

ЛОКАЛЬНЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ НОРИИ I-2×10 В АСПИРАЦИОННОЙ СЕТИ РАЗМОЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛЬНИЦЫ

Ряполов А. А. – студент гр. ТМиО – 31

Терехова О. Н. – кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Известно, что работа зерноперерабатывающих предприятий предполагает выделение технологических отходов зерна (шелухи, пыли и т.д.). Нагромождение подобных отходов не только усложняет сам процесс производства, но и в первую очередь является источником взрыво-, пожароопасности — главным нарушением техники безопасности и жизнедеятельности работников и предприятия. Для выполнения необходимых санитарно-гигиенических правил и требований промышленной безопасности на производствах перерабатывающих производствах используется аспирация.

Аспирация – это процесс создания разрежения, возникающий при создании пониженного давления; он широко используется на пищевых предприятиях для удаления пыли и газов из воздуха, образующихся в ходе работы оборудования в производственных помещениях.

Главной задачей современных высокотехнологичных систем аспирации - это не допустить попадания загрязняющих веществ в атмосферу и предотвращение распространения вредностей от источника и их появления в воздух рабочей зоны. Так же система аспирации предотвращает повышение концентрации пыли и других мелкодисперсных материалов в воздухе.

Наряду с множеством неоспоримых достоинств, у современных аспирационных сетей есть ряд недостатков. Существенным недостатком является значительная протяженность и сложность аспирационной сети. Лишняя длина сети вынуждает устанавливать более энергопотребляемые воздуходувные машины, чтобы ликвидировать потери давления по длине. Это проблема сказывается на больших расходах в экономическом плане.

Длинные трубопроводы связаны с большими капитальными и эксплуатационными затратами, т.к. трубы подвергаются усталостному разрушению в результате трения об них абразивного материала - мучной пыли, движущейся с большой скоростью (10-15м/с);

Из ряда технологических машин, где воздух является одним из основных рабочих органов, происходит отсос обрабатываемого продукта вместе с воздухом, который в следствие оседает на фильтрах-циклонах, безвозвратно удаляясь из технологического процесса.

В связи с перечисленными недостатками, в последнее время промышленность переходит на использование, так называемых локальных фильтров (рис. 1).

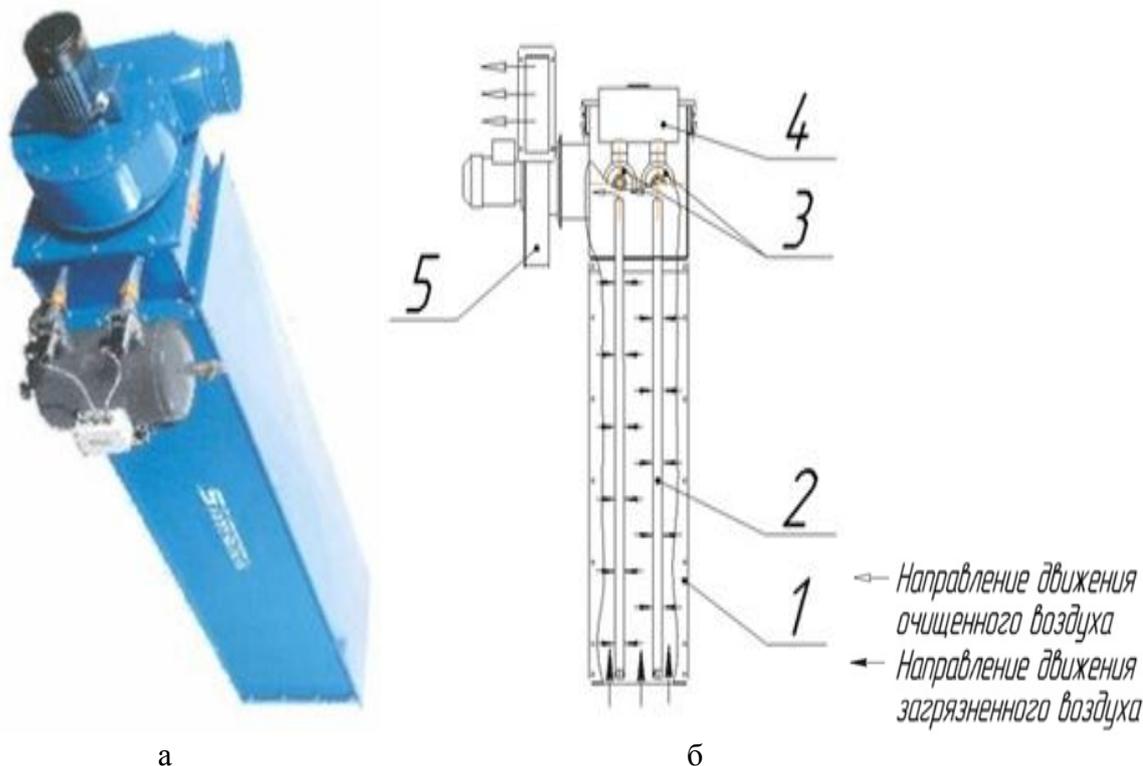
Локальные фильтры обеспечивают отсос необходимого количества воздуха непосредственно от оборудования, на котором установлены, очищают его, и выбрасывают очищенный воздух в окружающую среду. А так как, локальные фильтры имеют очень высокую эффективность очистки воздуха, то есть возможность, производить выброс воздуха и в рабочую зону, не увеличивая при это воздухообмен в производственном помещении.

Локальные фильтры используются на всех этапах технологических процессов, сопровождаемых пылеобразованием. Они являются современной, высокоэффективной заменой централизованных систем аспирации. Но проблема заключается в том, что современные фирмы выпускающие данные фильтры, изготавливают их акцентировано под размеры нового технологического оборудования. В связи с этим не каждое предприятие может подобрать фильтр под свой типоразмер и перейти на его использование.

В данной работе предлагается подобная локальная установка на норию I-2×10, работающую в размольном отделении мельницы, разработанная на основе уже существующих конструкций локального фильтра.

На основе конкретных данных о норрии и условиях ее эксплуатации (а это: расход очищаемого воздуха, температура и концентрация пыли в очищаемом воздухе, плотность

пыли, медианный диаметр частиц пыли), был проведен с достаточной для практических расчетов точностью технологический расчет локального фильтра.



а – внешний вид локального фильтра; б – устройство локального фильтра:
 1 - корпус фильтра; 2 - фильтровальный рукав на каркасе; 3 - клапаны обратной продувки рукавов сжатым воздухом; 4 - ресивер; 5 - вентилятор.
 Рисунок 1. – Конструкция локального фильтра

При этом, была рассчитана удельная газовая нагрузка в данном локальном фильтре

$$q = q_n \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \quad (1)$$

$$q = 3,2 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

где $q_n = 3,5$ — нормативная удельная нагрузка, зависящая от вида пыли, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$:

$C_1 = 1,05$ — коэффициент, характеризующий особенность регенерации фильтровальных элементов.

$C_2 = 1,05$ — коэффициент, учитывающий влияние концентрации пыли на удельную газовую нагрузку.

$C_3 = 0,9$ — коэффициент, учитывающий влияние дисперсного состава пыли в воздухе.

$C_4 = 1$ — коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха.

$C_5 = 0,95$ — коэффициент, учитывающий требования к качеству очистки воздуха.

Фильтрующая поверхность фильтра F_ϕ , м^2

(2)

$$F_\phi = 2,5 \text{ м}^2$$

где V_n - объем воздуха, поступающего на очистку, $\text{м}^3 / \text{ч}$;

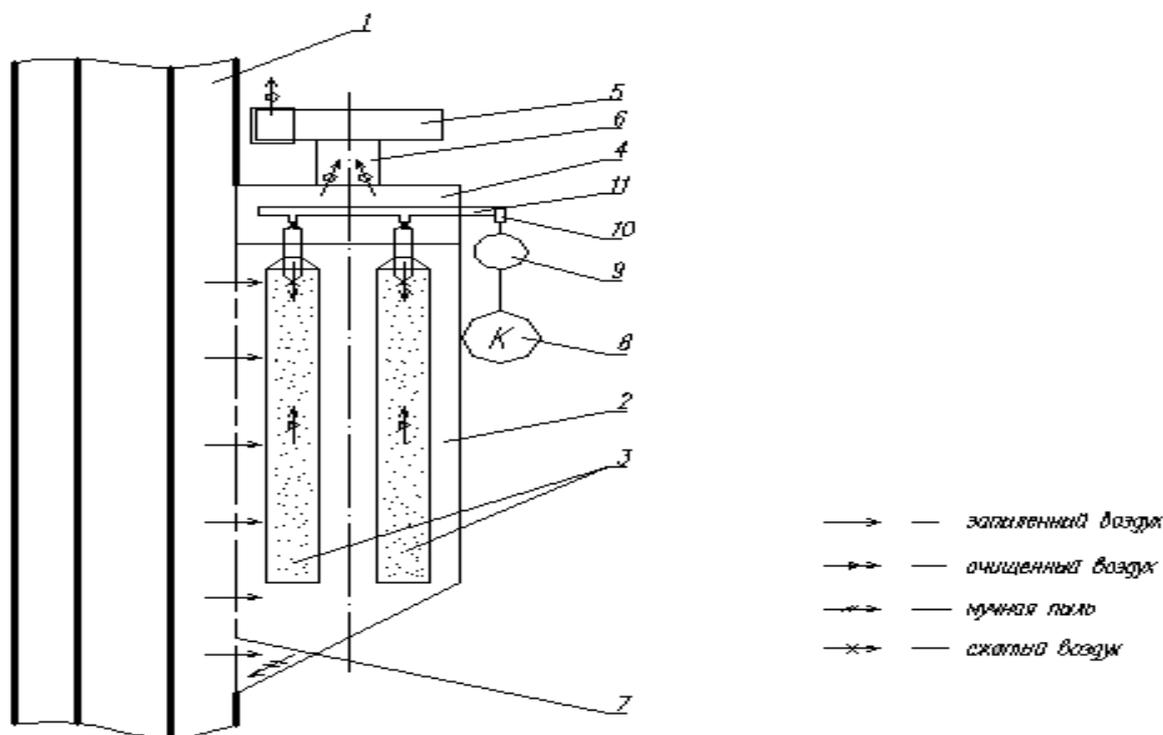
q - удельная газовая нагрузка при фильтровании, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$;

Скорость воздуха через фильтровальную поверхность:

(3)

$$W = 0,0053 \text{ м/с}$$

На основе данных расчетов был спроектирован новый локальный фильтр на производственную норию и была предложена следующая схема его работы (рис.2)



1 – технологическая машина; 2 – камера запыленного воздуха; 3 – фильтровальные рукава; 4 - камера очищенного воздуха; 5 - вентилятор; 6 - воздуховод; 7 - решетка; 8- компрессор; 9 - ресивер; 10 - пневмоклапан; 11 – труба продувки.

Рисунок 2. – Принципиальная схема работы локального фильтра

Предварительно перед монтажом фильтра, на корпусе машины 1, вырезается отверстие под размер фильтра. Из полученного отверстия, загрязненный воздух будет поступать непосредственно в корпус локального фильтра, т.е. в камеру запыленного воздуха 2. Воздух, поступивший вовнутрь фильтра, равномерно распределяется по всей камере запыленного воздуха и пропускается через фильтровальные рукава 3, на поверхности которых оседают частицы пыли. Очищенный воздух, прошедший очистку через фильтровальные элементы, поступает в камеру чистого воздуха 4, откуда выводится вентилятором 5, через воздуховод 6. В вырезанном отверстии также будет установлена решетка 7, которая не позволяет, в случае обрыва рукава, попасть ему в корпус машины.

По мере того, как на фильтрующей поверхности происходит накопление улавливаемой пыли, производится регенерация фильтрующих элементов. Регенерация производится автоматически, без остановки работы фильтра, посредством пневматической системы очистки, которая производит встряхивание фильтрующих элементов импульсами сжатого воздуха. Пневматическая система очистки включает в себя: компрессор 8, ресивер 9, пневмоклапаны 10 и трубы продувки 11. При встряхивании частицы возвращаются в технологический процесс.

В корпусе фильтра предполагается использовать рукава с овальным (эллипсоидным) сечением (рис 3). Их преимущество перед рукавами с круглым сечением является меньший объем фильтра при одинаковой площади фильтровальных рукавов, при этом значение фактической нагрузки на ткань не будет увеличиваться.

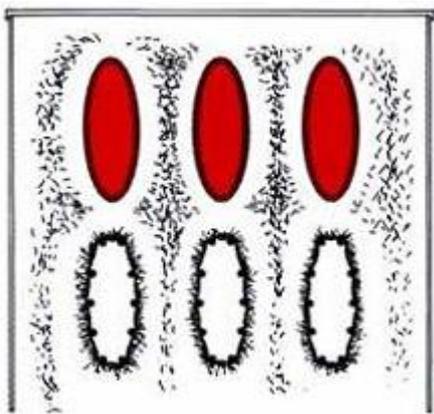


Рисунок 3. – Поперечное сечение рукавов

Преимущества применения локальных фильтров перед централизованной системой аспирации:

- Возврат пыли/отходов продукта непосредственно в данную технологическую линию.
- Отсутствие сетей воздухопроводов, вентиляторов большой установленной мощности, необходимости сбора и утилизации пылевых отходов.
- Эффективная фильтрация и очистка фильтрующих элементов.
- Монтаж фильтров не требует узкопрофильных специалистов.
- Стоимость данных систем аспирации значительно ниже стоимости монтажа централизованных сетей.

Проведя анализ работы аспирационных сетей большинства перерабатывающих производств, можно заключить, что они нуждаются в серьезной реконструкции, так как давно работают не эффективно: это связано с большой сложностью и протяженностью схем, условиями эксплуатации, низкими коэффициентами пылеотделения существующих пылеотделителей. Оборудование транспортного оборудования размольного отделения мельниц и мукомольных заводов локальными фильтрами является хорошей альтернативой традиционным системам пылеулавливания, способным обеспечить условия рациональной и безопасной работы производства.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ СТЕНД

Черемнов А.В. – студент гр. ТМиО – 31

Терехова О. Н. – кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

Главной задачей высших учебных заведений является реализация образовательно-профессиональных программ высшего профессионального и послевузовского профессионального образования путем создания необходимых для этого условий, направленных на формирование, развитие и профессиональное становление личности на основе достижений науки и практики.

Одной из главных задач высших учебных заведений являются подготовка квалифицированных специалистов, конкурентоспособных на рынке труда, переподготовка и повышение их квалификации. Поэтому сейчас, как никогда остро, ощущается необходимость приложения максимальных усилий для совершенствования содержания обучения, средств и методов подготовки специалистов.

Одним из направлений, по которому должно идти совершенствование, является развитие и укрепление материально-технической базы учебного заведения. Сюда относятся, в первую очередь, широкое внедрение технических средств обучения, оснащение лабораторий и кабинетов новейшим оборудованием и приборами, модернизация лабораторных стендов и

макетов, с учетом последних достижений науки и техники на современной компонентной базе.

Выполнение учащимися лабораторных работ является важным средством более глубокого усвоения и изучения учебного материала, а также приобретения практических навыков по экспериментальному исследованию и обращению с оборудованием.

Имеется множество фирм, которые снабжают лабораторий лабораторными стендами по заказу. Например Лабораторный стенд «Испытание пластинчатого теплообменника». Компании ЭнергияЛаб. На данном стенде возможно провести следующие испытания: определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения; определение коэффициента теплопередачи и передаваемой тепловой мощности пластинчатого теплообменника при прямоточной схеме и при противоточной схеме; изучение нагрева воды с помощью теплообменника.

Лабораторный стенд Испытание пластинчатого теплообменника компании «Measlab» предполагает проведение следующих лабораторных работ: проведение испытания теплообменников в режимах прямо и противотока; измерение расходов и температур на входе и выходе горячего и холодного теплоносителей; определение коэффициентов теплоотдачи в рекуперативных теплообменниках при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителя; экспериментальное исследование работы «труба в трубе» и пластинчатого теплообменных аппаратов с определением их тепловой нагрузки; исследование влияния теплофизических свойств охлаждающей среды на процессы теплообмена; определение КПД двух теплообменников.

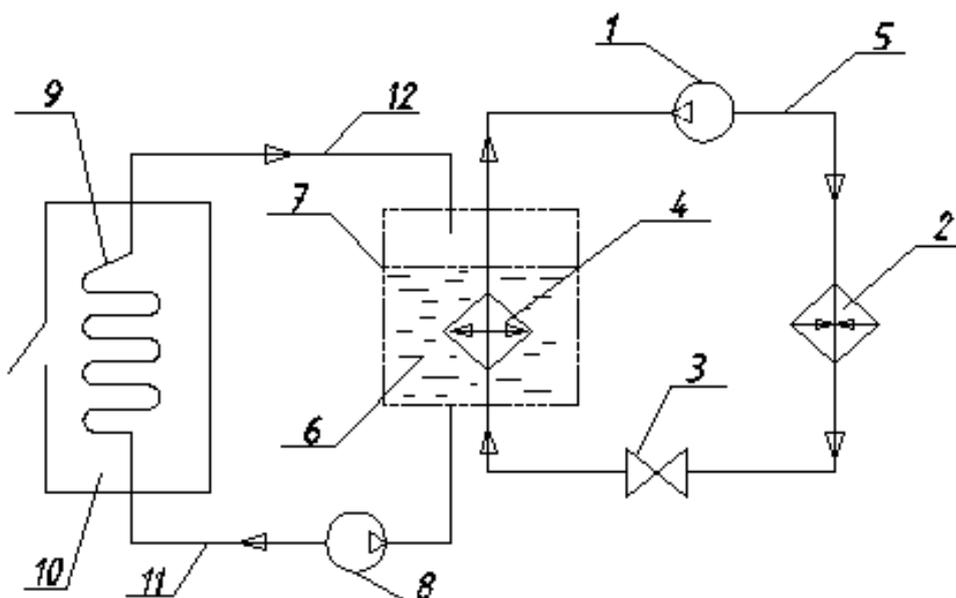
У этих фирм имеется полный пакет документов разрешающих им заниматься данной деятельностью, но есть один недостаток это цена готового стенда, которая может доходить до миллиона рублей. И порой у высшего учебного заведения не хватает финансирования что бы оснастить все имеющиеся лаборатории, а при этом каждые 5 лет требуется обновлять лабораторную базу. Решить данную проблему возможно путём реконструкции уже имеющихся лабораторных стендов силами преподавателей и студентов либо воспользоваться услугами фирм.

В Алтайском Государственном Техническом университете в лаборатории «Холодильная техника и технология пищевых производств, предприятий торговли и общественного питания» № 120 имеется лабораторный стенд «Исследование работы косвенной системы охлаждения». В целях расширения возможностей данного стенда и расширения лабораторной базы, было принято решение о его реконструкции. Суть реконструкции заключается, в увеличении проводимых лабораторных работ на одном стенде в целях экономии места в лаборатории.

Схема лабораторного стенда испытание косвенной системы охлаждения представлена на рисунке 1.

Стенд состоит из двух основных частей: 1-я это холодильная установка, работающая на фреоне; 2-я – охлаждающий контур, состоит из насоса и змеевика соединенных друг с другом.

Холодильная установка, состоит из компрессора 1, конденсатора 2, регулирующего вентиля 3 и испарителя 4, а также соединяющих их медно-алюминиевых трубок 5 работает на охлаждение рассола 6, находящегося в камере 7, в которой на дне находится испаритель 4. С помощью насоса 8, рассол нагнетается в змеевик – охладитель воздуха 9. Рассол, забирая тепло из окружающей среды камеры 10, идет в камеру 7.

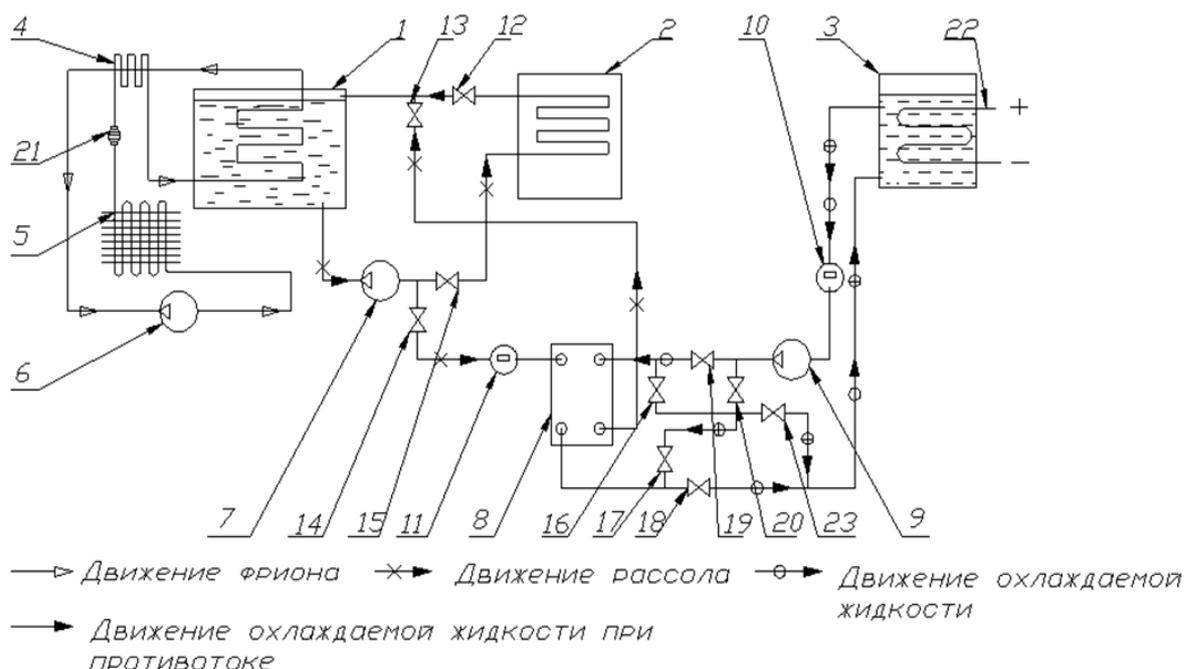


1-компрессор, 2-конденсатор, 3-регулятор, 4-испаритель, 5-трубопровод, 6-рассол,7-бак с рассолом, 8-насос, 9-змеевик охладитель, 10-охлаждаемый бак, 11,12-трубопроводы для рассола.

Рисунок 1 - Схема стенда с косвенной системой охлаждения

При реконструкции схема примет следующий вид (рисунок 4) . Рассол в баке 1 охлаждается при помощи холодильной установки, которая состоит из компрессора 6, конденсатора 5 и испарителя 4. Охлаждённый рассол забирается из бака 1 при помощи водяного насоса 7 и подается в этот же бак, проходя через теплообменный аппарат 8.

Расход рассола контролируется при помощи расходомера 11 (счётчик воды). Для предотвращения поступления рассола в камеру 2 предусмотрены два шаровых крана 12 и 15 которые, при проведении лабораторной работы «Испытание теплообменника» переключаются в положение закрыто. А краны 13 и 14 в положение открыто. Охлаждаемая жидкость в баке 3 подогревается тэном 22 до температуры 60°с. После чего забирается из бака 3 водяным насосом 9 через теплообменный аппарат 8 и подается обратно в бак 3. Предусмотрено две фазы движения охлаждаемой жидкости, фаза тока и противотока. При переводе кранов 12 и 15 в положение закрыто краны 16, 20, 23, 17 автоматически перекрываются, тем самым образуя фазу тока жидкости. Для переключения фазы движения жидкости в противоток необходимо перевести в положение открыто краны 16,17,20,23 и в положение закрыто краны 19,18.



