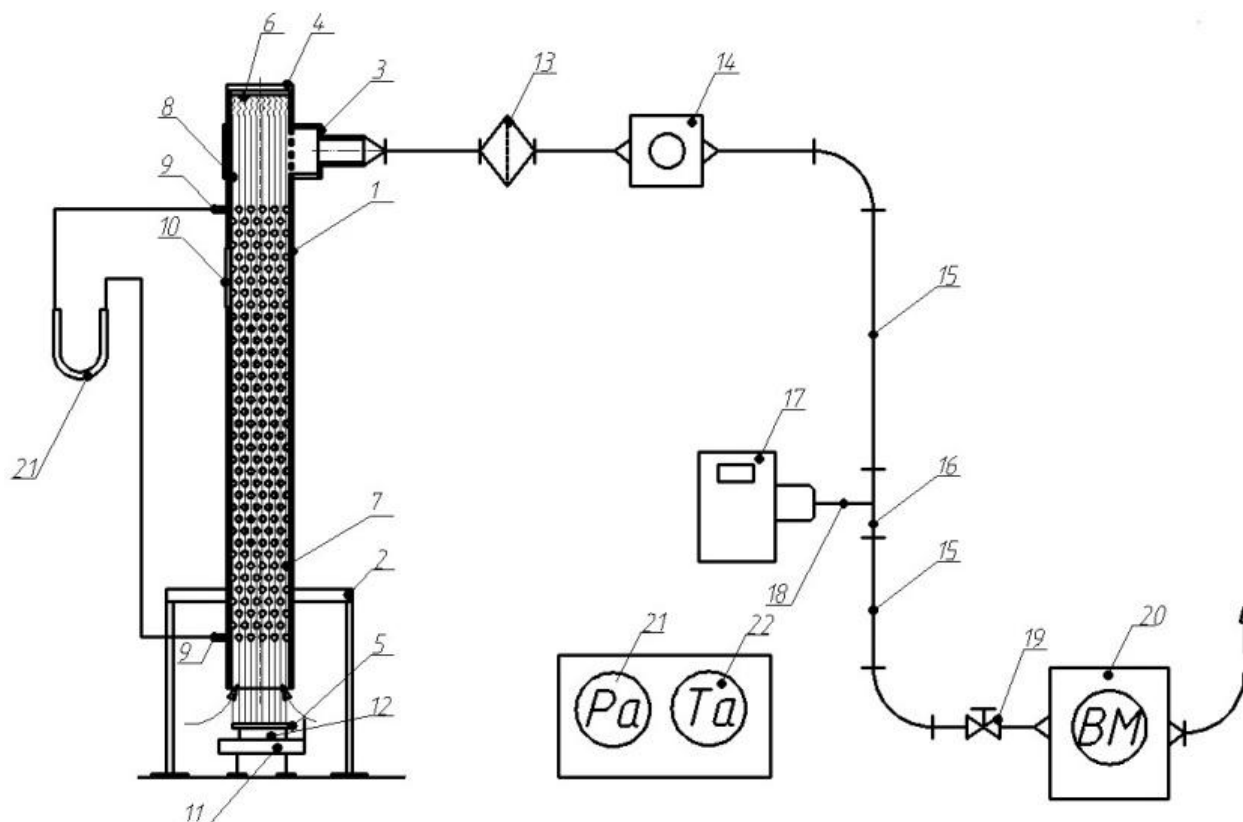
Основной элемент стенда трубопровод 1 рис. 2 длиной два метра внутри, которого на измерительном участке между штуцерами 9 располагается набор подвешенных на тонких нитях частиц - шаров 7. В верхней части нити соединены с матрицей 4 через эластичные жгуты 6, а в нижней - с матрицей 5, помещенной на платформу весов 11. При этом на нижнюю матрицу по мере увеличения аэродинамических сил помещаются сменные грузы 12. В трубопроводе предусмотрено смотровое окно 10 для визуального наблюдения за поведением частиц в воздуховоде. Для снижения влияния местных сопротивлений потока воздуха в измерительном участке в верхней части трубы использован кольцевой воздуховод 3 охватывающий трубу и соединенной через гибкий рукав с воздуходувной машиной 20. Выравнивание потока воздуха осуществляется за счет большого количества отверстий в стенке трубы на участке кольцевого воздуховода.

Расход воздуха предлагается измерять при помощи газового счетчика 14 (класс точности 1,5), а перепад давления измеряется с помощью U - образного манометра 21. Скорость воздуха изменяется вентилем 19.



1 - металлическая труба;
2 - шарики пенопласта (верхний слой) 3 - шарики пенопласта (нижний слой).

Рис. 1 Схема расположения частиц в трубе



→ - поток воздуха

1 – воздуховод; 2 – рама; 3 – выпускной патрубок; 4 – матрица верхняя; 5 – матрица нижняя; 6 – эластичный жгут; 7 – шарик пенопластовый; 8 – нить; 9 – штуцер; 10 – смотровое окно; 11 – весы; 12 – груз; 13 – фильтр; 14 – газовый счетчик; 15 – гибкий рукав; 16 – измерительный участок; 17 – дифференциальный манометр цифровой; 18 – пневмометрическая трубка; 19 – вентиль; 20 – воздуходувная машина.

Рисунок 2 – Схема экспериментального стенда

После монтажа стенда, приборов и последующей калибровки последних выполнена наладка. Стенд и предлагаемая методика определения коэффициентов сопротивления воздуха через слой частиц показали свою пригодность для реализации намеченных опытов.

Литература

1. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И.Л. Повх. – 3-е изд., доп. и исправ. – Л.: Ленинг. отд-ние, 1974. – 480 с.
2. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред / Г.М. Островский. – М.: Наука, 2000. – 359 с.
3. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев. – М.: Стройиздат, 1964. – 273 с.

СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Горяев Н.С. - студент группы МАПП-71, В.В. Ключников - к.т.н. доцент,
А.В. Тарасов - к.т.н. доцент

Автоматизация производственных процессов - важнейшая часть современной промышленности, один из главных приоритетов технологического прогресса.

Автоматизация производственных процессов однозначно приводит к повышению производительности труда и предприятия в целом, улучшению качества продукции, а также повышению уровня безопасности на производстве.

Диспетчерское управление и сбор данных (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition) является основным и в настоящее время остается наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами) во многих областях промышленности и энергетике, на транспорте, в космической и военной областях, в различных государственных структурах.

В последнее время резко возрос интерес к проблемам построения высокоэффективных и высоконадежных систем диспетчерского управления и сбора данных. С одной стороны, это связано со значительным прогрессом в области вычислительной техники, программного обеспечения и телекоммуникаций, что увеличивает возможности и расширяет сферу применения автоматизированных систем. С другой стороны, развитие информационных технологий, повышение степени автоматизации и перераспределение функций между человеком и аппаратурой обострило проблему взаимодействия человека-оператора с объектом управления.

Таким образом, задача подготовки высококвалифицированных кадров, вооруженных современными знаниями, практическими навыками, является одной из важнейших задач современной системы образования. Поэтому остро ощущается необходимость совершенствования содержания обучения, средств и методов подготовки специалистов.

