

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПРЕДА

НА ООО «ЕЛУНИНСКИЙ ПИЩЕВОЙ КОМБИНАТ»

Дадина Э.В. - студент гр. ТМиО-11, Протопопов Д.Н.

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

В селе Елунино Павловского района работает цех по выпуску спредов. Цех в настоящее время перерабатывает 600 тонн в год. Чистая прибыль производства составляет 3 млн. 600 тысяч рублей при рентабельности 7 %. Линия выпускает 3 тонны в смену.

В цехе установлена линия по производству спреда, оснащенная морально устаревшим и технически изношенным оборудованием. Производство ведут по общей принятой технологии, согласно которой выделяется пять основных этапов:

- приемка и подготовка компонентов;
- нормализация и стабилизация;
- составление высокожирной смеси;
- преобразование высокожирной смеси в спред;
- упаковка спреда;

Подготовка компонентов осуществляется таким образом: молочные жиры разогревают до 65°C в емкости с рубашкой для плавления жира.

Для нормализации высокожирной смеси используют сухое цельное молоко, которое смешивается с растопленным жиром. Составление высокожирной смеси осуществляется в двух ванах (с рубашкой и мешалкой), после расплавления смеси жиров включают мешалку и вносят расчетное количество ароматизатора, красителя, стабилизатора, воды. Смешивание производится путем тщательного перемешивания, которое осуществляется чаще всего закольцованным на ванну центробежным насосом, диспергатором. Преобразование высокожирной смеси в спред производится за счет винтового насоса, высокожирная смесь подается на маслообразователь для термомеханической обработки. Температура продукции на выходе из маслообразователя должна быть 12-14°C. Упаковка масла производится в короба по 20кг и взвешивается на электронных весах.

В своем проекте я предлагаю установить новую линию.

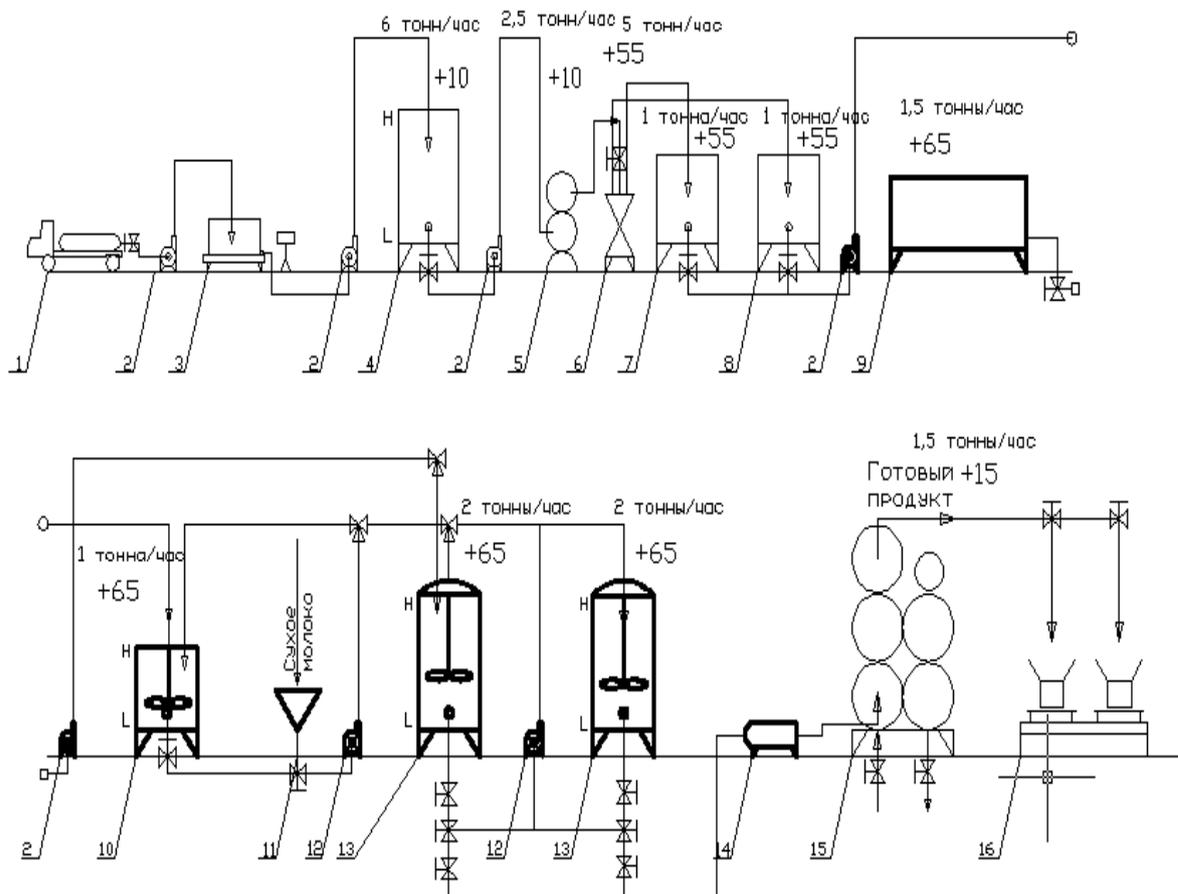
Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать технологическую схему;
- составить схему автоматизированного управления производством;
- рассчитать и подобрать технологическое оборудование;
- выполнить прочностной расчет несущей конструкции маслообразователя.

С целью улучшения качества выпускаемой продукции, повышения производительности, улучшения условий труда, затрат времени на выпуск единицы продукции установить в цехе новое высокопроизводительное современное оборудование. В линии предусматриваю: для повышения производительности установить маслообразователь производительностью 1,5 тонны/час. Для улучшения качества продукции и вкусовых качеств спреда установить оборудование, для приемки молока установить молочный танк, переработки молока на сливки и обезжиренное молоко установить пастеризатор, сепаратор, 2 ванны для обрата, для сливок, что позволит приблизить эти свойства к натуральному маслу.

Предлагаемая технологическая схема с набором подобранного оборудования позволяет создать высокоэффективное производство. Производительность новой линии составит 7,5 тонны в смену. Реализация проекта предусматривает затраты в пределах 1,5 млн рублей, что в условиях с. Елунино Павловского района позволит создать 5 новых рабочих мест на высокоэффективном производстве. Период окупаемости проекта составит 8 кварталов, чистая прибыль составит 6 млн. рублей, рентабельность производства увеличится с 7% до 14%. Цех будет перерабатывать 1200 тонн в год.

Технологическая линия (после реконструкции) по производству спреда



1-молоковоз, 2-центробежный насос, 3-весы электронные, 4-молочный танк, 5-трубчатый пастеризатор, 6-сепаратор-сливкоотделитель, 7-ванна для обрата, 8-ванна для сливок, 9-жиротопка, 10-ванна для приготовления эмульсии, 11-приемная воронка для сухого молока, 12-диспергатор, 13-танк готовой эмульсии, 14-винтовой насос, 15-маслообразователь, 16-электронные весы.

Список литературы:

1. Алексеева Н. Ю., Аристова В. П. и др. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности.: Справочник [Текст] / Н. Ю. Алексеева, В. П. Аристова. – М.: Агропромиздат, 2010 – 228 с.
2. Голубева Л. Е., Глаголева Л. Э., Степанов В. М., и тд. Проектирование предприятий молочной отрасли. Санкт – Петербург , ГИОРД,

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СОЛОДА НА ООО «ПИВНАЯ АРТЕЛЬ»

Смирнов А.О – студент гр. ТМиО -11; Глебов А.А - научный руководитель, к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Пиво – слабоалкогольный, жаждоутоляющий, игристый напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым привкусом. В пиве кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода содержится значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов. По цвету пиво делится на светлое и темное, а в зависимости от вида применяемых дрожжей – на пиво низового и верхового брожения. Около 90 % производимого пива низового брожения приходится на светлые сорта, для которых характерны тонкий, слабовыраженный солодовый вкус, хмелевой аромат и ярко выраженная хмелевая горечь. Их готовят из светлого пивоваренного солода с добавкой несоложенных материалов (ячменя, рисовой сечки, обезжиренной кукурузы, сахара), воды, хмеля или хмелевых препаратов. При производстве темных сортов пива используются также специальные сорта солода (темный, карамельный и др.). Поэтому темное пиво имеет солодово-карамельный сладковатый вкус, менее выраженную хмелевую горечь и более интенсивную окраску по сравнению со светлыми сортами.

На ООО «Пивная Артель», внедрена классическая технология производства пива. Укрупненно она состоит из четырех основных этапов (см. рис.): подготовка солода, варка, брожение и дображивание (выдержка пива). Солод на предприятии используется покупной и для его подготовки задействована солододробилка. На предприятии используется упрощенный способ варки солода, который характеризуется наличием двух варочных аппаратов: комбинированного заторно-сусловарочного аппарата и фильтрационного. Охмеление сусла производят гранулированным хмелем, иногда с добавлением хмелевого экстракта. Сусло осветляют в гидроциклонных аппаратах, после которых оно поступает в пластинчатый теплообменник, где охлаждается до начальной температуры брожения. Охлажденное сусло направляют в вертикальные аппараты главного брожения, оборудованные внешними охлаждающими поясами для поддержания требуемой температуры. Главное брожение проводят как при атмосферном, так и при избыточном давлении. В последнем случае аппарат подвергают шпунтованию. Дображивание молодого пива осуществляют также в вертикальных аппаратах, которые конструктивно аналогичны аппаратам главного брожения. После дображивания готовое пиво сразу фасуется в кеги. Завод делает 1-2 варки в сутки. При этом сусло сбраживают чаще всего при повышенной температуре сильно- и быстросбраживающими расами дрожжей, что сокращает длительность процесса. Отделение чистой культуры на предприятии отсутствует, а для разведения или промывания дрожжей есть одна емкость - дрожжанка. Как и на большинстве мини-пивоваренных заводах, пиво, выпущенное предприятием, имеет невысокую стойкость при хранении (3 - 7 сут). Однако, как видно из рисунка, в технологии отсутствуют специальные виды обработки для повышения стойкости – пастеризация и обеспложивающее фильтрование, которые могут изменять вкус и качество пива. Поэтому органолептические показатели такого пива при правильном соблюдении технологических режимов, хорошем сырье и микробиологической чистоте производства, могут быть более высокими, чем пива, производимого на крупных предприятиях.

http://www.agro-mash.ru/dop_oborud/pibo_sxema.jpg

1 – весы для солода, 2 – солододробилка, 3 – заторный/сусловаренный котел, 4 – фильтрационный чан, 5 – вирпул, 6 – холодильник для сусла, 7 – бродильные танки, 8 – стойка для продажи пива, 9 – наполнение сифонов, 10 – розлив пива в бочки, 11 – насос, 12 – танк СІР, 13 – выработка пара, 14 – холодильник для производства ледяной воды, 15 – конденсатор испарений, 16 – танк горячей воды.

Условные обозначения: А – холодная вода, В – горячая вода, С – хмель,

D – дробина, E – дрожжи, F – ледяная вода.

Рисунок – Общая технологическая схема производства пива на ООО «Пивная Артель»

Важная роль в обеспечении сырьевой независимости и повышении конкурентоспособности отечественного производства пива отводится применению современных технологий и оборудования пивоваренного производства. В виду большой конкурентоспособности пивоваренному заводу необходимы мероприятия связанные с повышением эффективности производства. Все эти проблемы приводят к необходимости модернизации производства в виде совершенствования уже имеющихся технологий и оборудования, а также внедрению новых систем.

Анализ производственного процесса на пивоваренном заводе ООО «Пивная Артель» показал, что на предприятии имеются недостатки в подготовительном отделении солода, а именно, дробилка солода не обеспечивает необходимую крупность помола. Как показал анализ, на пивоваренных предприятиях малой и средней мощности, как правило, используют двухвальцовую дробилку, стоимость которой ниже, а обслуживание значительно проще, чем четырех- и шестивальцовой. Однако качество солода при таком способе измельчения ухудшается, так как снижается экстрактивность солода при варке. Дробление солода является важной технологической операцией, влияющей в дальнейшем на процесс приготовления суслу, в том числе на продолжительность осахаривания и фильтрования, а также на выход экстракта. Составные части солода, находящиеся в раздробленном состоянии, более тесно соприкасаются с водой, что облегчает их растворение. Дробление солода осуществляют в соответствии с технологической инструкцией по производству солода и пива ТИ 18-6-47-85. Зазор между вальцами солододробилки должен обеспечить получение следующего фракционного состава помола, %:

- шелуха 18-22;
- крупная крупка 15-20;
- мелкая крупка 30-40;
- мука 20-30;

Согласно данной технологической инструкции, крупность помола устанавливается только при дроблении сухого солода, а при дроблении со скоростным кондиционированием или предварительным замачиванием, важна влажность оболочек или зерна соответственно. Ведь помол мокрого материала производится на паре вальцов с очень узким зазором (0,45 мм). Здесь содержимое зерна выдавливается из практически неповрежденной оболочки почти без сопротивления и выходит с гладкой поверхностью. Поэтому дробина солода мокрого помола выглядит так, как будто бы в ней еще находятся целые зерна.

Исходя из этого было принято решение модернизировать имеющееся на предприятии ООО «Пивная Артель» отделение подготовки солода для осуществления помола с предварительным замачиванием. В процессе модернизации будут решаться следующие задачи:

- установка бункера с рециркуляцией замочной воды;
- приближение кинематических параметров дробилки к параметрам дробилки мокрого помола MILLSTAR;
- расчет режима замачивания солода;
- автоматизация режима мокрого дробления.

Вследствие внедрения технологии мокрого помола, за счет большего выхода экстракта и увеличения производительности фильтр-чана из-за сохранения оболочек зерна (в процессе дробления) целыми, увеличится производительность варочного отделения на 25-30 %. Кроме того, наряду с этим положительным аспектом, улучшатся и органолептические показатели пива, так как, сохраненная в целостности оболочка препятствует выходу из нее дубильных веществ, придающих пиву некоторую горечь.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЕЙ

Бехтев Д.А. - студент гр. МАПП-02, Терехова О.Н. – к.т.н., доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Наиболее распространёнными пылеотделителями на производстве являются циклоны, благодаря простоте конструкции, долговечности работы, низкой энергоёмкости и большой пропускной способности. Но также они имеют ряд недостатков, главный из которых - низкая эффективность. Фильтр-циклоны обеспечивают более высокую степень очистки воздуха, но возрастает энергоёмкость, сложность конструкции и обслуживания. Остаётся проблема невозможности организации рециркуляции воздуха, обусловленная превышением ПДК пыли на выходе из пылеотделителя, что приводит к выбросам тёплого воздуха в атмосферу и увеличению затрат на отопление в зимнее время года.

Задачей инженера при проектировании и конструировании новых машин и аппаратов стоит в сохранении достоинств и исключении недостатков прошлых результатов.

Принцип работы циклона, основанный на центробежной силе, известен долгое время, но даже сейчас использовать данные силы можно по-новому. Согласно теории Веселова С.А.[3], диаметр частицы отделяемой в центробежном пылеотделителе определяется по следующей формуле:

$$d_n = 3 \sqrt{\frac{\mu}{\rho_n \pi \omega n} \cdot \ln \frac{r_n}{r_{вн}}} \quad (1)$$

где n – число витков, совершаемых частицей в циклоне до ее отделения, μ – коэффициент динамической вязкости, ρ_n – плотность частицы пыли, ω – угловая скорость частицы пыли, $r_{вн}$ – радиус внутреннего цилиндра циклона, r_n – радиус наружного цилиндра циклона.

Теория изложенная Веселовым С. А., по которой рассчитываются конструкции циклонов, распространяется лишь на ту цилиндрическую часть циклона, где есть внутренний канал и имеет место постоянное соотношение радиусов внутреннего и внешнего цилиндра. В конусной же части циклона, где теория уже не работает, частицы движутся хаотично и, не успевая осесть на стенках, уносятся потоком воздуха обратно в атмосферу. Чтобы повысить эффективность пылеочистки нужен канал постоянного сечения по всей конструкции пылеотделителя.

В основе конструкций «новых» пылеотделителей лежит способ отделения мелкодисперсных частиц от газовой среды [1]. Данный способ был изучен на кафедре МАПП АлтГТУ. Он включает в себя движение аэросмеси по гибкому трубопроводу, который в свою очередь имеет форму конической спирали. (рис 1.). С самого крайнего витка с наибольшим диаметром происходит осаждение продукта в выпускных устройствах. При уменьшении диаметра витка, увеличивается центробежная сила, а значит и вероятность улавливания мелкодисперсных частиц. (рис 1.)

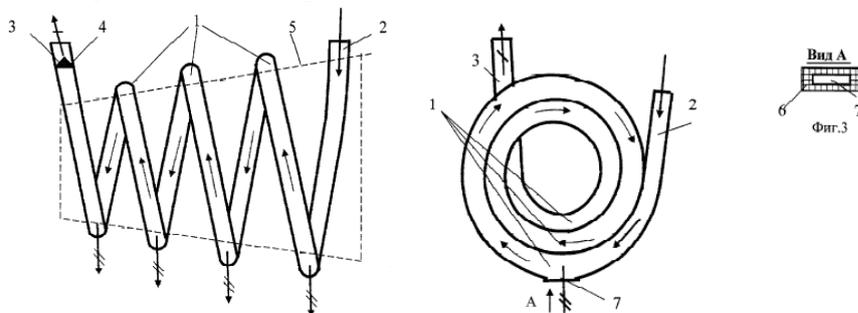
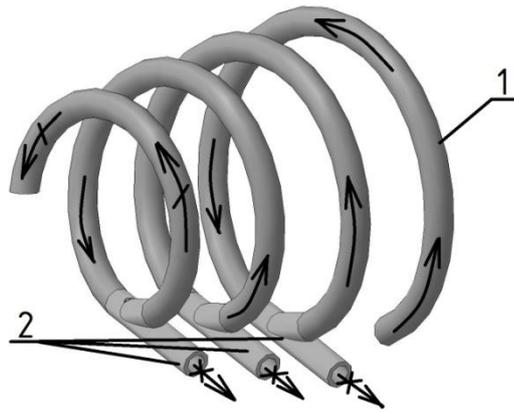


Рисунок 1 – Принцип работы спирального пылеотделителя.