. 1-бак с рассолом, 2-камера охлаждения, 3-бак с охлаждаемой жидкостью, 4-испаритель, 5-конденсатор, 6-компрессор, 7,9-водяной насос, 8-теплообменник, 10,11-расходомер, 12-20,23-шаровой кран, 21-влагосъемный фильтр, 22-ТЭН

Рисунок 2 - Схема универсального лабораторного стенда.

По итогу реконструкции на универсальном лабораторном стенде появится возможность проводить три лабораторные работы, а именно исследование работы ПКХМ, исследование работы косвенной системы охлаждения, исследование работы теплообменного аппарата. Это позволит повысить эффективность учебного процесса на кафедре.

Список литературы

1. Банных О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников. Учебное пособие. СПбНИУ ИТМО, 2012. – 42 с.
2. Бажан П.И. Справочник по теплообменным аппаратам/Москва, машиностроение, 1989г - 369стр
3. Васильева Г.А., Шишковская И.Л., Глебов А.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств», для студентов направлений «Технологические машины и оборудование», «Машины и аппараты пищевых производств» очной, заочной и сокращенной форм обучения/ Алт.гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014 – 26 с.
4. Мамченко В.О., Малышев А.А. Пластинчатые теплообменники в низкотемпературной технике и биотехнологических процессах: Учеб. пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014 г.

ЛОКАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ - АНАЛОГ ИЛИ НАСЛЕДНИК ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ?

Гладков Д.Е.- – студент гр. 8ТМиО – 61

Терехова О. Н.– кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

С самого зарождения перерабатывающей промышленности, наряду с появлением переработки возникла проблема обеспыливания воздуха рабочей зоны. Мельчайшие частички производственной пыли способны проникать куда угодно и нередко "застрывать" там надолго или навсегда. Результат зависит от разновидности пыли. Самые опасные для человека пылинки имеют размер 1–10 мкм, острые зазубренные края и игольчатую форму.

От вездесущей пыли страдают не только люди, но и машины. Попадая в трущиеся части оборудования и радиаторы охлаждения установок, пыль нарушает их нормальную работу. Мучная и зерновая пыль к тому же в определенных концентрациях становится взрывоопасной.

Системы аспирация на предприятиях пищевой промышленности призвана решать сразу несколько важных и первостепенных задач:

1) Санитарно - гигиеническая - цель, которой не допустить (минимизировать) поступления вредностей, выделяемых при технологическом процессе, в рабочую зону цеха, дабы создать условия труда соответствующие текущему законодательству.

2) Взрыворазрядительная - цель уменьшить концентрацию пыли, с целью предотвратить возможность взрыва [1].

3) Экологическая - выбросы источников негативного воздействия на окружающую среду нормируются, есть целый ряд веществ на которые требуется получить разрешение на выброс. С целью получения такого разрешения нужно разрабатывать документ ПДВ (предельно допустимые выбросы) основным разделом которого являются меры по уменьшению выбросов, в т.ч. за счет установки пылеулавливающих установок. при этом если ранее установки не стояли и выброс превышает максимально возможные пределы на выброс, то такое разрешение не будет выдано и предприятие может получить штраф от государства за его отсутствие [2].

Так же уменьшение выбросов в атмосферу уменьшает сумму платы предприятием государству за негативное воздействие (ежегодная плата в соответствии с ст.16 ФЗ № 7 от 10.01.2002 "Об охране окружающей среды") [3].

4) Технологическая - основная цель возвращение ценного продукта (например, муки) обратно в технологический процесс.

Системы промышленной аспирации появились около века назад и с тех пор непрерывно исследуются и модернизируются, с целью получения системы с максимальной эффективностью при минимальных затратах (на производство и обслуживание таковой системы). Говоря современной терминологией маркетологов "ведется поиск наилучшего сочетания цены и качества".

На данный момент существует несколько основных механизмов газоочистки:

- механическая очистка - происходит за счет осаждения частиц под действием внешних сил (в т.ч. очистка воздуха в циклонах, под действием центробежных сил);

- мокрая очистка - обеспечивает осаждение частиц, за счет их взаимодействия с жидкостью;

- очистка при помощи фильтров осуществляется за счет задерживания частиц в фильтрующем материале;

- очистка под действием электрического поля [4].

В пищевой промышленности последний способ не нашел широкого применения ввиду повышенной взрывоопасности производства. Мокрая очистка до сих пор считается спорным решением, т.к. затраты на очистку воды после очистки ею воздуха сравнимы с затратами на разовую установку многоступенчатой установки пылеочистки, поэтому этот метод также не

нашел широкого применения в данной отрасли. Оставшиеся же 2 метода, нашли свое повсеместное применение в аппаратах типа циклон и фильтр - циклон, ввиду простоты конструкций и приемлемой эффективности очистки промышленных выбросов.

Но даже таких способов есть свои слабые места, например у циклонов (высокопроизводительных) - это степень очистки, а у фильтров - циклонов и высокоэффективных циклонах - большие затраты на обслуживание и установку.

Большинство современных аспирационных сетей очень громоздки, сложны и протяженны, а для регенерации фильтрующих элементов используется сжатый воздух, что обуславливает высокий уровень капитальных и эксплуатационных затрат.

В рамках учебной практики была проведена систематизация и анализ информации о современных применяемых системах аспирации, их особенностях, наиболее оптимальных технологиях [5, 6, 7, 8, 9]. Был проведен анализ нормативно правовых актов, контролирующего проектирование и расчет пылеочистных установок [10, 11, 12, 13].

В процессе анализа был выявлен рост интереса к локальным фильтрам со стороны не только иностранных производителей ГОУ, но и российских компаний. За последние пару лет интерес только увеличивается, при этом очень большими темпами. Так, если еще совсем недавно невозможно было найти ни одного российского аналога таковой продукции, теперь уже самые крупные и расторопные игроки на рынке готовы предложить целые ряды типоразмеров одной продукции.

Все это связано со следующими преимуществами локальных фильтров, над применяемыми ГОУ и системами аспирации в целом:

- для очистки воздуха применяются технологии, зарекомендовавшие себя многолетним практическим опытом применения;

- после очистки воздуха, уловленный продукт возвращается непосредственно в технологический процесс, минуя долгие и трудоемкие стадии транспортировки, при этом продукт не загрязняется посторонними выделениями (или делает это в меньшей степени);

- происходит экономия электроэнергии и стоимости очистки в целом за счет точной настройки каждого пылеотделителя, отсутствия дополнительного сопротивления на пути воздуха и подсосов (как в воздуховодах);

- компактные, устанавливаемые на оборудовании фильтры экономят место на предприятиях, позволяя более рационально использовать его (например, под новую линию или т.п.);

- современный и технологический аналог применяемых на данный момент ГОУ более просто и удобно обслуживается, нежели его "собратя";

- высокая степень очистки позволяет производить полную рециркуляцию очищенного воздуха, избавляя не только от необходимости тянуть воздухопроводы но и дополнительно повышая экономический эффект от применения таких фильтров [14, 15].

В случае применения рециркуляции (возврата очищенного воздуха в рабочую зону) — эффективность очистки оборудования для обеспечения условия возврата воздуха в помещение должна быть не менее 99,99%.

Такую степень очистки можно получить только многоступенчатой очисткой. Производительность приточной системы в этом случае в несколько раз меньше. Значительно уменьшаются затраты на эксплуатацию такой системы (до 70%). Налицо положительный экономический эффект и повышение окупаемости вложений. Разница в стоимости в первом и во втором случае составляет в среднем 25%.

Экономический эффект складывается из следующих составляющих:

- отсутствия необходимости установки приточной системы и ее эксплуатации;

- использования вентиляторов меньшей мощности за счет низкого гидродинамического сопротивления оборудования;

- повышения эффективности работы местного отсоса (уменьшение расхода удаляемого воздуха).

Грамотная автоматизация систем аспирации позволяет уменьшить производственные издержки и приносит экономический эффект [16].

Эти причины, а также соблюдение, даже самых строгих, требований законодательства и экологических требований позволяет считать локальные фильтры достойным аналогом применяемым на данный момент аппаратам пылеочистки.

На данный момент локальные фильтры применяются только на транспортном и вспомогательном оборудовании, но перспективность этого направления ставит вопрос о возможности его применения и на технологическом оборудовании, для этого был проведен поиск методик конструкторского и технологического расчета пылеочистителей и возможность их применения к локальным фильтрам. Данный поиск практически не дал результата, т.к. разнообразие и типоразмерные ряды локальных фильтров еще не наработаны и обыкновенный подбор по такой методике с малой вероятностью позволит найти необходимый аппарат.

Исходя из всего вышесказанного, можно предположить о необходимости разработки методики расчета локального фильтра, подходящей для каждой единицы технологического оборудования. Возможна разработка модульной системы комплектации локальных фильтров, т.е. разработка конкретных модулей, в различном (вариантном) исполнении: модуль пылеочистки, модуль регенерации, модуль контрольной очистки, модуль автоматизации и т.п. В зависимости от условий и технологического оборудования, на которое устанавливается, можно комбинировать эти модули, получая оптимальные значения очистки воздуха и минимальные затраты.

Также необходимы исследование влияния процесса установки локального фильтра на это оборудования на разных этапах очистки: фильтрование (или отделение твердых частиц за счет центробежных сил), а также этап регенерации: воздухом или механической.

На основе разработанной методики, для подтверждения теории следует собрать опытный образец и провести эксперимент (или провести хотя бы виртуальное моделирование) с целью определения достоверности выдвинутой теории и методики и корректировки её при необходимости.

Современное производство представляет собой единый неразрывный поток, и необходимо, чтобы процесс аспирации не требовал отделения, а стремился влиться в общий поток. Именно применение локальных систем очистки воздуха, непосредственно у места пылеобразования, на наш взгляд, и будет большим шагом навстречу этому.

Настало время ответить на главный вопрос, заданный еще в названии этой статьи: **"Локальный фильтр - наследник или аналог ГОУ?"**. Как бы не были велики достоинства локальных фильтров, на данный момент они являются все же аналогом, который рассматривают на ряду с остальным оборудованием. Происходит это по ряду причин, которые вскользь уже упоминались в тексте статьи:

- область применения локальных фильтров на данный момент ограничена транспортным и вспомогательным оборудованием, на которых процесс регенерации фильтров никак не влияет на технологический процесс в оборудовании и исследования такого влияния не требуется.

- для очистки фильтров на данный момент используется сжатый воздух, что ставит вопрос о создании одной разветвленной сети подачи сжатого воздуха или установки компрессора на каждое оборудование. Но уже сейчас разработаны фильтр с механической регенерацией куда более эффективной, нежели импульсная [17], а также возможна регенерация даже от колебаний самого технологического оборудования [18];

- обслуживание локальных фильтров - не менее важный вопрос, для больших предприятий проще обслужить несколько громоздких установок пылеочистки, нежели много маленьких. Но маленькие установки проще автоматизировать и контролировать их исправность, а также обслуживать не останавливая весь производственный процесс.

- стоимость - ввиду того, что локальные фильтры только выходят на рынок, постоянно проводятся их исследования по улучшению, а также изначально они разрабатываются более

технологически совершенными, нежели их аналоги, то и цены у них пока что остаются на высоком уровне.

Список литературы

1. Зарницына Э.Г., Терехова О.Н. Вентиляционные установки и пневмотранспорт./ учебное пособие. Алтайский государственных технический университет им И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, г. Барнаул, 2011 - 228с.
2. "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ
3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017)
4. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - с.: ил., библиогр.
5. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://getpatent.narod.ru/aspekty/08.html>
6. Справочник по пыле- и золоулавливаю/ М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др.; под общ.ред. А.А. Русанова. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Справочник «Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования»/А.С. Тимонин т.1. - Калуга: Бочкарева, 2003.
8. Инженерные методы защиты окружающей среды. Учебное пособие.
Режим доступа: <http://www.chem-astu.ru/chair/study/engmet-ooc/>
9. Ватин Н.И., Стрелец К.И. "Очистка воздуха при помощи аппаратов типа циклон" Санкт-Петербург 2003 г-65 с.
10. ГОСТ 25199-82 "Оборудование пылеулавливающее. Термины и определения"
11. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
12. ГОСТ 31826-2012 Оборудование газоочистительное и пылеулавливающее. Фильтры рукавные. Пылеуловители мокрые. Требования безопасности. Методы испытаний
13. ГОСТ 25757-83 (СТ СЭВ 3256-81) Пылеуловители инерционные сухие. Типы и основные параметры. -
14. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://vskbm.ru/products/168/>
15. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.ardon-m.ru/catalog/filtratsiya-ryli/929/>
16. Демшина Н. "Системы аспирации и обеспыливания"/ Н. Демшина // Промышленные страницы Сибири.- май 2013. - №6 [77]. - с. 34-36
17. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.airflowsystems.com/products/specs/?n=dch-1>
18. Гладков, Д.Е. Экспериментальный стенд исследования регенерации фильтров [Текст, Иллюстрации] / Д.Е. Гладков // Горизонты образования. - 2016. - № 18. - Секция "Пищевая промышленность", подсекция "Машины и аппараты пищевых производств"
Режим доступа: <http://edu.secna.ru/publication/5/release/132/attachment/37/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПЛАСТИНЧАТОГО

Лиходедов К. В – студент гр. 8ТМиО – 61

Терехова О. Н.– кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В пищевой промышленности одним из наиболее распространённых процессов является тепловая обработка продуктов.

Тепловая обработка в пищевом производстве в зависимости от цели и характера, должна обеспечивать поддержание температуры продукта на определенном уровне, а также нагревание или охлаждение его. Для этого используются теплообменные аппараты.

Последнее время широко распространено использование пластинчатых разборных теплообменников, так как от остальной теплообменной аппаратуры они отличаются интенсивным теплообменом, простотой изготовления, компактностью, малыми гидравлическими сопротивлениями, удобством монтажа и очистки от загрязнений.

Объектом исследования лабораторного стенда является пластинчатый разборный теплообменник марки ТПР фирмы «ТЕСИ», полностью разрабатываемый и собираемый в России.



Рисунок 1 – Общий вид лабораторного стенда

Разработан лабораторный стенд теплообменного аппарата (рис. 1) который позволяет исследовать процесс конвективного теплообмена, без изменения агрегатного состояния сред, при прямоточной или противоточной режимах движения. Стенд установлен в 120 лаборатории кафедры МАПП «Холодильной техники и технологии».

В качестве теплоносителя используется вода, так как она доступна в лаборатории и имеет много преимуществ, главными из них являются: большие значения плотности,

теплоемкости и коэффициента теплоотдачи; малая химическая активность (пресная вода) и низкая стоимость.

Целью нашего исследования является оптимизация параметров процесса теплообмена для повышения КПД теплообменника и получение характеристик работы стенда, рекомендуемых для проведения лабораторных работ. Задачей является расчет тепловых параметров.

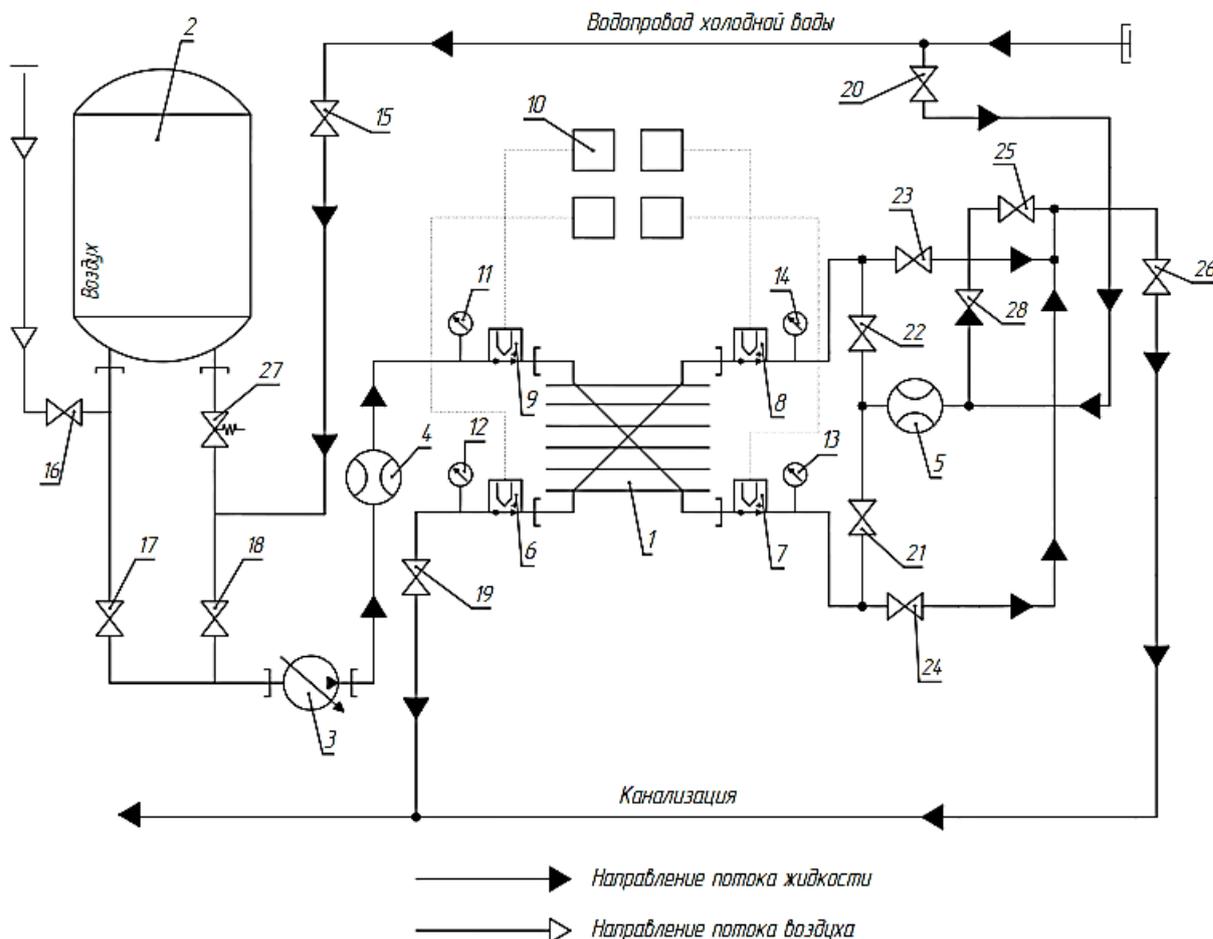


Рисунок 2 – Схема принципиальная, комбинированная лабораторного стенда пластинчатого разборного теплообменного аппарата

Схема лабораторного стенда (рис. 2) состоит из контура горячего и холодного теплоносителя, основными элементами которых являются пластинчатый разборный теплообменный аппарат 1, водонагреватель электрический накопительный 2, насос регулируемый с неревверсивным потоком 3. Для измерения температуры воды служат датчики 6-9, которые подают сигнал на регистрирующие приборы 10. Давление в системе снимается по показаниям манометров 11-14. Расход воды определяется по изменению показаний счетчиков 4, 5 с помощью клапанов 19 и 20 методом проливки, за заданный промежуток времени. Направление потока горячего теплоносителя во всех экспериментах остается постоянным. Холодный теплоноситель может менять направление поочередным изменением положения клапанов 22, 23 или 21, 24 за счет этого легко реализуются схемы движения теплоносителя прямотоком или противотоком.

Общий принцип действия стенда заключается в том, что тепло от горячего теплоносителя, циркулирующего через теплообменник с заданной начальной температурой и расходом, отводится в холодный теплоноситель с постоянной начальной температурой и заданным расходом. Водонагреватель снабжен нагревательными элементами со ступенчатой

регулировкой мощности. Подача горячей воды осуществляется посредством насоса, предназначенного для работы на горячей воде.

При стендовых испытаниях теплообменников, согласно ГОСТ Р 53832-2010, определяют:

- расходы горячего G_1 и холодного G_2 теплоносителей, кг/с;
- температуры горячего t'_1 и холодного t'_2 теплоносителей на входе в теплообменник, °С;
- температуры горячего t''_1 и холодного t''_2 теплоносителя на выходе из теплообменника, °С;

Количество тепла, переданного за единицу времени определяется по уравнению теплового баланса:

$$Q = G_1 c_{p1} (t'_1 - t''_1) = G_2 c_{p2} (t''_2 - t'_2), \text{ Вт} \quad (1)$$

где G_1, c_{p1} и G_2, c_{p2} - массовые расходы и удельные теплоемкости греющего и нагреваемого

теплоносителей; t'_1, t''_1 и t'_2, t''_2 - температуры греющего и нагреваемого теплоносителей на входе в теплообменник и на выходе из него.

Коэффициент теплопередачи полученный экспериментальным путем определяется по формуле

$$k_{\text{экс}} = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{cp}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (2)$$

Для простых схем движения теплоносителей (прямоток, противоток) средняя разность температур определяется по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{2}, \text{ при } \frac{\Delta t'}{\Delta t''} \leq 1,4 \quad (3)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{\ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}}, \text{ при } \frac{\Delta t'}{\Delta t''} > 1,4$$

- где для прямотока: $\Delta t' = t'_1 - t'_2$; $\Delta t'' = t''_1 - t''_2$;

- для противотока: $\Delta t' = t'_1 - t''_2$; $\Delta t'' = t''_1 - t'_2$.

Тепловая эффективность теплообменника (КПД), определяется по формуле

$$\eta = \frac{Q}{Q_{\text{уд}}} = \frac{W_2 \cdot (t_2^{\text{н}} - t_2^{\text{к}})}{W_{\text{мин}} \cdot (t_2^{\text{н}} - t_x^{\text{н}})} = \frac{W_x \cdot (t_x^{\text{к}} - t_x^{\text{н}})}{W_{\text{мин}} \cdot (t_2^{\text{н}} - t_x^{\text{н}})}, \quad (4)$$

Здесь,

$$W_2 = G_2 \cdot c_2, \quad W_x = G_x \cdot c_x,$$

где $W_{\text{мин}}$ - минимальное значение из W_2 и W_x .

Таблица 1

№ /п	Горячая вода			Холодная вода			Q, кВт	Δt, К	k _{экс} , кВт/м ² ·К	КПД, %
	t' ₁ , °С	t'' ₁ , °С	V ₂ , л/мин	t' ₂ , °С	t'' ₂ , °С	V _x , л/мин				
Противоток										
1	5,5	2,0	3,0	6,5	33,0	6,0	5,6	7,7	2,1	75
2	7,2	2,7	3,0	7,3	43,0	3,0	5,2	8,0	1,7	94
3	7,4	1,2	3,0	0,1	50,0	1,0	2,9	3,1	1,3	99

Прямоток										
1	5 9,1	3 4	3, 5	1 9,2	30, 9	6, 0	5, 6	5, 5	5,6	63
2	5 6	3 8	3, 0	1 7,9	35	3, 0	3, 7	5, 4	3,7	47
3	5 8,3	4 6,4	2	2 1,9	44, 5	1	1, 7	4, 7	2	32

Результаты предварительных испытаний и простейшего теплового расчета приведены в таблице 1. Здесь видно, что при противоточном режиме и одинаковых расходах теплоносителя соотношения коэффициента теплопередачи и КПД является оптимальным режимом.

Результаты исследования показали, что имеются вполне реальные и не противоречащие условиям практики возможности дальнейшего повышения коэффициента теплопередачи и КПД. По данным результатам исследования была составлена инструкция по использованию стенда, которая включает в себя подробное описание и последовательность необходимых манипуляций и измерений, а так же рекомендации по выбору оптимальных режимов для проведения дальнейших испытаний и лабораторных работ.