В силу тех требований, которые предъявляются к системам SCADA, спектр их функциональных возможностей определен и реализован практически во всех пакетах. Перечислим основные возможности и средства, присущие всем системам и различающиеся только техническими особенностями реализации[1,2]:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания программного обеспечения (ПО) системы автоматизации без реального программирования;
- средства сбора первичной информации от устройств нижнего уровня;
- средств управления и регистрации сигналов об аварийных ситуациях;
- средства хранения информации с возможностью ее пост-обработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных);
- средства обработки первичной информации;
- средства визуализации представления информации в виде графиков, гистограмм и т.п.;

Основу большинства SCADA-пакетов составляют несколько программных компонентов (база данных реального времени, ввода-вывода, предыстории, аварийных ситуаций) и администраторов (доступа, управления, сообщений).

Для разработки лабораторного стенда была выбрана программа отечественного производителя компании «ИнСАТ» [3] MastyrSCADA. **MasterSCADA** - SCADA-пакет, реализующий полностью объектную технологию разработки проектов, благодаря которой возможно многократное сокращение трудозатрат при разработке и тиражировании проектов.

MasterSCADA – открытая система, что означает не только возможность создавать свои функциональные блок и модули, но и, что главное, - возможность использовать стандартные интерфейсы (OPC, OLE DB, ActiveX) и форматы файлов (XML, HTML, mdb, scv) на всех уровнях. Благодаря этому стыковка с любыми внешними продуктами не вызывает никаких проблем.

Объекты MasterSCADA имеют полный набор функций и свойств: динамическое изображение, окно управления, мнемосхемы и документы, сообщения и логику контроля и управления, расчеты и расписания, наследуемые свойства. Пользовательские объекты могут тиражироваться с автоматической привязкой к аппаратуре благодаря мастеру связей.

MasterSCADA обладает всеми функциями полноценного программно-технического комплекса, включая метрологическую поверку параметров, паспортизацию оборудования, автоматизацию настройки систем регулирования, обмен данными с любыми внешними системами и открытыми интерфейсами для расширения на всех уровнях.

На основе принципов работы данного программного продукты и был реализован экспериментальный стенд, работа которого будет описана далее.

Экспериментальный стенд состоит из двух частей: программной (MasterSCADA и хранилище данных в MS Excel) и аппаратной части (датчиков, преобразователей интерфейса, ЭВМ и объекта автоматизации моделей технологических машин между которыми движется продукт - зерно).

Технологические машины представляют собой упрощенную модель начальной части поточно-транспортной линии хлебоприемного пункта, включающая в себя: ленточный транспортер, норию и накопительный бункер. Сыпучий продукт (зерно) поступает сначала на ленточный транспортер, с него на норию, с нории в накопительный бункер. Управление данной линией заключается во включении и выключении электродвигателей транспортера и нории в начале и конце работы, при заполнении бункера доверху, а также моделирование аварийных ситуаций (механических и технологических), К механическим аварийным ситуациям относятся: порыв ленты конвейера, нории. Примером технологической аварийной ситуации является: переполнение зерном башмака нории, срабатывание датчика скорости на конвейере, срабатывание датчика уровня в нории. Элементами АСУ поточно-транспортной линии (рис. 1) являются: датчики уровня зерна в бункере LE2a и датчик уровня в башмаке нории LE1a, датчики скорости ленточного транспортёра и нории SE1a и SE2a соответственно, преобразователи первичных сигналов датчиков скорости и уровня SS1б и LS2б, силовых выключателей (электромагнитных пускателей) NS1 и NS2 и ручного управления (кнопочных станций) HS по месту и на пульте управления.

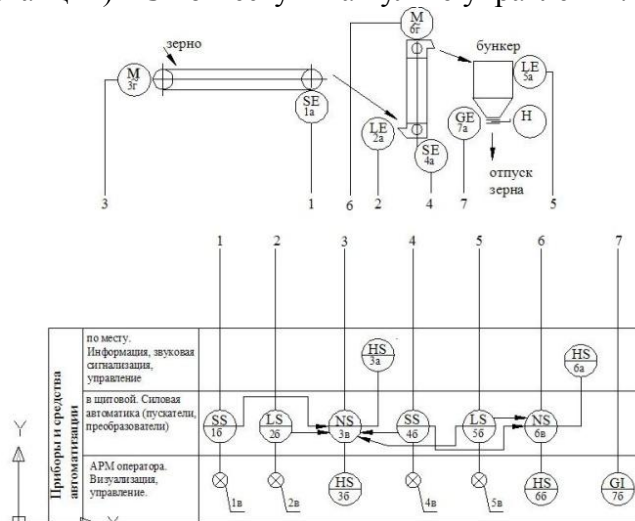


Рисунок 1 – Функциональная схема АСУ поточно-транспортной линии

Работа виртуального стенда заключается в следующем: оператор воздействует на кнопку HS, тем самым передаёт сигнал на магнитный пускатель NS3в, который, в свою очередь, передаёт сигнал на двигатель ленточного конвейера МЗг. После этого аналогичным способом подаётся сигнал на двигатель нории. При этом транспортная система работает в штатном режиме, также предусмотрена отработка аварийных ситуаций: при порыве ленты, заклинивании подшипника резко изменится скорость натяжного барабана и сработает датчик скорости ленточного конвейера SE1а. При этом сигнал пойдёт на преобразователь сигналов SS1б. С него сигнал одновременно идёт оператору (в виде светового сигнала) и в щитовую на магнитный пускатель NS3в, который останавливает двигатель ленточного конвейера МЗг.

Аналогичным образом работает схема аварийной остановки нории. При переполнении башмака нории срабатывает датчик уровня, с него сигнал пойдёт на преобразователь сигналов, а оттуда оператору и в щитовую. При этом двигатель ленточного конвейера также остановится.

При срабатывании датчика уровня в бункере схема срабатывания та же, только остановлены будут как двигатель конвейера, так и двигатель нории.

Описанный порядок работы поточно-транспортной линии и ее АСУ является упрощенной моделью реальной транспортной системы на пищевых предприятиях, что позволяет использовать ее для обучения.

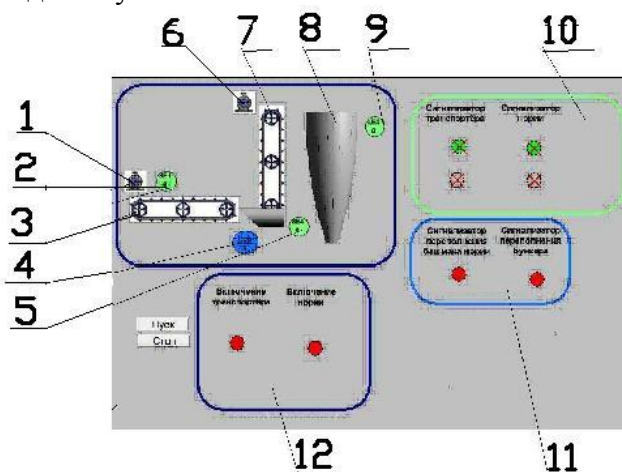


Рисунок 2 – Модель схемы транспортно поточной линии, реализованная в MasterSCADA

Реализация стенда в MasterSCADA (рис.2) представляет собой мнемосхему функционального блока «Поточно-транспортная линия». Он оснащён кнопками «Пуск» и «Стоп», которыми запускается работа двигателей ленточного конвейера (поз.1) и нории (поз.6), и на мнемосхеме анимировано запускается их работа. Работа их визуализируется, для чего предусмотрены отдельные элементы-сигнализаторы (поз. 10,11). Текущее состояние системы отображается цветом: зелёный – штатный режим, чёрный – остановка, красный – авария, мигающий красный – не квитированное событие аварии. В виртуальном стенде реализована отработка описанных ранее аварийных ситуаций (обрыв ленты конвейера, переполнение башмака нории, переполнение бункера), Это происходит следующим образом: оператор, нажимая на кнопку получает имитацию работы поточно-транспортной линии.