Одна из конструкций представляет собой спиральный пылеотделитель, состоящий из трёх рабочих витков с выпускным устройством на каждом витке (рис 2.).



- Запылённый воздух
- / → Чистый воздух
- x → Продукт

1 – спираль сборная, 2 – выпускной тройник
 Рисунок 2 – Функциональная схема спирального пылеотделителя.

На базе данного пылеотделителя собран лабораторный стенд. Был проведен ряд опытов на продуктах размола зерна. Результаты можно увидеть на графике 1.

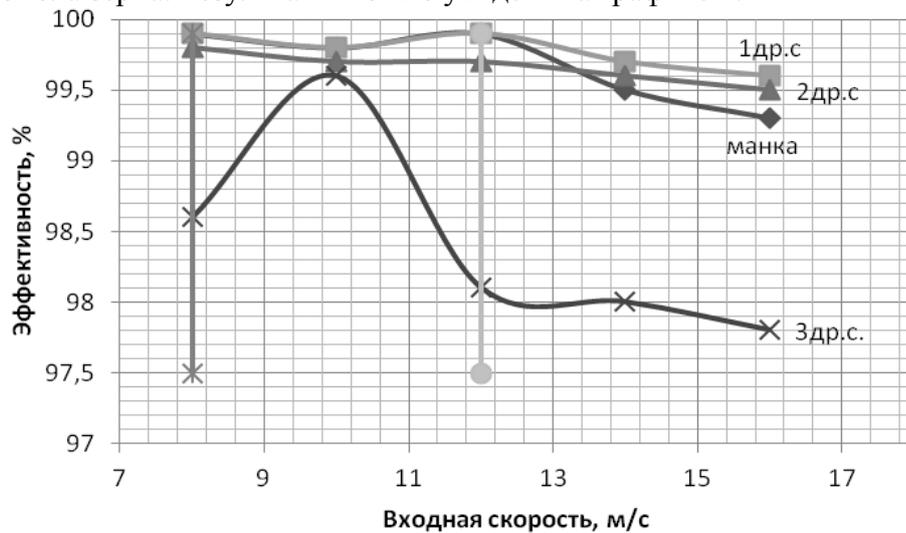
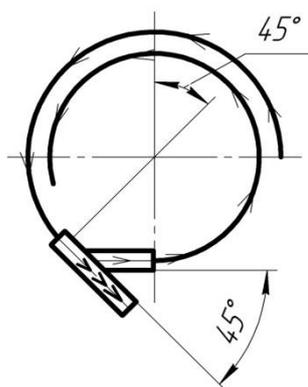


График 1 – Влияние входной скорости на эффективность

На графике показана эффективность в диапазоне скоростей от 8 до 16 м/с. Минимальная скорость обусловлена преодолением силы тяжести продукта воздушным потоком и его уносом. По графику видно, что лучшая эффективность наблюдается в диапазоне скоростей от 8 до 12 м/с. Данные результаты достигнуты на одной из возможных конструкций пылеотделителя. Она включает в себя характеристику выпускного устройства и угол выпуска продукта (рис.3)



> - движение воздуха ; >>> - движение продукта
 Рисунок 3 – Особенности конструкции пылеотделителя

Выпускное устройство представляет собой фасонную деталь – тройник (рис. 4). Отличие от стандартного тройника в вентиляции лишь в направлении движения запылённого воздуха.

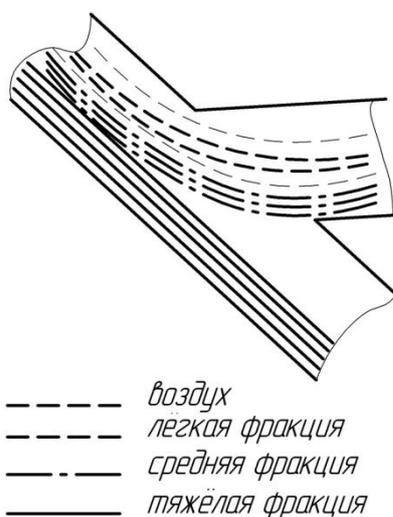
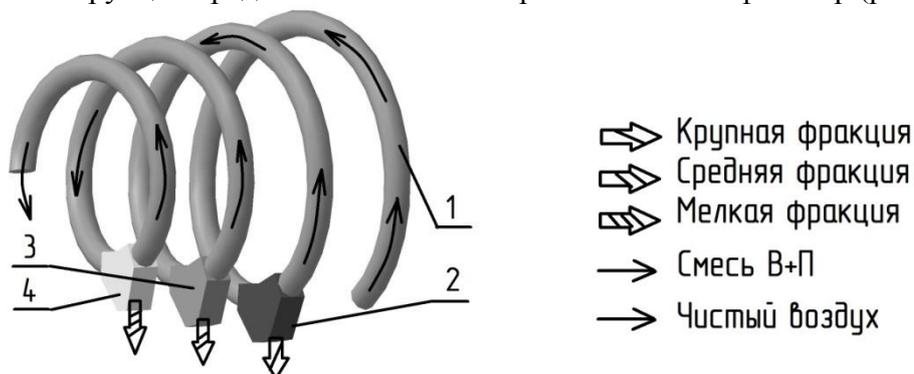


Рисунок 4 – Идеальная модель движения в выпускном устройстве.

Данная конструкция спирального пылеотделителя показывает высокую эффективность, с наименьшими затратами на материалы.

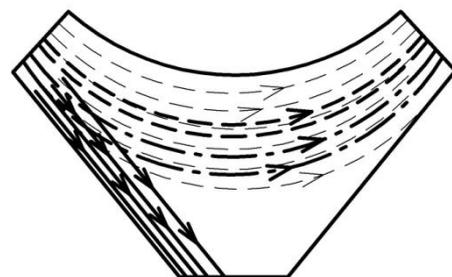
Вторая конструкция представляет собой спиральный классификатор (рис.5).



1 – спираль сборная, 2 – бункер крупной фракции, 3 – бункер средней фракции, 4 – бункер мелкой фракции

Рисунок 5 – Функциональная схема спирального классификатора.

Отличием от пылеотделителя будет являться выпускное устройство. Служащее как воздушный фракционер. В котором происходит расслоение продукта на фракции ещё находясь в воздухе.



----- воздух
----- легкая фракция
----- средняя фракция
----- тяжелая фракция

Рисунок 6 – Идеальная модель движения в выпускном устройстве

Конструкция имеет три витка с фракционным бункером на каждом из них. Для бункера должен быть проведен расчёт, согласно которому тяжёлая фракция под действием силы тяжести и центробежной силы скользит по наружной стенке в выпускное отверстие, а более мелкие части вместе с воздухом устремляются дальше по спиральному рукаву.

По уже полученным данным можно судить, что пылеотделители на основе гибких спиральных трубопроводов могут конкурировать с пылеотделителями типа циклон. Для изготовления спиральных п/о не требуется специальных приборов и инструментов. При достаточном исследовании работы таких пылеотделителей и классификаторов можно добиться высоких результатов пылеочистки и классификации сыпучих продуктов.

Список литературы

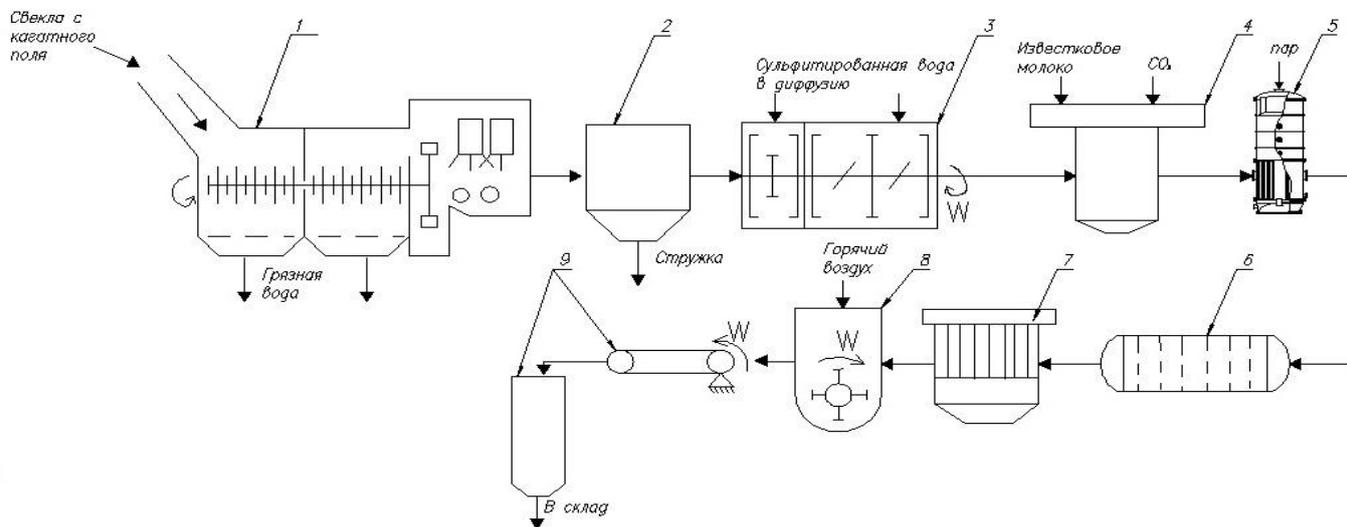
1. Злочевский В.Л., Терехова О.Н. Способ отделения мелкодисперсных частиц от газовой среды Патент. № 2461410, 2011 г.
2. Пневмоинерционное сепарирование дисперсных материалов в процессах переработки зерна Монография/ О.Н. Терехова; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.-200 с.
3. Веселов С.А., Веденьев В.Ф. Вентиляционные и аспирационные установки предприятий хлебопродуктов Монография/ КолосС, 2004 – 240с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОАО «ЧЕРЕМНОВСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД»

Голубина О.А. – студент гр. МАПП-01, Глебов А.А - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день на большинстве свеклосахарных заводов России действует типовая технологическая схема получения сахара-песка (см. рис. 1) [1]. Она включает в себя следующие операции: мойка свеклы, резка свеклы, получение сока в диффузионных аппаратах, очистка сока, выпаривание сока. После варки в вакуум-аппарате через 2,5-3 часа получается продукт, который называется утфелем первого продукта. В утфеле первого продукта уже содержится кристаллический сахар с массовой долей от 55 до 65 % и около 7,5 % воды. Завершающим этапом варки сахара является - центрифугирование первого продукта, сушка и фасовка сахара. Оставшуюся «белую» патоку снова сгущают в вакуум-

аппаратах для достижения требуемого качества утфеля второго продукта и добавляют к сиропу, поступающему в вакуум-аппарат 1-ой ступени. В результате получается утфель второго продукта – смесь кристаллов сахара с маточным раствором, содержащая 94-95 % сухих веществ. Полученный кристаллический сахар называется желтый сахар (по цвету), его направляют на уваривание первого продукта. Патока, полученная на последней ступени кристаллизации, является мелассой - отходом сахарного производства.

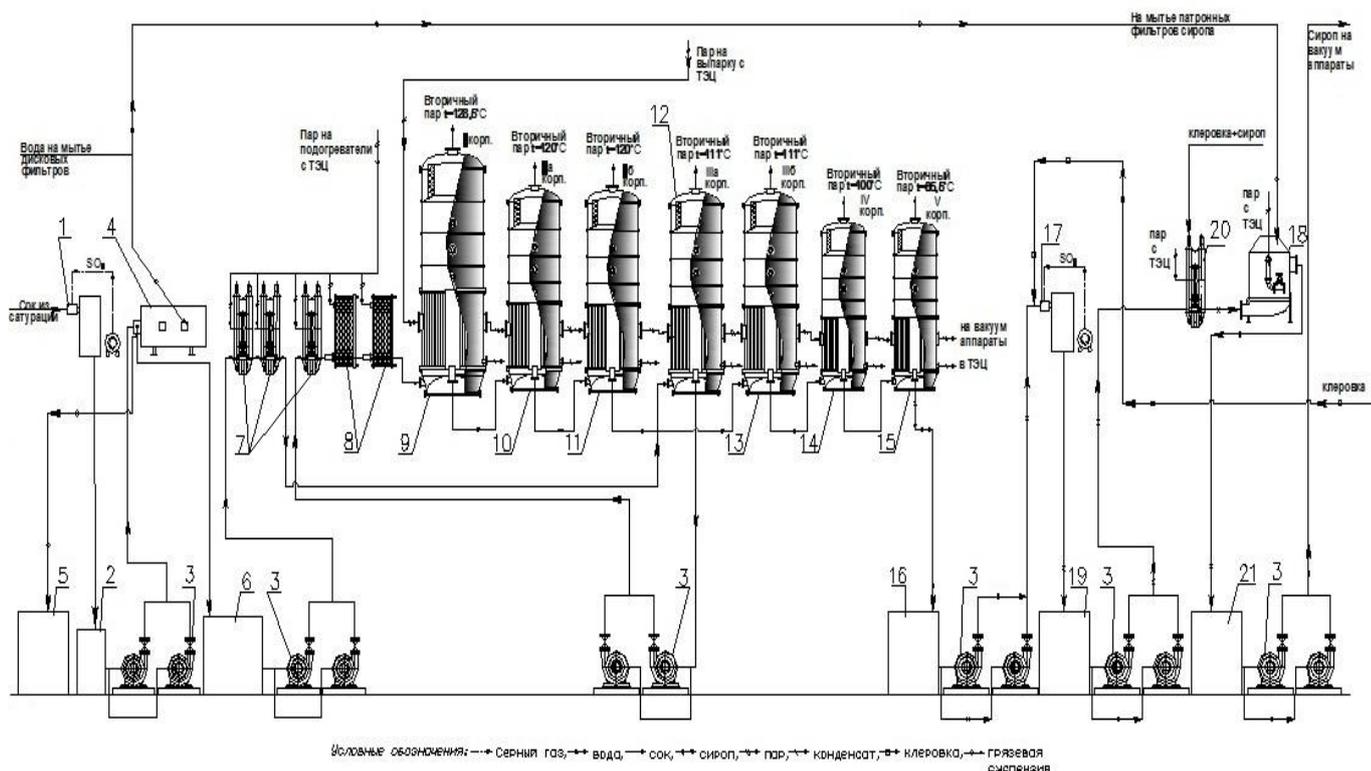


1 - моечная станция, 2 - свекларезка, 3 - диффузия, 4 - очистка сока, 5 - выпаривание сока, 6 - варка утфеля, 7 - центрифугирование, 8 - сушка сахара, 9 - фасовка.

Рисунок 1 – Общая технологическая схема производства сахара

Важная роль в обеспечении сырьевой независимости и повышении конкурентоспособности отечественного производства сахара отводится применению современных технологий и оборудования свеклосахарного производства. Из-за большой конкуренции на рынке, сахарному заводу необходимы мероприятия связанные с повышением эффективности производства. Все эти проблемы приводят к необходимости модернизации производства в виде совершенствования уже имеющихся технологий и оборудования, а также внедрению новых систем.

Анализ производственного процесса на Черемновском сахарном заводе показал, что на предприятии имеются недостатки в сокоочистительном отделении (см. рис. 2) после диффузионных аппаратов в узле фильтрации сиропа. Применяемые сиропные фильтры не отвечают требуемым показателям качества фильтрата. Длительное время работы фильтров без очистки приводит к их загрязнению и налипанию грязи на стенках оборудования. Данный недостаток приводит к потере качества фильтрата, выраженный в виде содержания в фильтрате мелкодисперсной грязи.



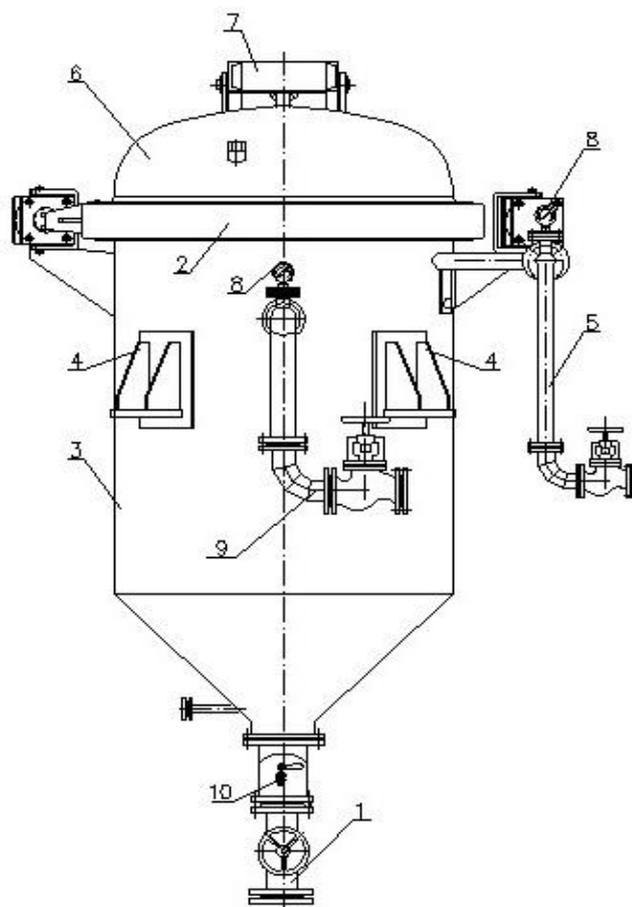
1 - сульфитатор сока, 2 - сборник сока, 3 - насос, 4 - дисковый фильтр, 5 - грязевая мешалка, 6 - сборник сока перед ВУ, 7 - секционные подогреватели, 8 - пластинчатые подогреватели, 9 - 1 корпус ВУ, 10 - 2а корпус ВУ, 11 - 2б корпус ВУ, 12 - 3а корпус ВУ, 13 - 3б корпус ВУ, 14 - 4 корпус ВУ, 15 - 5 корпус ВУ, 16 - сборник сиропа, 17 - сульфитатор, 18 - патронный фильтр, 19 - сборник сиропа, 20 - секционный подогреватель, 21 - сборник фильтровального сиропа.