Список литературы

1. Тепломассообменное оборудование пищевых производств : учебное пособие / А.Н. Куди, В.Н. Долгунин, П.А. Иванов, В.А. Пронин. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 80 с.;
2. Мамченко В.О., Малышев А.А. Пластинчатые теплообменники в низкотемпературной технике и биотехнологических процессах: Учеб. пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014 г.
3. Бажан П.И. и др. Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. — М.: Машиностроение, 1989 г.;
4. А. Фраас, М. Оцисик Расчет и конструирование теплообменников. Перев. с англ. М., Атомиздат, 1971 г.;
5. Байгалиев Б.Е., Щелчков А.В., Яковлев А.Б., Гортышов П.Ю. Теплообменные аппараты: Учебное пособие. Казань: Издательство Казан. нац. исслед. ун-та, 2011 г. - 171 с.;
6. Амирова С.С.; Пластинчатые теплообменники: методические указания / С.С. Амирова, А.С. Приданцев, А.Т. Тухватова, А.А. Сагдеев,. - Нижне-камск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) КГТУ, 2010.-48 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПЛАСТИНЧАТОГО

Фролов И.А., – студент гр. 8ТМиО – 61

Гаркуша Н.Н.– кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

Пищевая отрасль является одной из наиболее развитых производств в нашей стране в силу создания ею продукции, удовлетворяющей требования самого большого числа потребителей. Наряду с этим, предприятия пищевой промышленности являются наиболее интенсивными и распространенными источниками загрязнения окружающей среды. Основным компонентом выбросов пыли являются органические вещества. В то же время в состав пыли входят и минеральные частицы, так как в процессе, сбора и первичной переработки сырья в состав его попадают минеральные примеси. Многообразие пыли вызывает определенные сложности при проектировании пылеулавливающих устройств, требует применения сложного оборудования, в полной мере отвечающего характеру

производства и особенностям улавливаемой пыли на всех стадиях технологического процесса.

Выбросы пыли существенно ухудшают экологическую обстановку, вызывают преждевременный износ промышленного оборудования, объектов жилищно-коммунального хозяйства, наносят вред здоровью людей. Однако даже при наличии на предприятиях пылеулавливающего оборудования существует проблема улавливания высокодисперсной пыли, которая имеет низкую плотность микронные размеры и плохо улавливаются большинством серийных пылеуловителей, а попадая в атмосферу создают устойчивый приземный фон загрязнений, который часто превышает ПДК (предельные допустимые концентрации).

Одним из наиболее распространённых способов улавливания высокодисперсной пыли является фильтрация. Однако для надежной и качественной работы фильтров требуется эффективная система регенерации фильтрующей поверхности. Использование традиционных способов регенерации связано со значительными материальными и эксплуатационными затратами, а также проблемами в организации процесса, особенно в случае осаждения больших концентраций пыли.

Исследуемый пылеуловитель предназначен для улавливания полидисперсных пылей органического и минерального происхождения; имеет две ступени очистки и состоит из горизонтального центробежного отделителя в качестве первой ступени и прямого циклона в качестве второй ступени, т.е. камеры доочистки, которые установлены последовательно вдоль общей горизонтальной оси.

Камера доочистки выполнена в виде цилиндрической обечайки, внутри которой расположен фильтр-ротор. В нижней части камеры доочистки имеется бункер для сбора пыли.

Фильтр-ротор, представляет собой цилиндрическую рамку, поверх которой натянута фильтровальная ткань. В передней части ротора установлен обтекатель потока, а в задней части уплотняющее устройство, препятствующее перетoku запыленного воздуха в выходной патрубке. Внутренняя часть роторного фильтра сообщается с выходным патрубком пылеуловителя. Вал расположен по оси камеры доочистки и опирается на два самоцентрирующихся подшипника установленных на противоположных торцевых крышках. Вращение ротора происходит за счет электродвигателя, установленного на специальной раме посредством клиноременной передачи.

Основная часть пылевого потока, до 95% осаждаются в первой ступени пылеуловителя, то есть в горизонтальном циклоне, а очищенный воздушный поток с неуловленными частицами пыли получив предварительную закрутку, по спиральной траектории переходит в камеру доочистки, где фильтруется через вращающийся роторный фильтр. Осажденные на фильтрующей ткани частицы пыли сбрасываются по мере накопления на внешней поверхности ротора за счет центробежных сил и выводятся в бункер. Очищенный от пыли воздушный поток перемещается из внутренней части ротора в выходной патрубок и удаляется из пылеуловителя.

Расчеты показывают, что для эффективного удаления пылевых отложений с фильтрующей поверхности ротора данного пылеуловителя необходимо создать центробежную силу равную 1,3 кН, что будет соответствовать угловой скорости 210 рад/с или частоте вращения ротора приблизительно равную 2000 об/мин.

Анализ движения частиц в прямооточном циклоне позволяет сделать следующие выводы:

1. При движении частицы в закрученном потоке радиальное смещение частицы определяется свойствами частицы, скоростью газового потока и вязкостью потока.
2. Для горизонтального циклона эффективность улавливания зависит от критерия Рейнольдса для газового потока, от размера частиц и от конструкции аппарата.
3. Очевидно, что можно повысить эффективность улавливания при увеличении размеров пылеотводящих щелей.

4. При увеличении скорости газового потока увеличивается общая эффективность пылеулавливания.

5. Эффективность регенерации фильтрующей поверхности ротора зависит от скорости вращения ротора и нагрузке на фильтровальную ткань.

При испытании циклона были проведены измерения гидравлического сопротивления. Результаты измерений приведены на графике.

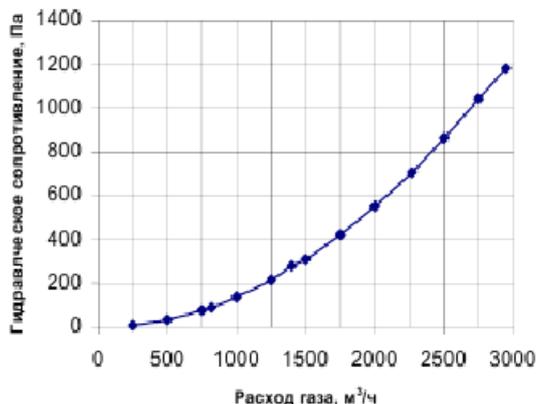


Рисунок 1 – График гидравлического сопротивления

По графику видно, что зависимость потерь давления от расхода является квадратичной.

Значение коэффициента гидравлического сопротивления циклона вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot v^2},$$

где Δp – потеря давления в аппарате, Па

V – скорость газового потока, м/с

ρ – плотность газа.

Зависимость коэффициента сопротивления от режима течения показывает, что режим находится в автомодельной области течения и не зависит от числа Рейнольдса.

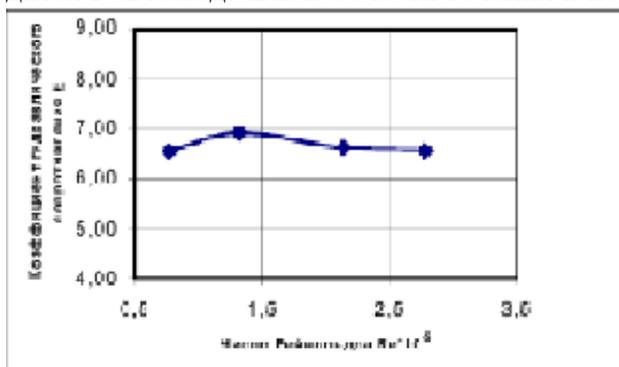


Рисунок 2 – График отношения коэффициента гидравлического сопротивления к числу Рейнольдса

По результатам измерений, среднее значение коэффициента гидравлического сопротивления роторного составляет 7.

$$\varepsilon = \frac{\pi \rho v_t d^2}{18 \mu (R_2 - R_1)} 100\%$$

Анализ формулы позволяет выявить факторы, от которых зависит эффективность улавливания пыли в циклонных аппаратах с тангенциальным подводом воздуха. Изменению скорости газового потока на входе в циклон влияет на изменение величины числа Рейнольдса и увеличение турбулентности потока. Увеличение скорости газового потока при входе в циклон повышает эффективность улавливания пыли, однако до некоторого значения скорости, характерного для данного вида пыли. Избыточное увеличение скорости не только

не приводит к повышению эффективности улавливания, но значительно ее снижает. Объясняется это тем, что с возрастанием скорости в циклоне увеличивается турбулизация, которая препятствует сепарации пыли и даже способствует переходу уже отложившейся в бункере пыли вновь во взвешенное состояние и выносу ее из циклона.

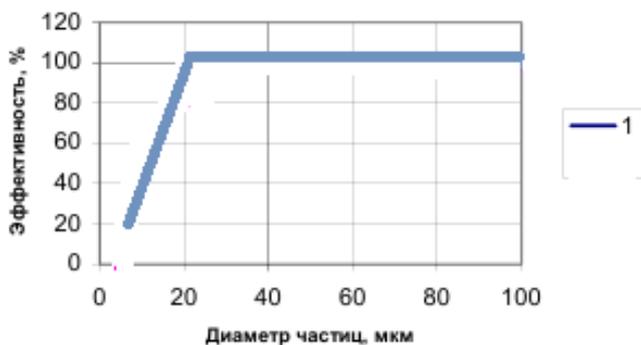


Рисунок 3 – График зависимости эффективности и диаметра частицы

Величина эффективности улавливания частиц размером более 10 мкм, полученная расчетным путем превышает 80%, что требует экспериментального подтверждения. В таком случае данная технологическая разработка роторный пылеуловитель будет соответствовать требованиям ГОСТ Р 51708-2001. Что подтверждает целесообразность ее внедрения в производство.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СПИРАЛЬНОГО КЛАССИФИКАТОРА

Кузнецова О.М., – студент гр. ТМиО – 31

Терехова О.Н. – кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

Современный технологический процесс связан с перемещением и механической обработкой сыпучих продуктов, которые сопровождаются большим выделением пыли в окружающую среду.

Для того, чтобы предотвратить выбросы вредных веществ используют аспирационные установки.

Уменьшение выбросов пыли в атмосферу, благодаря использованию в аспирационных установках современных высокоэффективных пылеуловителей, позволяет защитить окружающую среду от вредных загрязнений.

Ярким представителем таких пылеуловителей являются циклоны. В них очистка запылённого воздуха происходит за счёт центробежных сил, которые действуют на частицы пыли, находящиеся внутри корпуса циклона и последующего осаждения частиц в нижней части установки. Так же, здесь существует большая вероятность присоса воздуха из места соединения циклона с выпускным устройством, и из-за этого мелкодисперсная фракция попадает в поток чистого воздуха и уносится в атмосферу.

А так, как в составе мелкодисперсной пыли содержатся ценные мучные продукты, которые можно так же использовать в дальнейшем производстве, возникает необходимость в замене таких пылеотделителей на более эффективные.

Для решения такого рода проблем на базе университета нами был разработан спиральный классификатор.

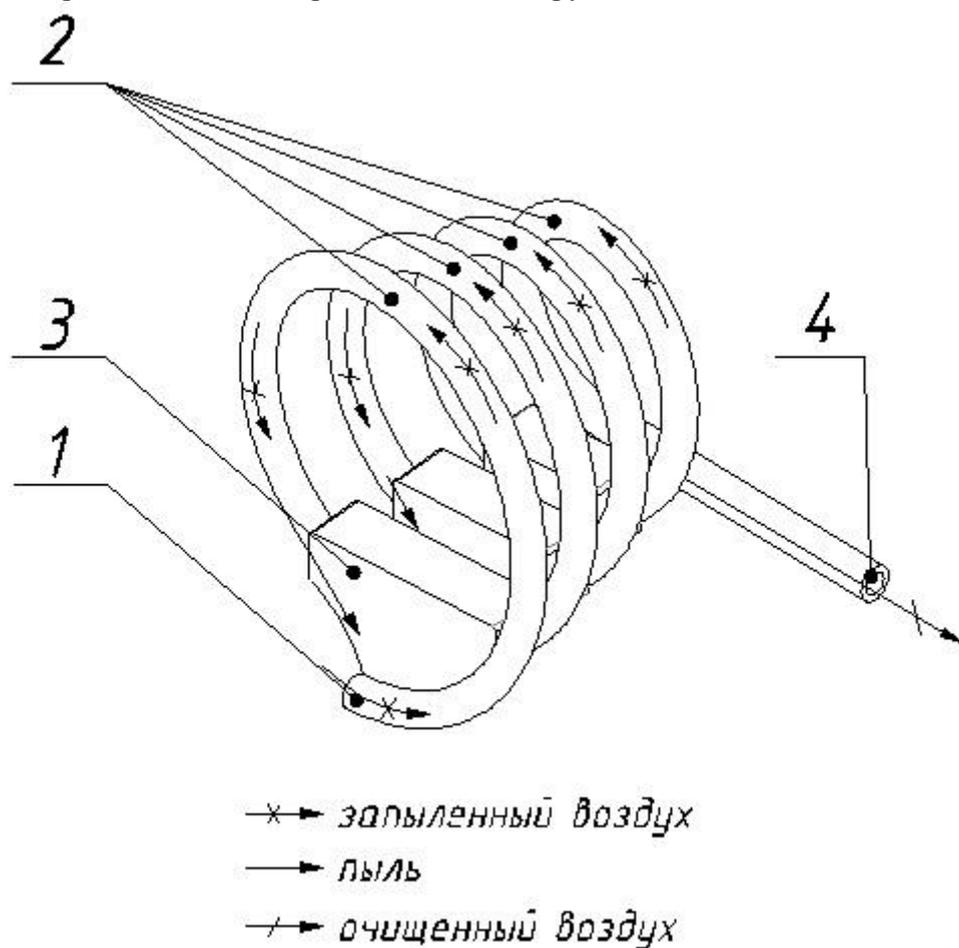
Выбор методов переработки зерна пшеницы с целью извлечения ее белковой составляющей – клейковины в нативной форме и получение пшеничного крахмала для дальнейшей его переработки – одни из самых актуальных задач для многих предприятий АПК.

В продуктах такой переработки заинтересованы мукомолы, хлебопеки, производители макаронных изделий, спиртовики, производители крахмала, крахмалопродуктов, бумаги и др.

Пшеничная мука – это сырье с очень высоким потенциалом полезных веществ. Так, пшеничный крахмал, представленный двумя формами – А-крахмал и В-крахмал, различающихся крупностью зерен крахмала, – составляет порядка 70% (по сухому веществу), клейковина, в зависимости от сортности зерна, – от 8 до 12, мезга – 2,5, суммарно растворимые вещества – около 11, пентозаны – 3,5 %. Переработка пшеницы имеет свои специфические особенности, связанные со строением зерна (рис. 1). Клейковину в нативной форме нельзя извлечь с помощью «сухих процессов», необходимо приготовить водно-мучную суспензию и подвергнуть ее определенному механическому воздействию с целью создания вязко-эластичной текстуры клейковины.

Мое исследование направлено на изучение способа «сухого процесса» извлечения клейковины из белка, а точнее, спиральный классификатор имеет возможность отделения муки с различным количеством клейковины в ней.

В разработанном нами устройстве процесс пылеотделения осуществляется следующим образом (рисунок 1). Аэродисперсный продукт подается в спиральный корпус, образованный набором витков уменьшающейся кривизны, где за счет действия центробежных сил твердые частицы прижимаются к стенке витка, осаждаются в бункерах. Очищенный воздух поднимается вверх и выводится через выходной патрубок.



1 – входной патрубок, 2 – набор витков, 3 – бункера, 4 – выходной патрубок

Рисунок 1 – Функциональная схема спирального пылеотделителя

Для того, чтобы проверить эффективность такой конструкции пылеотделителя, определить основные параметры его работы, выявить недостатки мы проводим испытания

спирального пылеотделителя на экспериментальной установке, уже ранее созданной на кафедре МАПП.

В ходе исследования эффективности такой установки были определена эффективность отделения на каждом витке и общая эффективность пылеотделителя.

График зависимости эффективности отделения продукта мука высший сорт от скорости на входе в пылеотделитель приведен на рисунке 2.

Исходя из проведенного эксперимента мы получили, что наибольшая эффективность 96,7% достигается при входной скорости равной 4м/с.

Так же, были проведены испытания, для определения эффективности классификатора на смеси продуктов.

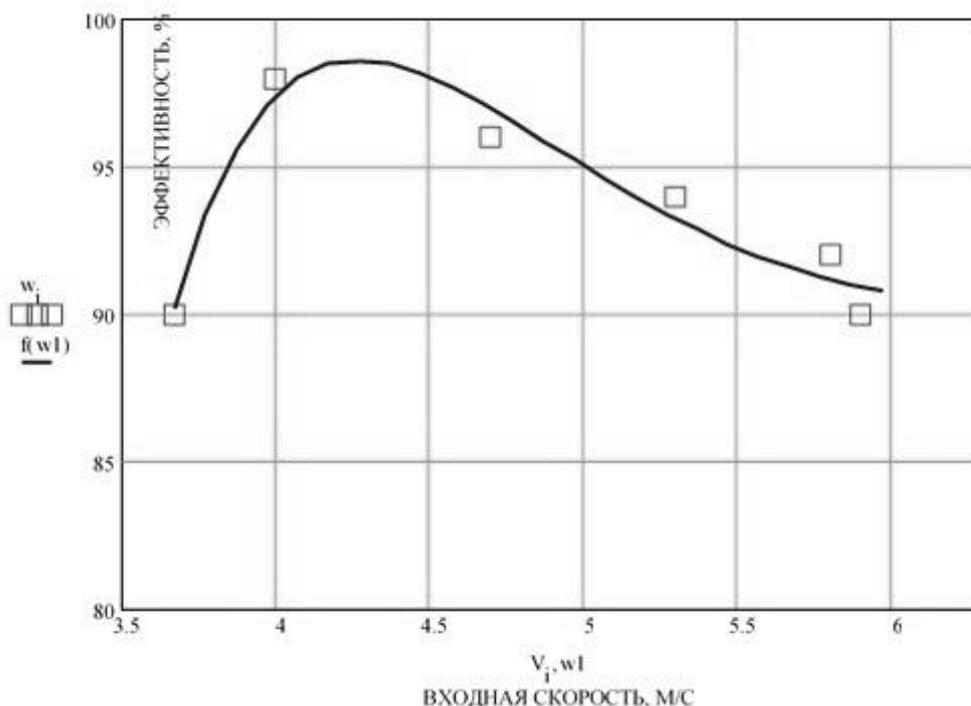


Рисунок 2 – Зависимость эффективности отделения продукта мука высший сорт от скорости на входе в пылеотделитель

С подготовленной навеской массой 50г, были проведены испытания при ранее использованных положениях задвижки.

Определяем фракционную эффективность на каждом витке и эффективность п/о в общем.

Конструкция предполагает отделение основного продукта на первом витке, а отделение контрольного на последующих витках.

Эффективность очистки в i – ом витке выражается отношением:

$$\varepsilon_{i\text{-тый вит.}} = \frac{m_{i\text{-тый вит.у}}}{M_{\text{прод.н}}} * 100\% \quad (1.1)$$

где $m_{i\text{-ый вит.у}}$ - количество уловленной определенной фракции пыли в i – ом витке;

$M_{\text{прод.н}}$ — количество поступившего в пылеотделитель этой фракции.

Общая эффективность очистки:

$$\varepsilon = \frac{(m_2 - m_1) * 100}{m_n} \quad (1.2)$$

где m_1 -масса мешка для пыли до опыта, m_2 -масса мешка после опыта, m_n - масса навески.

Результаты испытаний приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Результаты испытания спирального классификатора
Смесь просо(40г)+мука(10г)

№ опыта	1 виток		2 виток		3 виток		Масса мешка до опыта, г	Масса мешка после опыта, г	Общая эффективность пылеуловителя, %
	просо	мука	просо	мука	просо	мука			
10	39,7	3	0,3	2	0	,5	282	285	94%
2	39,7	4	0,3	3	0	1	282	285	94%
Смесь манка(40г)+мука(10г)									
	манка	мука	манка	мука	манка	мука			
8	39	6	0,5	2	0	,4	278	279	98%
10	39	6	0,6	2	0	,4	278	280	96%
2	39,6	4	0,1	3	0,3	,7	278	280	96%
4	39,3	3	0,3	4	0,4	,6	278	281	94%

Конструкция экспериментальной установки спирального классификатора показала хорошую эффективность пылеочистки в некотором диапазоне скоростей на различных продуктах размол. В свою очередь классификатор показал неплохие результаты фракционирования. Разделение манки и муки происходило на 1 и 2 витках. Так же мы достигли выделения из навески 50 г. (с содержанием 40 г. манки и 10 г. муки) 50% муки, от

начального содержания. Общая пылеочистка составила 96%. Можно сказать, что метод разделения продуктов размолла на фракции воздушным потоком осуществим. Для этого необходимы более точные расчёты, исследования и конструкции.

Выводы по эксперименту

В результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- на первом витке оседает около 80 % продукта;
- на втором витке оседает около 12 % продукта;
- на третьем витке оседает около 8 % продукта;
- максимальная эффективность отделения продукта с 3 р.с достигает 98% при скорости на входе в спиральный пылеотделитель 4 м/с;
- максимальная эффективность отделения продукта муки высшего сорта достигает 96,7% при скорости на входе в спиральный пылеотделитель 4 м/с;
- при более углубленном изучении совершенствования машины, можно добиться «сухого процесса» извлечения клейковины из мучной пыли.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПНЕВМОКОНТЕЙНЕРНОГО ТРАНСПОРТА КОРОБОК

Вихрев В.О., – студент гр. ТМиО – 31

Тарасов В.П.- кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На многих пищевых предприятиях, с целью упрощения транспортно – складских операций, готовую продукцию (конфеты, печенье, полуфабрикаты, мороженое, колбасные изделия, пельмени и многое др.) расфасовывают в коробки. В дальнейшем все внутри - и внешнезаводские транспортные операции выполняются с помощью транспортирующих устройств, средств механизации, автомобильного и железнодорожного транспорта. При этом при перегрузке с одного вида транспорта на другой используется ручной труд. Это не только экономически затратно, но и снижает производительность транспортно – складских линий.

Ранее, в [1], были проанализированы варианты механизации внутрицехового перемещения коробок с мороженым на ООО “Алтайхолод” и предложен вариант перемещения коробок с помощью пневмоконтейнерного транспорта.

Трубопроводные контейнерные пневмотранспортные системы относятся к новым видам специализированного транспорта грузов, их преимуществами являются:

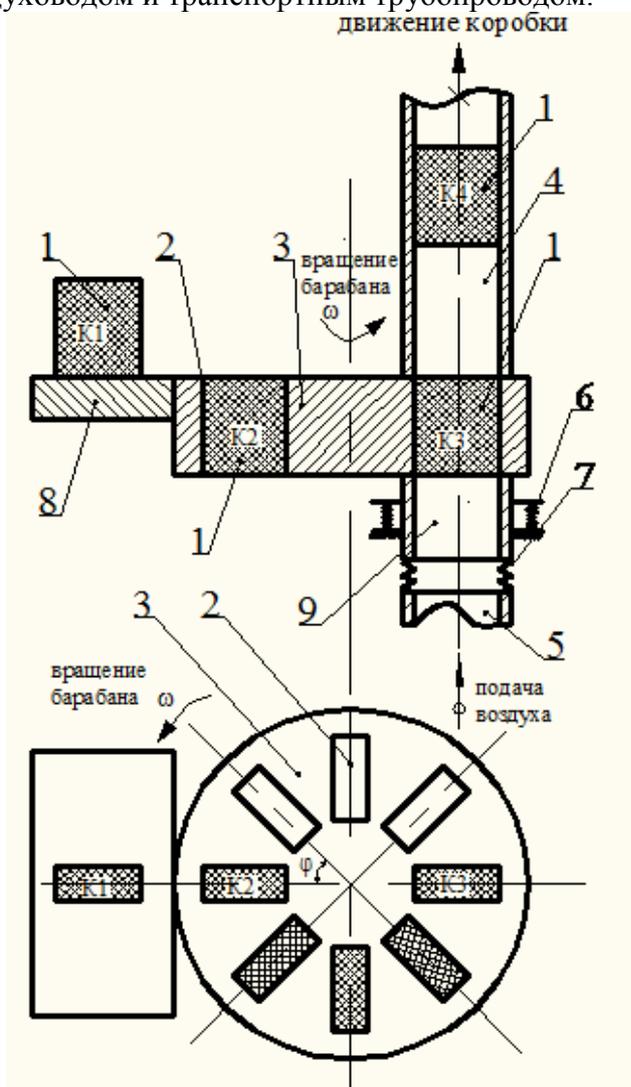
- значительная длина транспортирования без промежуточных перегрузок по сложной трассе с подъёмом под любым углом и по вертикали;
- возможность прокладки трубопровода в стесненных условиях производства;
- отсутствие механического оборудования на трассе трубопровода и, следовательно, сокращение обслуживания и ремонта;
- возможность полной автоматизации транспортных работ;
- высокая надёжность;
- простота эксплуатации.