Разработанный виртуальный стенд предусматривает подключение к нему реального физического оборудования: программируемого логического контроллера, который будет управлять объектами поточно- транспортной линии хлебоприёмного пункта (конвейера, нории и т. д.). Информация о работе стенда хранится во внутренней базе данных с возможностью передачи информации на отдельное внешнее хранилище, управляемое одной из популярных систем управления баз данных (MS SQL, Oracle . и т. д.)

Актуальность использования SCADA-систем в разработке автоматизации пищевой промышленности не вызывает сомнений. Разработанный виртуальный стенд, используя все преимущества программного пакета MasterSCADA, реализует автоматизацию поточно-

транспортной линии и может использоваться как в научно-исследовательских, так и в учебных целях.

Литература

1. Андреев Е.Б. SCADA-системы – взгляд изнутри / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко. – М.: Издательство РТСОфт, 2004 – 176 с.
2. Благовещенская М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. Учеб. для ВУЗов/ М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин. –М.: Высш. шк., 2005.- 768 с.: ил. ISBN 5-06-004863-2
3. ИнСАТ – Интеллектуальные Системы автоматизации Технологии – промышленная автоматизация во всех отраслях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.insat.ru. – Загл. с экрана

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭНТОЛЕЙТОРА

Попов А.Ю. - студент группы МАПП-71, Тарасевич С.В. - к.т.н, доцент

В практике эксплуатации машин на зерноперерабатывающих предприятиях наиболее актуальными являются проблемы обеспечения надежности и безотказности их функционирования. Борьба за конкурентоспособность на рынке стимулирует рост производительности предприятий, иногда за счет форсирования скоростных и нагрузочных режимов машинного оборудования, что сокращает срок службы и ухудшает его техническое состояние. В условиях интенсификации производства и эксплуатации машинного оборудования задачей исключительной значимости является разработка эффективных средств оперативного контроля параметров технического состояния на всех этапах его жизненного цикла.

Экономическая эффективность работы мукомольных заводов достигается за счёт увеличения объёма и улучшение качества готовой продукции, что в свою очередь зависит от технического состояния оборудования. Внедрение методов функциональной диагностики позволит более полно использовать ресурс машин благодаря переходу от технического обслуживания по регламенту к обслуживанию по состоянию, что даст возможность контролировать качество ремонта и монтажа оборудования. Обоснованный прогноз изменения технического состояния машин и их узлов, на основании которого оценивается остаточный ресурс, позволит избежать экономических издержек от аварийных остановок.

К сожалению, на данный момент, методика диагностики и обслуживания оборудования по состоянию, на отечественных зерноперерабатывающих предприятиях, практически не встречается, или встречается крайне редко. Поэтому разработки в этой области являются весьма актуальными.

В связи с этим был поставлен вопрос проектирования учебного комплекса по технической диагностике, в основу которого положена фиксация уровня и значений параметров акустической эмиссии, по которым можно судить об уровне изношенности оборудования как в целом, так и его отдельных частей. Этот метод позволяет диагностировать как текущее состояние оборудования, так и динамику развития процесса потери его работоспособности.

Данный учебный комплекс является исследовательским, на котором можно будет диагностировать различные виды технологического оборудования ЗПП, проводить лабораторные работы по дисциплине «Диагностика, ремонт, монтаж и сервисное обслуживание оборудования» в разделе «Техническая диагностика».

Учебный комплекс состоит из следующих частей (рисунок 1): вибродатчиков (1), жёстко прикреплённых к корпусу испытуемой машины (2), в нашем случае к корпусу энтолейтора; рамы испытуемой машины (3), на которую монтируется лабораторный энтолейтор и конструкция которой облегчает процесс замены двигателя; ноутбука (4), необходимого для регистрации процесса во времени и наглядности отображения результатов измерения; модуля цифрового преобразования (5), необходимого для усиления сигнала и

преобразования его в удобную для обработки на компьютере форму; стола (6), образующего с рамой комплекса (7) единую рабочую плоскость.

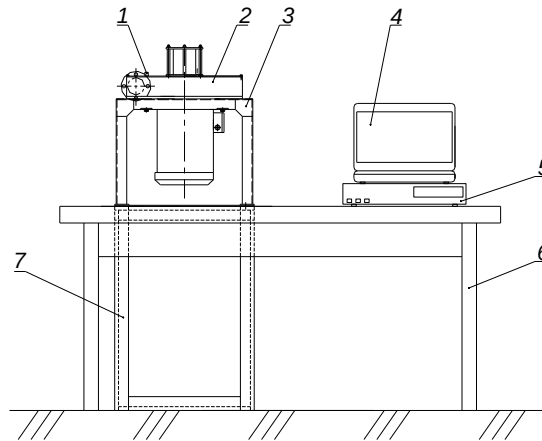


Рисунок 1 – Схема учебного комплекса по технической диагностике

Для простоты понимания и большей наглядности основных вибро-механических принципов диагностирования, лабораторный энтолейтор диагностируется по методу ПИК-фактора. Для этого необходим простой виброметр, позволяющий измерять два параметра вибросигнала:

- среднеквадратичное значение уровня (СКЗ) вибрации, т.е. энергию вибрации;
- пиковую амплитуду (ПИК) вибрации (положительную, отрицательную или полный размах – значения не имеет).

С течением времени, по мере появления дефектов на кинематических узлах подшипника, в вибросигнале начнут появляться отдельные, короткие амплитудные пики, соответствующие моментам соударения дефектов (рисунок 2).

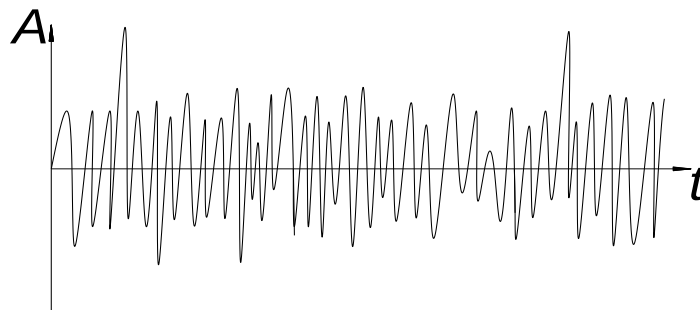


Рисунок 2 – Вибросигнал узла с началом зарождения дефекта

В дальнейшем, с развитием дефекта, сначала увеличиваются амплитуды пиков, потом постепенно увеличивается и их количество. ПИК и СКЗ представляют собой монотонные, неубывающие функции одинакового характера, но смещённые друг относительно друга во времени. Сначала, по мере появления и развития дефекта, нарастает функция ПИК, а СКЗ меняется очень мало, поскольку отдельные, очень короткие амплитудные пики практически не меняют энергетические характеристики сигнала.