Рисунок 2 – Технологическая схема сокоочистительного отделения

Таким образом, целью работы является улучшение качества готовой продукции и увеличение производительности предприятия путем внедрения новых технологий по очистке фильтров.

Объектом исследования и модернизации были выбраны, применяемые на предприятии, патронные фильтра марки РЗ-ПФП. Патронные фильтра являются предназначены для очистки жидкостей от механических примесей с дисперсностью твердых частиц от 100 мкм в технологических процессах водоподготовки, подготовки сиропов для дальнейшего уваривания. В качестве фильтровального материала служит специально сшитая ткань определенной плотности.

Патронный фильтр РЗ-ПФП (рис.3), включает в себя цилиндрический корпус с конической нижней частью, крышку, установленные внутри корпуса под крышкой параллельными рядами коллекторные трубки, объединенные в секции, внутренний карман фильтрата и внешний коллектор фильтрата, внутри фильтра находятся соединенные между собой патрубки для отвода фильтрата, к верхней части коллекторных трубок прикреплена фильтрующая ткань.



1 - трубопровод чистого сиропа, 2 - зажим крышки корпуса, 3 - корпус фильтра, 4 - крепление фильтра, 5 - трубопровод нефilterованного сиропа, 6 - крышка фильтра, 7 - траверс, 8 – манометр, 9 - трубопровод пара, 10 - кран сброса давления.

Рисунок 3 – Модернизированный патронный фильтр сиропа РЗ-ПФП

Фильтровальные патроны имеют по всей поверхности отверстия для выхода сиропа, а фильтровальная ткань должна плотно прилегать к поверхности патрона, чтобы исключить возможность обрыва ткани. Над крышкой фильтра расположено прижимное устройство, выполненное в виде горизонтальных траверс. Траверсы зафиксированы гайками. На корпусе фильтра имеются патрубки для подвода нефilterованного сиропа так же патрубков с вентилем для отвода фильтрованного сиропа, на патрубок отвода фильтрованного сиропа мы расположили шаровый кран для сброса давления в фильтре, что бы избежать удара в лицо горячего воздуха или горячего сиропа при открытии крышки фильтра, для очередной замены фильтрующей ткани. С наружной поверхности на корпусе фильтра жестко закреплено крепление фильтра к раме.

Посредством проведенной модернизации в корпус фильтра был подведен трубопровод периодической очистки фильтра ретурным паром с собственной заводской ТЭЦ. Ввиду увеличения производительности всего предприятия возрастает объем сиропа поступающего на фильтры и, следовательно, увеличивается скорость их загрязнения. Время на механическую очистку отводится очень мало, что отрицательно сказывается на качестве фильтрата. Данная модернизация позволит быстро и качественно очистить фильтр от налипшей грязи, так как температура ретурного пара очень высока, что дает быстрый вывод грязи за пределы фильтра. Данный способ очистки безболезненно скажется на работе завода, так как занимает мало времени. Таким образом, в результате модернизации планируется не только улучшить качество выпускаемой продукции, но и увеличить производительность завода в целом.

Список литературы

1. Азрилевич М.Я. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов/ М.: Агропромиздат, 1986. -320 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ НА ИП ИКИШЕВ

Васецкая Д.Н. – студент гр. МАПП-01; Тарасов В.П. –к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В России на предприятиях пивоваренной промышленности ежегодно скапливается сотни тысяч тонн пивной дробины. Она представляет из себя смесь оболочек и частиц эндосперма ячменя после выработки из него сусла. Её пивоваренные предприятия вынуждены утилизировать. В то же время, дробина является ценным кормовым продуктом для скормливания сельскохозяйственных животных как в свежем, влажном, так и в высушенном виде.

Несмотря на полезные свойства пивная дробина не находит широкого применения в сыром виде из-за небольшого срока хранения. При длительном хранении в ней возможно появление микотоксинов, вызывающих у животных гипотоксический эффект (поражение печени). В результате чего, из-за большого количества содержания воды, её транспортировка в отдаленные сельскохозяйственные предприятия затруднительна и экономически не выгодна, а продажа ближайшим носит бессмысленный характер.

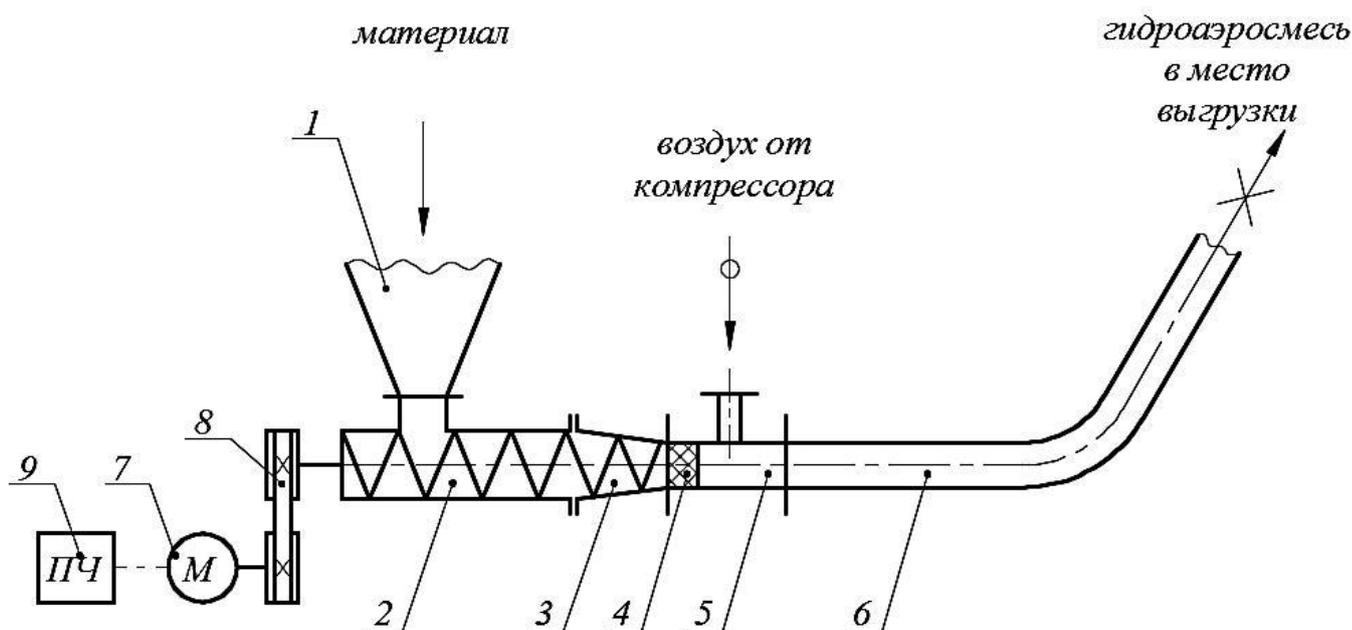
Известно [1] несколько способов обработки пивной дробины, которые позволяют избавиться от её недостатков, присущих ей в сыром виде. Это - консервирование, центрифугирование, фильтрование, сушка. Возможны также комбинации этих методов. Наибольшее распространение получила сушка. На ИП Икишев освоено производство сушки пивной дробины с последующей её реализацией. На данный момент в цехе ИП Икишев функционирует линия сушки пивной дробины. Транспортирование поступающей сырой пивной дробины из приемного бункера к сушилке осуществляется по трубопроводу диаметром 150 мм. В качестве источника механической энергии служит винтовой насос немецкой фирмы, предназначенный для транспортирования пастообразных материалов. Однако поскольку пивная дробина далеко не в полной мере соответствует пастообразным материалам, да и в процессе транспортирования, вследствие расслоения, её свойства изменяются (в нижней части бункера скапливается больше влаги и первые порции продукта в большей мере соответствует пастам, чем последующие). Поэтому при транспортировке дробины возникает ряд проблем, которые приводят к удорожанию производства. Наиболее существенными являются: а) прекращение процесса пневмотранспортирования, особенно, когда продукт содержит недостаточное количество воды; б) разрушение металлорезиновой вставки винтового насоса; в) повышенное потребление тока электродвигателем винтового насоса и, как следствие этого, перегрузка его привода.

Для решения выше указанных проблем рассматриваются использование два вида транспорта: механический и пневматический.

В качестве механических способов транспортирования предлагается использование конвейеров следующих видов: скребкового, тросового, винтового и спирального. Механический транспорт позволяет обеспечить необходимую надежность транспортирования, при незначительных энергозатратах, он прост в эксплуатации и ремонте. Однако применение этого варианта транспортирования приведет к значительным капитальным затратам, поскольку понадобится строительство галереи, либо эстакады, также необходимых узлов перегрузки. Кроме того механический транспорт будет отрицательно влиять механических конвейеров на окружающую среду (развитие микрофлоры в элементах конструкции, появление запаха).

Пневматический способ исключает необходимость в строительстве галереи или эстакады, что снижает капитальные затраты. Транспортировка будет производиться в герметичной трубе, что снизит влияние на окружающую среду. Однако, физико-механические свойства пивной дробины далеко не идеальны для этого вида транспорта. В литературных источниках не удалось найти примеры транспортирования пивной дробины пневматическим способом. Учитывая веские достоинства пневматического способа транспортирования и наличие в АлтГТУ необходимого оборудования для реализации опытов, была предпринята попытка экспериментальной проверки возможности транспортирования пивной дробины на существующем (предназначенном для сыпучих материалов) оборудовании. Дополнительным основанием для проведения эксперимента служило, то что пневмотранспортная установка укомплектована винтовым питателем [2], принцип действия которого во многом схож с принципом действия немецкого винтового насоса. Однако имеющийся винтовой питатель предназначен для порошковых материалов, что конечно вызывало сомнения в его использовании.

Исследования проводились в лаборатории пневмотранспорта, где имеется нагнетательная пневмотранспортная установка, фрагмент схемы которой представлен на рисунке 1. Целью опытов было опробование возможности транспортирования пивной дробины пневматическим способом. Следует заметить, что полномасштабные эксперименты провести не представлялось возможным из-за существенных затрат и не способности заказчика (ИП Икишев) оплатить экспериментальные работы.



1 – бункер с пивной дробинкой, 2 – винтовой питатель, 3 – напорная камера, 4 – «пробка» из транспортируемого материала, 5 – смесительная камера, 6 – материалопровод, 7 – электродвигатель, 8 – ременная передача, 9 – преобразователь частоты

Рисунок 1 – Схема лабораторной нагнетательной пневмотранспортной установки

Исходный материал (пивная дробина) из бункера 1 подавался в винтовой питатель 2, откуда через напорную камеру 3 в смесительную камеру 5. Здесь продукт захватывается потоком воздуха поступающим от компрессора. Полученная аэрозоль транспортируется по материалопроводу 6 к месту выгрузки. Для обеспечения возможности транспортирования и исключения утечек воздуха в конструкции питателя между напорной камерой 3 и смесительной камерой 5 предусмотрено пространство, где образуется «пробка» из

материала. Привод винтового питателя 2 осуществляется от электродвигателя 7 через ременную передачу 8.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что материал (пивная дробина нормальной влажности) поступающий в приемный патрубок питателя плохо захватывался заборными витками шнека. В результате чего процесс осуществлялся с небольшой (недостаточной) производительностью. При снижении числа оборотов винтового питателя (с помощью преобразователя частоты 9) производительность увеличивалась (прием материала заборными витками шнека обеспечивался в должной мере). Однако, из-за свойств дробины (её вязкости), в материалопроводе образовывалась «пробка» и его закупорка.

При транспортировании пивной дробины с влажностью близкой к 100 % процесс транспортирования осуществить не удалось. Это связано с тем, что в питателе не образовывалась «пробка» без которой процесс пневмотранспортирования реализовать не представляется возможным.

На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что:

- реализовать пневматическое транспортирование пивной дробины на оборудовании, предназначенном для порошковых материалов, не представляется возможным;
- для дальнейшей проверки возможности транспортирования пивной дробины пневматическим способом необходимо внести изменения в применяемое оборудование и, прежде всего, в конструкцию питателя. Для этого потребуются определенные финансовые затраты, которыми лаборатория пневмотранспорта в настоящее время не располагает.

Список литературы

1. К вопросу о способах утилизации пивной дробины / С. М. Петров, С. Л. Филатов, Е. П. Пивнова и др. // Технология. – 2014. - № 6. – С. 32 – 37.

2. Пат. 2156728 В65G53/48/ Российская Федерация. Винтовой питатель для нагнетательной пневмотранспортной установки / В. П. Тарасов, О. Л. Левин, Е. С. Лямкин, В. Г. Плотников; заявитель и патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова; заявл. 11.05.99; опубл. Бюл. № 27.27.09.00. - 3с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОКРОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ В МУКОМОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Белогорцев И.А. - студент гр. ТМиО-22, Терехова О.Н. –к.т.н., доцент кафедры МАПП Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных(в ред. Федерального закона от 30.12.2008 N 309-ФЗ).Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух характеризуются:

- предельно допустимый выброс - норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов;

- технический норматив выброса - норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для передвижных и стационарных источников выбросов, технологических процессов, оборудования и отражает максимально допустимую массу выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух в

расчете на единицу продукции, мощности, пробега транспортных или иных передвижных средств и другие показатели.

На предприятиях зерноперерабатывающей промышленности технологические операции, транспортирование и хранение зерна обусловлено выделением большого количества пыли. Пыль оказывает вредное воздействие на здоровье человека (ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»), на оборудование, также почти все пыли пищевой промышленности пожароопасны, а некоторые образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Для улучшения микроклимата в помещении и предотвращения вредных выбросов сверх установленных норм в атмосферу применяют вентиляцию и кондиционирование. Использование вентиляции на зерноперерабатывающих предприятиях решает ряд таких вопросов как:

- соответствие предельно допустимой концентрации (ПДК) пыли в рабочей зоне ГОСТу 12.1.005-88, а именно концентрация зерновой пыли в воздухе не должна превышать 4 мг/м^3 , для мучной пыли 6 мг/м^3 ;
- очистка зерна от легких примесей и его вентилирование воздушным потоком;
- предохранение от поломок, быстрого износа оборудования вызываемых постоянным воздействием пыли и влаги;
- создание условий для взрыво и пожаробезопасности.

Эффективная работа вентиляционной сети во многом зависит от эффективного использования пылеулавливающего оборудования. Принцип работы которых основан на следующих способах:

- гравитационный;
- электростатический;
- центробежный (или под действием сил инерции);
- фильтрация;
- мокрый способ.

Для наиболее эффективного и экономически выгодного использования пылеулавливающего оборудования необходимо использование комбинированного оборудования. Так как запыленный воздух в этом случае проходит последовательную очистку в несколько ступеней, различных по способу очистки, конструктивным особенностям достигается наиболее точное улавливание пыли посредством ее особенностей.

Для выбора наиболее подходящего пылеулавливающего оборудования необходимо руководствоваться следующими характеристиками:

- Эффективность очистки характеризует допустимое остаточное содержание пыли в очищенном воздухе. Также для полной характеристики необходимо учитывать его фракционную эффективность, которая показывает долю пыли по каждой фракции от общего объема уловленной пыли;
- производительность характеризует объем воздуха очищенного за 1 час работы пылеуловителя;
- гидравлическое сопротивление определяет требуемое давление вентилятора ;
- расход электроэнергии зависит в большей мере от гидравлического сопротивления аппарата, а в электрофильтрах электроэнергия в основном расходуется на создания электрического поля;
- стоимость очистки характеризует капитальные затраты на оборудование, эксплуатационные затраты, экономическая выгода от полезного применения уловленной пыли.

Виды пылеуловителей.

Пылеосадочные камеры. Частицы пыли, занесенные воздушным потоком под действием гравитационных сил осаживаются на дно камеры. Для осаждения мелких фракций

необходим ламинарный режим движения воздуха в камере. Гидравлическое сопротивление 100-200 Па, эффективность до 99% при улавливании частиц размером более 20 мкм.

Циклоны. Запыленный поток воздуха входит в циклон по касательной к корпусу и за счет центробежных сил частицы пыли прижимаясь к стенкам аппарата движутся по спирали и в конической части циклона пыль осаживается. Гидравлическое сопротивление 400-2000 Па, в зависимости от конструкции. Эффективность 80-99% при размере частиц от 4мкм и более.