Учёными, инженерами, конструкторами разработаны системы пневмоконтейнерного транспорта, их отдельные узлы, механизмы [2]. Это позволяет использовать пневмоконтейнерный транспорт для транспортирования целого ряда различных грузов. Однако, в силу ряда особенностей грузоносителя (коробки), а также транспортируемого продукта, не все типовые узлы и механизмы пневмоконтейнерного транспорта можно применять при транспортировании коробок. В частности, по причине достаточно больших габаритов и формы коробки, а также использования ручного труда при её упаковке, не представляется возможным, без существенного изменения, применение типовых загрузочных устройств. Ниже предпринимается попытка анализа возможных вариантов

загрузочных устройств, применительно к условиям цеха по производству мороженого на ООО “Алтайхолод”.

Анализ существующих загрузочных устройств пневмоконтейнерного транспорта позволяет рассматривать 4 возможных варианта.

Вариант 1 – револьверное загрузочное устройство (рисунок 1), основным элементом которого служит вращающийся барабан 3 с карманами 2, выполненными по размерам коробок 1. Рабочий после упаковки коробки 1, на упаковочном столе 8 (положение K1), помещает её (коробку) в карман 2 цилиндрического вращающегося барабана 3 (положение K2). После того как коробка займёт своё положение в кармане барабана, последний поворачивается на угол φ , подготавливая тем самым пустой карман для следующей коробки. Одновременно коробка, находящаяся в кармане предшествующем начальному участку трубопровода, перемещается в положение K3 и занимает исходное для транспортирования место в начале транспортного трубопровода 4. После чего, через воздухопроницаемое дно кармана под коробку из воздуховода 5 подаётся воздух, который перемещает коробку в транспортный трубопровод 4 (положение K4) и далее к месту разгрузки. Воздуховод 5 соединен гибкой связью (сильфоном или гибким рукавом 7) с поджатым пружинами 6 к барабану патрубком 9. Это обеспечивает герметичное соединение движущегося барабана с воздуховодом и транспортным трубопроводом.



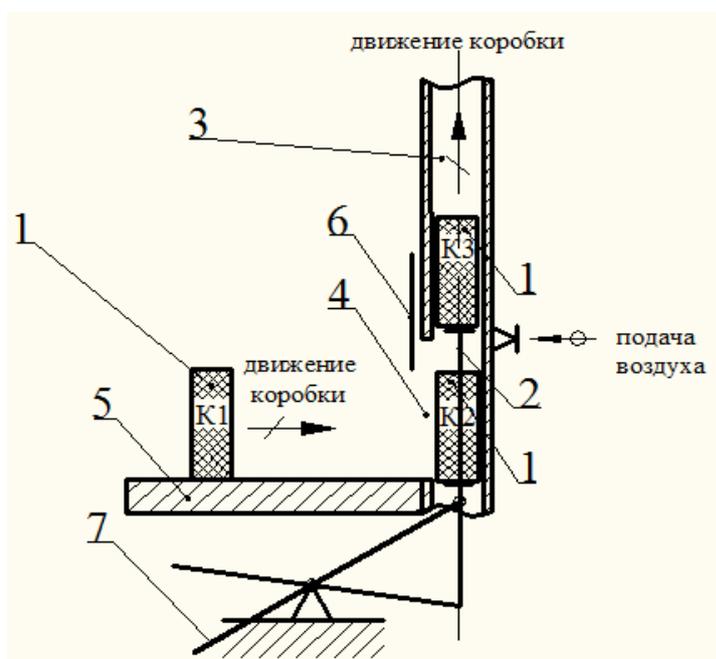
1 – коробка, 2 – карман, 3 – барабан, 4 – трубопровод, 5 – воздуховод, 6 – пружина, 7-сильфон или гибкий рукав, 8 – упаковочный стол, 9 – воздушный патрубок, K1,K2,K3,K4 – положения коробки.

Рисунок 1 – Схема барабанного загрузочного устройства револьверного типа

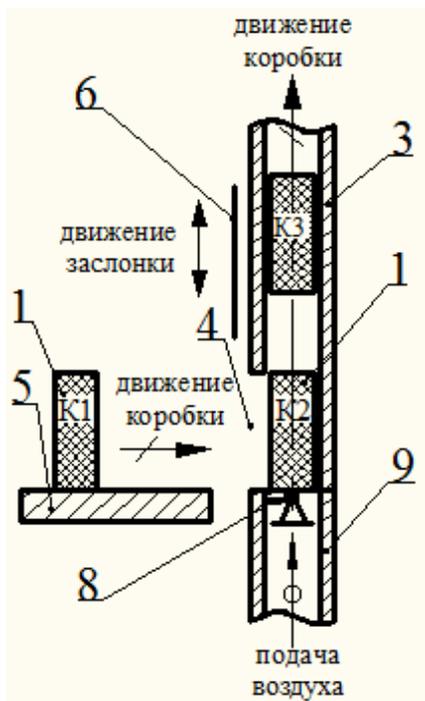
Такая конструкция загрузочного устройства широко апробирована во многих областях техники и зарекомендовала себя как надёжное средство для подачи тех или иных изделий в различные каналы. В числе наиболее существенных недостатков револьверного подающего устройства можно отнести:

- необходимость привода барабана;
- необходимость автоматической системы управления обеспечивающего согласование операций упаковщика, движения барабана и подачу воздуха;
- достаточно большие габариты устройства.

Вариант 2 загрузочного устройства – горизонтальная загрузка через окно. После упаковки коробки 1 рисунок 2 (положение К1), последняя через окно 4 направляется в материалопровод 3 (положение К2). Если система пневмоконтейнерного транспорта всасывающая, рабочий (или с помощью автоматических устройств) должен нажать на рычаг 7 рисунок 2 а). Коробка проталкивается толкателем 2 в материалопровод (положение К3) и в нем создаётся разрежение. При нагнетающей системе пневмоконтейнерного транспорта, необходимо закрыть окно 4 задвижкой 6, а затем подать воздух в материалопровод. В качестве проталкивающего устройства может быть использован кулачковый механизм 8, рисунок 2 б).



а) с рычажным проталкивающим устройством



б) с кулачковым проталкивающим устройством

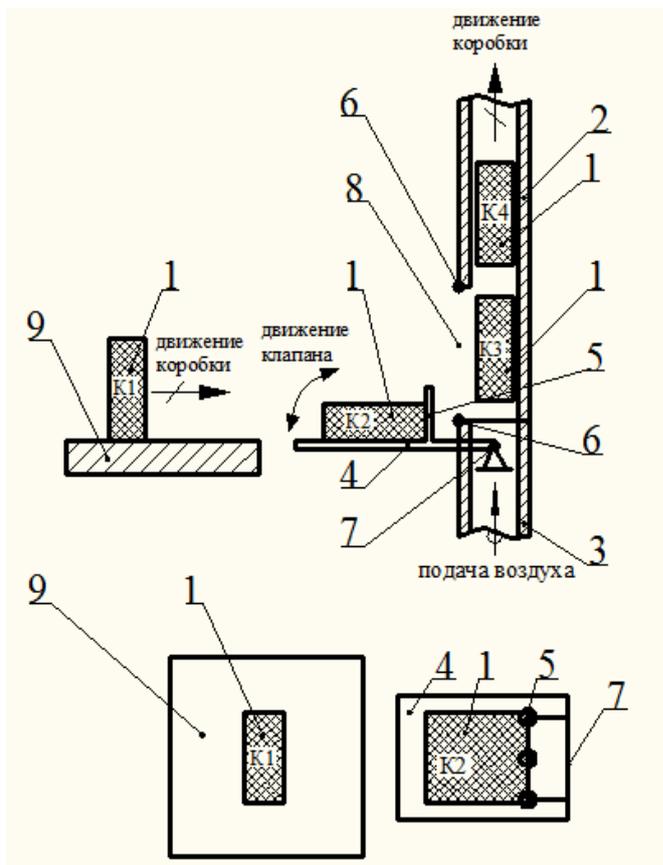
1 – коробка, 2 – толкатель, 3 – материалопровод, 4 – окно, 5 – упаковочный стол, 6 – задвижка, 7 - рычаг, 8 – кулачок, 9 – воздуховод, К1,К2,К3 – положения коробки.

Рисунок 2 – Схема загрузочного устройства через окно

Основными недостатками оконного загрузочного устройства являются:

- наличие значительного пространства (окна), которое в рабочем положении необходимо герметизировать (для нагнетающей системы);
- необходимость проталкивающего устройства (рычажного или кулачкового) - для всасывающей системы.

Вариант 3 – клапанное поворотное загрузочное устройство. Ввод коробки в материалопровод 2 рисунок 4 при этом варианте осуществляется через окно 8 с помощью поворотного клапана 4, с воздухопроницаемым дном 5. Рабочий после упаковки коробки (положение К 1), опрокидывает её на клапан 4 (положение К 2), который после этого поворачивается на 90° вокруг шарнира 7 и коробка вводится в материалопровод (положение К3). Одновременно с этим окно герметично закрывается рабочей плоскостью клапана 4, а воздух под коробку поступает из воздуховода 3 через воздухопроницаемое дно 5.



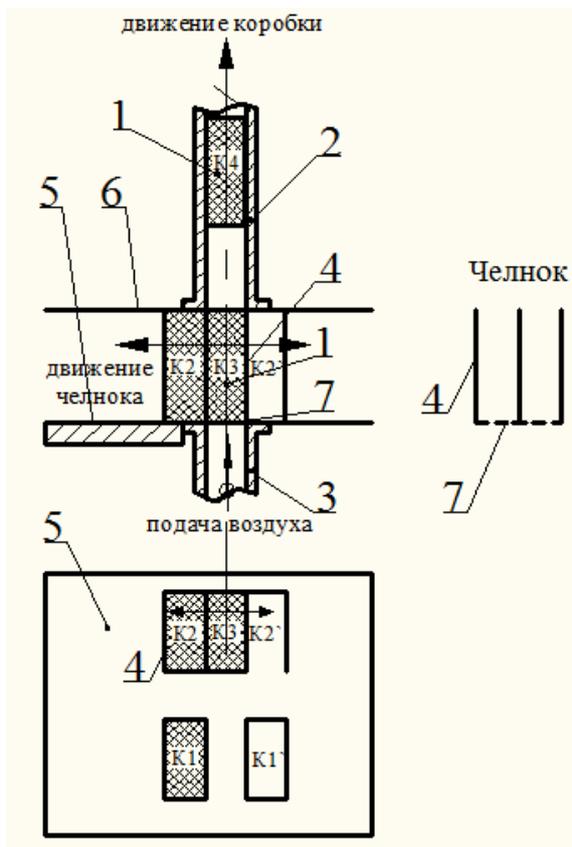
1 – коробка, 2 – материалопровод, 3 – воздуховод, 4 – клапан, 5 – воздухопроницаемое дно, 6 - уплотнитель, 7 – шарнир, 8 – окно, 9 – упаковочный стол, K1,K2,K3 – положения коробки.

Рисунок 3 – Схема клапанного поворотного загрузочного устройства

Основными недостатками клапанного поворотного загрузочного устройства являются необходимость достаточно точного совмещения клапана с материалопроводом по периметру окна, а также строгая фиксация коробки на клапане, исключающая её смещение при повороте.

Вариант 4– челночное загрузочное устройство. Основным элементом этого устройства является челнок 4 (рисунок 5). После упаковки коробки 1 на столе 5 (положение K1), рабочий укладывает её в ячейку челнока 4 (положение K2), после чего челнок продвигается таким образом, что ячейка с коробкой совмещается с материалопроводом 2 (положение K3). Как только это происходит, начинается подача воздуха в материалопровод 2 через воздуховод 3. Воздух проходит через воздухопроницаемое дно челнока 7 и под его давлением коробка продолжает своё движение по материалопроводу (положение K4) к месту разгрузки. Затем, следующая коробка 1 упаковывается рабочим с другой стороны материалопровода (положение K1') и рабочий устанавливает её в

освободившуюся ячейку (положение K2') и передвигает челнок 4 таким образом, что ячейка совпадает с материалопроводом 2, под коробку подается воздух и она транспортируется к месту назначения. После чего процесс повторяется.



1 – коробка, 2 – материалопровод, 3 – воздуховод, 4 – челнок, 5 – упаковочный стол, 6 – направляющая плоскость, 7 – дно челнока, K1, K2, K3, K4, K1', K2' - положения коробки.

Рисунок 4 – Схема челночного загрузочного устройства

Главным недостатком челночного загрузочного устройства является то, что рабочему необходимо постоянно перемещаться для установки коробки в ячейки из положения K2 в положение K2', что делает процесс не столь удобным и менее производительным.

Анализ предлагаемых конструкций загрузочных устройств, их достоинств и недостатков, а также особенностей конкретного производства позволяют выбрать наиболее соответствующий условиям и перемещаемому грузу вариант.

Список литературы.

1. Ильин А.С., Тарасов В.П. Анализ вариантов транспортировки готовой продукции – коробок с мороженым на ООО Алтайхолод // горизонты образования. 2016. вып. 18. URL: http://edu.secna.ru/media/f/mapp_tez_2016.pdf.

2. Смолдырев А.Е., Тантлевский А.В. Пневматический транспорт штучных грузов. – М.: Машиностроение, 1979. – 158 с.

АПРОБИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СОСТОЯНИЕ МИКРОФЛОРЫ КОМБИКОРМА ПРИ ЕГО ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИИ

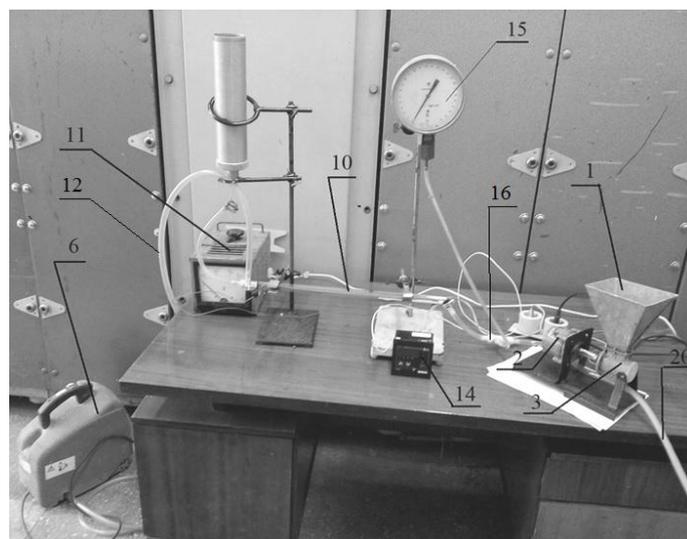
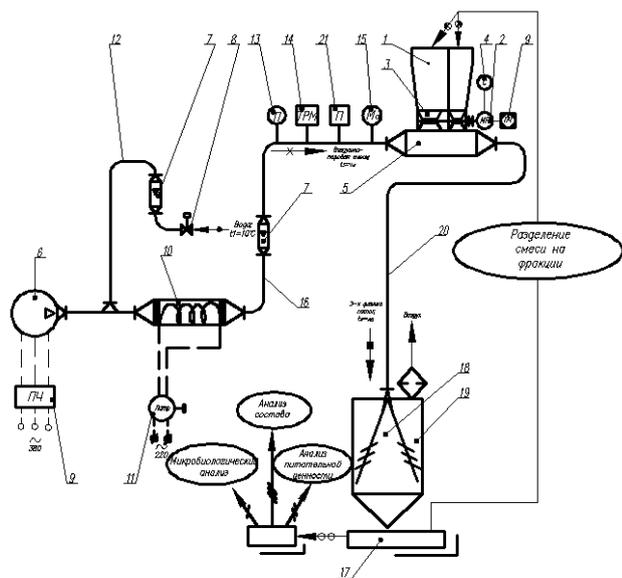
Босенко Е.А. – студент гр. 8ТМиО – 51

Тарасов В.П.- кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП,

Козубаева Л.А. - кандидат технических наук, доцент кафедры ТХПЗ

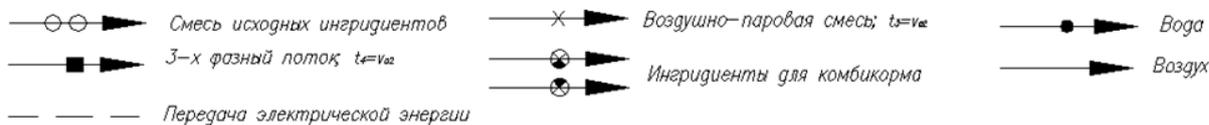
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При производстве комбикормов наиболее затратными операциями являются смешивание ингредиентов и последующее их кондиционирование. На осуществление этих операций затрачивается значительное количество энергии (около 50 % общих затрат), а применяемое оборудование имеет большие габариты и высокую стоимость. В [1] предложен способ получения комбикормов, позволяющий совмещать операции смешивания и кондиционирования с пневмотранспортированием. Это позволит существенно упростить процесс получения комбикормов, снизить его себестоимость. Кроме того, предполагается, что частично энергию пара, предназначенного для термообработки, можно будет использовать на пневмотранспортирование и, тем самым, уменьшить затраты энергии на реализацию этого процесса. Для экспериментальной проверки предложенного способа получения рассыпных комбикормов, определения режимных параметров и оценки его эффективности на кафедре «Машины и аппараты пищевых производств» разрабатывается экспериментальный стенд рисунок 1 а.



б) фото стенда

а) схема стенда



1 – емкость для предварительного хранения компонентов; 2 – мотор-редуктор; 3 – шлюзовый питатель; 4 – секундомер; 5 – смесительная камера; 6 – компрессор; 7 – ротаметр; 8 – вентиль; 9 – преобразователь частоты; 10 – устройство для подогрева воздуха и получения пара; 11 – лабораторный автотрансформатор; 12 – водопровод; 13 – предохранитель; 14 – термометр; 15 – манометр; 16 – паро-воздухопровод; 17 – весы; 18 – устройство для снижения расслоения материала; 19 – бункер; 20 – материалопровод; 21 – пульсатор.

Рисунок 1 – Стенд для проверки способа получения комбикормов [1]

Стенд представляет собой пневмотранспортную установку, оснащенную приборами контроля и регулирования, а также дополнительным оборудованием, позволяющим изменять температуру подаваемого воздуха, получать пар с различной температурой, осуществлять импульсную подачу воздуха в смесительную камеру шлюзового питателя. На первом этапе экспериментальных исследований планируется проверить влияние температуры нагрева комбикорма на изменение его микрофлоры. Предполагается, что на содержание микрофлоры в комбикорме наиболее существенное влияние будет оказывать температура исходной паровоздушной смеси, соотношение паровоздушной смеси и комбикорма в аэросмеси, продолжительность движения аэросмеси по материалопроводу (время обработки комбикорма). Последнее, в свою очередь, будет определяться длиной транспортирования и скоростью движения комбикорма по материалопроводу.

Для решения задачи 1 этапа - оценки влияния вышеназванных параметров на содержание микрофлоры реализована упрощенная схема стенда рисунок 1 б.

В качестве материалопровода используется гибкий рукав 20 внутренним диаметром 10 мм с возможностью регулировать его длину (предполагается изменять до 100 м). Источником гидравлической энергии служит компрессор 6, позволяющий развивать давление до 800 кПа. Для хранения и подачи ингредиентов в смесительную камеру применяется многосекционный бункер 1 и шлюзовый питатель 3. Для получения паровоздушной смеси и ее нагрева разработано оригинальное устройство 10, с помощью которого можно будет изменять соотношение пара и воздуха и регулировать температуру паровоздушной смеси. Это устройство, рисунок 2 представляет форсунку со встроенной электрической спиралью.

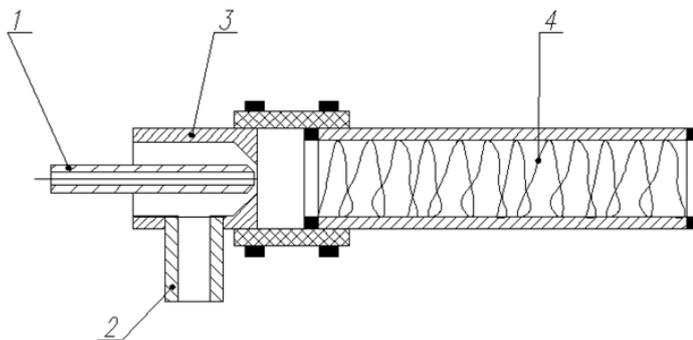


Рисунок 2 – Устройство для получения пара и подогрева воздуха

Вода и воздух поступают по патрубкам 1 и 2 соответственно в камеру смешивания 3, откуда образующаяся смесь воздуха и воды попадает в камеру нагрева 4 (кварцевую трубку со встроенной электрической спиралью). Температуру нагрева спирали, и температуру смеси можно регулировать лабораторным автотрансформатором 11 (рисунок 1 а) в достаточно широких пределах (от 20 до 300°C). Соотношение компонентов паровоздушной смеси, можно изменять с помощью вентиля, установленных на патрубках 1,2 рисунок 2. Апробирование методики влияния температуры на содержание микрофлоры в комбикорме выполнено в условиях лаборатории пневмотранспорта кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова. Поскольку основной целью этих постановочных опытов являлась проверка работоспособности основных узлов и агрегатов стенда и установление влияния температуры на микрофлору комбикорма, то в опытах использовался материалопровод небольшой длины (около 5 м), а влияние содержания пара на этом этапе, не проверялось (комбикорм обрабатывался в процессе транспортирования горячим воздухом).

Исследование внешней микрофлоры комбикорма проводилось методом высева смыва (суспензии) на плотные питательные среды (чашечный метод) [2]. Определение этим методом включает три этапа: приготовление разведений, посев в чашки Петри, подсчет

выросших колоний. Из средней пробы исследуемого материала в стерильный пакет берется навеска 10 г (или 5 г). Навеску переносят с соблюдением правил асептики в колбу 1 (рисунок 3) с 90 мл (или 45 мл) стерильной воды и взбалтывают осторожно (не замачивая ватной пробки) в течение 5 минут. Таким образом, получается смыв микроорганизмов, который используется для приготовления разведений.

Чтобы получить изолированные колонии, смыв разводят. Чаще всего делают десятичные разведения. Для приготовления разведений стерильную воду разливают по 9 мл в стерильные сухие пробирки. Затем 1 мл смыва переносят в пробирку 2 с 9 мл стерильной воды и получают разведение $1:10^2$. Суспензию этого разведения тщательно перемешивают с помощью новой стерильной пипетки. Затем этой же пипеткой берут 1 мл полученного разведения и переносят его во вторую пробирку 3. Это разведение $1:10^3$. Степень разведения определяется предполагаемым количеством микроорганизмов в объекте и соответственно число разведений тем больше, чем больше предполагаемое количество микроорганизмов в исследуемом объекте.