В дальнейшем, по мере увеличения и количества пиков, начинает уже соответственно увеличиваться энергия сигнала, возрастает СКЗ вибрации (рисунок 3).

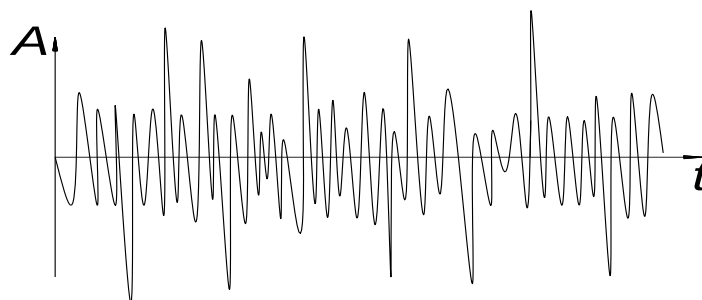


Рисунок 3 – Вибросигнал аварийного узла

Сами по себе функции ПИК и СКЗ малоинформативны для диагностики, вследствие своей монотонности. Но отношение ПИК/СКЗ, называемое ПИК-фактором, уже представляет значительный интерес, поскольку эта функция из-за временного сдвига между ПИК и СКЗ, имеет явно выраженный максимум на временной оси (рисунок 4). На этом и основывается метод ПИК-фактора. Экспериментально было установлено, что момент прохода функции ПИК-фактор через максимум соответствует остаточному ресурсу подшипника порядка 2-3 недель.

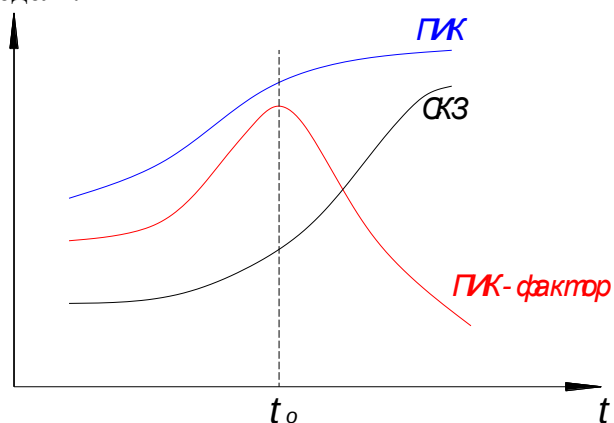


Рисунок 4 – Метод ПИК-фактора

Таким образом, в настоящее время данный метод является весьма информативным и позволяет производить диагностику состояния оборудования в процессе его работы. Динамика процесса изменения параметров акустической эмиссии дает возможность производить прогноз времени потери работоспособности оборудования методом экстраполяции, а значит принимать наиболее оптимальное время его ремонта.

Литература

1. Неразрушающий контроль, Том 7, Книга 2, Вибродиагностика/ Ф.Я. Белицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова, Р.В. Васильева, А.С. Гольдин, Г.В. Зусман, А.Г. Соколова, А.Р. Ширман, В.А. Якубович. – М.: Издательство «Машиностроение» 2001-829с.
2. Проектирование технических систем диагностирования / Л.П. Глазунов, А.Н. Смирнов. – Л.: Издательство «Энергопромиздат» 1982 – 168с.,ил.

СКАНИРОВАНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ПОТОКЕ

Егоров С.А., Невесенко Е.Е. студенты группы МАПП-71, Гаркуша Н.Н. - доцент

Для грамотного подбора пылеулавливающего оборудования к системам вентиляции и аспирации оборудования особенно важно знать ФМС улавливаемых частиц, и в частности их морфологические свойства такие как медианный размер, внешняя форма, структура, включения и др.

Существующие методы определения свойств частиц, например ситовой анализ, седиментация и т.п. очень сложны и требуют много времени.

Широко используемый еще с прошлого века метод микроскопирования пыли в настоящее время значительно усовершенствовался за счет совмещения цифровых и оптических технологий, однако существующие методики и оборудование позволяет изучать микрочастицы только в статике, причем после трудоёмких подготовительных работ или пребывания в насыпи.

Разрабатываемая установка (рисунок 1) и методика её применения дает возможность отбирать из воздушного потока взвешенные частицы и в течение 1-2 секунд перемещать их в смотровую камеру для сканирования и анализа.

Основным элементом установки является оптическая система, состоящая из лабораторного бинокулярного оптического микроскопа МБС-1 и цифровой видеокамеры S-LINE с CCD матрицей, имеющей разрешение 1600*1200dpi (точек на дюйм), соединенная с ПК по каналу USB-2.0. Отбор запыленного потока осуществляется посредством вакуумного насоса 2DSE8 через ресивер. Объемный расход воздуха контролируется по ротаметру. Для отбора проб пыли используется пылезаборная трубка со сменными наконечниками, устанавливаемая в специальном координатнике на мерном участке воздуховода.

Корпус смотровой камеры расположен вертикально, выполнен в виде герметичного цилиндра и имеет два тангенциальных патрубка (входной и выходной). По оси смотровой камеры, в верхней части, расположен объектив микроскопа и светодиодная сборка, в нижней части – предметный столик с чашкой Петри и подъёмное устройство для точной фокусировки объектива на исследуемый объект. Перемещение предметного столика и продувка смотровой камеры осуществляются дистанционно с места оператора ПК посредством пульта дистанционного управления (ПДУ).

Особенностью данной разработки является то, что устройство позволяет отбирать из потока отдельные фракции пыли в требуемых сечениях воздуховода, оперативно перемещать их на предметный столик (в чашку Петри) и распределять под объективом микроскопа за счет вихревого движения в смотровой камере.

Регулировка скорости вращения (т.е. расхода) потока даёт возможность плавно перемещать под объективом частицы пыли и сканировать их, в том числе, в режиме видеозаписи с частотой 30 кадр/сек.

Отработанная порция пыли удаляется из смотровой камеры через выходной патрубок и осаждается в фильтре.

Виртуальная 3D-модель установки представлена на рисунке 2.

Результаты опытов представлены на рисунках 3-5.