Фильтрационные пылеуловители. Очистка происходит при прохождении запыленного потока через слой пористого материала, в котором задерживаются частицы пыли. Процесс фильтрации основан на: эффекте зацепления, инерции, броуновском движении, действии гравитационных сил, электрических сил. Гидравлическое сопротивление 450-2000 Па. Эффективность 92-99 % при размере частиц до 2 мкм.

Мокрые пылеуловители. Пылеотделение происходит за счет действия центробежных сил, сил гравитации. Эффект очистки запыленного воздуха усиливается тем, что частицы пыли в патоке смачиваются водой и оседают, превращаясь в осадок. Гравитационное сопротивление 600-3000 Па. Эффективность до 99,9 % при размере частиц менее 1 мкм.

Электрические пылеуловители. Процесс обеспыливания газа в электрофилт্রে проходит след образом: пылевые частицы проходя с потоком через электрическое поле получают заряд; заряженные частицы перемещаются к электродам с противоположным знаком и осаждаются на них, далее осевшая пыль удаляется. Гидравлическое сопротивление 150-200 Па. Теоретически размер улавливаемых частиц не ограничен, эффективность до 99,98 %. На зерноперерабатывающих предприятиях не применяются из-за взрыво и пожароопасности.

Технико-экономический анализ пылеотделителей.

На зерноперерабатывающих предприятиях на данный момент наиболее часто используют для очистки воздуха фильтр - циклоны.

Проанализируем энергозатраты на очистку 1 м^3 запыленного воздуха аспирационной сетью, которая включает в себя:

- фильтр-циклон РЦИЭ-Н9 (по паспорту: производительность $3000\text{ м}^3/\text{ч}$, гидравлическое сопротивление до 2000Па, расход сжатого воздуха для регенерации фильтра 60 л/мин);
- компрессор типа ЗАФ 49К59Ц (по паспорту: производительность 53 л/с, мощность электродвигателя 5,5 кВт);
- воздухоудвнная машина вентилятор типа ВЦ-14-46-2,5К3 взрывозащищенный (по паспорту: производительность $3200-4000\text{ м}^3/\text{ч}$, полное давление 2000-2150 Па, электродвигатель АИР100S2 мощностью 4кВт).

Произведя необходимые расчеты пренебрегая некоторыми погрешностями, мы получаем, что на очистку 1 м^3 воздуха требуется 2 Вт электроэнергии или 6 кВт/час. И при этом очищенный воздух мы не можем рециркулировать, так как его остаточная запыленность в условиях эксплуатации на производстве будет выше, чем заявленная в паспорте оборудования. Предприятия несут колоссальные убытки из-за невозможности рециркулирования очищенного воздуха, расход которого надо пополнять при помощи приточной вентиляции, а в холодное время года расходы еще более возрастают так надо еще и нагревать пополняемые объемы воздуха. Также к статье расходов можно отнести и потерянную выгоду из-за возможного экономически выгодного использования остаточного содержания мучной пыли в выбрасываемом воздухе в атмосферу.

Наша идея состоит в том, чтобы при аспирации оборудования использовать двухступенчатую очистку воздуха :

1. циклон, для улавливания мелкодисперсных частиц УЦ-550 (по паспорту: производительность $2740-3290\text{ м}^3/\text{ч}$ гидравлическое сопротивление 900 Па);
2. мокрый пылеуловитель типа ПВМ - 3 СА(по паспорту: производительность $3000\text{ м}^3/\text{ч}$, гидравлическое сопротивление 1400 Па) для тонкой очистки.

3. воздуходувная машина вентилятор типа ВЦ-14-46-4К1 (по паспорту: производительность 8000 м³/ч, полное давление 1980-2220 Па, электродвигатель АИР132М4 мощностью 11кВт).

С целью возможности рециркулирования очищенного воздуха и максимизировать экономически выгодное использование остаточной полезной пыли.

Предполагаемая эффективность такой очистки 99,99% при размере частиц 0,3-0,5 мкм. Произведя необходимые расчеты пренебрегая некоторыми погрешностями, мы получаем, что на очистку 1м³ воздуха требуется 4 Вт электроэнергии или 12 кВт/час. И при этом очищенный воздух мы можем рециркулировать, так как его остаточная запыленность будет соответствовать нормам ГОСТа 12.1.005-88. Как видно из приближенных расчетов энергозатраты существующего наиболее распространенного способа очистки воздуха в 2 раза меньше, чем у разрабатываемым нами. Но необходимо учитывать колоссальную экономию производства при рециркуляции очищенного воздуха, отсутствием штрафов за превышение допустимых вредных выбросов в атмосферу и наибольшее достижение экономической выгоды от использования уловленной пыли.

Одна из основополагающих задача данной идеи заключается в том, чтобы наиболее максимально очистить воду (для её рециркуляции), используемую в качестве фильтра в ПВМ, уловив в ней мельчайшие частицы пыли, для дальнейшего её использования совместно со шламом осевшем в аппарате, например при производстве комбикормов, для производства сухой клейковины-добавки к муке и т.д. Для этого планируется провести ряд лабораторных опытов:

- анализ химического состава раствора и осадка (шлама) после растворения муки в воде;
- исследования плесени, возникающей при длительном отстаивании раствора муки и воды;
- исследования по выявлению наиболее оптимального способа фильтрования раствора муки и воды, учитывая такие параметры как быстротечность, простота, надежность, непрерывность и экономическая целесообразность.

Также предполагается работа по усовершенствованию мокрого пылеуловителя с целью уменьшения текущих и капитальных затрат при его эксплуатации.

Список литературы

1. Штокман Е. А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е. А. Штокман, В. А. Шилов, Е. Е. Новгородский, И. И. Саввиди, Т. А. Скорик, В. В. Пашков. – М. : АСБ, 1997. - 680 с.
2. Терехова О. Н. Пневмоинерционное сепарирование дисперсных материалов в процессах переработки зерна : монография / О. Н. Терехова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2011. – 200с.
3. Швыдкий В. С., Ладыгичев М. Г. Очистка газов : Справочное издание / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев. – М. : Теплоэнергетик, 2005. – 640 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ СТЕНД С КОСВЕННОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Бочарников А.П. – студент гр. МАПП-02, Терехова О.Н. – к.т.н., доцент каф. МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

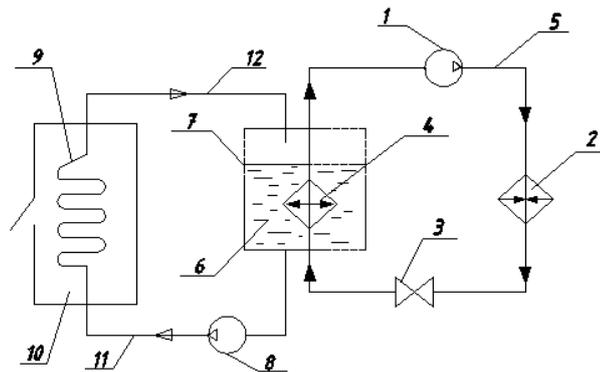
Направление холодильной и криогенной техники и технологии в отрасли пищевой и перерабатывающей промышленности в настоящее время развивается очень эффективно, что требует от системы подготовки инженерных кадров не только соответствующего уровня и объема теоретических знаний, но и практических навыков по эксплуатации холодильного оборудования, что невозможно без развитой лабораторной базы, обеспеченной реальными моделями холодильных установок, их составных узлов и элементов.

В Алтайском государственном техническом университете имеется аудитория «Холодильной техники и технологии», в которой размещены различные холодильные установки и стенды, которые позволяют не только изучить устройство, но так же проводить испытания и исследования по определению рабочих параметров, и их взаимного влияния в ходе выполнения лабораторных работ. Однако, с каждым годом техника предприятий обновляется и модернизируется, что ведет за собой требования по наличию квалифицированного персонала.

В аудитории 120 ПК имеется несколько типов холодильных установок-стендов, а именно: низкотемпературный прилавок, флюидизационный морозильный аппарат, малая холодильная установка. Так же аудитория оснащена учебными плакатами и шкафами с реальными деталями холодильных агрегатов. Примечателен тот факт, что каждый лабораторный стенд, расположенный в лаборатории холодильной техники и технологии разработан с участием студентов специальности МАПП в рамках дипломного и курсового проектирования. Так и не исключение стенд с косвенной системой охлаждения, который разработан нами в 2015 году.

Косвенная или рассольная система охлаждения предполагает наличие в холодильной установке промежуточного рабочего вещества- хладагента, который забирает теплоту от охлаждаемого продукта или пространства и передает ее хладагенту. Подобные системы широко используются в промышленности на крупных холодильниках, для передачи холода на значительные расстояния, для систем большой емкости, позволяют повысить безопасность производства и снизить нагрузку на компрессор холодильной установки, так же на холодильном транспорте при работе судов-рефрижераторов и системах охлаждения минеральной и технической воды.

Холодильный стенд состоит из двух контуров охлаждения (рис.1). Первый контур охлаждения представлен холодильным агрегатом, работающим на хладагенте R12, второй контур состоит из рассольного бака, системы трубопроводов, гидравлического насоса и змеевика-охладителя, соединенных между собой резьбовым трубным соединением. Основная суть холодильного стенда заключается в охлаждении холодильным агрегатом рассола, который в свою очередь, с помощью гидронасоса циркулируя по трубопроводам и змеевику охлаждает специализированную холодильную камеру, надежно защищенную с помощью специальных материалов от теплопритоков.



1-компрессор, 2-конденсатор, 3-регулятор, 4-испаритель, 5-трубопровод, 6-рассол, 7-рассольная камера, 8-электронасос, 9-змеевик-охладитель, 10-холодильная камера
11, 12-рассольные трубопроводы

Рисунок 1 –Функциональная схема разрабатываемого стенда

Как в рассоле, так и в камере возможно охлаждать пищевые продукты. Это позволяет проводить на данном стенде целый ряд лабораторных работ, которые смогут дать студентам не только знания, но и бесценный опыт, который невозможно получить изучая только теорию. После выдвинутой идеи студент гр. МАПП-02 Бочарников А.П. под руководством дипломного руководителя, к.т.н., доцента кафедры МАПП, Тереховой О.Н., приступил к выполнению конструкторской части проекта, после чего, по собранным документам был собран оригинальный стенд на предприятии ООО «Алтайторгтехника». Окончательный вид стенда представлен на рис. 2. и рис. 3

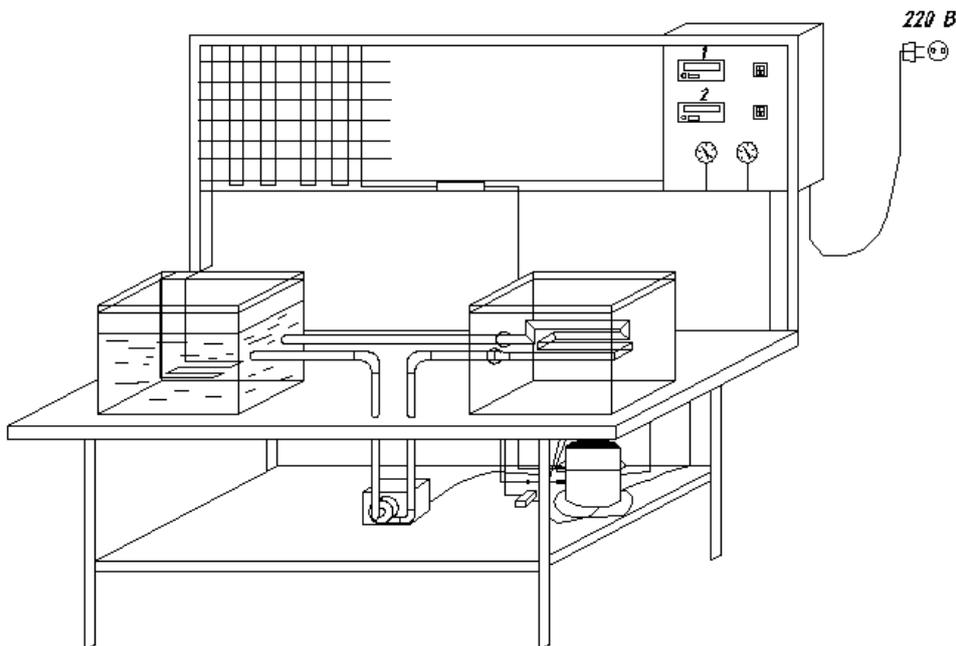


Рисунок 2 – Холодильный стенд с системой косвенного охлаждения



Рисунок 3 – Лабораторная холодильная установка с косвенной системой охлаждения

Данный стенд сейчас находится в аудитории 120 пищевого корпуса. Как говорилось ранее, на самом стенде возможно проведение различных лабораторных работ. Первые тестовые испытания стенда в лаборатории прошли успешно, была испытана парокомпрессионная холодильная установка [1], работающая на хладагенте R12 и работа второго контура охлаждения. После трех часов работы стенда температура рассола в рассольном баке стала $+1,5^{\circ}\text{C}$, а температура в камере охлаждения стала $+12^{\circ}\text{C}$ и продолжала падать, несмотря на то, что холодильный агрегат автоматически отключился. Течи и неисправности отсутствовали. Температура конденсатора колебалась в интервале $40,3..44,3^{\circ}\text{C}$. Результаты проведения испытания приведены на графике (рис. 4).

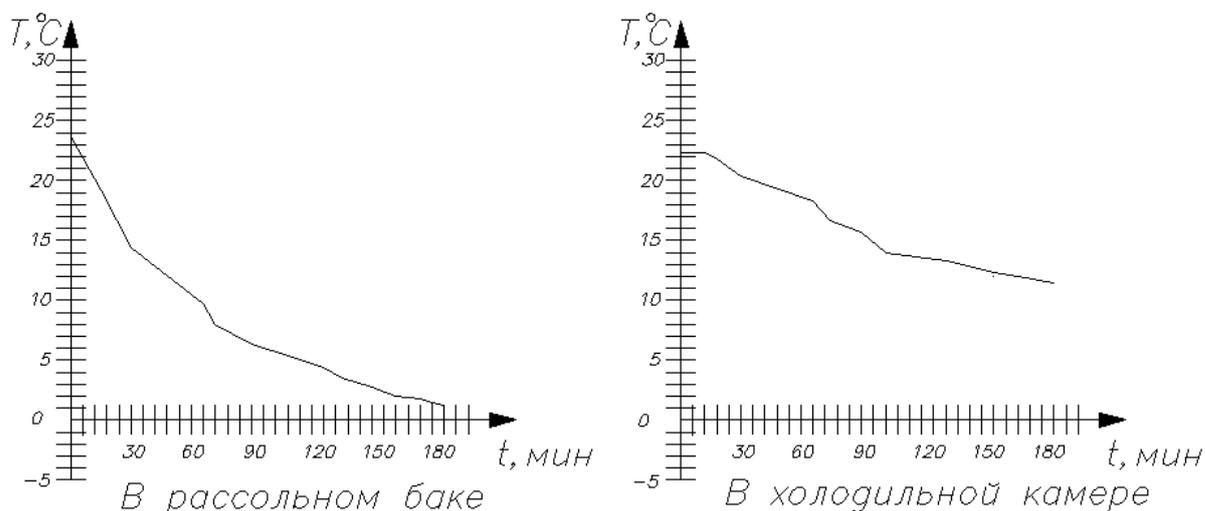


Рисунок 4 – Графики зависимости температуры рассола и воздуха от продолжительности работы лабораторного холодильного стенда.

Из вышеприведенных графиков следует вывод, что можно проводить опыты по охлаждению пищевых продуктов как в рассольном баке, так и в камере охлаждения. Из графиков наглядно видно, что охлаждение среды быстрее всего происходило в рассольном баке, за 3 часа там была достигнута наименьшая температура, следовательно, любой продукт быстрее охладится непосредственно в рассоле, нежели в камере охлаждения.

Таким образом, на стенде можно проводить ряд лабораторных работ, основные из которых:

1. Испытание парокомпрессионной холодильной машины (ПКХМ) [1];
2. Изучение работы и определение параметров рассольной системы охлаждения;
3. Охлаждение пищевых продуктов в жидкой среде [2];
4. Охлаждение пищевых продуктов в камере охлаждения [2];
5. Изучение работы компрессора в составе ПКХМ;
6. Определение объемной подачи насоса в составе лабораторного стенда.

Помимо лабораторных работ, студентам представлена возможность более глубокого анализа работы стенда, проектирование и внесение новых элементов и узлов, способных влиять как на холодопроизводительность установки, так и на ее конечную мощность.

Появление в учебной лаборатории еще одного холодильного стенда, положительно скажется на знаниях студентов, расширит их кругозор и опыт в области холодильной техники и технологии.

Список литературы

1. Терехова О.Н. . Методические указания к лабораторным работам по курсу «Холодильная техника и технология пищевых производств» для студентов специальностей 170600 –МАПП и 270800 – ТК. Часть I / Алт. Гос. Тех. Ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. – 25 с.

2. Терехова О.Н. Сборник примеров расчетов и лабораторных работ по курсу «Холодильная техника и технология» для студентов специальностей 170600 «Машины и аппараты пищевых производств», 270800 «Технология консервирования» / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд.-во. АлтГТУ, 2005 г.- 124 с.

СКЛАД БЕСТАРНОГО ХРАНЕНИЯ МУКИ НА ОАО «АЛТАЙХОЛОД»

Легенький С.С. студент гр. МАПП, Лямкин Е. С. – к.т.н., доцент кафедры МАПП.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время наблюдается динамичное развитие такой ниши в пищевой индустрии, как производство мясных полуфабрикатов. Спрос на эти продукты в последнее время повлиял на бурный рост данной отрасли. Хотя и основным сырьем считается мясо, нельзя не сказать, что значительную долю при изготовлении мясных полуфабрикатов составляет мука, т. к. ее удельный вес в производстве 30% от общей массы. На предприятиях данной отрасли в основном используется ручной труд, который приводит к большим издержкам – потере времени, низким санитарным нормам, потере муки при транспортировке. Эти проблемы приводят к повышению себестоимости продукции и существенно ограничивают развитие этих предприятий.