Из каждой пробирки берется для посева 1 мл суспензии стерильной пипеткой и переносится в стерильные чашки Петри 4. Затем, осторожно приоткрыв под углом крышку чашки Петри, заливают дно чашки 15 - 20 мл расплавленной и остуженной до $48 - 50^\circ\text{C}$ агаризованной среды. Когда среда застынет, засеянные чашки Петри помещают в термостат для выращивания.

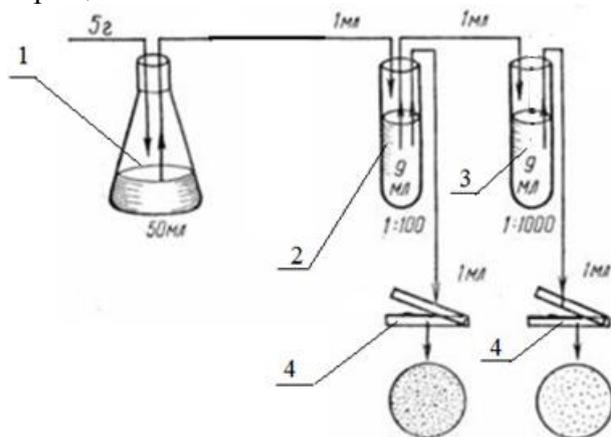


Рисунок 3 - Схема приготовления разведений суспензии микроорганизмов и проведения посева

Колонии бактерий подсчитывают обычно через 3 дня, колонии микроскопических грибов и дрожжей через 5 – 7 дней инкубации в термостате.

С использованием вышеуказанной методики на лабораторном стенде проведен ряд опытов, результаты некоторых из них представлены в таблице.

Таблица – Результаты микробиологического анализа комбикорма

Образец	Разведение	Повторность	Количество колоний на чашке	Среднее количество колоний	КО Е, шт
Комбикорм до обработки	1:100	1	152	$15,8 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$ 32,
		2	164		
	1:1000	1	56	$50 \cdot 10^3$	
		2	44		
Комбикорм после обработки при 160°C	1:10	1	404	$41 \cdot 10^2$	10^2 62·
		2	416		
	1:100	1	76	$83 \cdot 10^2$	
		2	90		

В ходе проведения пробных экспериментов было установлено, что все агрегаты и узлы экспериментального стенда работоспособны и позволяют провести опыты по проверке комбикорма на содержание микрофлоры.

Анализ полученных результатов по оценке влияния температуры воздуха на микрофлору свидетельствует, о том что после термообработки количество микроорганизмов в комбикорме снизилось 4-5 раз. Это подтверждает гипотезу возможности кондиционирования комбикорма в процессе пневмотранспортирования. Предполагается, что при увеличении длины трассы транспортирования увеличится время контакта горячего воздуха и комбикорма, тем самым будет возможно достичь более значимого эффекта.

Список литературы

1. Патент РФ № 2015150698, 16.05.2017. Способ получения комбикормов // Патент России № 2613464. 2015. / Тарасов В.П.

2. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Пищевая микробиология» для студентов направления 260100 очной формы обучения / Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина; ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 85с.

АНАЛИЗ ПРИЧИН РАССЛОЕНИЯ СМЕСИ ПРИ ЗАГРУЗКЕ ЕМКостей СЫПУЧИМИ МАТЕРИАЛАМИ.

Антипов Р.О. – студент гр. ТМиО – 31

Тарасов В.П.- кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП,
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

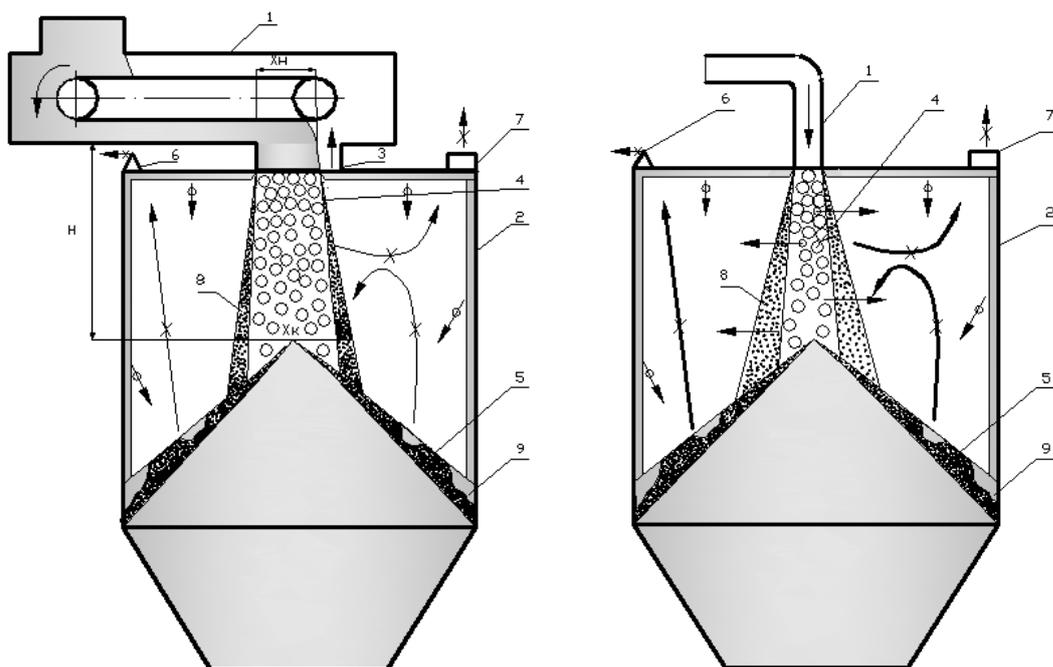
Во многих технологических процессах, в том числе в пищевой промышленности используются сыпучие материалы, которые, чаще всего, являются смесями. При этом, для их перемещения в качестве связей (внутрицеховых, внутризаводских, и внешезаводских) используются различные виды транспорта, чаще всего механические (конвейеры) или пневматические. Пневмотранспорт является одним из прогрессивных способов механизации и автоматизации перемещения насыпных грузов. Этот вид транспорта нашел применение практически во всех отраслях народного хозяйства. Пневмотранспорт широко используют для перемещения сыпучих материалов благодаря целому ряду достоинств. Пневматическая загрузка и выгрузка материала часто более экономична и прогрессивна по сравнению с другими методами. В пищевой промышленности пневматический транспорт также нашел широкое применение для перемещения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов в виде мелкоштучных, зернистых, пылевидных и волокнистых материалов.

В качестве промежуточных (буферных) устройств и средств хранения сыпучих материалов, применяются различные емкости. Известно, что во многих случаях, при загрузке емкости смесь расслаивается, при этом,- при загрузке пневмотранспортом,- в гораздо большей степени, чем при использовании механических видов транспорта. Это крайне нежелательное явление, которое приводит к потере пищевой ценности продукта, нарушению обмена веществ, снижению продуктивности животных и даже их гибели. Однородность смеси нужно сохранять также во многих других технологических процессах: химических, строительных, в литейном деле, в металлургии и ещё в целом ряде других сфер человеческой деятельности. Особенно актуально сохранение однородности смеси в комбикормовом производстве и фармацевтической промышленности. Известные, используемые для предотвращения расслоения смеси способы загрузки и устройства при заполнении емкостей, малоэффективны.

В настоящей работе анализируются причины расслоения смеси при загрузке емкостей сыпучими смесями, устанавливаются особенности пневматической загрузки.

В процессе загрузки емкости можно выделить две стадии: - движение (падение) материала в воздушном пространстве емкости и – движение по наклонной (конусной) поверхности насыпи материала в ней. Механизм расслоения на второй стадии достаточно хорошо изучен и описан, например [1]. Более крупные продолговатые частицы скапливаются в центре, образуя насыпь в виде треугольника, а круглые частицы скатываются к краям емкости.

Гораздо меньше изучен механизм расслоения на первой стадии - падении материала в воздушном пространстве емкости. Известны работы, например [1,2,3] носят несколько разноречивый и даже противоречивый характер. В общем случае, движущейся в воздушном пространстве емкости материал можно представить в виде двухкомпонентной расширяющейся струи 4, рисунок 1.



а) механическим способом

б) пневматическим способом

- > - движение материала; <—> - движение воздуха и мелких частиц материала;
 —○> - движение пыли и мелких частиц осевших на стенках емкости.

1 – конвейер, 2 - емкость, 3 – выпускной патрубок конвейера, 4 – материалоздушная струя, 5 – шарообразные частицы, 6 – аспирационный патрубок, 7 - фильтр, 8 – пограничный слой, 9 – агломераты мелкодисперсных высоко адгезионных частиц.

Рисунок 1 – Схема загрузки емкости путем прямой подачи.

По внешнему контуру струи образуется, так называемый, пограничный слой 8. При этом можно предположить, что в этом пограничном слое будет в основном содержаться аэродинамически легкие частицы. Поскольку размеры поперечного сечения емкости чаще всего значительно больше размеров начального сечения струи заполняющего емкость материала, то струю можно считать свободной, т.е. не ограниченной поверхностью.

В результате движения подающего слоя воздух эжектируется из окружающего струю пространства, что влечёт появление воздушных потоков во внутреннем объеме емкости. Основываясь на физической сущности происходящих явлений [1,2,3], и на возможные варианты расположения оборудования, стрелками обозначены предполагаемые варианты

движения потоков воздуха в емкости. Аэродинамические лёгкие частицы в зоне контакта струи с поверхностью будут подхватываться проходящим со струёй воздухом и уносятся: частично в начальное сечение струи 4; частично через свободное пространство выпускного патрубка 3, рис.1а транспортирующего устройства 1; частично в установленный фильтр 7 или аспирационный патрубок 6. Некоторые частицы, вследствие адгезии и статического электричества, будут накапливаться на стенках емкости 2 и на другом оборудовании. С течением времени, после того как слой частиц на стенках оборудования станет достаточно большим и силы гравитации и инерции (последние возникают вследствие вибраций оборудования) превысят силы адгезии и статического электричества, агломераты таких частиц 9 упадут на свободную поверхность материала в ёмкости.

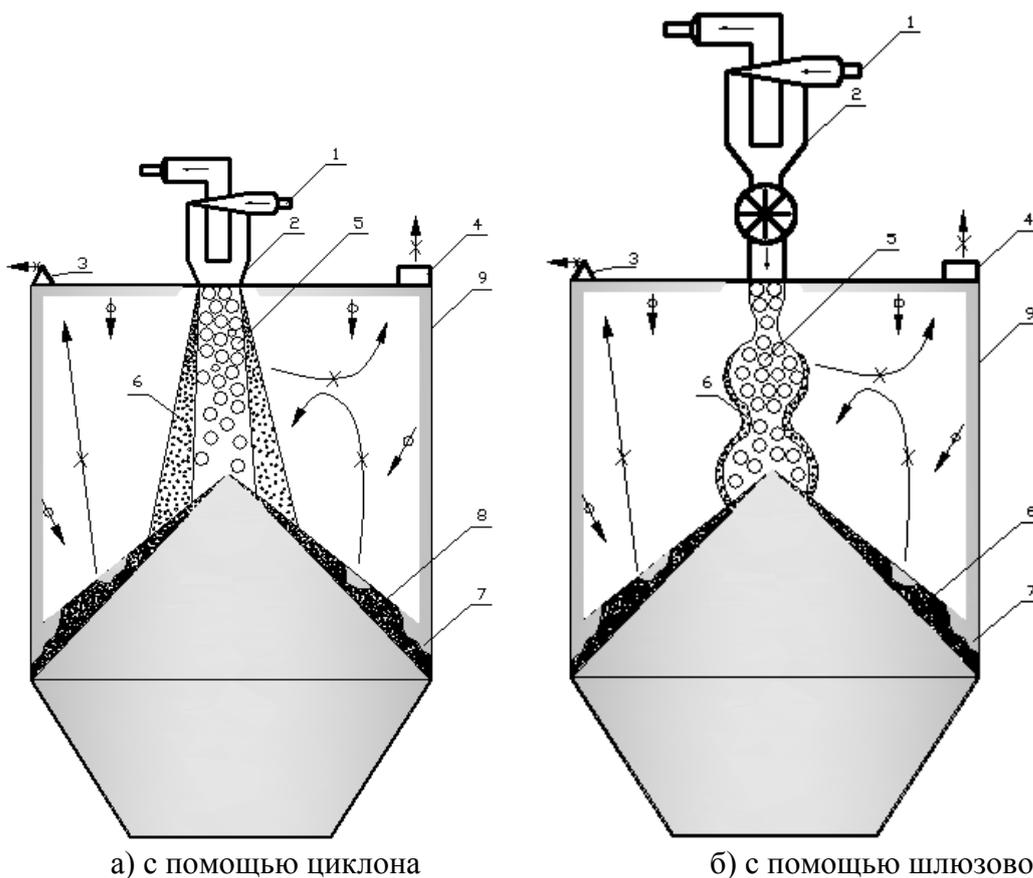
Поскольку оборудование (фильтр, аспирационные патрубки, выпускные патрубки загрузочные устройства, и другие элементы) часто располагаются не симметрично относительно внутренней поверхности, то это приводит к образованию дополнительных причин образования неравномерности материала в емкости.

Таким образом, вышеописанные явления приводят к качественному изменению состава загружаемой в емкость смеси (состав смеси в разных ее частях будет различным и отличаться от материала, подаваемого в емкость). В числе причин, вызывающих это, можно выделить 3 основные: 1) изменение состава смеси при движении ее по конусной части свободной насыпи и преимущественного накопления по периметру конуса округлых частиц; 2) изменение состава за счет уноса аэродинамически легких частиц в аспирацию или фильтр; 3) сосредоточение материала (преимущественно у стенок емкости) мелкодисперсных и частиц с высокими адгезионными и электростатическими свойствами.

При пневматической загрузке емкостей на практике чаще всего применяются три основных способа: прямая подача смеси в емкость; загрузка емкости смесью из центробежного отделителя и выпуск смеси в емкость из шлюзового затвора. При загрузке емкостей пневматическим способом путем прямой подачи рисунок 1б, по сравнению с механической загрузкой можно выделить следующие основные особенности, которые могут оказать влияние на процесс расслоения смеси: 1) аэросмесь, поступает в емкость с достаточно большой начальной скоростью; следовательно, струя будет иметь более выраженный характер, а скорость движения частиц по мере вертикального движения будет, как правило, не увеличиваться, а уменьшаться; 2) вместе с материалом в емкость поступает большое количество воздуха, что будет приводить к образованию более интенсивных аэродисперсных потоков; 3) содержание (концентрация) частиц материала в струе будет значительно меньше (может в десятки и даже сотни раз); 4) производительность пневмотранспортных установок, как правило, в несколько раз меньше чем механических транспортных средств, что приведет к увеличению доли пограничного слоя, а значит и степени расслоения.

При загрузке емкости пневматическим способом путем выпуска материала из циклона, рисунок 2а, часть аэродинамически легких частиц извлекается из смеси уже в самом циклоне. Дополнительные воздушные потоки (по сравнению с механической загрузкой) будут иметь место, как во всасывающей системе пневмотранспорта, так и в нагнетающей. Однако интенсивность их по сравнению с прямой пневматической загрузкой будет несколько меньше.

При пневматической загрузке емкости с использованием шлюзового затвора рисунок 2б, по сравнению с непосредственным выпуском из циклона, выходящий из него поток материала будет носить ярко выраженный пульсирующий характер. Неравномерность выпуска материала из шлюзового затвора объясняется особенностью его конструкции и работы. Неравномерность потока материала будет приводить к дополнительному фактору, способствующему расслоению смеси. Хотя при этом одновременно интенсивность воздушных потоков будет несколько ниже. Следует заметить, что пульсационный характер струи будет иметь место и при использовании некоторых типов механических загрузочных устройств, например, при загрузке ковшевыми элеваторами.



а) с помощью циклона

б) с помощью шлюзового затвора

 - движение материала;  - движение пыли и мелких частиц осевших на стенках емкости;  - движение воздуха и мелких частиц материала;

1 - материалопровод, 2 - циклон, 3 - аспирационный патрубок, 4 - фильтр, 5- материаловоздушная струя, 6- пограничный слой; 7- агломераты мелкодисперсных и адгезионных частиц, 8- шарообразные частицы, 9- емкость.

Рисунок 2 - Схема загрузки емкости пневматическим способом путем выпуска из циклона

Выше названные особенности пневматической загрузки емкостей приведут к образованию более значительного по отношению к самой струе пограничного слоя и воздушных потоков с более высокими скоростями. Следовательно, в процесс расслоения будут вовлекаться дополнительные фракции сыпучего материала. В конечном итоге следует ожидать (и это подтверждается на практике) более существенного расслоения в емкости.

Выполненный анализ загрузки емкостей различными способами позволяет сделать следующие выводы.

1. В процессе загрузки емкостей можно выделить 2 стадии – свободное движение материал-воздушной смеси в виде струи по незаполненной части емкости и скольжение материала по конусообразной части свободной насыпи.

2. В емкости образуются потоки воздуха. Они возникают вследствие вытеснения поступающим материалом воздуха из емкости и по причине поступления (или отсоса) воздуха пневмотранспортом.

3. Во многих случаях эти потоки воздуха вследствие несимметричного расположения оборудования асимметричны.

4. В некоторых случаях потоки воздуха носят пульсирующий (неравномерный во времени) характер.

5. Основными причинами изменения состава смеси являются: а) различные размеры и форма частиц при движении их по конусообразной части в емкости; б) неравномерное осаждение взвешенных в воздухе частиц материала на поверхности насыпи; в) унос аэродинамических легких частиц в аспирацию и фильтр; г) сосредоточение агломератов высоко адгезионных частиц и материала, накапливающего статическое электричество, преимущественно у стенок емкости.

6. При использовании пневматических загрузочных устройств (различных систем пневмотранспорта) могут появляться дополнительные факторы, способствующие расслоению смеси:

- образование более интенсивных воздушных потоков;
- пульсирующий характер движения материало-воздушной струи;
- образующаяся струя имеет более выраженный характер (её скорость существенно выше), а содержание материала в струе может быть значительно ниже.

Выдвинутая гипотеза движения материало-воздушных потоков в емкости и определение связанных с этим причин расслоения смесей при загрузке емкостей, позволит после ее экспериментальной проверки разработать более эффективные мероприятия, направленные на сохранения состава смесей при их загрузке в емкости.

Список литературы.

1. Горбис З. Р. Теплообмен и гидромеханика дисперсных сквозных потоков. М.: Энергия, 1970.-424 с.
2. Платонов П. Н. и др. Элеваторы и склады. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987.- 450 с.
3. Дж. Дейли, Д. Харлеман Механика жидкости и газа. Перевод с английского.- М.: Энергия, 1971.- 480 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА КАМНЕОТБОРНИКА РЗ-БКТ

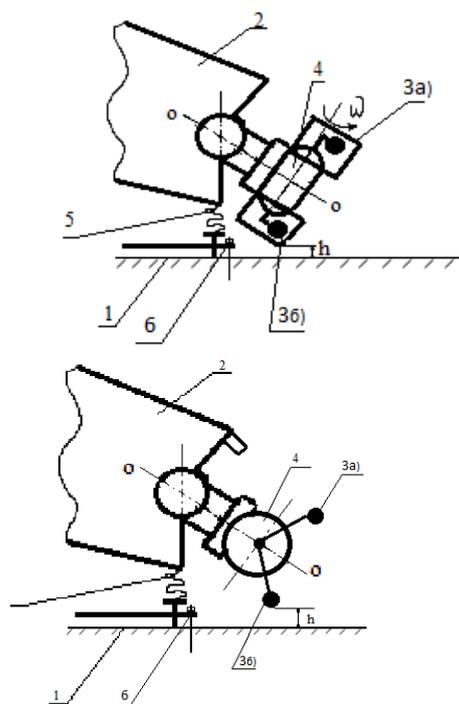
Мингалева А.А. – студент гр. ТМиО – 31

Тарасов В.П.- кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП, Козубаева Л.А.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Камнеотборник РЗ-БКТ благодаря высокой эффективности, небольшим габаритам, небольшой массе и простоте конструкции широко используется на зерноперерабатывающих предприятиях для выделения минеральных примесей из зерновой массы. На мукомольных предприятиях и крупозаводах он устанавливается в технологических линиях по подготовке зернового сырья к переработке. Эта машина вибропневмофрикционного принципа действия, несмотря на простоту конструкции, имеет семь параметров регулировки, что позволяет использовать ее для широкого круга зерновых материалов и больших диапазонов изменения производительности.

В качестве привода основного рабочего органа используется вибратор инерционного принципа действия. Для изменения амплитуды колебаний в вибраторе предусмотрена возможность изменения центра масс грузов - дебалансов 3, рисунок 1. При этом, доступность к верхним грузам 3а) и удобство изменение их положения, не вызывает каких-то сложностей. В тоже время, изменения центра масс нижних грузов - дебалансов 3б) сопряжена со значительными трудностями, поскольку расстояние h от нижних грузов до плоскости фундамента 1 менее 0,2 м. Обслуживающему персоналу приходится или поднимать весь камнеотборник, освобождая фундаментные болты 6, или осуществлять операцию регулировки в крайне неудобном положении с использованием специальных приспособлений, или снимать вибратор с креплений и только тогда выполнять регулировку. Это занимает много времени и приводит к длительной остановки всей технологической цепочки.

Анализ различных способов устранения вышеописанного недостатка позволил предложить решения проблемы. Доступность к нижним грузам предлагается обеспечить за счет поворота вибратора вокруг оси о - о на 90 - 180 градусов из рабочего в регулировочное положение, рисунок 1б). Это позволит иметь беспрепятственный доступ к нижнему грузу - дебалансу 3б) и осуществлять операцию регулировки в удобных условиях.



а) рабочее положение;

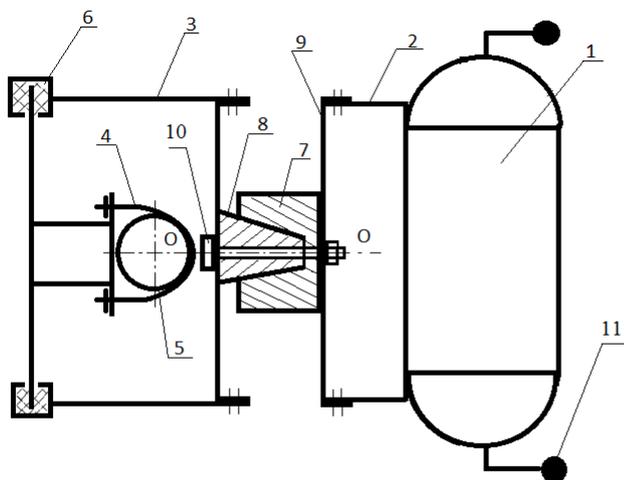
б) регулировочное положение

1 - поверхность фундамента или перекрытия; 2 - кузов камнеотборника; 3 - грузы-дебалансы; 4 - вибратор; 5 - пружины; 6 - фундаментные болты.

Рисунок 1- Схема поворотного привода камнеотборника РЗ-БКТ

Для конструктивной реализации способа (разработки подвижного соединения кузова камнеотборника 2 и вибратора 4 и обеспечения его поворота) предлагается 3 варианта.