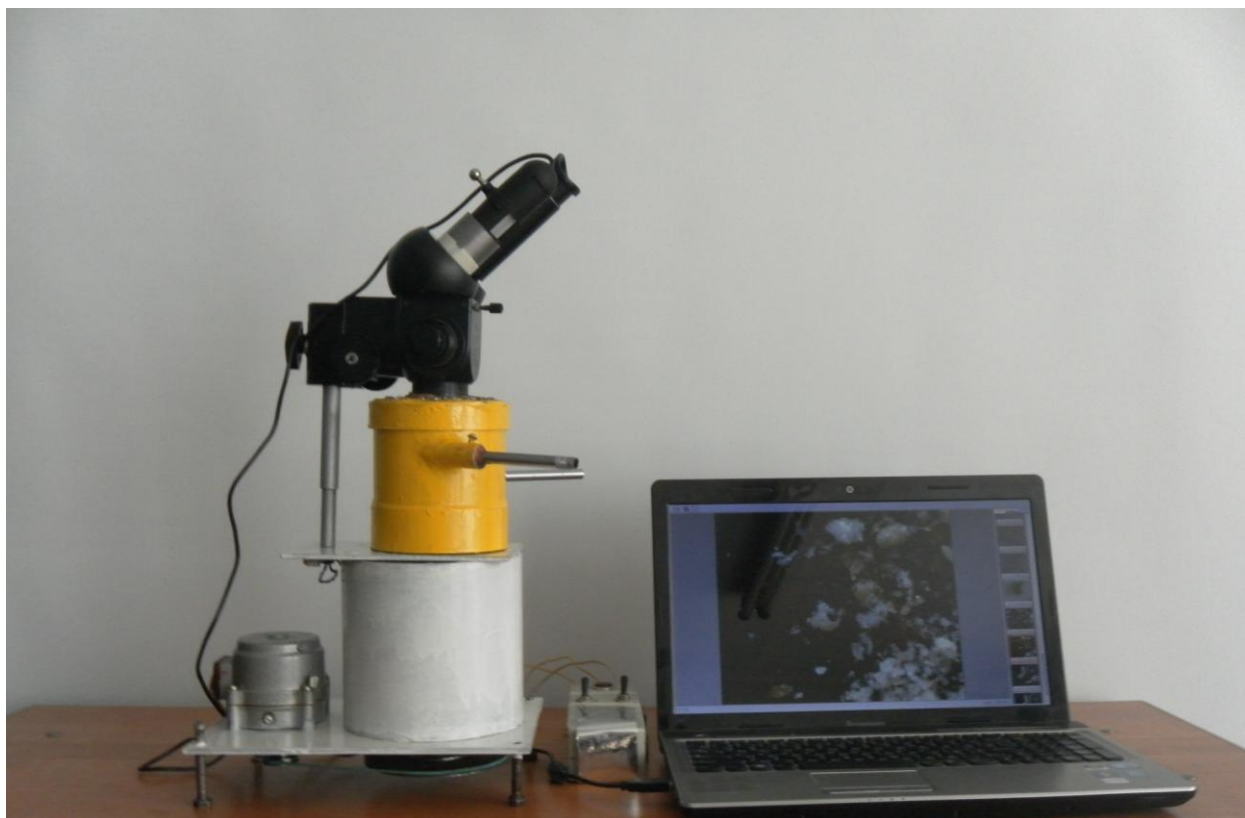


Рисунок 1 – Фотография установки

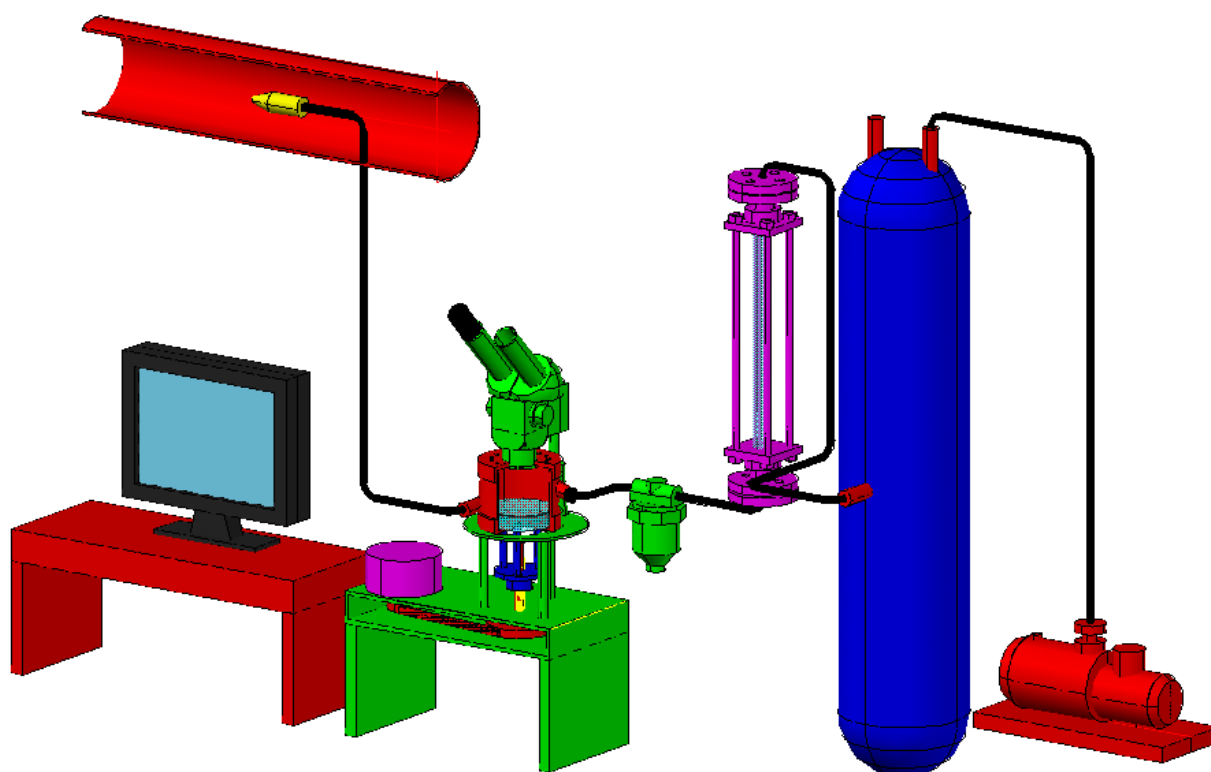


Рисунок 2 – Виртуальная 3D-модель установки

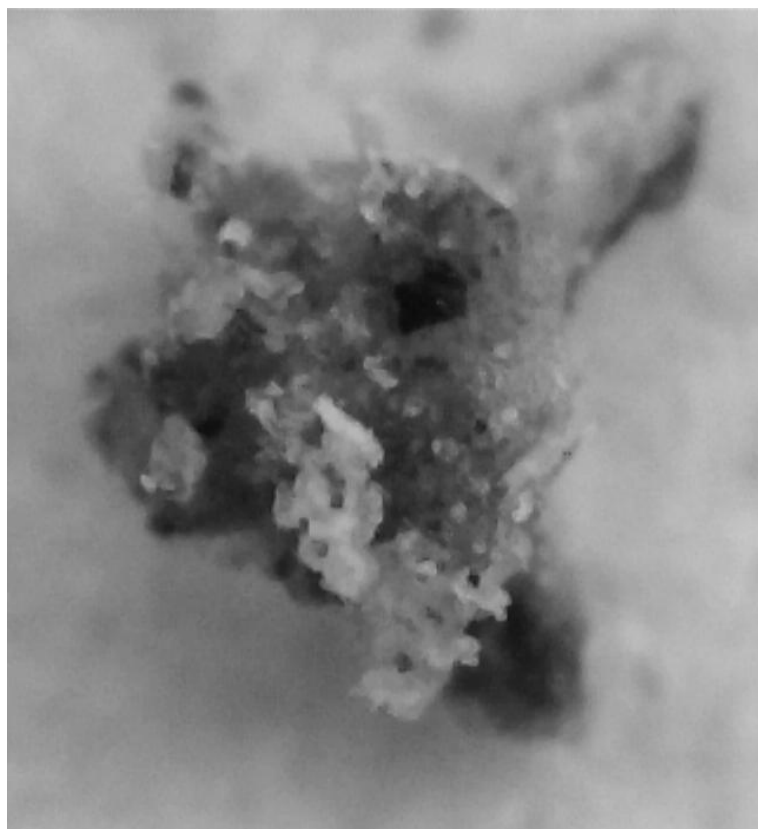


Рисунок 3 – Снимок частицы минеральной пыли

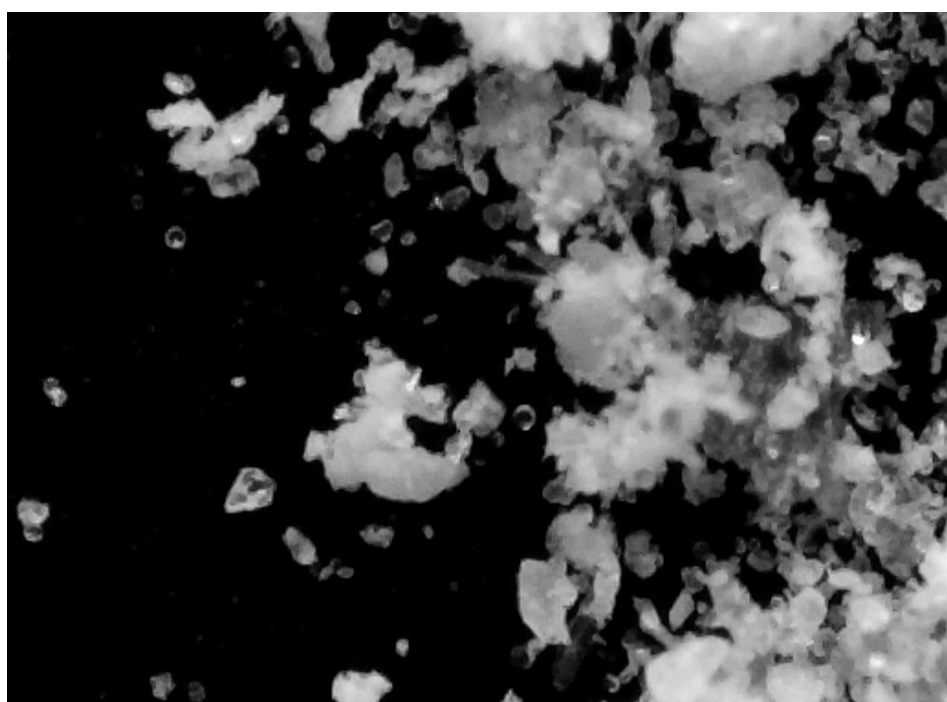


Рисунок 4 – Снимок частиц органической пыли

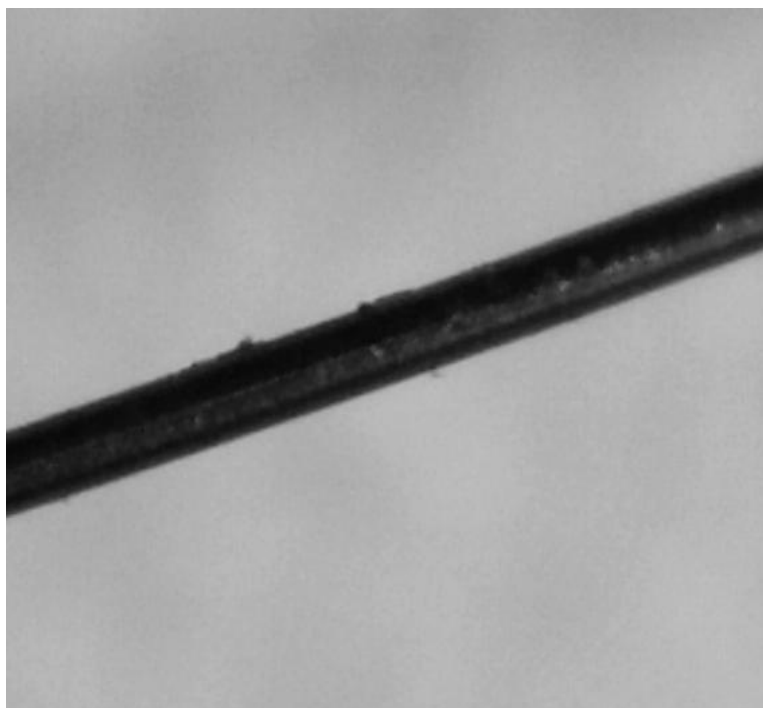


Рисунок 5 – Снимок медной проволоки толщиной 80 мкм.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ВЛАГИ И ПЫЛИ В ВИХРЕВОМ ПОТОКЕ ЦИКЛОНА

Аплеухин В.Е. - магистрант, Гаркуша Н.Н. - доцент

Расчетная эффективность центробежных пылеуловителей практически всегда оказывается завышенной относительно экспериментальных данных. Одной из причин этого расхождения является наличие в потоке высокодисперсных частиц пыли. Результаты многих экспериментальных работ показывают, что в центробежном поле циклона происходит расслоение частиц по фракциям, причем наиболее крупные и тяжелые частицы отжимаются к внешней границе канала в первую очередь, формируя, таким образом, плотный движущийся слой, который препятствует перемещению туда высокодисперсных частиц, уменьшая, тем самым, общую эффективность улавливания циклона. Образующаяся вдоль оси вращающегося потока вихревая область высокого разрежения, также способствует снижению эффективности центробежного улавливания; за счет всасывания в нее высокодисперсных частиц, не достигших стенки циклона.

Одним из важнейших критериев характеризующих поведение твердой частицы в потоке является критерий Стокса [1]