Одним из существующих направлений модернизации данной отрасли является механизация погрузочно-разгрузочных работ на этапах приемки, хранения и транспортировки сырья. Основное направление механизации – это внедрение бестарной перевозки и хранения муки, что позволяет снизить затраты, т.к. доставка муки бестарным способом более экономична, а также сократить потери муки. При этом следует учитывать, что механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ ведут также к решению ряда издержек и социально-экономических задач, связанных с улучшением условий труда рабочих, повышением уровня их квалификации, ликвидацией тяжелого физического труда, повышением санитарных норм, экономии времени на производство.

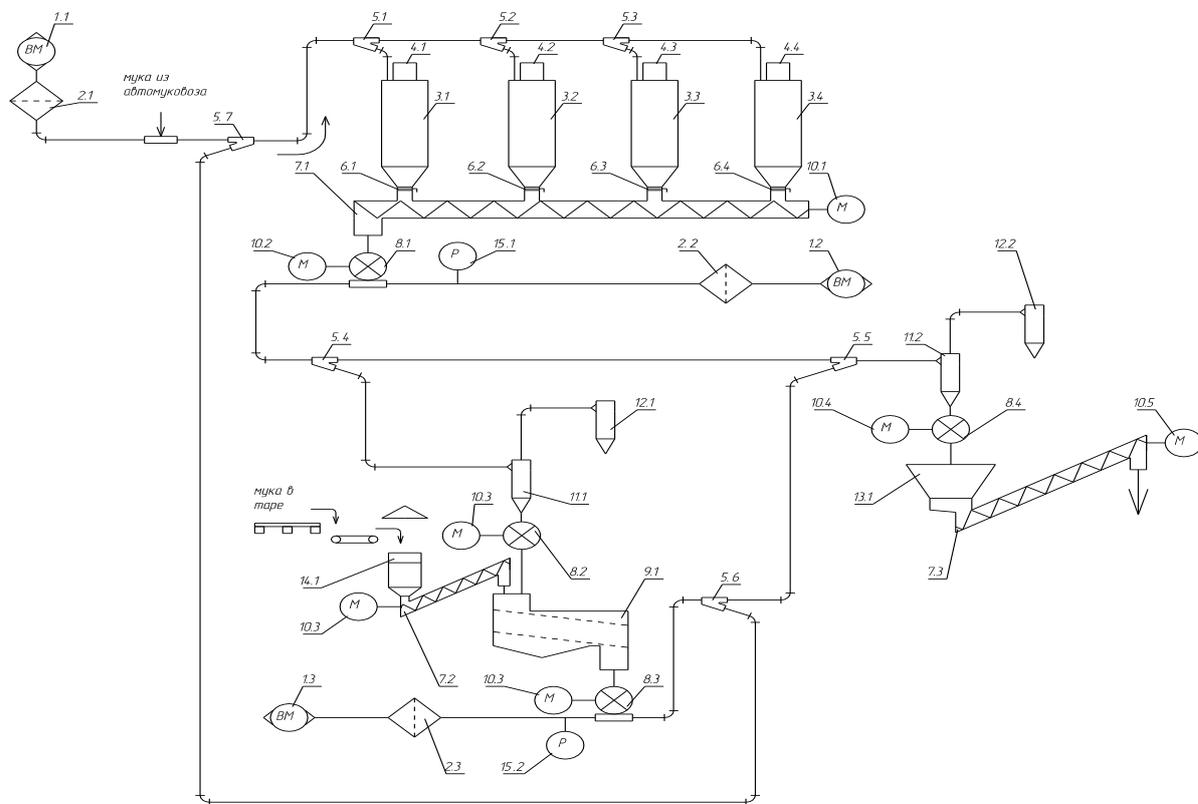
В последние годы на предприятиях пищевой промышленности наблюдалось развитие бестарного хранения муки, благодаря внедрению прогрессивных технологических процессов

и новых современных видов оборудования и средств механизации. Всё это в совокупности позволило повысить уровень производства. Таким образом, очевидно, что имеется возможность модернизации и технического перевооружения за счет сокращения ручного труда.

Именно поэтому, в виду всего вышесказанного, предпринимателям следует понимать, что повышение эффективности приемки, хранения и транспортировки муки, путем внедрения механизированных складов БХМ это залог конкурентоспособности предприятия на рынке.

Все вышеописанные проблемы касаются и одного из лидеров в производстве мясных полуфабрикатов в Алтайском крае ОАО «Алтайхолод». Цех по производству мясных полуфабрикатов предприятия требует серьезной модернизации. В настоящее время приемка, хранение и транспортировка муки осуществляются ручным трудом. При этом следует отметить что необходимая суточная потребность муки на предприятии составляет 4 т.

Решение сложившихся на ОАО «Алтайхолод» проблем предлагается путем внедрения склада БХМ с системой нагнетающего ПТУ. На рисунке 1 показана разработанная технологическая схема, согласованная с предприятием. Планируется установка 4 силосов общим объемом 27 тонн. Схема предполагает возможность приемки муки в мешкотаре на склад тарного хранения общей площадью 17,7 м². Узел растаривания котором также планируется установить ручной растариватель с мешкоопрокидывателем, куда продукт будет поступать посредством ленточного конвейера. Из растаривателя муку предлагается транспортировать посредством гибкого шнека в мукопросеиватель, а из последнего подавать в технологический бункер, из которого мука дозировано будет поступать на линию производства. Схема предусматривает возможность приемки муки как тарным методом, так и бестарным. Предусмотрена возможность транспортировки муки из тарного склада через мукопросеиватель в силоса, учитывая при этом возможный неравномерный прием сырья на предприятие.



1.1 – воздуходушная машина DT 10/42 DN 65; 1.2-1.3 – воздуходушная машина; 2.1-2.3 – влагомаслоотделитель; 3.1-3.4 – силос №1-4; 4.1-4.5 – фильтр; 5.1-5.7 – двухходовой переключатель; 6.1-6.4 – задвижка силоса; 7.1-7.3 – шнек; 8.1-8.4 – шлюзовой питатель; 9.1 – мукопросеиватель; 10.1-10.6 – электродвигатель; 11.1-11.2 – разгрузитель; 12.1-12.2 – пылеуловитель; 13.1 – бункер технологический; 14.1 – растариватель; 15.1-15.2 – манометр.

Рисунок 1 – Технологическая схема подачи муки на производство

Произведены гидравлические расчеты пневмотранспортных установок по нескольким методикам, что обеспечивает надежность результатов. Сделан расчет силоса и склада бестарного хранения. На основании результатов расчетов было выбрано основное пневмотранспортное оборудование – воздуходушная машина DT 10/42 DN65 мощностью 3 кВт, шлюзовой питатель RVS 05 с частотой вращения 20 об/мин, производительностью по муке 2т/ч и мощностью 0,55 кВт, разгрузитель УЦ-250 и в качестве основного материалопровода по ГОСТ 8732-78 выбрана труба бесшовная стальная горячедеформированная Ø57x3. Модернизация предусматривает и строительные изменения. Склад, в котором планируется установка силосов, не обладает достаточной высотой для их монтажа. В настоящий момент высота склада 3,5м. Существует необходимость реконструкции и увеличения высоты склада до 10 метров.

Из-за высоких шумовых характеристик воздуходушных машин последние необходимо установить в отдельном помещении, ввиду чего предлагается пристроить отдельную компрессорную с тыльной стороны склада.

Модернизация предлагает автоматическое переключение транспортных потоков и автоматическое открытие/закрытие задвижек силосов, зависящих от показателей датчиков уровней.

Реконструкция позволит предприятию повысить оперативность процессов приемки, хранения и транспортировки муки. В экономическом плане реконструкция позволит понизить себестоимость производства мясных полуфабрикатов, и повысит конкурентоспособность на рынке.

Список литературы

1. Турчанинова, Т. П. Техника и технология бестарного хранения муки / М.:Пищепромиздат, 2009. - 540 с.
2. Володин Н.П., Касторных М.Г., Кривошеин А.И. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам. – М.: Колос, 1984. - 288 с.
3. Мухопад К.А., Тарасов В.П. Влияние характеристик приемно-питающих устройств на устойчивость транспортирования сыпучих материалов / Ползуновский вестник 2/2 2012 с. 127-130.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИКОРМОВ

Босенко Е.А. - студент гр. ТМиО-11, Тарасов В.П. – научный руководитель, к.т.н., профессор кафедры МАПП

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

Современное развитие и интенсификация животноводства и птицеводства нуждаются в большом количестве кормов. Поэтому наряду с естественными кормами, которые соответствуют обычной пище животных, необходимо использовать и все кормовые средства, получаемые в разных отраслях промышленности в качестве побочных продуктов. Исследованиями и практикой кормления животных было установлено, что лучшее использование питательных веществ, заложенных в отдельных видах кормовых средств, достигается при скармливании их животным не в чистом виде, а в виде комбинированных смесей (комбикормов).

Задача комбикормовой промышленности - обеспечить животных всех видов и возрастных групп полноценным кормом. Главное при производстве комбикормов - создание такой смеси, которая восполнит потребность животных и птиц в питательных веществах, обеспечит их рост, развитие и сохранность. На сегодняшний день вырабатываются следующие виды комбикормов: рассыпные (мелкого, среднего и крупного помола); гранулированные; брикетированные.

Процесс приготовления комбикорма сложный и многоэтапный, который включает следующие операции: прием, взвешивание и хранение сырья, очистку сырья от посторонних примесей, шелушение, влаготермическая обработка, дробление зерновых компонентов, сушку и измельчение минерального сырья, подготовку смеси микродобавок с наполнителем, ввод жидких добавок, дозирование компонентов согласно рецептам, смешивание компонентов, гранулирование или брикетирование смесей, учет и выдача комбикормов. Наиболее затратными и сложными операциями являются смешивание и гидротермическая обработка комбикорма. Именно от них во многом зависит питательная ценность получаемого продукта и те ресурсы (человеческие, материальные, энергетические) которые необходимы для производства комбикормов.

На сегодняшний день используются следующие способы смешивания: объемные, циркуляционные и диффузионные.

В циркуляционных смесителях процесс смешивания реализуется при помощи центробежного или струйного насоса, который выступает в качестве локального турбулизатора. Основными недостатками является большая энергоемкость, длительность обработки смеси.

Диффузионные смесители обеспечивают смешивание частиц отдельных компонентов под действием внешних сил и тогда частицы начинают перераспределяться наподобие молекул при диффузии в газах. В этом случае дополнительно создаются разреженные слои смешиваемого материала путем вибрации или псевдооживления.

В смесителях объемного смешивания компоненты смеси перемещаются рабочими поверхностями мешалки по всему внутреннему объему смесителя хаотически. В них скорость процесса смешивания зависит от количества одновременно существующих поверхностей сдвига в массе сыпучего материала и скорости относительного перемещения материала в месте сдвига. Преимуществами объемных смесителей являются: простота конструкции и надежность в эксплуатации; возможность смешивания абразивных и взрывоопасных материалов; возможность смешивания материалов без разрушения частиц; широкий диапазон рабочих объемов. К недостаткам этих смесителей относятся: низкое качество готовой смеси; длительность процесса смешивания; значительные удельные затраты энергии; образование комочков при введении в смесь жидких добавок.

Другим не менее важным этапом технологического процесса производства комбикормов является кондиционирование. Его назначение – увлажнение и нагревание рассыпных комбикормов горячим сухим паром. При кондиционировании комбикорма происходит деструкция высокомолекулярных соединений, в частности крахмала и перевода их в усвояемую форму. Повышается питательная ценность за счет перевода сложных высокомолекулярных веществ в простые. Под действием влаги и пара комбикорм смягчается, нагревается, становится более пластичным, тем самым создаются лучшие условия для прессования комбикорма. В комбикорме или в сырье в результате термической обработки уничтожаются болезнетворные бактерии: кишечная палочка, сальмонеллы, и плесневые грибы. Для получения комбикормов используют ряд способов и методов тепловой обработки, классификация которых представлена на рисунке 1 [1]



Рисунок 1 – Классификация методов тепловой обработки комбикормов

Конвективный способ – нагрев происходит от горячего воздуха за счет его циркуляции в слое продукта одновременно.

Кондуктивный способ – это способ обработки зерна или его продуктов переработки осуществляющийся посредством нагрева продукта при непосредственном контакте его с нагретой поверхностью.

Конвективно-кондуктивный способ осуществляется путем нагрева материала от нагретой поверхности корпуса и от горячего воздуха за счет его циркуляции в слое продукта одновременно.

Процесс микронизации – это обработка инфракрасными лучами, которые проникают в материал с повышенной влажностью и вызывают его вспучивание, вследствие чего он становится мягким и растрескивается. В углеводах и белках происходят структурные изменения, аналогичные гидротермической обработке. Крахмал превращается в декстрины, которые легче усваиваются организмами животных.

Плющение зерновых компонентов - сравнительно новый способ. Он включает в себя гидротермическую обработку (ГТО) с последующим его плющением. Гидротермическая обработка повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов, понижает затраты энергии организма животных на переваривание питательных веществ. В процессе плющения происходит расщепление сложных сахаров, крахмал изменяет структуру и легче поддается действию ферментов. В целом улучшается использование кормов, которые прошли такую обработку, то есть обеспечивается быстрое и полное их переваривание.

Холодное кондиционирование наиболее простой способ ГТО, при котором зерновые ингредиенты увлажняют, а далее отволаживают в течении 4-8 часов.

Горячее кондиционирование проводят в кондиционерах путем подогрева до 55—60 градусов увлажненного зернового материала, охлаждения его до 16—20°C и отволаживания в течение 2—6 часов.

Гранулирование — это процесс переработки исходного материала в гранулы, агрегаты геометрически правильной, единообразной формы и одинаковой массы. Гранулированные

комбикорма имеют достоинства — повышенную объемную массу, хорошо транспортируются механическим и пневматическим транспортом без нарушения однородности, удобны для бестарных перевозок и полной механизации раздачи корма на фермах. Гранулированный комбикорм лучше хранится, в процессе гранулирования идет частичное обеззараживание комбикорма.

Экструдирование заключается в том, что измельченные компоненты для комбикорма подаются в прессе-экструдер где под действием высокого давления и трения компоненты разогреваются до температуры 120...150°C. Продукт превращается в потолченную массу. При выходе из пресса, благодаря большому перепаду давления, масса вспучивается (набухает). Большая часть микрофлоры (бактерии, грибки) уничтожается.

Экспандированные корма производятся также как экструдаты, только отсутствует заключительное формообразующее продавливание прессом через матрицу, в результате чего образуются более грубые частицы корма, которые впоследствии размельчаются (гранулируются) механическим образом.

Однако все методы ГТО предлагают использование дорогостоящего и габаритного оборудования, многое из которого производится за рубежом. На осуществление процессов смешивания и ГТО требуются значительные материальные и энергетические затраты в виде тепловой и электрической энергии, воды. Так как на экструзионную обработку 1 тонны комбикорма требуется до 150 кВт в час затрат энергии, что существенно сказывается на стоимости конечной продукции. Кроме того эти процессы часто нельзя реализовать в непрерывном режиме. Они достаточно продолжительны во времени, что приводит к необходимости дополнительных производственных площадей (для буферных емкостей, коммуникаций, вспомогательного оборудования), а также транспортных механизмов. Таким образом, совершенствование процессов смешивания и ГТО ключевая задача, решение которой позволит существенно снизить себестоимость конечной продукции комбикормового производства.

Список литературы

1. Глебов Л.А. Технологическое оборудование предприятий отрасли /Л.А. Глебов, А.Б. Демский, Ф.В. Веденьев, М.М. Темиров. Ю.М.Огурцов//: - М.:Дели принт,2006. - 816с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА БЫСТРОВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН.

Попов И.Е. – студент гр. ТМиО-11, Тарасов А.В. – к.т.н. доцент кафедры МАПП Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В пищевой отрасли распространены машины с быстровращающимися рабочими органами. В мукомольной и зерноперерабатывающей промышленности применение получили энтолейторы, дезинтеграторы и дисмембраторы. Эти машины служат для обработки сыпучих материалов, для их дезинфекции или измельчения. Такие же машины используются в других областях промышленности.

Основная задача при конструировании быстровращающегося рабочего органа выявить действующие напряжения и выявить место максимальной нагрузки. Одной из главных проблем в таком расчете является трудоемкость процесса и необходимость выполнения подобных операций с большим количеством данных, что может привести к ошибкам в расчетах.

Для повышения точности и производительности расчетов, предлагается использовать электронный редактор таблиц «Microsoft Excel».

Данная программа распространена, доступна любому пользователю и является «де факто» стандартом для работы с таблицами. В данной программной среде возможно использовать сложные математические вычисления, функции, операции, а также построение диаграмм. С помощью этих инструментов, в нашем случае, можно выполнить расчет и

построить эпюры напряжения, для анализа нагруженного состояния быстровращающегося диска.

Для этого в Microsoft Excel были созданы форма заполнения исходных данных, график для анализа полученных результатов и занесены расчетные формулы, по расчету дисков и роторов с нагруженной боковой поверхностью.

Основная задача при расчете быстровращающихся дисков это определение тангенциальных и радиальных напряжений возникающих от сил инерции как самого диска так и сосредоточенной нагрузке (пальцев, молотков и т.п.)