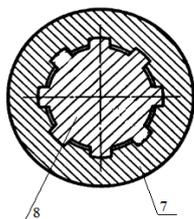
Вариант 1 – конусная конструкция узла соединения показана на рисунке 2. При таком решении кузов камнеотборника жестко соединяется с полумуфтой 8, имеющей наружный конус, а вибратор неподвижно крепиться к полумуфте 7 с внутренним конусом. В рабочем положении полумуфты 7 и 8 стянуты болтовым соединением 10, обеспечивающим жёсткость соединения вибратора и кузова. Для поворота вибратора необходимо, несколько (на 0,5 – 1 мм) ослабить болтовое соединение, сдвинуть вибратор вправо (в соответствии с рисунком) вдоль оси о-о и повернуть вокруг оси о-о на 90 - 180 градусов. После завершения регулировки вибратор следует вернуть в исходное положение, повернув его в обратную сторону и затянуть болтовое соединение. Наиболее существенным недостатком этого решения будет увеличение габаритов машины вдоль оси о-о. Для частичного устранения этого недостатка полумуфты можно выполнить в виде двух дисков, однако при этом для обеспечения необходимого фрикционного сцепления потребуется значительно большее усилие затяжки болтового соединения.



1 – вибратор; 2 – кронштейн вибратора; 3 – кронштейн кузова; 4 – хомут; 5 – труба; 6 – сайлентблок; 7 – полумуфта с внутренним конусом; 8 – полумуфта с наружным конусом; 9 – кронштейн промежуточный; 10 – болт; 11 – грузы.

Рисунок 2 – Схема конусного соединения кузова и вибратора

Полумуфты 7 и 8 можно выполнить цилиндрическими, а на их поверхности нанести шлицы, рисунок 3. Шлицевые полумуфты позволят обеспечить надежность их соединения, а стягивающий

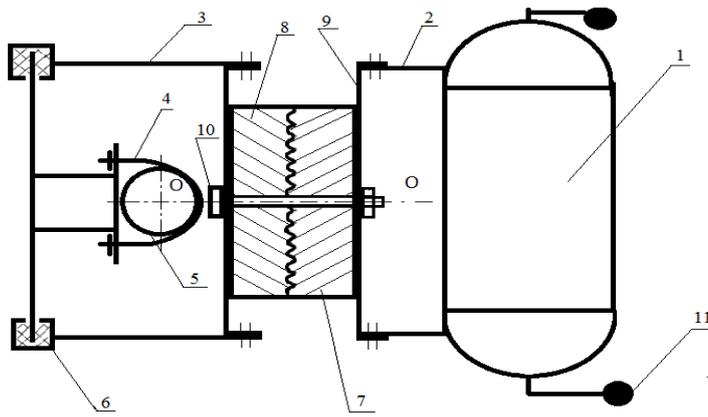


7,8 – полумуфты

Рисунок 3 – Схема шлицевого соединения полумуфт

их болт будет выполнять лишь функцию фиксации положения. Однако, для поворота вибратора потребуется перемещать его вдоль оси о-о на большее расстояние. Кроме того, поскольку соединение будет воспринимать переменную по величине и направлению нагрузку, к шлицевому соединению предъявляются повышенные требования.

Вариант 2 – зубчатое соединение, рисунок 4. Предлагается вибратор 1 соединить с кузовом через кронштейн 3 с помощью двух зубчатых полумуфт 7 и 8, стянутых болтовым соединением 10. Для поворота вибратора будет необходимо расслабить болтовое соединение таким образом, чтобы сдвинуть вибратор вдоль оси о - о на расстояние большее, чем высота зубьев. Затем следует повернуть вибратор в регулировочное положение и осуществить регулировку. Основным недостатком этого варианта будет сложность изготовления зубчатых полумуфт в условиях эксплуатирующей организации.

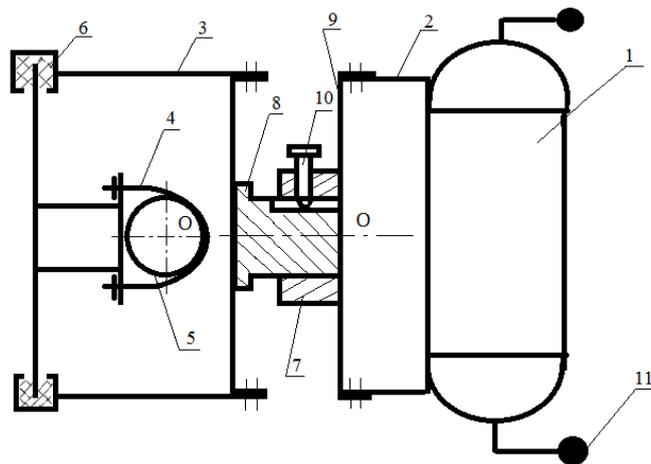


1 – вибратор; 2 – кронштейн вибратора; 3 – кронштейн кузова; 4 – хомут; 5 – труба; 6 – сайлентблок; 7,8 – зубчатые полумуфты; 9 – кронштейн промежуточный; 10 – болт; 11 – грузы.

Рисунок 4 – Схема зубчатого соединения кузова и вибратора

Вариант 3 – винтовое соединение, рисунок 5. Предлагается соединить кузов машины

с



1 – вибратор; 2 – кронштейн вибратора; 3 – кронштейн кузова; 4 – хомут; 5 – труба; 6 – сайлентблок; 7,8 полумуфты; 9 – кронштейн промежуточный; 10 – затяжной винт; 11 – грузы.

Рисунок 5 – Схема винтового соединения кузова и вибратора

вибратором 1 с помощью двух полумуфт 7 и 8, закрепленными между собой стопорным винтом 10. Наиболее существенным недостатком этого решения будет необходимость в значительном усилии затяжки стопорного винта 10.

Предложенный способ крепления вибратора к кузову камнеотборника РЗ-БКТ позволит существенно упростить процедуру регулировки амплитуды колебаний его рабочего органа. Рассмотренные варианты конструктивной реализации способа дают возможность исполнителю выбрать наиболее рациональное решение в зависимости от условий и возможностей эксплуатирующей организации.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА АРАХИСОВОЙ ПАСТЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ ИП ЛОЗИНА М.Ш.

Драганов С С . – студент гр. 8ТМиО – 51

Тарасов А.В.- кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Структура питания населения России характеризуется понижением качества потребляемых наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов. Решение этой проблемы предусмотрено государственной политикой в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 г. (одобрена Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р). [1]

Под политикой в области здорового питания понимается комплекс мероприятий, направленный на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей населения в рациональном здоровом питании. Использование в качестве пищевых ингредиентов семян масличных культур, ядер орехов и, примыкающих к этой группе ядер арахиса, является весьма перспективным направлением при решении практических задач создания рационов питания.

В настоящее время изделия из арахиса пользуются спросом у населения, занимающегося активными видами спорта, с избыточным весом (при диете), страдающего сердечнососудистой недостаточностью, а также ведущего профилактику сахарного диабета.

Для качественной переработки сырья в готовую продукцию необходимо иметь технологический регламент (комплекс технологических мероприятий), а также необходимое оборудование, являющееся средством обработки сырья в готовую продукцию. В зависимости от производства оборудование подбирается с учетом производительности и эффективности переработки сырья.

На предприятии ИП Лозина М.Ш. развернуто производство переработки ядер арахиса в арахисовую пасту. Выпускается данный продукт в условиях полукустарного производства с применением труда и минимальной механизацией.

Технологическая линия производства арахисовой пасты состоит:

Прием сырья осуществляется следующим путем. Мешки с арахисовым зерном поступают на склад, где рабочий в свою очередь вскрывает их и высыпает содержимое в накопительный бункер, эффективность и производительность зависит от физической подготовки персонала.

Сушка. Сушка необходима для предварительной подготовки ядер арахиса к обжариванию. На этом этапе удаляется лишняя влага и прогревается жаровня.

Обжариваются ядра арахиса во вращающейся цилиндрической термокамере – жаровне, при температуре 160-180С° в течении 30 минут. Загрузка и выгрузка осуществляется вручную, что снижает производительность, увеличивает время и трудоемкость производства.

Обжаренный арахис необходимо быстро остудить, чтобы предотвратить эффект перегревания зерен, в связи медленного остывания разогретого масла внутри арахисовых ядер. На данном предприятии охлаждение осуществляется на специально подготовленном столе, выгрузка горячей массы на который осуществляется в ручном режиме. Данный способ охлаждения является низко производительным, слабо эффективным с применением ручного труда (перемешивание), что сказывается на качестве готовой продукции в целом.

Остывшие арахисовые ядра отправляют в измельчитель для приготовления пастообразной массы. На данном этапе используется оборудование для измельчения ореховых ядер. Загрузка осуществляется вручную что сказывается на качестве сырья.

Дозирование и упаковка арахисовой пасты осуществляется в ручном режиме. Арахисовая паста заливается в пластиковые баночки, закрывается крышкой, маркируется и упаковывается в коробки. Этот этап производства является низкопроизводительным и мало эффективным.

При данном построении технологического процесса к основным недостаткам относятся: разорванная технологическая линия (этапы производства не связаны друг с другом), почти полное отсутствие механизации производства, и как следствие невозможность автоматизировать технологические процессы. Наблюдается нестабильность качества, которое зависит от навыков и опыта оператора. В процессе работы возможны потери сырья, времени, эффективности. Все это снижает возможность увеличения ассортимента и увеличения производительности.

В рамках научно-исследовательской работы обучения в магистратуре было предложено провести модернизацию технологического процесса предприятия ИП Лозина М.Ш.

Предлагается эту модернизацию разбить на три этапа:

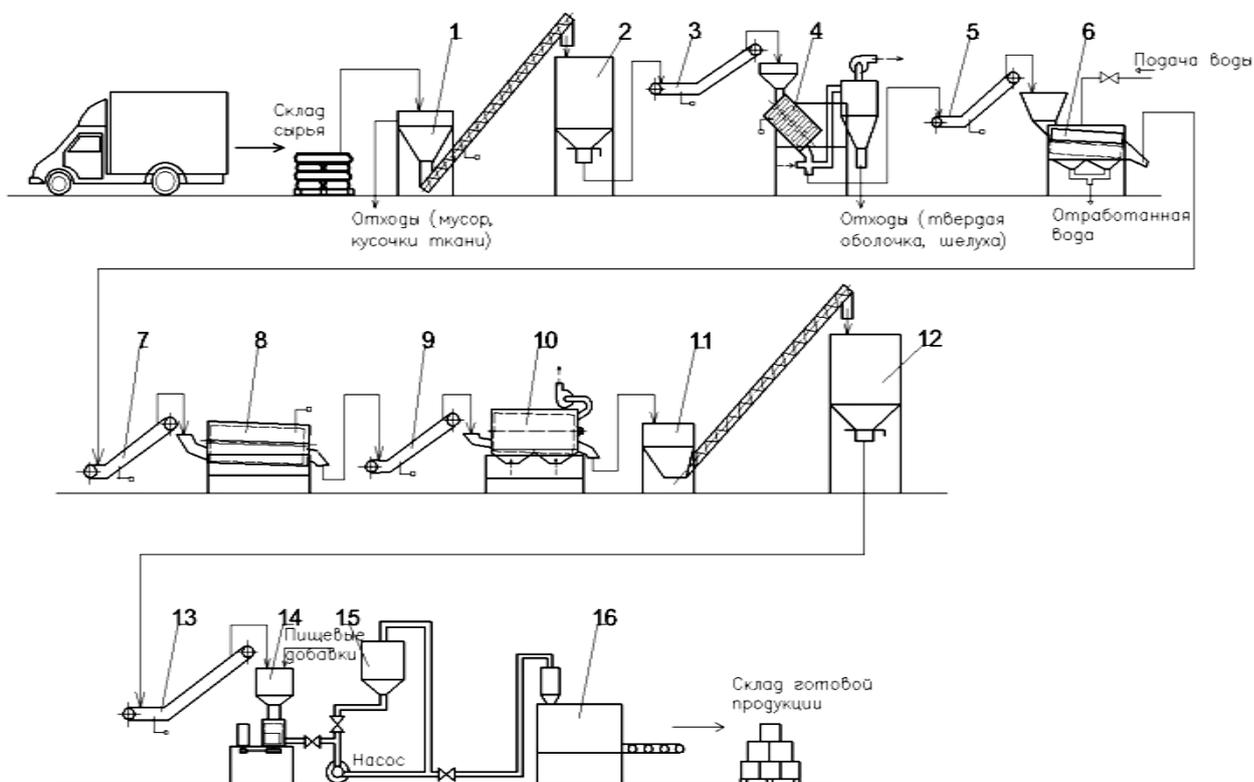
1 этап: Механизация производства, внедрение дополнительного, транспортирующего и технологического оборудования.

2 этап: Объединение всего оборудования в единую технологическую линию.

3 этап: Автоматизация производства.

На каждом из этапов будет добавлено и технологическое или транспортное оборудование.

Смотри Рисунок 1 – схема технологической линии.



1 – узел растарки с винтовым шнеком; 2 – промежуточный бункер; 3 – транспортер; 4 – шелушительная машина; 5 – транспортер; 6 – моечная машина; 7 – транспортер; 8 – жаровня; 9 – транспортер; 10 – барабанный охладитель; 11 – винтовой транспортер; 12 – накопительный бункер; 13 – транспортер; 14 – измельчительная машина; 15 – накопительная емкость; 16 – фасовочный аппарат.

Рисунок 1 - Схема технологической линии

На первом этапе модернизации необходимо механизировать производство. Механизации подвергаются все процессы, связанные с применением ручного труда. В выборе оборудования основными факторами являются производительность, эффективность и энергоёмкость.

Предлагается ввести в технологический процесс на этапе распаковки мешков с зерном арахиса узел растарки с винтовым шнеком, для предотвращения попадания частиц мешка и/или частиц шпагата и одновременной транспортировки арахисовых зерен в промежуточный бункер.

С промежуточного бункера зерна выгружаются на транспортер (предварительной сушки), и транспортируются в шелушительную машину, для отделения красной оболочки от ядер арахиса. Этот этап необходим для расширения сырьевой базы предприятия с учетом внедрения в технологическую линию шелушительной машины.

Для гидравлической очистки зерен арахиса от паразитов и пыли используется моечная машина, в которую зерна поступают из моечной машины посредством транспортирующего оборудования. Данный этап является одним из предложений модернизации с учетом добавления оборудования для промывания зерен арахиса.

Очищенные ядра арахиса отправляется в жаровню на обжарку с помощью транспортера, где подвергается сушке и термической обработке.

Из жаровни арахисовые ядра выгружаются на транспортер и транспортируются в охладительную машину, где интенсивно охлаждаются и выгружаются в винтовой транспортер, для дальнейшей транспортировки в накопительный бункер.

Из накопительного бункера ядра арахиса выгружаются на транспортирующее оборудование, которое транспортирует в измельчительную машину.

От измельчителя посредством трубопровода и насоса, готовая арахисовая паста отправляется в накопительную емкость для хранения и дальнейшей отправки по трубопроводу в фасовочный аппарат.

Второй этап заключается в построении технологической линии, при которой все аппараты и машины будут связаны между собой и выстроят технологическую цепочку переработки арахисовых зерен.

Третий этап модернизации заключается в подборе средств автоматизации (датчики и приборы) с выводом на пульт управления.

Автоматизация подразумевает установку на технологическое оборудование средств автоматизации для контроля технологических параметров (уровня скорости, объема, температуры, давления).

В рамках модернизации предполагается контролировать следующие параметры.

Для контроля работы нории в приемном лотке нории предлагается установить датчики верхнего и нижнего уровня. В самой нории предполагается установить датчик скорости, контролирующей скорость ленты.

В промежуточном бункере также предполагается установить датчики верхнего и нижнего уровня и дополнительный датчик на заслонке фиксирующий ее положение.

Для контроля работы транспортирующих машин предполагается установить датчики контроля скорости ленты.

Для контроля работы моечной машины планируется установить датчик уровня воды и расходомер.

Для контроля работы шелушительной машины предполагается установка в приемный бункер датчика верхнего и нижнего уровня, а также датчика скорости.

Для контроля термической обработки ядер арахиса в жаровне предполагается установка датчика температуры, датчика времени (контроль времени жарки) и датчик скорости вращения барабана жаровни.

Для контроля охлаждения на охладительном оборудовании предполагается установка датчика температуры на входе и выходе из барабана (измерение температуры ядер арахиса), датчик расхода воздуха, датчик скорости барабана.

Для контроля заполнения накопительного бункера предполагается установка датчиков верхнего и нижнего уровня.

Для контроля работы измельчителя предполагается установить датчик скорости, в бункере измельчителя предполагается установить датчики верхнего и нижнего

заполнения сырья. Для контроля качества готовой продукции предлагается установить датчик вязкости (определение степени измельчения), датчик концентрации (измерение состава арахисовой пасты на концентрацию ингредиентов).

Контроль дозирования и упаковки арахисовой пасты предлагается осуществлять посредством датчиков контроля: массы, давления, температуры и расхода.

Предлагаются следующие средства автоматизации.

Уровнемеры УЛМ – это бесконтактные радиоволновые радарные уровнемеры, предназначенные для измерения уровня наполнения резервуаров жидкими и сыпучими продуктами. Применяемая в уровнемерах УЛМ-11 технология непрерывного измерения (FMCW), позволяет надежно измерять уровень большого спектра продуктов в различных режимах эксплуатации. Данная технология обеспечивает стабильные и точные измерения уровня вне зависимости от амплитуды отраженного сигнала. Данный уровнемер предлагается для контроля заполнения в промежуточных бункерах и в остальном оборудовании оснащенные промежуточными емкостями

Устройство контроля скорости РДКС-01 – предназначено для бесконтактного дистанционного контроля скорости, пробуксовки, проскальзывания и разрыва ленты одиночной и сдвоенной нории, ленточного конвейера, а также для контроля скорости движения (вращения) механизмов других промышленных установок. Реле скорости устройства РДКС-01 сравнивает текущую скорость с образцовым и пороговыми значениями, заданными при настройке, и отключает транспортер при пробуксовке, проскальзывании или обрыве ленты.

Пирометр Кельвин АРТО 350 Ц – предназначены для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (например, пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты и т.п.), не агрессивных к материалу корпуса датчика. Данный измерительный прибор предлагается применять в жаровне для контроля нагрева рабочей камеры.

Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200 – осуществляет учет расхода сжатого воздуха, углекислого газа, водорода, кислорода, перегретого и насыщенного пара, воды и неэлектропроводных, загрязненных и агрессивных жидкостей вязкостью до 7 мПа*с. Прибор неприхотлив в обслуживании и отличается высокой надежностью и высокой точностью. Предлагается применять для контроля расхода воды в моечной машине и расхода воздуха в охладительном барабане.

Датчик давления DMK 331P – осуществляет измерение вязких и агрессивных сред с высоким давлением. DMK 331P, исполнен на основе керамического чувствительного элемента, отличительными особенностями которого являются низкая температурная погрешность, хорошие линейность и долговременная стабильность. Возможен выбор заполняющей жидкости: силиконовое масло (стандартно), пищевое масло, галокарбон. Для использования при высоких температурах возможно специальное исполнение с охлаждающим элементом (радиатором). Данный датчик предлагается использовать для контроля давления в трубопроводах и в фасовочной машине.

Производство арахисовой пасты на предприятии ИП Лозина М.Ш. нуждается в глубокой модернизации, что в свою очередь положительно скажется на производительность, эффективность и качество готовой продукции, вследствие чего повышение уровня рационального, общественного питания.

Список использованной литературы

1 <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847/>

АНАЛИЗ ИНГРЕДИЕНТОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОРОЖЕНОГО

Жуйков И.Е. – студент гр. ТМиО – 31

Глебов А.А.- кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

Цель работы – изучить и проанализировать существующее сырье для производства мороженого и его заменители. Был проведен подробный анализ химического состава различных основных и вторичных компонентов сырья..

Стратегия развития пищевой промышленности, в том числе производства мороженого, определена в Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации, где первостепенное значение отводится проблеме улучшения структуры питания людей за счет увеличения доли продуктов с заданными свойствами, в которых присутствуют функциональные ингредиенты (полноценные биологически и химически активные белки, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, антиоксиданты). Научные исследования, в связи с этим направляются на совершенствование действующих и создание оригинальных технологий качественно новых пищевых продуктов, которые позволяют направленно изменить химический состав, для соответствия его потребностям организма человека и значительно экономить дорогостоящее сырье. Первостепенное значение приобретает проблема улучшения структуры питания людей за счет увеличения доли продуктов здорового питания с заданными свойствами, в которых присутствуют основные виды функциональных ингредиентов: биологически активные белки, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, антиоксиданты. Продукты здорового питания не являются лекарствами и не могут излечивать, но помогают предупредить болезни и старение организма в сложившейся экологической обстановке.

Актуальность проблемы возрастает ввиду того, что дефицит ресурсов в конце 90-х годов 20-го века породил направление производства мороженого нового поколения, базирующееся на использовании растительных и синтетических заменителей натуральных продуктов, добавлении различных добавок (красителей, стабилизаторов загустителей и т.д.), учитывающее к тому же интолерантность к лактозе и сверхчувствительность к белкам молока определенной части населения, включая взрослых и детей. Как показывает практика, применение вторичных продуктов в мороженого позволяет не только увеличить ресурсы предприятий и расширить ассортимент экологически чистой продукции, но и повысить пищевую ценность готовых продуктов.

Современный ассортимент мороженого постоянно пополняется новыми видами с заменой части молочного сырья плодово-ягодными и овощными наполнителями, обогащающими продукт рядом незаменимых элементов, однако в доступной технической литературе отсутствуют исследования по разработке технологии и ассортимента мороженого на растительной основе с частичной или полной заменой молочного сырья. Это обуславливает необходимость исследований функциональных и технологических свойств заменителей молока, применительно к технологии мороженого.

Яйца и яичный порошок

В производстве мороженого применяют пищевые (диетические и столовые, за исключением известковых) куриные яйца и яичный порошок из куриных яиц. Замороженные яичные продукты (меланж, белок, желток куриных яиц, а также замороженный белок из диетических куриных яиц) применяют лишь для выпечки вафель. Мороженое с использованием яиц и яичного порошка имеет хорошую взбитость и структуру.

Вид продукта	Содержание, %					Калорийность 100 г, ккал/кДж
	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные вещества	Вода	
Яйца куриные	12,57	12,02	0,67	1,07	73,67	158/663
Яичный порошок	46,0	37,0	6,0	3,0	8,0	542/2269

Плоды и ягоды

Вид продукта	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные вещества	Вода	Пищевые волокна	Калорийность 100 г, ккал/кДж
Яблоки	0,26	0,17	11,41	0,19	85,56	2,4	52/217
Груши	0,4	0,3	10,2	0,7	85,0	2,8	47/197
Абрикосы	0,9	0,1	9,0	0,7	86,2	2,1	44/184
Персики	0,9	0,1	9,5	0,6	86,1	2,1	45/188
Сливы	2,3	0,7	7,5	0,6	86,3	2,6	49/205
Вишня	0,92	0,44	9,42	0,42	87,2	1,6	50/209
Черешня	1,1	0,4	10,6	0,5	85,7	1,1	52/217
Апельсины	0,9	0,2	8,1	0,5	86,8	2,2	43/180
Мандарины	0,81	0,31	11,54	0,38	85,17	1,8	52/217
Лимоны	0,9	0,1	3,0	0,5	87,8	2,0	34/142
Земляника	0,8	0,4	7,5	0,4	87,4	2,2	41/171
Клубника	0,67	0,3	5,68	0,4	90,95	2,0	32/217
Малина	0,8	0,5	8,3	0,5	84,7	3,7	46/192
Смородина черная	1,0	0,4	7,3	0,5	83,3	4,5	44/184
Смородина красная	0,6	0,2	7,7	0,38	85,0	3,4	43/180
Смородина белая	0,5	0,2	8,0	0,5	85,4	3,4	42/175
Виноград	0,6	0,6	15,4	0,5	80,5	1,6	72/301

Пищевкусовые продукты

Вкусовые вещества, добавляемые к мороженому в относительно небольших количествах, придают ему специфический вкус. Их использование способствует значительному увеличению ассортимента мороженого. К числу вкусовых веществ, применяемых в производстве мороженого, относятся орехи, чай, кофе, какао-порошок, шоколад, органические пищевые кислоты, пряности и некоторые другие.