$$Stk = \rho d^2 u / 18 \mu l,$$

где ρ и d - соответственно плотность и диаметр частицы, μ – коэффициент динамической вязкости воздуха, u -скорость потока, а l -участок траектории частицы

Соотношение

$$\rho d^2 / 18 \mu = \tau$$

входящее в это выражение является временем релаксации частиц, которое определяет их реакцию на изменение параметров несущего потока.

Изменение мгновенной скорости какой-либо точки потока приводит к тому, что твердая частица, находящаяся в нём или ускоряется, или тормозится.

Для учета асинхронности этого движения частиц и потока используется параметр инерционности [2]

$$\operatorname{tg} \varphi = \omega \tau,$$

где φ – угол сдвига фаз движения частицы и газа, ω – частота пульсаций скорости потока.

В таком случае для периода пребывания в потоке параметр инерционности

$$\operatorname{tg} \varphi = \omega t \operatorname{Stk}$$

Не менее важное значение на характер движения высокодисперсных частиц оказывает степень увлечения частиц [2]

$$\beta^2 = 1 / (1 + \omega \rho d^2 / 18\mu)$$

Расчетным путем установлено, что время релаксации 100-микронных частиц единичной плотности в атмосферном воздухе, при нормальных условиях, составляет $2.55 \cdot 10^{-2}$ с. Для частиц размером 10 мкм эта величина равна $3.06 \cdot 10^{-4}$ с, а для 1 мкм – уже $3.57 \cdot 10^{-6}$ с, что вполне сопоставимо с частотой турбулентных пульсаций несущего потока, и, в 10^4 раз меньше, чем время пребывания частиц в циклоне.