Рассмотрим, для примера, расчет дисков простой конфигурации, нагруженный боковой нагрузкой (пальцы дезинтегратора).

Диск имеет постоянное сечение (Рисунок 1) и на определенном радиусе расположены пальцы, которые и выполняют основную работу. Исходя из предложенной схемы нагружения [1, 2] будут зависеть от сил инерции F и изгибающего момента M которые равны соответственно:

$$F_u = m \cdot z \cdot \omega^2 \cdot r_u \quad (1)$$

где:

m - масса одного пальца, кг;

z - количество пальцев, шт;

r_u - радиус центра масс пальцев, м.

$$H_i = \frac{J_d \cdot z}{2 \cdot \pi \cdot r_i} \quad (2)$$

где:

J_d - сила инерции диска, Н;

r_i - радиус окружности распределения нагрузки на диск от действия сил инерции пальцев,

м.

Сила инерции F_u определяется по формуле (13).

Перенесем силу параллельно F_u ее первоначальному направлению в срединную плоскость диска, одновременно приложив к диску момент:

$$M_i = H_i \cdot l \quad (3)$$

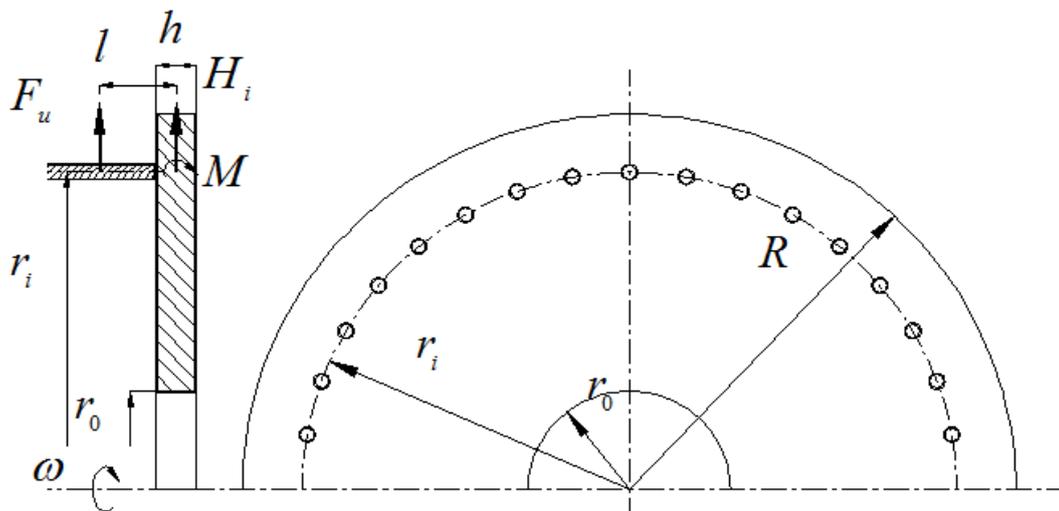


Рисунок 1 – Схема нагрузки вращающегося диска, на боковой поверхности которого укреплены пальцы.

Применяя принцип независимости действия сил определим напряжения от действия изгибающего момента и распределенной нагрузки по формуле (10). Суммируя воздействие этих сил, получаем формулы для определения нагруженного состояния.

Радиальное напряжение:

$$\sigma_r = (\sigma_r)_H + (\sigma_r)_m = \sigma_{r0} \cdot \psi_{rr} + \sigma_{t0} \cdot \psi_{rt} + \sum_{i=1}^K \left(\frac{H_i}{h} + \frac{6 \cdot M_i}{h^2} \right) \cdot \psi_{rm} \quad (4)$$

Тангенциальное напряжение:

$$\sigma_t = (\sigma_t)_H + (\sigma_t)_m = \sigma_{t0} \cdot \psi_{tr} + \sigma_{t0} \cdot \psi_{tt} + \sum_{i=1}^K \left(\frac{H_i}{h} + \frac{6 \cdot M_i}{h^2} \right) \cdot \psi_{tm} \quad (4)$$

где

$$\sigma_{r0} = (\sigma_{r0})_H + \frac{6 \cdot M_{r0}}{h^2}; \quad \sigma_{t0} = (\sigma_{t0})_H + \frac{6 \cdot M_{t0}}{h^2}.$$

На практике для расчёта используется более удобная форма записи уравнения (4):

$$\sigma_r = \alpha_r \cdot \sigma_{r1} + \alpha_t \cdot \sigma_{t1} + \alpha_c \cdot T \quad (5)$$

$$\sigma_t = \beta_r \cdot \sigma_{r1} + \beta_t \cdot \sigma_{t1} + \alpha_c \cdot T,$$

здесь для стальных дисков при $\mu = 0,3$; $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па; $\rho = 8 \cdot 10^3$ кг/м³.

$$\alpha_r = \beta_t = \frac{(1+x^2)}{2}; \quad (6)$$

$$\alpha_t = \beta_r = \frac{(1-x^2)}{2}; \quad (7)$$

$$\alpha_c = -2,74 \cdot (3,3 - 2,6 \cdot x^2 - 0,7 \cdot x^4); \quad (8)$$

$$\beta_c = -2,74 \cdot (1,9 - 2,6 \cdot x^2 - 0,7 \cdot x^4); \quad (9)$$

где $x = \frac{r_0}{r} = \frac{D_0}{D}$ отношение внутреннего радиуса к текущему.

$$T = (2 \cdot r)^2 \cdot \left(\frac{n}{1000} \right)^2, \quad (10)$$

где n – частота вращения диска, об/мин; r – текущий радиус диска, м; σ_{r1} ; σ_r ; σ_{t1} ; σ_t – радиальные и окружные напряжения на внутреннем и текущем радиусах соответственно, МПа.

Если диск изготовлен не из стали с плотностью ρ_m , то необходимо последнее слагаемое в формулах (5) умножить на поправочный коэффициент ρ/ρ_m .

Чтобы применить уравнения (5) для расчёта напряжений в любой точке диска и, следовательно, для построения эпюр напряжений $\sigma_r = f(r)$; $\sigma_t = f(r)$, необходимо из заданных начальных условий определить σ_{t1} .

Обычно эту величину находят благодаря условию

$$\sigma_{r(r=R_2)} = \sigma_{r2} = \sum \frac{F_u}{2 \cdot \pi \cdot R_2}, \quad (11)$$

где $\sum F_u$ – суммарная центробежная сила по наружному контуру диска ($2 \cdot \pi \cdot R_2$) от действия лопаток, молотков и других элементов.

Если такие элементы отсутствуют, то $\sigma_{r2} = 0$ (например, диск распылительной сушилки, наждачный или шлифовальный круг и т.п.). Таким образом, граничное условие при подстановке в (5) позволяет определить:

$$\sigma_{t1} = \frac{(\sigma_{r2} - \alpha_{r(R_2)} \cdot \sigma_{r1} - \alpha_{c(R_2)} \cdot T_{(R_2)})}{\alpha_{t(R_2)}}. \quad (12)$$

Далее перейти к расчёту напряжений σ_r и σ_t по формулам (4) для любого радиуса r , а затем и к построению эпюры напряжений по радиусу диска. Эпюра наглядно иллюстрирует участки с максимальными напряжениями σ_r^{\max} ; σ_t^{\max} и позволяет перейти к оценке местных запасов прочности диска по напряжениям:

$$n_m = \sigma_d \cdot 10^5 / \sigma_{\max} ; n_m = \sigma_T / \sigma_{\max} ; n_m \geq [n_m], \quad (13)$$

где n_m – запас прочности (местный); $\sigma_d \cdot 10^5$ – предел длительной прочности материала, зависящий от рабочей температуры и длительности работы диска; σ_r – предел текучести материала; σ_{\max} – наибольшее напряжение (радиальное или окружное) на данном радиусе диска, $\sigma_{\max} = \max\{\sigma_r^{\max}; \sigma_t^{\max}\}$; $[n_m]$ – допускаемый местный запас прочности, принимаемый обычно $[n_m]=2$.

Для расчета машин с быстровращающимся рабочим органом по выше описанной методике создан лист в Microsoft Excel состоящий из основных четырех основных частей.

1. Диапазон с исходными данными ячейки C2:C9 (Рисунок 2), к которым относятся – масса пальца m , кг; количество пальцев z , шт; обороты диска n , об/мин (при этом угловая скорость рассчитывается автоматически); внешний и внутренний радиусы диска R и r_0 , м; толщина диска h , м; вылет центра масс пальцев l , м.

	A	B	C	D
1	Исходные данные			
2	масса	m		кг
3	количество пальцев	z		шт
4	обороты	n		об/мин
5	обороты	w		с-1
6	внешний радиус диска	R		м
7	внутренний радиус диска	r0		м
8	толщина диска	h		м
9	вылет центра масс пальца	l		м

Рисунок 2- Диапазон программы с исходными данными.

2. Расчетные данные (Рисунок 3), к которым относятся ячейки C12:C17- сила инерции пальцев, изгибающий момент, напряжение на диске в месте крепления пальцев, напряжённое состояние диска.

11	Расчетные данные			
12	Сила инерции пальцев	Fц		H
13	Изгибающий момент	M		H*м
14	Напряжение на диске в	сигма а		Па
15	месте крепления пальцев			МПа
16	Напряженное состояние	сигма т1		Па
17	диска			МПа

Рисунок 3- Расчетные данные.

3. Диапазон ячеек E2:E27, в котором задается расстояние от места приложенной нагрузки до внутренней поверхности диска радиуса r_0 (рис.1) с заданным шагом. В диапазоне ячеек F2:L27 происходит расчет для построения эпюр напряжения (Рисунок 4).

4. Диаграмма эпюр тангенциальных и радиальных напряжений (Рисунок 5) для наглядной визуализации

Для работы необходимо открыть документ Microsoft Excel, в котором находится сохранённый лист. В разделе исходные данные вносим или изменяем исходные данные. В ячейку C2 записываем массу диска; в ячейку C3 записываем количество пальцев; в ячейку C4 вносим данные о оборотах диска в минуту; в ячейке C5 в

	E	F	G	H	I	J	K	L
1	r	x	ac	at	bt	T	сигма r	сигма a
2	0,350	0,286	-8,448	0,459	0,541	1,10	2,56	4,6
3	0,340	0,294	-8,411	0,457	0,543	1,04	3,06	5,3
4	0,330	0,303	-8,372	0,454	0,546	0,98	3,54	5,9
5	0,320	0,313	-8,328	0,451	0,549	0,92	3,99	6,5
6	0,310	0,323	-8,280	0,448	0,552	0,86	4,42	7,1
7	0,300	0,333	-8,227	0,444	0,556	0,81	4,83	7,7
8	0,290	0,345	-8,168	0,441	0,559	0,76	5,21	8,2
9	0,280	0,357	-8,102	0,436	0,564	0,71	5,56	8,8
10	0,270	0,370	-8,029	0,431	0,569	0,66	5,89	9,4
11	0,260	0,385	-7,946	0,426	0,574	0,61	6,18	10,0
12	0,250	0,400	-7,853	0,420	0,580	0,56	6,44	10,5
13	0,240	0,417	-7,747	0,413	0,587	0,52	6,67	11,1
14	0,230	0,435	-7,627	0,405	0,595	0,48	6,86	11,7
15	0,220	0,455	-7,488	0,397	0,603	0,44	7,00	12,3
16	0,210	0,476	-7,328	0,387	0,613	0,40	7,09	12,9
17	0,200	0,500	-7,141	0,375	0,625	0,36	7,13	13,5
18	0,190	0,526	-6,921	0,361	0,639	0,32	7,10	14,2
19	0,180	0,556	-6,661	0,346	0,654	0,29	7,00	14,9
20	0,170	0,588	-6,347	0,327	0,673	0,26	6,81	15,7
21	0,160	0,625	-5,967	0,305	0,695	0,23	6,51	16,6
22	0,150	0,667	-5,497	0,278	0,722	0,20	6,07	17,5
23	0,140	0,714	-4,908	0,245	0,755	0,18	5,47	18,6
24	0,130	0,769	-4,155	0,204	0,796	0,15	4,65	19,9
25	0,120	0,833	-3,170	0,153	0,847	0,13	3,54	21,5
26	0,110	0,909	-1,844	0,087	0,913	0,11	2,04	23,4
27	0,100	1,000	0,000	0,000	1,000	0,09	0,00	25,8

Рисунок 4-Диапазон данных для построения эпюр напряжения

автоматическом режиме выводится угловая скорость; в ячейку С6 вносим внешний радиус диска; в ячейку С7 заносятся данные о внутреннем радиусе диска; в ячейку С8 заносятся данные о толщине диска; а в ячейку С9 заносится длина пальцев. В расчетной части, в автоматическом режиме в ячейках С12:С17 происходят вычисления по заранее введенным уравнениям:

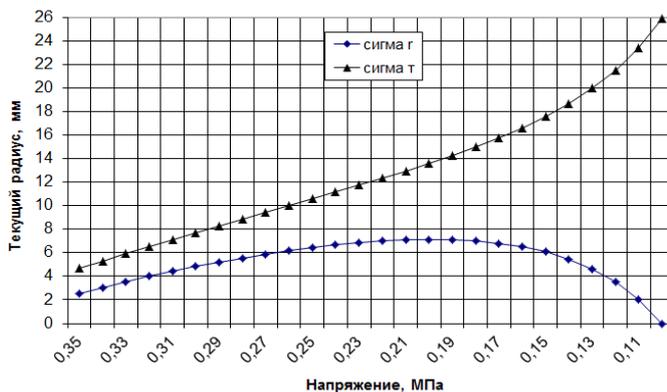


Рисунок 6 – Диаграмма эпюр напряжений.

- в ячейке С12 ($=\$C\$2*\$C\$5*\$C\$5*E2$) рассчитывается сила инерции пальцев по формуле (1);

- в ячейке С13 ($=C12*\$C\9) рассчитывается изгибающий момент по формуле (3);

- в ячейке С14:С15

($=(\$C\$3/(2*\text{ПИ}()*\$E\$2))* (C12/\$C\$8+6*C13/\text{СТЕПЕНЬ}(\$C\$8;2))$) вычисляется напряжение на диске в месте крепления пальцев, и рассчитывается по формуле (4);

- в ячейках С16:С17 ($=(C14+G2*J2)/H2$) рассчитывается напряженное состояние диска по формуле (4);

В диапазоне ячеек E2:E27 заносим радиусы в которых рассчитываются радиальные и тангенциальные напряжения (σ_r, σ_t);

- в диапазоне ячеек F2:J27 производится автоматический расчет промежуточных коэффициентов по формулам (8-10).

- в ячейках K2:K27, L2:L27 получаем рассчитанные радиальные и тангенциальные напряжения

(σ_r, σ_t), которые отображаются на диаграмме (рисунок 6) в виде эпюр напряжений.

Предложенная методика была опробована при расчетах быстровращающихся дисков с пальцами по вариантам [2]. Использование подготовленного листа Microsoft Excel показало отличную сходимость результатов, точность расчетов, сокращение времени расчетов. Все это позволяет рекомендовать использование Microsoft Excel при проведении инженерных расчетов.

Список использованной литературы:

1. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Л: Машиностроение, 1984. 299 с

2. Тарасов А. В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. 128 с.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИМПУЛЬСНОГО ПОДДУВА

Дедов Д.Ю. – студент гр. МАПП-01, Троянов Р.С. – магистрант гр. 8ТМиО -41,
Тарасов А.В. – к.т.н., доцент кафедры МАПП

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

Пневматическое транспортирование материалов находит все большее и большее применение. Процесс перемещения сыпучих твердых материалов газовым потоком в последнее время широко используется не только для транспортирования материалов, но и для осуществления различных целей технологического процесса (сушки, охлаждения и т.п.), где особенно важно знать характер движения газа и частиц по сечению. Это заставляет не только глубоко заниматься экспериментальной работой для получения данных для проектирования пневмотранспортной установки, но и изучать физическую сущность процесса, без знания которой совершенно невозможно создать обоснованную теорию.

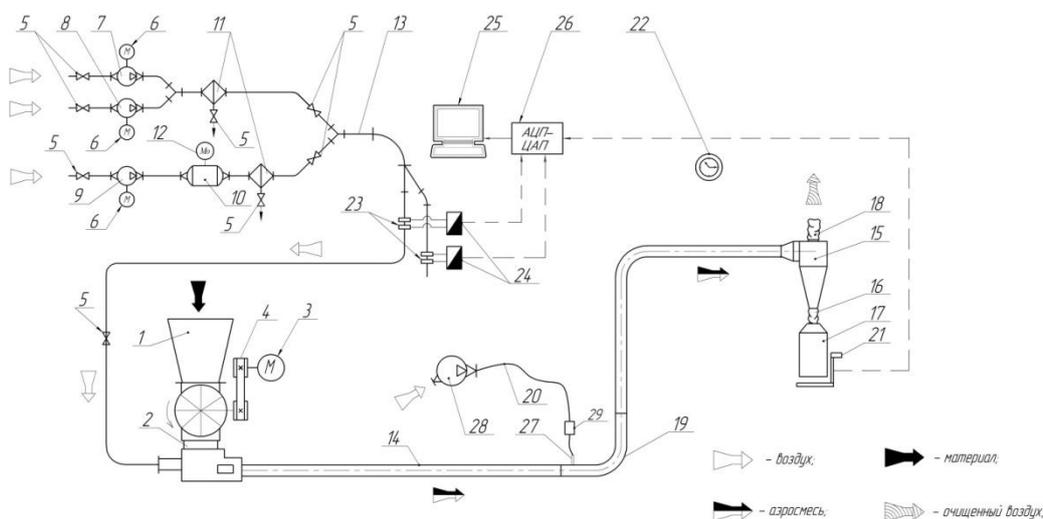
Существенной причиной, ограничивающей еще более широкое применение пневмотранспорта, является большой расход энергии на единицу массы транспортируемого материала. При этом пневмотранспортные установки включают участки - отводы, где поток материала меняет свое направление. На подобные местные сопротивления расходуется значительная часть энергии, т.к. падение давления в поворотах вызывается затратами на образование вихревых зон, парного вихря, на восстановление скорости частиц, изменяющих направление движения [1]. Известно, что расход энергии при аэрозольтранспорте пропорционален произведению расхода воздуха в трубе (Q) на величину потерь давления (ΔP) в ней. Поскольку оба сомножителя пропорциональны скорости воздушного потока, то, очевидно, минимальный расход энергии будет при минимальной скорости потока воздуха. С другой стороны, при снижении скорости воздушного потока ниже допустимого, происходит закупорка трубопровода и в первую очередь транспортирование прекращается в местах, где материал меняет свое направление, т.е. в отводах. Поэтому отводы в сети способствуют образованию завалов. Чтобы избежать их, при проектировании часто приходится увеличивать расчетную скорость воздуха и закладывать более производительное оборудование, что ведет к увеличению расхода энергии, ускорению износа труб, измельчению транспортируемого материала. Таким образом, отводы являются энергоемкими элементами пневмоустановок и опасными узлами с точки зрения обеспечения надежности работы установок.