Вид продукта	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные вещества	Вода	Пищевые волокна	Калорийность 100 г, ккал/кДж
Фундук	16,1	66,9	9,9	2,3	4,8	5,9	707/2960
Лещина	13,0	62,6	9,3	3,6	5,4	6,0	653/2733
Миндаль	18,6	57,7	13,0	3,7	4,0	7,0	609/2549
Орехи кешью	18,22	43,85	26,89	2,54	5,2	3,3	553/2315
Фисташки	20,27	45,39	17,21	2,91	3,91	10,3	562/2352
Арахис	26,3	45,2	9,9	2,6	7,9	8,1	552/2311
Грецкий орех	15,23	65,21	7,01	1,78	4,07	6,7	654/2737
Чай черный байховый	20,0	5,1	6,9	5,5	8,5	4,5	151/632
Кофе натуральный	12,2	0,5	41,1	8,8	3,1	0	241/1009
Цикорий	1,4	0,2	16,01	0,89	80,0	1,5	72/301
Какао-порошок	19,6	13,7	24,7	5,8	3,0	33,2	228/954
Шоколад черный	6,2	35,4	48,2	1,1	0,8	7,4	539/2256
Шоколад молочный	9,8	34,7	50,4	0,7	1,1	3,3	554/2317
Шоколад белый	5,87	32,09	59,04	1,5	1,3	0,2	539/2255

Вспомогательные продукты для изготовления мороженого

К вспомогательным продуктам относятся ароматизаторы, пищевые красители, стабилизаторы, полисахариды. Ароматизаторы используют в производстве мороженого и глазури с целью придания определенного специфического аромата. Пищевые красители используют в производстве мороженого и глазури для придания продукту определенного цвета, чаще всего соответствующего его вкусу и аромату. Нередко красители используют для восстановления цвета натурального сырья после тепловой обработки. Стабилизаторы входят в смеси мороженого для улучшения их структуры и консистенции. Они связывают часть свободной воды в смесях, увеличивают их вязкость и взбиваемость, повышают дисперсность воздушных пузырьков. Все это способствует формированию в мороженом более мелких кристаллов льда, лучшему сохранению исходной структуры продукта при хранении, увеличивает сопротивляемость мороженого таянию.

Таблица - Ароматизаторы

Наименование и артикул ароматизатора	Норма внесения (дозировка) кг/т смеси
Ананас 572	0,80-0,90
Апельсин 508	0,50-0,60
Банан 527	0,40-0,45
Ванильный 577	0,30-0,40

Вишня 061	0,55-0,60
Грецкий орех 072	0,20-0,30
Дыня 530	0,35-0,40
Земляника 063; 579	0,30-0,40; 0,30-0,40
Зеленое яблоко 069	0,15-0,20
Ирис 593	0,35-0,45
Ирисо-сливочный 531	0,60-0,80
Какао 513	0,50-0,70
Карамель 594	0,25-0,30
Кокос 589	0,07-0,10
Коньяк 561	0,80-0,85
Кофе 515	0,60-0,80
Клубника 096	0,40-0,45
Лимон 517; 535	0,40-0,45; 0,35-0,50
Мед 536; 096	0,40-0,50; 0,65-0,80
Миндаль 505	0,25-0,30
Персик 547	0,10-0,20
Ром 550; 555	0,30-0,40; 0,15-0,20
Сливки 578	0,40-0,50
Тропик 566	0,80-1,00
Фисташки 565	0,10-0,15
Фундук 521	0,25-0,30

Таблица - Натуральные красители для мороженого.

Наименование и синонимы красителя	Краткая информация о красителе
Кармин	Натуральный краситель красного цвета. Красящее вещество – карминовая кислота. Получают из кошенили – насекомого, обитающего на кактусах в Африке и Южной Америке. Наиболее богаты кармином самки кошенили, содержащие его до 3%
Хлорофилл E140 Медные комплексы хлорофиллов (E141)	Красящее вещество из зеленых растений. Неустойчив к нагреванию. В хлорофилле для повышения устойчивости магний замещают на медь – получают медные комплексы хлорофиллов
Альфа-, бета-, гамма-каротины (E160 а)	Несмотря на то, что каротин может быть получен с помощью химического синтеза, его производят преимущественно из природного сырья. В качестве источников каротина используют растения (например, тыква, морковь), бактерии (некоторые штаммы стафилококков), водоросли и грибы с высоким содержанием целевого вещества.

Таблица - Синтетические красители для мороженого.

Наименование и синонимы красителя	цвет	Краткая информация о красителе
	Желтый	Может быть получен

<u>Рибофлавин</u> Рибофлавин-5'фосфат (флавинмононуклеотид) (E101, E101a)		химическим синтезом из <u>3,4-диметиланилина</u> и <u>рибозы</u> , а также микробиологическим методом из гриба <u>Eremothecium ashbyi</u> или при помощи генетически-модифицированных бактерий <u>Bacillus subtilis</u> .
Тартазин (E102)	Желтый	Краситель синтетического происхождения. В природе в чистом виде не встречается. Добывается из отходов производства — <u>каменноугольного дегтя</u> .
<u>Синий патентованный V</u> (E131)	Синий	Азокраситель синтетического происхождения, получается путём синтеза из <u>каменноугольной смолы</u> .
<u>Индигокармин</u> (индигоин) (E132)	Синий	Синтетический краситель, получают путём сульфирования <u>индиго</u> . Добывался из некоторых растений рода <u>Indigofera</u> . Сейчас основная часть индиго и его производных получается путём химического синтеза.
<u>Зелёный S</u> (E142)	Зеленый	Синтетическое вещество, которое является натриевой солью, получаемой из <u>каменноугольной смолы</u> .
Карбонаты кальция (мел): (i) <u>Карбонат кальция</u> (ii) <u>Гидрокарбонат кальция</u> (E170)	Белый	Представляет собой химическое соединение — соль <u>угольной кислоты</u> . Для пищевой промышленности производят путём переработки и очистки меловых отложений.

Таблица - Эмульгаторы для мороженого.

№	Эмульгатор	Код	Допустимая норма использования (г/кг)
1	Лецитин	E 322	
2	Полиоксиэтиленсорбитан монолаурат, Твин 20	E 432	1
3	Полиоксиэтиленсорбитан моноолеат, Твин 80	E 433	1
4	Полиоксиэтиленсорбитан монопальмитат, Твин 40	E 434	1
5	Полиоксиэтиленсорбитан моностеарат, Твин 60	E 435	1
6	Полиоксиэтиленсорбитан тристеарат	E 436	1
7	Моно-диглицериды жирных кислот	E 471	
8	Эфиры глицерина и уксусной и жирных кислот	E 472a	
9	Эфиры глицерина и молочной и жирных кислот	E 472b	

10	Эфиры лимонной кислоты и моно- и диглицеридов жирных кислот	E 472c	
11	Эфиры моно- и диглицеридов, винной и жирных кислот	E 472d	
12	Эфиры глицерина и диацетилвинной и жирных кислот	E 472e	
13	Смешанные эфиры глицерина и винной, уксусной и жирных кислот	E 472f	
14	Эфиры сахарозы и жирных кислот	E 473	5
15	Сахароглицериды	E 474	5
16	Эфиры пропленгликоля и жирных кислот	E 477	3
17	Сорбитан моностеарат, СПЭН 60	E 491	0,5
18	Сорбитан тристеарат	E 492	0,5
19	Сорбитан монолаурат, СПЭН 20	E 493	0,5
20	Сорбитан моноолеат, СПЭН 80	E 494	0,5

Таким образом в ходе работы были сделаны следующие выводы:

- натуральное сырье содержит гораздо больше полезных веществ (пищевые волокна, белок, углеводы, витамины, микроэлементы) в своем составе.

- при правильном хранении, срок годности натуральных продуктов практически не отличается от срока годности продуктов, полученных синтетическим или химическим путем.

- некоторые красители, эмульгаторы, стабилизаторы могут вызывать аллергические реакции, поэтому перед употреблением мороженого, следует внимательно изучить состав продукта.

- все вещества, полученные не естественным путем, строго регламентируются санитарно-эпидемиологическими заключениями Минздрава России и Инструкциями по применению.

С экономической точки зрения, целесообразно использовать в производстве мороженого синтетические вещества, так как они намного дешевле своих натуральных аналогов. Это связано с дешевизной исходного сырья (листьев растений, водорослей и т.д.), простотой получения данного сырья, простотой хранения. Однако пищевая ценность такого мороженого будет крайне мала.

Вышеприведенный анализ был использован при модернизации основного производства на ОАО «Алтайхолод» путем внедрения новой линии по производству мороженого с наполнителями.

СИСТЕМА ПОДАЧИ ШРОТА ПОДОЛНЕЧНИКА НА Ж/Д ТРАНСПОРТ НА ООО «ЮГ СИБИРИ»

Лапушкин А.А. – студент гр. 8ТМиО – 61

Глебов А.А.- кандидат технических наук, доцент кафедры МАПШ

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

Цель работы – разработка системы подачи шрота на ООО «Юг Сибири» из склада гранулированного шрота на отгрузку на ж/д транспорт.

Шрот – это побочный продукт выделения масел из семян растительных культур, при производстве растительного масла. Шрот, по своим питательным и энергетическим свойствам, сравним со жмыхом, который также является продуктом переработки масличных культур. В составе шрота, как и жмыха, содержатся масла (жиры) – в шроте до 1,5%, в жмыхе 30-42%. Что касается клетчатки и белка, то в шроте их содержится 30-42%, что немного больше, чем в жмыхах. Углеводы, содержащиеся в нем, в основном представлены сахарозой.

Показатели гранулированного подсолнечного шрота приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Органолептические показатели шрота подсолнечного

Название показателей	Характеристика шрота подсолнечного
Внешний вид	Гранулированный - гранулы цилиндрической формы
Цвет	Серый различных оттенков
Запах	Характерный для подсолнечного шрота без постороннего запаха (затхлости, плесени, горелого)

Таблица 2 - Физико-механические показатели шрота подсолнечного

Наименование показателя	Норма
Диаметр гранул, мм	10,0
Длина одной гранулы, мм	30,0 ÷ 60,0
Объемная (насыпная) плотность, кг/м ³ , не менее чем	600,0

Таблица 3 - Физико-химические показатели и показатели безопасности шрота подсолнечного

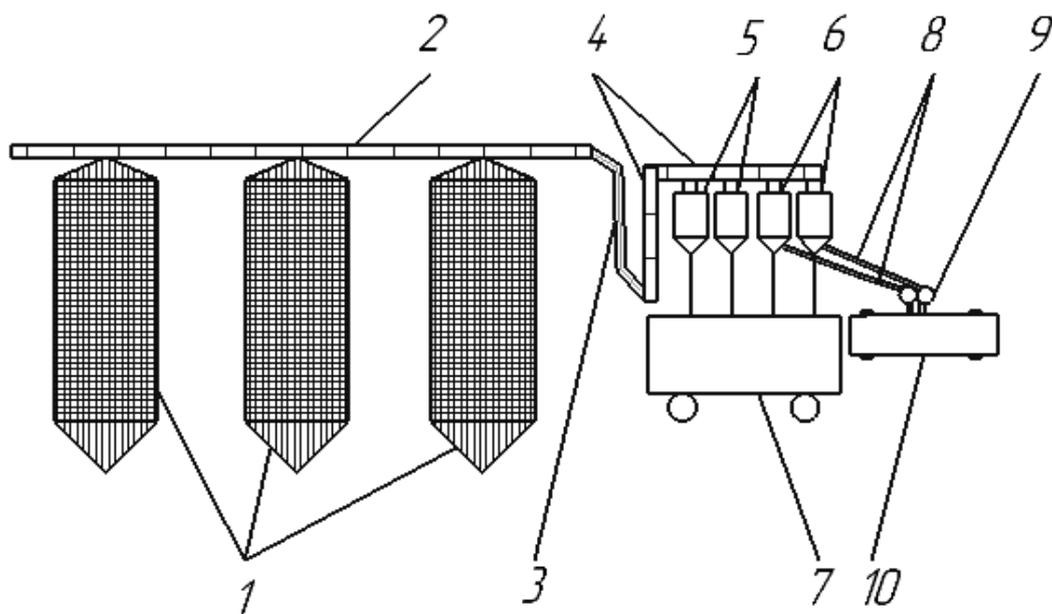
Наименование показателя	Норма
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более чем	11,0
Массовая доля золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более чем	1,0
Массовая доля жира и экстрактивных веществ в абсолютно сухом веществе, %, не более чем	2,5
Содержание посторонних примесей (камни, стекло, земля и т.п.)	не разрешено
Массовая доля металлопримесей, %, не более чем: частицы размером до 2 мм включительно	0,01
Сырой протеин в абсолютно сухом веществе, %, не менее чем	39,0
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более чем	23,0
Массовые доли остаточного количества растворителя (нефраса), %, не более чем	0,08

Шрот используется главным образом в качестве корма для сельскохозяйственных животных, как ценный высокопротеиновый продукт. Он включается в рацион животных, птиц, рыб как в чистом виде, так и в виде добавок в комбикорма. Рапсовый шрот является ценным источником высококачественного кормового белка, хорошо сбалансированным по аминокислотам, обладает высокой степенью питательности и переваримости. При производстве комбикормов одна тонна шрота позволяет сбалансировать по аминокислотам 8 тонн кормового зерна. Нехватка кормового белка у животных в первую очередь решается за счет включения в рацион питания им масличных культур, в частности, рапса.

На Барнаульском МЭЗ (ООО «Юг Сибири») шрот после гранулирования хранится в силосах. Погрузка шрота производится на железнодорожные вагоны двух типов:

- с верхней загрузкой, типа «Хоппер»;
- с боковой загрузкой

Схема транспортировки на железнодорожные вагоны приведена на рисунке 1. Шрот, посредством норий, поднимается из силосов поз. 1 на цепной транспортер поз. 2. Затем, по жестким самотекам поз. 3 попадает на цепные конвейеры поз. 4. После посредством распределительного устройства распределяется по бункерам поз. 5 и 6. При погрузке на вагоны с вертикальной загрузкой поз. 7 могут использоваться одновременно все бункеры поз. 5 и 6.



1 – силос; 2 – цепной конвейер; 3 - жесткий самотек; 4 – цепные конвейеры, 5 – бункеры для верхней загрузки; 6 – бункеры для верхней и боковой загрузки; 7 – вагон типа «Хоппер»; 8 – гибкий самотек; 9 – устройство для боковой загрузки; 10 – вагон с боковой загрузкой

Рисунок 1 – Схема транспортировки шрота с силосов

При погрузке на вагоны с боковой загрузкой поз.10, продукт по гибким самотекам поз. 8, поступает на загрузочное устройство поз. 9, в котором под действием центробежной силы происходит вылет шрота.

Устройство для боковой загрузки изображено на рисунке 3 и состоит из корпуса, вращающихся дисков, привода, подвижной рамы, а также входных и выходных отверстий. Производительность данного механизма составляет 40 тонн в час.

Благодаря приобретенному ускорению продукт равномерно распределяется по всему объему железнодорожного вагона.



Рисунок 2 – Устройство для боковой погрузки

Так как шрот является побочным продуктом производства, он отправляется на хранение в силосы. Когда происходит заполнения силосного комплекса, излишний шрот, посредством автомобильного транспорта, направляется на склады напольного хранения.

Поэтому фактической целью данной работы является создание дополнительной точки отгрузки шрота на железнодорожные вагоны со складов напольного хранения.

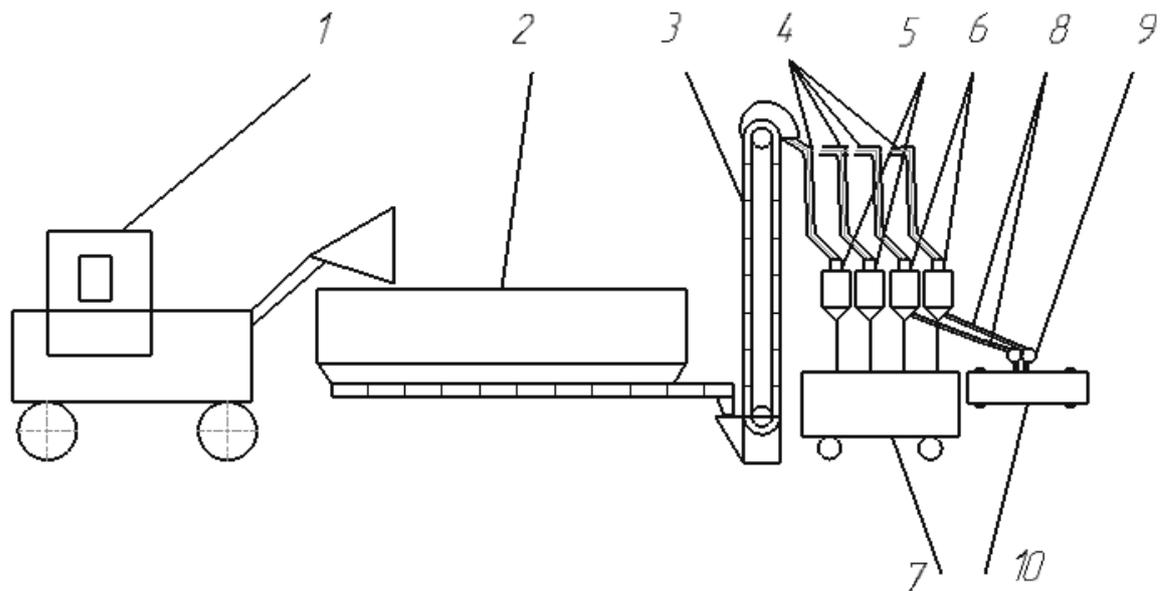
Склад напольного хранения представляет собой два смежных помещения размерами восемнадцать на шестьдесят пять метров. Рядом со складом на расстоянии четырех метров располагается железнодорожная ветка.

В качестве оптимальной системы погрузки шрота мною было выбрана система, состоящая из:

- погрузчика фронтальный одноковшовый АМКОДОР 342В
- бункера совмещенного с цепным транспортером типа У9-УКЦ-450;
- нории типа НЦ-100;
- самотеков с системой автоматического распределения;
- аналогичных бункеров и устройства боковой загрузки.

Схема транспортирования шрота со склада на железнодорожные вагоны изображена на рисунке 3.

Основным предметом данной работы является проектирование специального принимающего бункера с цепным конвейером.



1 – фронтальный погрузчик; 2 – бункер с цепным конвейером; 3 - нория; 4 – самотеки, 5 – бункеры для верхней загрузки; 6 – бункеры для верхней и боковой загрузки; 7 – вагон типа «Хоппер»; 8 – гибкий самотек; 9 – устройство для боковой загрузки; 10 – вагон с боковой загрузкой

Рисунок 3 – схема транспортировки шрота со склада напольного хранения

Было рассмотрено несколько вариантов исполнения данного бункера, но с основными общими критериями:

1. Использование в качестве базового устройства цепного конвейера У9-УКЦ-450.
2. Высота относительно уровня пола склада два метра.
3. Ширина бункера два метра.
4. Размер входных окон для просыпания продукта 20 штук 250x80мм.

Исполнение 1. Горизонтальный конвейер

Преимущества:

- простота изготовления
- не требует погружения под землю
- удобство ремонта и обслуживание

Недостатки:

- требуется углубление нории для принятия шрота с конвейера

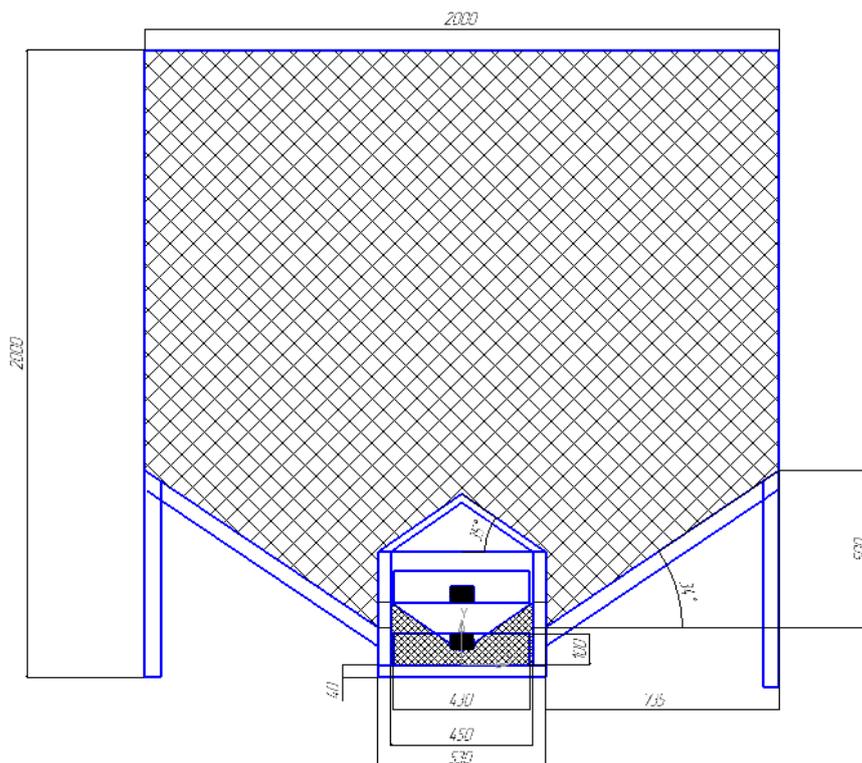


Рисунок 4 – Бункер с горизонтальным конвейером, вид слева

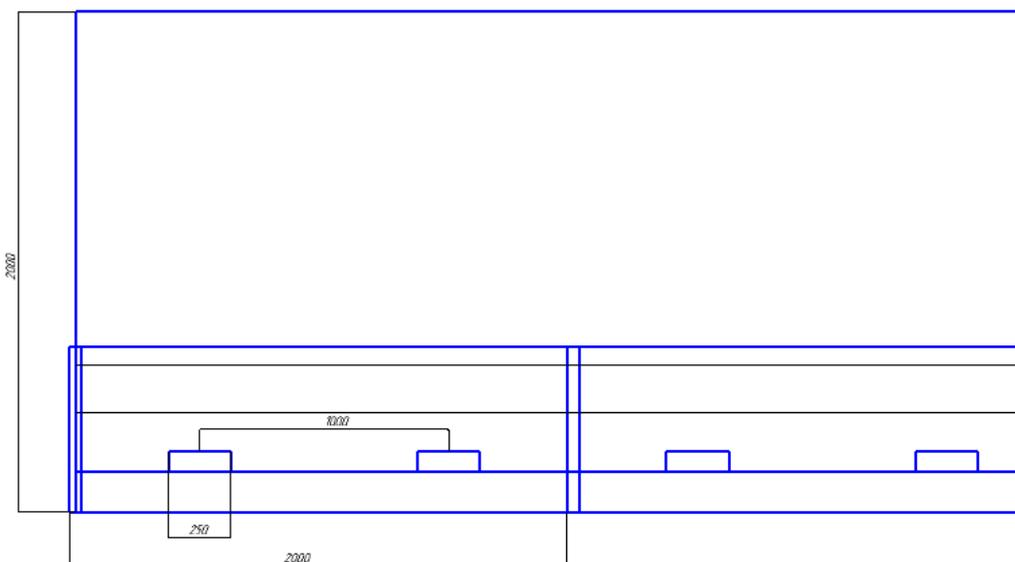


Рисунок 5 – Бункер с горизонтальным конвейером, вид спереди

В работе выполнены расчеты элементов горизонтального конвейера, вспомогательных бункеров и дополнительного оборудования.