Значение центробежной силы также существенно меняется с изменением размера и массы частиц. Если для 100 микронных частиц $F_{цб} = 3,0 \cdot 10^{-7}$ Н, то для частиц с диаметром $d = 10$ мкм $F_{цб} = 3,0 \cdot 10^{-10}$ Н, а для 1 и 0,1 мкм $F_{цб} = 3,0 \cdot 10^{-13}$ и $3,0 \cdot 10^{-16}$ Н соответственно. Снижение значимости центробежной силы для высокодисперсных частиц подтверждается многими авторами, например в работах Теверовского Е.Н. [3] утверждается, что высокодисперсные частицы $d \leq 0,1$ мкм ведут себя подобно газовой примеси, что обусловлено минимальным влиянием сил инерции, которое снижается в 10^9 раз относительно 100-микронных частиц. Расчеты показывают, что вероятность их улавливания в центробежном поле циклона практически ничтожна, поскольку степень увлечения их потоком равна $9.99 \cdot 10^{-1}$.

Таблица 1 - Расчетные динамические характеристики твердых частиц различного диаметра

Диаметр частицы d , м (мкм)	Время релаксации τ , с	Скорость гравитац. осаждения V_g , см/с	Центробеж сила $F_{цб}$ [Н] циклон $D=0,5$ м при $V=15$ м/с	Параметр Инерцион ности $\operatorname{tg} \varphi$ $\omega = 10^5 \text{ с}^{-1}$	Степень Увлечения частиц β^2
$1 \cdot 10^{-4}$ (100)	$2,6 \cdot 10^{-2}$	25	$3,0 \cdot 10^{-7}$	2600	$1.48 \cdot 10^{-7}$
$1 \cdot 10^{-5}$ (10)	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-10}$	31	$9.77 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^{-6}$ (1)	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-13}$	$3.6 \cdot 10^{-1}$	$5.40 \cdot 10^{-1}$
$1 \cdot 10^{-7}$ (0.1)	$8,7 \cdot 10^{-8}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-16}$	$8.7 \cdot 10^{-2}$	$8.46 \cdot 10^{-1}$
$1 \cdot 10^{-8}$ (0.01)	$6,8 \cdot 10^{-9}$	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-19}$	$6.8 \cdot 10^{-4}$	$9.99 \cdot 10^{-1}$

Анализируя приведенные результаты можно утверждать, что процесс очистки воздушного потока от твердых частиц целесообразно разделить на два этапа. Первый этап - максимальное извлечение (с эффективностью не менее 95%) из потока крупно и средне - дисперсных фракций пыли за счет использования центробежного способа осаждения, и второй этап - коагуляция высокодисперсной пыли под влиянием дополнительных физических факторов (например, впрыска водного аэрозоля), и улавливание коагулировавших частиц за счет использования остаточной закрутки потока.

Практическая реализация такого способа возможна, если в вихревой поток, движущийся по спиральной траектории на выходе из первой ступени очистки, произвести дозированный впрыск водного аэрозоля, например 1мл воды с размером капель не более 5 мкм, на 1г пыли. Как правило, размер частиц пыли проходящих через циклон не превышает 20 мкм, а тангенциальная скорость их движения считается равной средней скорости воздушного потока и может достигать 17м/с.

В таком случае, искусственно созданная завеса водного аэрозоля, охватывающая траекторию движения частиц пыли, неизбежно приведет к ситуации, когда на одну частицу пыли будет приходиться несколько десятков (до 80) капель жидкости размером менее 5мкм. Причём высокодисперсные частицы пыли, имея преимущество в скорости, и, двигаясь по спиральной траектории, будут пересекать завесу водного аэрозоля несколько раз, что многократно увеличивает вероятность их столкновений с каплями воды на перекрестных траекториях. В результате контакта с частицами влаги увеличивается не только масса частиц пыли, а также их способность к коагуляции. Обязательным условием, в этом случае, является точная дозировка водного аэрозоля, поскольку избыточная влага будет способствовать залипанию частиц пыли на поверхности сепарационного канала и нарушению режима осаждения

Литература

1. Пирумов А.И., Аэродинамические основы инерционной сепарации. Под ред. Н.Я.Фабриканта. М., Госстройиздат, 1961.
2. Белоусов В.В., Теоретические основы процессов газоочистки. М., Metallurgia, 1988.
3. Теверовский Е.Н., Дмитриев Е.С., Перенос аэрозольных частиц турбулентными потоками. М. «Энергоатомиздат» 1988.

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Протопопов С.Д. - магистрант гр. 8ТПП- 01, Козубаева Л.А. - к.т.н. доцент

Механическая активация — это процесс преобразования (изменения) структуры материала, посредством воздействия механических сил, придающих ему новые физические и химические свойства, за счет аккумуляирования части подведенной энергии.

Механическая активация способствует значительному ускорению ряда физико-химических процессов используемых в различных областях производственной деятельности человека.

Величина механической активации зависит от характера процесса измельчения и конструкции помольного агрегата. Чем больше число ударов, получаемых частицами вещества, чем больше скорость ударов, и чем меньше интервал между следующими друг за другом ударами, тем выше приобретенная активность.

Обеспечить механическую активацию поверхности можно при условии использования высокопроизводительных и экономичных дезинтеграторов.

В дезинтеграторе преобладает механизм ударного разрушения, при этом частицы материала или их осколки получают в суммарном направлении движения несколько мощных ударов, а энергия ударов с каждым последующим контактом возрастает. Эффективность использования дезинтегратора значительно возрастает, когда наряду с основной целью — получением ювенольной поверхности удаётся использовать и другие явления, наблюдаемые

в дезинтеграторе в процессе обработки материала. Эти явления (увеличение электрического потенциала поверхности, влияние повышенной температуры и так далее) могут способствовать получению требуемого технологического результата в последующих процессах.

Главная задача современных универсальных дезинтеграторов- придавать обрабатываемым в них веществам новые свойства, активировать эти вещества.

В исследованиях использовался лабораторный дезинтегратор УД-32 .

Он состоит из корпуса(1), двух дисков (2и3) с пальцами. Загрузочного бункера(4), выгрузного патрубка(5). Диски соосно вращаются во встречном направлении, со скоростью 12000об/мин. каждый. Один диск приводит в движение через ременную передачу электродвигатель мощностью 1,4кВт. Другой диск закреплен на валу такого же двигателя. Максимальная окружная скорость развиваемая диском составляет 102,6м/с . Диаметр большего диска составляет 176мм, меньшего - 164мм. Производительность дезинтегратора 32,5кг/ч. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Мука подается в загрузочный патрубок, закрепленный на корпусе машины, откуда поступает на малый диск корзины. Под действием центробежной силы и ударов о пальцы, частицы разлетаются попадая на последующий встречно вращающийся диск большего диаметра стремясь к внешнему краю рабочей камеры. Готовый продукт отводится из машины через выгрузной патрубок.