Для стабилизации движения перемещаемого материала применяют различные способы. На практике образовавшиеся при завале пробки пытаются разрушить механическим путем, например, ударами молотком по материалопроводу или по отводу, воздействовать колебаниями ультразвуковой частоты на трубопровод и транспортируемый в нем материал. Также для уменьшения вероятности возникновения завала используются отводы с длинным радиусом закругления. Тем не менее, все перечисленные способы иногда не позволяют в полной мере обеспечить устойчивость пневмотранспортирования. В данном случае под устойчивостью понимается такая скорость аэросмеси в материалопроводе, при которой происходит непрерывное транспортирование материала, т.е. скорость воздушного потока должна быть выше критической $U_{кр} < U$. Поэтому необходимость повышения эффективности устойчивого пневмотранспортирования и работы пневмотранспортной установки в целом является актуальной научной задачей, представляющая большой научный интерес.

Одним из возможных и перспективных способов решения вышеуказанных проблем может являться применение импульсного поддува сжатого воздуха в отвод материалопровода. Положительный эффект воздействия импульсного поддува сжатого воздуха на устойчивость пневмотранспортирования подтвержден рядом исследований [2].

В настоящей статье обсуждается стенд, и приводятся результаты исследований, основная цель которых заключается в повышении эффективности работы пневмоустановок.

Для оценки влияния импульсного поддува сжатого воздуха в отвод пневмоустановки в процессе транспортирования материала (муки), спроектирован и смонтирован экспериментальный стенд, схема которого представлена на рисунке 1. В качестве источника гидравлической энергии используются поршневые компрессоры 7, 8, 9. Расход транспортирующего воздуха изменяется закрытием/открытием вентилей 5. Подвод воздуха к питателю 2 осуществляется с помощью воздуховода 13. Питающий бункер 1 служит оперативной емкостью и обеспечивает непрерывную подачу транспортируемого материала в питатель 2. Перемещение аэросмеси осуществляется в материалопроводе 14, а отделение транспортируемого материала от воздуха происходит в циклоне 15, на выпускном патрубке которого расположен рукавный фильтр 18. Отделившийся материал сыпается в разгрузочный бункер 17, установленный на тензометрических весах 21. Источником импульсной продувки является мобильный поршневой компрессор 28, подающий сжатый воздух в жестко закрепленный на участке материалопровода продувочный штуцер 27, запитываемый клапаном соленоидным с узлом управления 29. Расход воздуха в установке замеряется датчиком преобразования разности давлений (Метран 22-ДД), непрерывный пневматический сигнал, на который поступает от диафрагм 23. Унифицированный выходной токовый сигнал с датчиков перепада давления подается на аналого-цифровой преобразователь (плату АЦП-ЦАП) 26. Давление в пневмоустановке контролируется преобразователем давления 24 типа МП, производительность - с помощью тензовесов 21.



1 – питающий бункер; 2 – питатель; 3, 6 – привод; 4 – ременная передача; 5 – вентиль; 7,8,9 – компрессор; 10 – ресивер; 11 – влагомаслоотделитель; 12 – манометр; 13 – воздуховод; 14 – материалопровод; 15 – циклон; 16 – мягкая вставка; 17 – разгрузочный бункер; 18 – рукавный фильтр; 19 – отвод с прозрачными стенками; 20 – гибкая подводка; 21 – тензовесы; 22 – секундомер; 23 – диафрагма; 24 – преобразователь перепада давления; 25 – персональный компьютер; 26 – аналого-цифровой преобразователь АЦП-ЦАП; 27 – штуцер продувочный; 28 – компрессор мобильный поршневой; 29 – узел управления электроклапаном.

Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

Унифицированные выходные токовые сигналы, зависящие от значений измеряемых параметров пропорциональные, соответственно, давлению и массе, поступают также на плату АЦП-ЦАП 26. Визуализация, контроль и запись параметров работы пневмотранспортной установки для параметров персональном компьютере 25, информация на который поступает с платы АЦП-ЦАП 26.

В бункер засыпается мука, далее шлюзовой питатель подает материал в смесительную камеру, для смешивания его с воздухом и подачи в материалопровод. В материалопроводе

установлен отвод из оргстекла с прозрачными стенками: для съемки, для измерений и для импульсной поддувки. После чего аэрозоль проходит материалопровод и попадает в циклон-разгрузитель, где отделяется воздух от муки, после чего она сыпается в бункер.

Для проверки теоретических положений проводились экспериментальные исследования на описанном стенде. В пневмотранспортной установке создавались условия близкие к критическим (завал), путем увеличения подачи материала. Завал образовывался путем накопления материала в нижней части отвода.

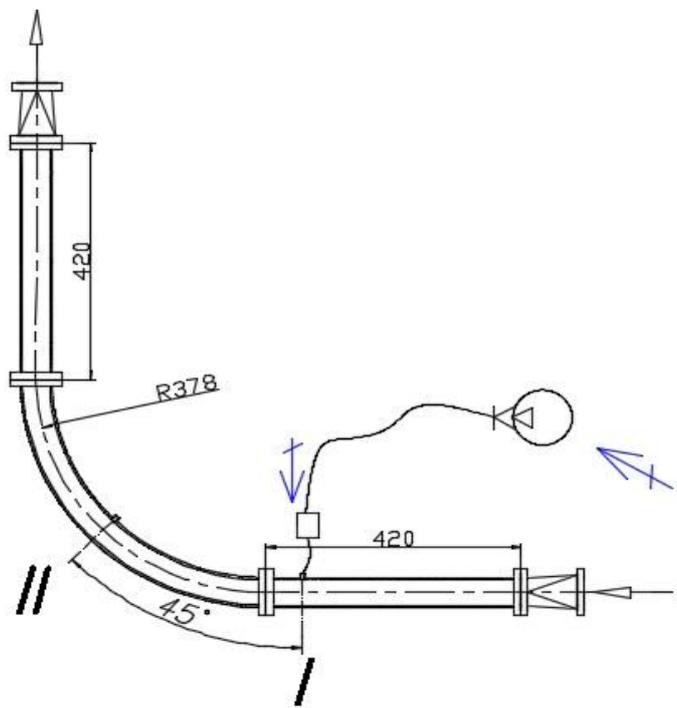


Рисунок 2 - Схема поддува сжатого воздуха

При тех же условиях осуществлялся импульсный поддув воздуха 0,5/1,0с с помощью мобильного компрессора в отвод, в результате чего, транспортировка материала была стабильной. Результаты проведенных исследований приведены на рис.3

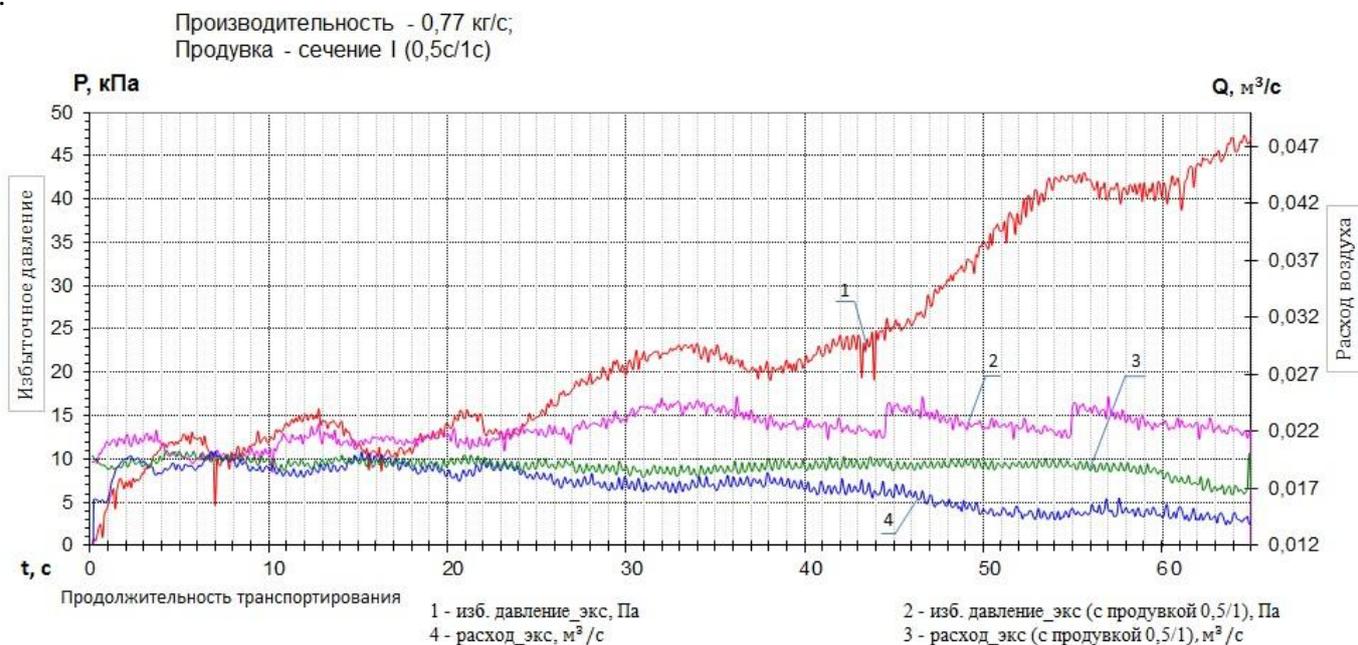


Рисунок 3 - Диаграмма изменения расхода материала относительно давления с поддувкой/без поддувки

Результаты экспериментов, реализованных при уменьшении расхода воздуха без импульсного воздействия свидетельствуют о большей дестабилизации процесса и повышению риска “завала” материалопровода вследствие увеличения амплитуды колебаний избыточного давления практически в 4 раза - до 45 кПа и уменьшения частоты колебаний.

Тогда как импульсное воздействие позволило увеличить устойчивость процесса со значительным увеличением амплитуды колебания давления до 10 кПа

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований, установлено, что воздействие импульсного поддува в отвод материалопровода при пневмотранспортировании в критическом режиме (с возможностью образования завала) позволяет осуществлять транспортировку стабильно. Можно рекомендовать использование импульсного поддува для повышения эффективности работы пневмотранспортной установки: снизить сопротивление движения аэросмеси при ее повороте и уменьшить энергозатраты на транспортирование. Это в свою очередь приводит к снижению стоимости пневмотранспортного оборудования, а также увеличения срока службы, за счет уменьшения абразивного износа материалопровода и снижению разрушения транспортируемого материала. Данный положительный эффект поддува предполагается проверить в других режимах пневмотранспортирования и положениях отвода.

Список литературы

1. Зувев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. - М.: Колос, 1976. - 344 с.
2. Островский Г.М. Пневматический транспорт сыпучих материалов в химической промышленности. – Л.: Химия, 1984.-104 с.

ДВУХПРИЕМНЫЙ РАЗГРУЗИТЕЛЬ ПРОДУКТОВ РАЗМОЛА

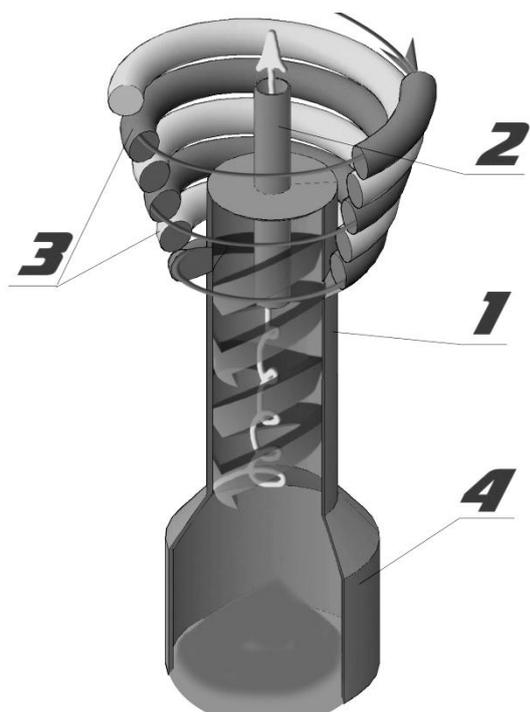
Конин А.В. – студент гр. МАПП-01, Терехова О.Н. – научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры МАПП

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

На данный момент в пневмотранспортировании существует нерешенная проблема низкой эффективности процесса отделения мелкодисперсного продукта в разгрузителях, такого как мука высшего сорта, дисперсностью 30-50 мкм. Эффективность составляет 85-89% на единичных установках разгрузителей. В качестве разгрузителя на производстве используют циклоны. Такая низкая степень отделения мелкодисперсного продукта от воздуха обусловлена несовершенством конструкции самого циклона и не соблюдением требуемого режима его работы по выполнению условия соблюдения оптимальной входной скорости, отсутствию подсосов и т.п. [1] Целью разработки является увеличение эффективности отделения мелкодисперсных продуктов при пневмотранспортировании, а так же повышение функциональности и пропускной способности разгрузителя.

Предложенный нами двухприемный разгрузитель продуктов размола был создан на базе 3-х устройств – циклона, спирального пылеотделителя [2] и двухприёмного разгрузителя, и вбирает в себя их лучшие качества. Общеизвестно в технике воздухоочистки, что лучший эффект отделения продукта (пыли) от газовой среды достигается не одним каким-то способом (инерционный, гравитационный, фильтрационный и т.д.), а их взаимным использованием. В нашем случае спиральный пылеотделитель дополняет циклон, а циклон в свою очередь имеет два входа для увеличения производительности.

Схема двухприемного разгрузителя представлен на рисунке 1. Устройство представляет собой цилиндрическую камеру (1), с двумя входящими тангенциальными патрубками (3), внутренним цилиндром (2) для отсоса воздуха и бункором (4) для приема продукта.



Аэрозоль поступает в два гибких воздуховода, имеющих форму спирали, тангенциально присоединенных к цилиндрическому корпусу. Проходя через входные патрубки в корпус разгрузителя, аэрозоль под действием совокупных сил (центробежной, сил инерции, силы тяжести) закручивается и концентрируется на внешнем радиусе спирали, таким образом продукт концентрируется и уже на входе в цилиндрический корпус разгрузителя оказывается внутренней поверхности внешнего цилиндра корпуса и устремляется вниз. Продукт попадает в бункер, а воздух, меняя свое направление, уходит во внутренний цилиндр для очищенного воздуха.

Рисунок 1 – Схема двухприемного разгрузителя

По предложенной схеме была изготовлена и испытана экспериментальная установка двухприемного разгрузителя со спиральным входом. Экспериментальным путем был установлен диапазон оптимальной входной скорости, гидравлическое сопротивление, а так же изучено влияние ряда конструктивных параметров на работу установки, таких как: степень заглубления внутреннего цилиндра в корпус устройства, диаметр и количество витков спирали входных устройств. Установка испытывалась на продуктах размол с различных драных и размольных систем, взятых из размольного отделения мельницы ЗАО «Союзмука».

Наиболее интересные, на наш взгляд результаты испытания приведены ниже. Максимальная эффективность отделения продукта от воздуха достигнута при разгрузке отрубей (рис. 2). Отруби имеют диапазон по дисперсности 100-500 мкм. График представляет собой зависимость эффективности отделения от скорости на входе в разгрузитель. Как видно из проведенного графика наибольшая эффективность 99,9% достигается при входной скорости равной 13-14м/с.