Исследование влияния механоактивации на содержание и качество клейковины муки

Для определения влияния дезинтегрирования на содержание и качество клейковины пшеничную муку подвергали обработке на лабораторном дезинтеграторе УД-32. В результате этого муку пропускали через дезинтегратор один, два, три и четыре раза. В обработанной муке осуществляли отмывание клейковины вручную с последующие определением её количества. Качество клейковины определяли на приборе ИДК-1.

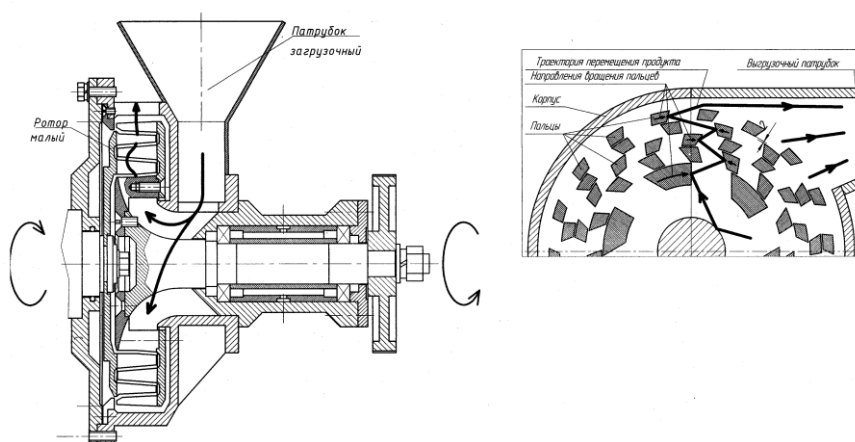


Рисунок 1- схема лабораторного дезинтегратора.

Таблица 1 – Технические характеристики дезинтегратора

Параметр дезинтегратора	Значение параметра
Производительность, кг/ч	10 – 32
Мощность, кВт	2,8
Частота вращения первого вала, об/мин	12000
Частота вращения второго вала, об/мин	12000
Максимальная относительная скорость движения пальцев дисков, м/с	194,3

В результате эксперимента были получены следующие данные (таблица 2).

Таблица 2- Влияние дезинтегрирования пшеничной муки на количество и качество клейковины

Количество пропусков через дезинтегратор	Значение показателя качества		Группа качества
	содержание клейковины, %	качество клейковины, ед. прибора ИДК	
0 раз (контроль)	32,8	85,0 (84,0)	II (удовлетворительно слабая)
1 раз	33,0	75,0 (75,0)	I (хорошая)
2 раза	32,6	70,0 (68,0)	I (хорошая)
3 раза	32,5	65,0 (64,0)	I (хорошая)
4 раза	31,6	60,0 (62,0)	I (хорошая)

По результатам, представленным в таблице видно что в муке, прошедшей дезинтегрирования один раз, не наблюдалось значительного изменения количества клейковины. Качество клейковины муки изменялось со второй группы на первую и характеризуется как хорошее. Это можно объяснить тем, что интенсивная механическая обработка муки способствует насыщению муки кислородом, что в свою очередь приводит к ускорению процесса окисления, тем самым, упрочняя структуру белка и увеличивая силу муки.

По результатам проведенных исследований было установлено, что применение механической активации пшеничной муки способствовало укреплению ее клейковины.

Исследование влияния дезинтегрирования на водопоглотительную способность пшеничной муки

Водопоглотительная способность муки характеризуется количеством воды (в процентах), поглощаемой мукой при образовании теста нормальной консистенции. Она зависит от гидрофильности белков муки и от крупности ее помола. Более тонко измельченная мука из одного и того же зерна одинакового выхода имеет большую водопоглотительную способность.

Среднее значение водопоглотительной способности пшеничной муки составляет:

- для муки высшего сорта – от 50 % до 52 %;
- для муки первого сорта – от 52 % до 54 %;
- для муки второго сорта – от 54 % до 56 %.

Полученные данные представлены на рисунке 2.

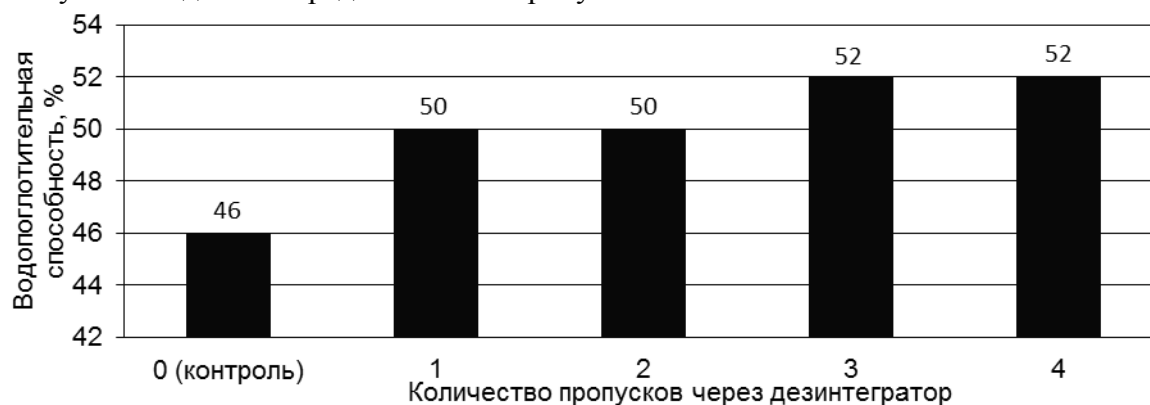


Рисунок 2 - Водопоглотительная способность муки, прошедшей дезинтегрирование

Как видно из рисунка 2 с увеличением количества пропусков через дезинтегратор происходило повышение водопоглотительной способности муки.

Так значение водопоглотительной способности контрольного образца составляла 46 %. Водопоглотительная способность муки, прошедшей один и два пропуска через

дезинтегратор, составляла 50 %. В муке, прошедшей три и четыре пропуска через дезинтегратор, также наблюдалось увеличение этого показателя, который составил 52 %.

Это связано с тем, что с увеличением количества пропусков через дезинтегратор увеличивалась степень измельчения частиц муки. А чем больше количество мелкодисперсных частиц, тем больше удельная поверхность частицы, тем больше влаги она может связать. Также увеличение водопоглотительной способности связано с механической активацией, происходящей в дезинтеграторе, которая заключалась в следующем. Попадая в дезинтегратор, частица муки получала удар, в результате чего она раскалывалась, а на образованной поверхности сосредотачивалась специальная энергия, которая способствовала активному процессу перемещения воды вглубь частицы.

Проведенные исследования позволили сделать выводы. Механоактивация влияет на окислительные реакции водонерастворимых белков. Это позволяет регулировать качество клейковины. Для производства различных видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий требуется мука с различным качеством клейковины. Производственники вынуждены закупать муку с различными свойствами клейковины и хранить ее отдельными партиями, либо использовать химические улучшители. Обработка муки дезинтегратором позволяет избавиться от необходимости использования химических улучшителей и поиска муки с требуемыми качественными показателями, а получать необходимое качество клейковины путем механоактивации.