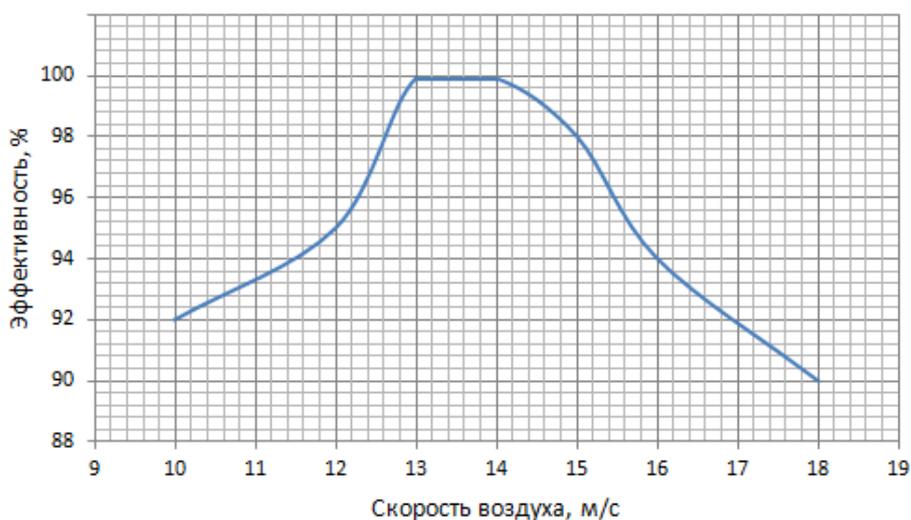


Рисунок 2 – Зависимость эффективности улавливания отрубей от скорости на входе в разгрузитель

Наиболее сложным продуктом, с точки зрения отделения, является мука высшего сорта, обладающая тонкой дисперсностью и высокой коагуляционной способностью. На рисунке 3 представлены результаты испытания разгрузителя на данном продукте.

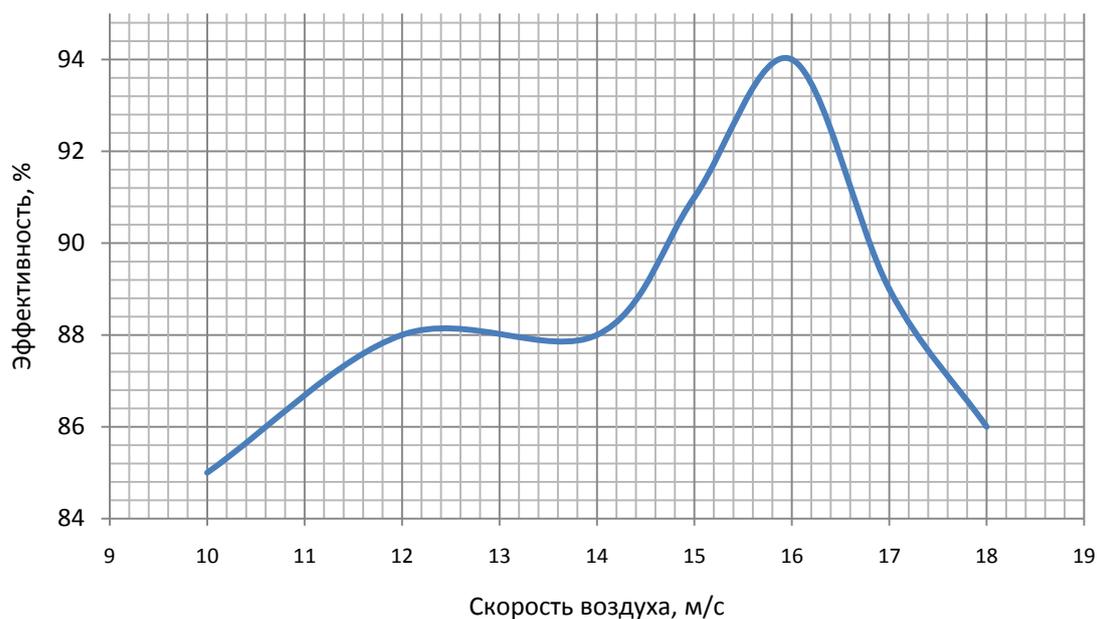


Рисунок 3 – Зависимость эффективности отделения продукта мука высший сорт от скорости на входе в разгрузитель

Исходя из проведенного эксперимента мы получили, что наибольшая эффективность 94% достигается при входной скорости равной 16 м/с, при этом потери давления в установке соизмеримы с потерями в обычном циклоне.

Таким образом, использование двухприемного разгрузителя со спиральным входом позволит повысить эффективность отделения продукта от аэросмеси; благодаря тому, что установка имеет 2 входа, увеличить объем пропускаемого продукта в 2 раза, снизить металлоемкость и энергоемкость; а так же организовать прием продукта с любого направления за счет возможности варьирования длины и направления спирали.

Дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование конструкции и изготовление опытного образца разгрузителя, который будет испытан в условиях реального производства.

Список литературы

1. Пневмоинерционное сепарирование дисперсных материалов в процессах переработки зерна Монография/ О.Н. Терехова; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.-200 с.

2.Злочевский В.Л., Терехова О.Н. Способ отделения мелкодисперсных частиц от газовой среды Патент. № 2461410, 2011 г.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЗАГРУЗОЧНОГО ОТВЕРСТИЯ НА СТЕПЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ЯЧЕЕК ВЕРТИКАЛЬНОГО РОТОРНОГО ПИТАТЕЛЯ

Ефремов Д. – студент гр. МАПП – 02, Лямкин Е.С. – к.т.н., доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день, на зерноперерабатывающих предприятиях для транспортирования продуктов, широко применяются системы пневматического транспортирования. Это обусловлено рядом преимуществ по сравнению с другими видами транспорта. Все пневмотранспортные установки, не зависимо от области применения, имеют в своем составе питающее устройство. Для низконапорных пневмотранспортных систем широкое распространение получили шлюзовые питатели. Одним из недостатков роторного питателя является его не высокая производительность.

Производительность такого типа питателей предлагается определять по формуле [1, 2]

$$G = 0,06 \cdot V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{н}} \cdot n \cdot k_{\text{я}}, \quad (1)$$

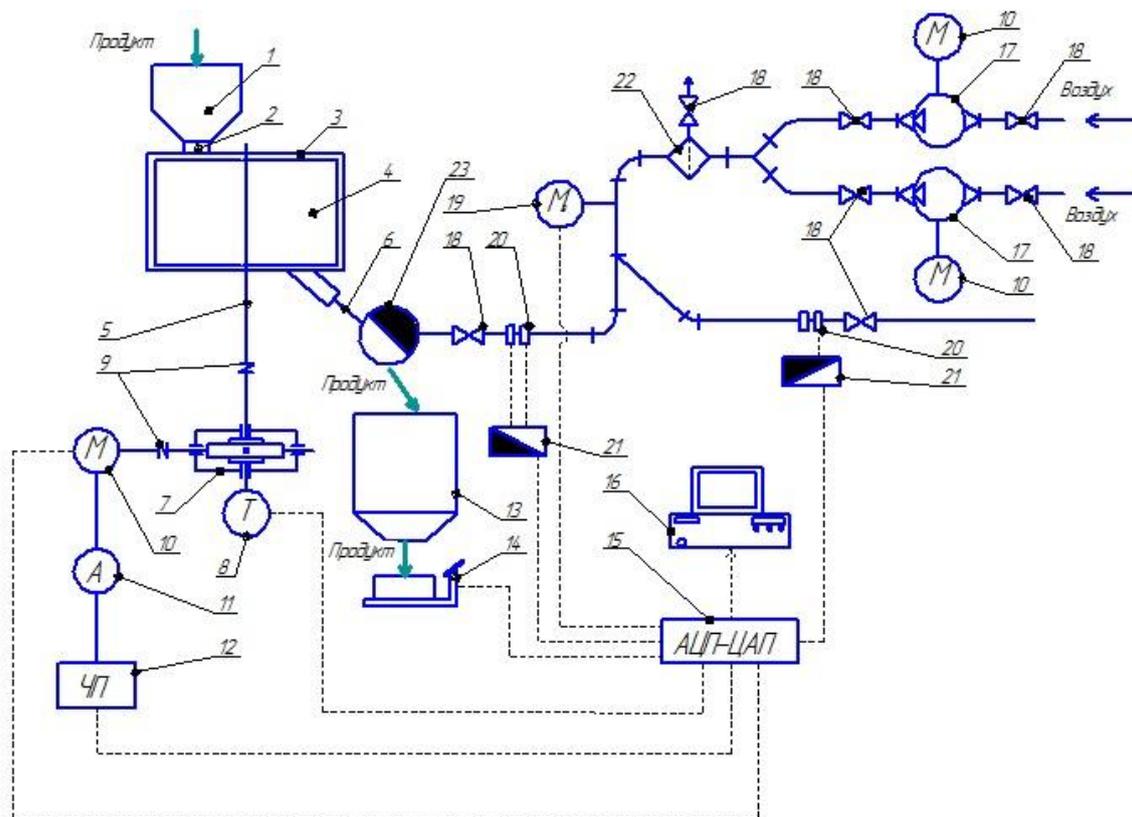
где $V_{\text{п}}$ – полезный объем полостей питателя, м³;
 $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность сыпучего материала, кг/м³;
 n – частота вращения ротора, об/мин;
 $k_{\text{я}}$ – коэффициент заполнения ячеек.

Как отмечается в [1], при увеличении частоты вращения n ротора питателя коэффициент заполнения ячеек $k_{\text{я}}$ уменьшается, что приводит к снижению производительности питающего устройства. На коэффициент $k_{\text{я}}$ влияние оказывает также форма и расположение загрузочного отверстия.

Для подтверждения теоретических исследований были проведены опыты на стенде, схема которого представлена на рисунке 1.

Опыты проводились с мелкодисперсными и зерновыми материалами, частота вращения ротора при этом изменялась в диапазоне от 15 об/мин до 61 об/мин. В ходе проведения опытов использовались разные формы впускных окон. Отверстия круглой формы, вписанные в габариты одной ячейки, с диаметрами от 40 до 62 мм, сектор вписанный в габариты одной ячейки и отверстие прямоугольной формы со сторонами 70 и 80 мм.

Объемная пропускная способность загрузочных окон в виде круглых отверстий, не позволила получить полную картину о зависимости коэффициента заполнения ячеек от частоты вращения ротора. Так как производительность на всем диапазоне частот была постоянной, но возрастала по мере увеличения диаметра впускных окон. При проведении опытов с формой загрузочного окна в виде сектора, производительность питателя увеличилась на 23%, по сравнению с предыдущим. Максимум производительности, при использовании зернового материала, наблюдался на частоте вращения равной 40 - 45 об/мин. А при проведении опытов с мелкодисперсным материалом производительность была максимальной при частоте вращения в 60 об/мин. В последующих опытах, по конструктивным особенностям питателя, впускное отверстие удалось увеличить до прямоугольной формы со сторонами 70 и 80 мм. Площадь данного отверстия не значительно превышала площадь одной ячейки. В опытах с зерновым продуктом производительность повысилась на 12 – 17%, максимум также наблюдался на частоте вращения 40 – 45 об/мин. А при использовании мелкодисперсного продукта производительность увеличилась на 28% при частоте вращения 25 об/мин и на 47% при частоте вращения ротора 60 об/мин (на этой частоте также наблюдался максимум производительности).



1-питающий бункер, 2-приемный патрубок, 3-корпус шлюзового питателя, 4-ротор, 5-вал питателя, 6-выпускной патрубок, 7-червячный редуктор, 8-тахометр, 9-муфта, 10-электродвигатель, 11-амперметр, 12-частотный преобразователь, 13-приемный бункер, 14-весы, 15-плата АЦП-ЦАП, 16-компьютер, 17-компрессор, 18-вентиль, 19-электронный манометр, 20-диафрагма, 21-преобразователь перепада давления, 22-влагомаслоотделитель, 23-перекидной клапан.

Рисунок 1 – Комбинированная функциональная схема экспериментального стенда

Графики, представленные на рисунках 2 и 3, вполне информативно отражают пропускную способность загрузочных окон. Использование впускных окон с отверстием круглой формы доказало, что любые «узкие места» загрузочных отверстий могут привести к значительной недогрузке ячеек с соответствующими последствиями, т.к. загрузка материала в ячейки происходит неравномерно.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что размер впускного окна оказывает значительное влияние на эффективность работы питателя. При соотношении площади впускного окна $S_{\text{вк}}$ к площади сектора одной ячейки $S_{\text{ок}}$, равное $1/2$, пропускная способность окон круглой формы значительно ниже возможностей питателя. При увеличении отношения площадей, до $2/3$, производительность питателя увеличилась на 28%. Дальнейшее увеличения соотношение площадей ($9/10$), от $S_{\text{сектора}}$ до $S_{\text{пряма}}$, позволило увеличить производительность питателя на 12 - 17%, при использовании зерновых продуктов. А при использовании мучных продуктов, производительность шлюзового питателя выросла на 28 – 47%. Максимальная производительность наблюдалась на тех же диапазонах частот вращения ротора.

Результаты проведенных опытов доказывают теоретические исследования и аналитические расчеты, представленные в статье [4]. Коэффициент заполнения ячеек κ зависит от многих факторов: формы и расположения загрузочного отверстия, геометрических размеров ротора, формы лопастей и их количества, частоты вращения ротора, режима истечения сыпучего материала через загрузочное отверстие.

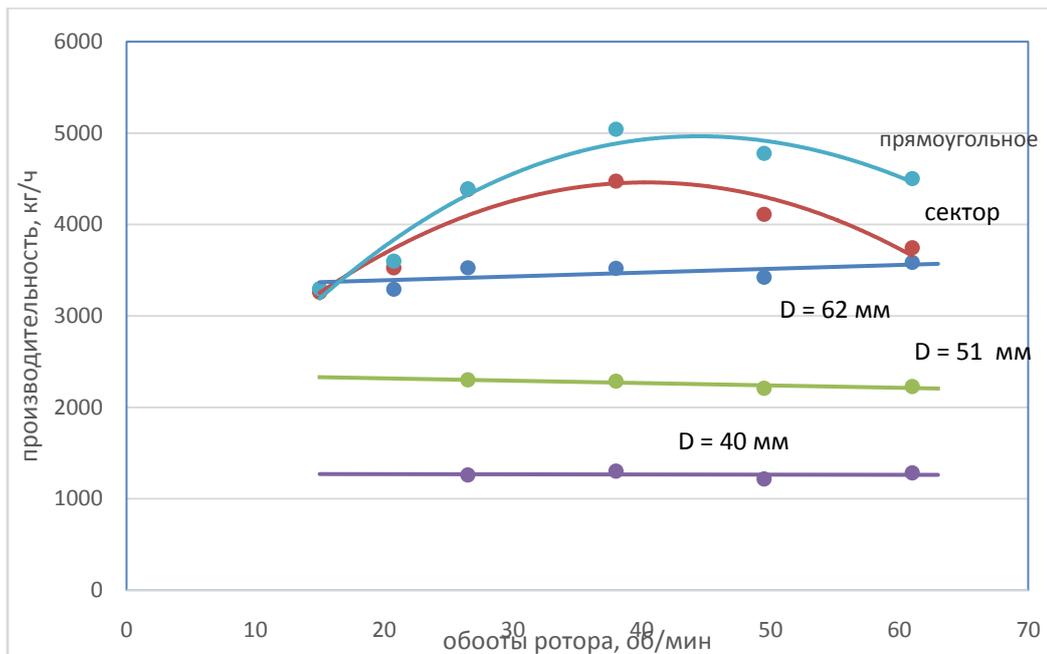


Рисунок 2 – Зависимость производительности шлюзового питателя от частоты вращения ротора (продукт просо)

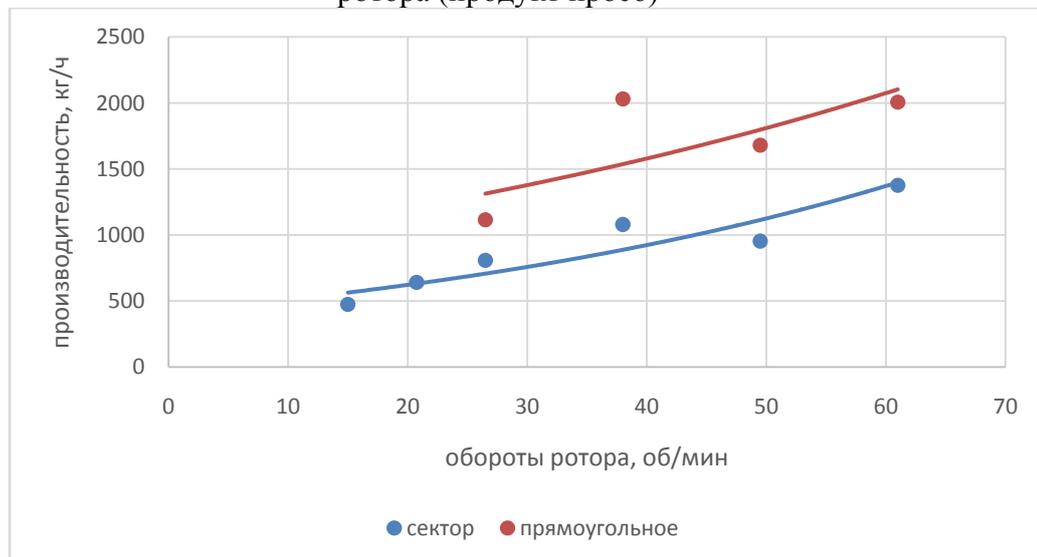


Рисунок 3 – Зависимость производительности шлюзового питателя от частоты вращения ротора (продукт мука)

Список литературы

1. Заборсин, А.Ф. Пневмотранспорт сахара в пищевой промышленности / А.Ф. Заборсин, Т.К. Васильева – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 280 с.
2. Клячко, Л.С. Пневматический транспорт сыпучих материалов / Л.С. Клячко, Э.Х. Одельский, Б.М. Хрусталеv – Мн.: Наука и техника, 1983. – 216 с.
3. Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов / Р.Л. Зенков – М.: Гос. научно-техн. изд-во машиностроительной литературы, 1952. – 216 с.
4. Горизонты образования, Влияние формы загрузочного отверстия на степень заполнения ячеек вертикального роторного питателя, 2014.