Исполнение 2. Наклонный конвейер

Предлагается выполнить наклонный бункер с погружением ниже уровня пола (рис. 6).

Плюсы:

- Не требуется заглубление норы

Минусы:

- Необходимо проводить работы по заглублению бункера на глубину двух метров.

- Сложность изготовления.
- Неудобство технического обслуживания и ремонта.
- Большее значение тяговых нагрузок, за счет дополнительного подъема груза на высоту.

Объем бункера при таком расположении конвейера аналогичен горизонтальному бункеру и равен примерно 60 м^3 .

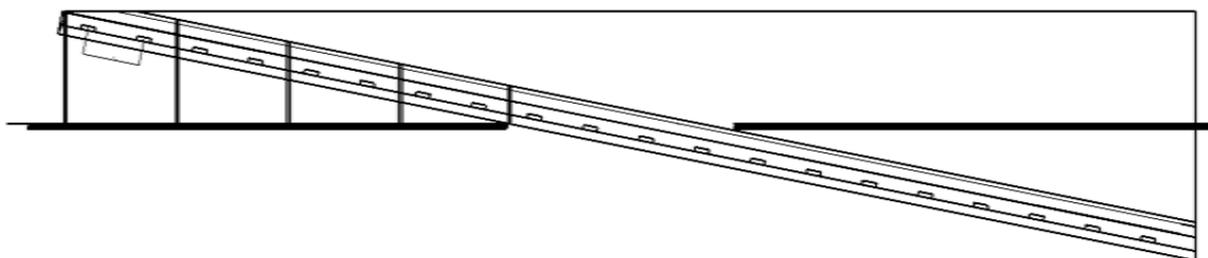


Рисунок 6 – Наклонный конвейер

В работе выполнены расчеты элементов наклонного конвейера, вспомогательных бункеров и дополнительного оборудования.

В ходе данной работы были произведены расчеты транспортеров в разных исполнениях, на основании преимуществ и недостатков этих конструкций, более рациональным будет использование горизонтального конвейера, для осуществления загрузки в норию, всю конструкцию бункера можно приподнять на высоту обеспечивающую пересыпание массы из конвейера в норию, но не более метра.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ СОЛОДА НА ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДАХ

Лапушкин А.А. – студент гр. 8ТМиО – 61

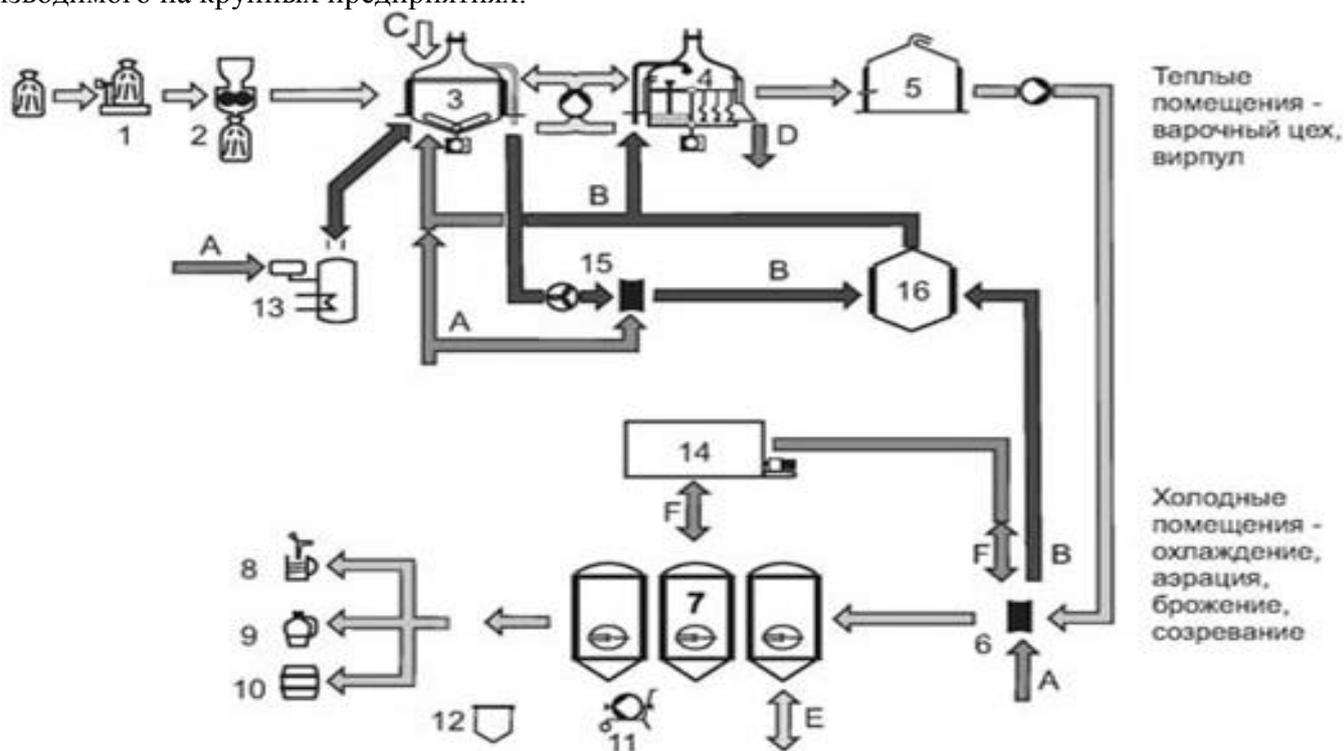
Глебов А.А. - кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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 станица», 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-сушварочного 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.



1 – весы для солода, 2 – солододробилка, 3 – заторный/сушварочный 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,

Д – дробина, Е – дрожжи, F – ледяная вода.

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

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 станица» 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 станица» 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.

ЛИНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Мартыненко Р.В. – студент гр. 8ТМиО – 61

Глебов А.А. - кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

ОАО «Барнаульский пивоваренный завод» одно из крупнейших предприятий Алтайского края. Оно выпускает 25 сортов пива, питьевую газированную и негазированную воду, а также квас. Объем производства составляет 10 млн. дал пива в год. Как и на многих крупных предприятиях, на ОАО «БПЗ» остро стоит вопрос о переработке отходов. Количество пивной дробины (одного из основных побочных продуктов производства пива) составляет около 22 тыс. т в год, отработанных пивных дрожжей – около 1700 т в год. Сроки хранения сырой дробины составляют не более 48 часов (сухой дробины - не менее полугода), это вынуждает предприятие быстро реализовывать ее на рынке по низкой цене. Отработанные дрожжи смывают в канализацию, что тоже невыгодно для предприятия и влечет большие затраты.

Необходимость переработки пивных дрожжей и солодовой дробины обусловлена огромной пищевой ценностью данных продуктов. Переработанная дробина и дрожжи в несколько раз увеличатся в цене при продаже. Солодовая дробина содержит достаточно большую долю перевариваемого протеина: 4 % от общей массы в свежей (непереработанной) дробине и 17% в высушенной, а также важнейшие микроэлементы (фосфор, кальций, магний, медь, железо), жирные кислоты и витамины Е и F. Она позволяет значительно повысить кормовую ценность комбикормов: включение дробины в рацион КРС и свиней снижает себестоимость привеса поголовья до 9%. Дрожжи содержат высококачественный белок, углеводы, богаты витаминами гр. В, холин, тиамин (В1), В2, пантотеновая кислота (В3), пиридоксин (В6), фолиевая кислота, D2. Пивные дрожжи являются более богатым источником белков, чем мясо. Дрожжи содержат в достаточном количестве 17 основных аминокислот, из которых организм создает свой белок. Сухие пивные дрожжи используются при изготовлении комбикормов, как для КРС, так и для птицы. Добавка в их ежедневный кормовой рацион от 5 до 50 грамм сухих пивных дрожжей гарантирует стабильный и быстрый прирост веса. Достоверно установлено, что применение дрожжей в оптимальных дозах позволяет дополнительно получить 0,6-0,9 т свинины, 1,6-2,1 т мяса птицы или 26-31 тыс. штук яиц на каждую скормленную тонну белкового продукта.

Таким образом, целью работы является повышение рентабельности пивоваренного производства путем внедрения линии переработки пивных дрожжей и дробины.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- а) проанализировать технологический процесс реконструируемого предприятия;
- б) предложить мероприятия направленные на повышение рентабельности предприятия и утилизации отходов;
- в) разработать предложения по конструктивному оформлению и внедрению новых линий;
- г) составить бизнес-план модернизируемого предприятия;
- д) проанализировать предложенную технологию по вредным факторам, выполнить необходимые расчеты по безопасности жизнедеятельности на внедряемой линии.

При выполнении поставленных задач завод выйдет на новый уровень производства, при котором повысится его рентабельность, конкурентоспособность.

Существует два основных метода переработки дробины и дрожжей:

1. Сушка;
2. Консервирование.

С экономической точки зрения, производство сухих кормопродуктов имеет высокую рентабельность. Сухая пивная дробина стойка при хранении и транспортабельна.

Кормовые достоинства дробины представлены в таблице 1.

Таблица 1. Кормовые достоинства пивной дробины (в 1 кг).

Показатель	Сырая	Сухая
Кормовые единицы	0,21	0,75
Обменная энергия (КРС), МДж	2,35	8,67
Обменная энергия (свиньи), МДж	2,04	7,61
Обменная энергия (овцы), МДж	2,35	8,67
Переваримый протеин (КРС), г	42	169
Переваримый протеин (свиньи), г	40	160
Переваримый протеин (овцы), г	42	169

Метод консервирования пивной дробины мало приемлем в производственных масштабах.

Поэтому был выбран метод переработки – сушка.

Существующие технологии сушки дробины и дрожжей представляют собой две отдельные технологические линии. Для уменьшения затрат на оборудование и транспортные линии было решено совместить две линии в одну.

Таким образом, линия по переработки дробины и дрожжей будет состоять из следующего оборудования:

1. Прессо – шнековый сепаратор;
2. Декантер;
3. Вертикальный шнековый смеситель;
4. Сушильная установка;
5. Прес-гранулятор;
6. Упаковочная универсальная машина;
7. Транспортирующее оборудование.

Достоинства предложенной технологической линии:

- переработка вторичного сырья в полноценный кормоконцентрат;
- уменьшение затрат на оборудование;
- уменьшение затрат на транспортные линии

ЛИНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мартыненко Р.В. – студент гр. 8ТМиО – 61

Глебов А.А.- кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

ОАО «Пивоваренный завод «Балтика-Новосибирск» - одно из наиболее современных предприятий пивоваренной отрасли за Уралом. Его открытие состоялось в мае 2008 года. Производственная мощность завода 450 миллионов литров пива в год. На предприятии установлено современное высокотехнологичное оборудование ведущих мировых производителей – Huppmann, Crones, Geo Grasso, Kuenzel, Pall Seitz Schenk. В сочетании с профессионализмом сотрудников, оно позволяет выпускать продукцию самого высокого качества. Новосибирский филиал производит широкий ассортимент продукции, включая сорта «Балтика №3», «Балтика №7», «Кулер», «Ярпиво», «Большая кружка» и лицензионный Tuborg.

Как и на большинстве пивоваренных предприятий, на ОАО «Балтика-Новосибирск» остро стоит вопрос о переработке отходов. Основным отходом пивоваренного производства, является дробина, утилизация которой, особенно в летнее время, является серьезной экологической и экономической проблемой. За год образуется около 52 тыс. т пивной дробины. Основными причинами, по которой невозможно широкое использование сырой

дробины, являются сроки ее хранения и трудности при перевозке. При температуре от 15 до 30 °С дробина обсеменяется и прокисает, вследствие чего срок ее хранения составляет не более 48 часов. Это вынуждает предприятие реализовывать ее на рынке в кратчайшие сроки и по низкой цене.

Сухая дробина сохраняет товарные качества не менее полугода, стойка при хранении и транспортабельна. Целесообразность переработки солодовой дробины обусловлена огромной пищевой ценностью данного продукта. Солодовая дробина содержит достаточно большую долю перевариваемого протеина: 4 % от общей массы в свежей (непереработанной) дробине и 17% в высушенной, а также важнейшие микроэлементы (фосфор, кальций, магний, медь, железо), жирные кислоты и витамины Е и F. Она позволяет значительно повысить кормовую ценность комбикормов: включение дробины в рацион КРС и свиней снижает себестоимость привеса поголовья до 9%. При этом стоимость переработанной дробины увеличивается при продаже в несколько раз. С экономической точки зрения, производство сухих кормопродуктов с использованием пивной дробины имеет высокую рентабельность. В настоящее время дефицит белковых кормов в России составляет более 25%, а кормов животного происхождения - более 40%.

Однако, как показывает анализ современного состояния пивоваренной промышленности в России, технология получения сухой дробины используется лишь в компании «Балтика» (г. Санкт Петербург) и «Оболонь».

Целью работы является повышение эффективности пивоваренного производства путем внедрения линии переработки пивной дробины.

Для достижения поставленной цели решались следующие вопросы:

- а) выполнен анализ технологического процесса реконструируемого предприятия;
- б) разработаны мероприятия, направленные на повышение рентабельности предприятия и утилизацию отходов;
- в) разработаны предложения по конструктивному оформлению и внедрению новых линий;
- г) разработан бизнес-план модернизируемого предприятия.

Анализ существующего технологического процесса на предприятии показал, что дробина получается следующим способом. Солод дробится в молотковой дробилке, затем смешивается в премашере и затирается в заторном котле. В процессе фильтрации затора образуется солодовая (пивная) дробина, которая является остатком после отделения жидкой фазы – пивного сула. Дробина состоит из жидкой (45%) и твердой фаз (55%). Твердая фаза дробины содержит оболочку и нерастворимую часть зерна. Состав дробины зависит от качества солода, количества несоложенного сырья, а также сорта изготавливаемого пива. Снижение качества пивной дробины при хранении в сыром виде связано с появлением микротоксинов, вызывающих у животных гепатотоксический эффект (поражение печени). В связи с этим остро стоит вопрос методов консервирования и переработки дробины, позволяющих сохранять кормовые достоинства такого нетрадиционного источника сырья.

Выделяются два направления:

1. Сушка;
2. Консервирование.

Метод консервирования пивной дробины мало приемлем в производственных масштабах, так как сложен и затратен. Наиболее простым и экономически выгодным методом переработки является сушка. Предлагаемая технология предусматривает переработку пивной дробины в сухой гранулированный белковый кормопродукт.

Схема переработки пивной дробины заключается в следующем: сырая дробина выводится из фильтрационного аппарата с помощью шнека в сборник дробины. Дробина самотеком поступает в пресси-шнековый сепаратор, где происходит отделение твердой фазы от жидкой. Отжатая дробина влажностью 50% вертикальным транспортером подается в сушильную установку, где сушится до влажности 10%. Далее продукт поступает в пресси-гранулятор, где приобретает форму гранул размером 5 мм. После гранулы поступают в

колонку охлаждения, где охлаждаются до температуры окружающей среды. Из колонки охлаждения продукт поступает в бункер для гранул. После бункера происходит разделение потоков, один направляется на упаковочную машину, другой пневмотранспортом в бункер готовой продукции. Это предусмотрено для того, чтобы в процессе реализации у потребителя была возможность выбирать объем покупки. Все транспортные операции проводятся с помощью норий.

Основой предлагаемого решения является применение шнекового пресс-сепаратора, который признан лучшим из доступных сегодня технологий для выполнения задачи по разделению жидкой дробины или барды на фракции. Сепаратор представляет собой шнековый пресс, в котором прессование производится при помощи шнека, что позволяет выдавливать всю свободную воду и большинство связанной воды.

Барабанная сушилка, представляет собой вращающийся барабан. Агентом сушки является пар, который подается на сушилку с внешнего источника. Возможность регулирования скорости вращения барабана позволяет контролировать время нахождения в нем высушиваемого продукта. Внутри барабана по всей его длине расположены лопасти, которые при вращении барабана способствуют пересыпанию дробины, ее перемешиванию с одновременным постепенным перемещением к разгрузочному отверстию. Дополнительное перемешивание продукта и распределение горячего воздуха обеспечивает внутренний вал барабана. Высушенный материал автоматически удаляется через разгрузочное отверстие. Влажность продукта на выходе из сушилки составляет около 9-11%. Сушка отжатой дробины/барды будет осуществляться в щадящем температурном режиме при температуре теплоносителя (теплый воздух) не более 80°C, что исключит деструкцию белка и гарантированно позволит сохранить исходную биологическую активность конечного продукта.

В отличие от традиционных схем, предлагаемая компоновка предполагает производство гранулированных кормовых добавок без использования пара и воды. Это снижает себестоимость процесса гранулирования в сравнении с традиционными подходами – на 20-30 %. Охладитель для гранул выполнен в виде вертикального охладителя для охлаждения гранул с температуры 78-85 °С до примерно 30-35 °С (при температуре окружающей среды 5 °С).

Для того чтобы у потребителя была возможность выбирать объем покупки, в технологии предусмотрено разделение потоков готовых гранул на две линии: упаковка по 5 кг и на подача на хранение в уже существующих на заводе силосах с отгрузкой бестарным способом.

Достоинства предложенной технологической линии следующие:

- вторичное сырье превращается в полноценный кормоконцентрат;
- происходит повышение рентабельность производства;
- потребитель может выбирать необходимый объема продукта;

Как показал расчет, окупаемость проекта будет достигнута при продаже готовой сухой гранулированной пивной дробины по цене 5500 рублей за тонну за 2 года и 7 месяцев.

При выполнении задачи переработки дробины завод выйдет на новый уровень рентабельности, при котором повысится его конкурентоспособность.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПЫЛЕПРОНИЦАЕМОСТИ ПРИБОРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Меркулова О. – студент гр. 8ТМиО – 51

Глебов А.А.- кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время во всем мире идет стремительное развитие электронного аппаратостроения. Первостепенное значение для такой аппаратуры имеют показатели качества, определяющие возможность выполнения ее целевой задачи нормального функционирования в заданных условиях в течение требуемого времени наработки.

Качество электронной аппаратуры обеспечивается ее конструкцией, технологией изготовления и условиями производства. Этапы проектирования и производства аппаратуры предполагают получение информации о ее качестве на всех стадиях – от начала проектирования до изготовления в серийном производстве и последующей ее эксплуатации. Существенная роль в этом процессе отводится испытаниям. Результаты испытаний являются основой решений по использованию аппаратуры, усовершенствованию ее конструкции и технологии изготовления.

Основная задача разработчиков и изготовителей электронных средств – обеспечить требуемые показатели качества и надежности электронных средств в условиях, близких к условиям эксплуатации. Для этого специалистам нужна информация о том, что разработанные ими электронные средства обеспечивают требуемые показатели качества и надежности, предъявляемые к данному изделию и каждому образцу изделия, в частности.

С усложнением электронных средств получение адекватных математических моделей становится все сложнее. Поэтому существенную долю информации о качестве электронных средств получают, проводя испытания изделий на всех этапах их «жизненного» цикла, – при проектировании, производстве, эксплуатации.

Под испытаниями понимают экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта как результата воздействий на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий. Другими словами, либо модель объекта помещают в реальные условия эксплуатации, либо (что чаще всего) моделируют условия эксплуатации и помещают в них образец изделия.

Следует выделить три гр. задач, решаемых проведением испытаний:

- получение эмпирических данных для проектирования электронных средств;
- установление соответствия изделия проектным требованиям;
- определение предельных испытаний электронных средств.

Цели испытаний очень многочисленны и меняются на различных этапах проектирования и изготовления электронных средств.

Проведение испытаний должно выявлять:

- Недостатки конструкции и технологии изготовления электронных средств;
- Скрытые случайные дефекты материалов, элементов конструкции;
- Резервы повышения надежности варианта изделия.

При эксплуатации электронных средств в условиях повышенной запыленности, пылевые взвеси в виде мелких частиц могут попадать на конструктивные элементы электронных средств и могут быть причиной возникновения неисправностей. Кроме коррозионного воздействия, увлажненный налет пыли на поверхности корпусов и токоведущих соединений может вызывать поверхностные токи утечки и пробой воздушного промежутка между выводами, находящимися под высоким электрическим потенциалом.

Испытания пылью по ГОСТ 1425 4- 80

Испытание проводят с помощью специальной камеры пыли, основные конструктивные и принципиальные особенности которой приведены на рисунке 1, при этом насос циркуляции пыли в камере может быть заменен любым другим устройством, позволяющим поддерживать порошок талька во взвешенном состоянии в закрытой испытательной камере. Используемый порошок талька должен проходить через сито с размерами квадратной ячейки 75 мкм и толщиной проволоочки 50 мкм. Количество порошка талька составляет 2 кг на 1 м³ объема испытательной камеры. Тальк не следует использовать при испытаниях более 20 раз.

Оболочки, при необходимости, могут быть отнесены к одной из следующих категорий:

Категория 1: оболочки, в которых нормальная работа оборудования приводит к понижению давления внутри оболочки ниже окружающего.

Категория 2: оболочки, внутри которых давление равно окружающему.

Испытания оболочек первой категории

Оболочку помещают внутрь испытательной камеры, и давление в оболочке с помощью вакуумного насоса понижают до давления, ниже окружающего. Насос подсоединяют к специально выполненному для этого отверстию. Если в стандарте на конкретные виды изделий нет других указаний, такое отверстие следует выполнять рядом с опасными частями.

Если нецелесообразно предусмотреть такое отверстие, насос может быть присоединен к отверстию для кабельного ввода. Другие отверстия (например, другие кабельные вводы или отверстия для слива) должны оставаться в рабочем положении, имеющем место при эксплуатации.

При испытании через оболочку необходимо прокачать объем воздуха, равный 80 объемам оболочки, при скорости обновления воздуха не более 60 объемов оболочки в час. При этом значение вакуума не должно превышать 2 кПа (20 мбар) по манометру. Если обмен воздуха происходит со скоростью от 40 до 60 объемов в час, испытание длится 2 час. При скорости обмена менее 40 объемов в час с максимальным значением вакуума 2 кПа (20 мбар) испытание проводят до тех пор, пока через оболочку не пройдет 80 объемов, или же длительность испытания должна составить 8 час.

Испытание оболочек второй категории

Оболочку помещают внутрь испытательной камеры, но не присоединяют к вакуумному насосу. Отверстия, нормально открытые при эксплуатации, должны оставаться открытыми при испытании. Длительность испытания - 8 ч.

Если оболочки первой и второй категорий нецелесообразно испытывать в испытательной камере целиком, можно использовать один из следующих способов:

- испытание отдельных закрытых секций оболочки;
- испытание представительных частей оболочки, содержащих в качестве элементов двери, вентиляционные отверстия, соединения, уплотнения подшипников и другие элементы, находящиеся в рабочем положении во время испытания;
- испытание оболочки уменьшенного размера, имеющей такие же конструктивные элементы, что и полномасштабная оболочка.

Для двух последних случаев объем прокачиваемого через оболочку воздуха должен быть таким же, как для целой полномасштабной оболочки.

Оборудование, применяемое для проведения испытаний на воздействие пыли

В основном находят применение два типа конструкции камер:

- камера для испытаний на динамическое воздействие пыли;
- камера на статическое воздействие пыли.

В первой камере создается пылевой поток, который обдувает испытуемое электронное средство. Во второй камере пыль завихряется и поддерживается во взвешенном состоянии, за счет постоянной циркуляции воздуха в объеме камеры.

Предлагается создать пылевую камеру без циркуляционной трубы (рисунок 2) для испытаний электронных средств, эксплуатируемых на оборудовании пищевой промышленности. Создать условия испытаний близкие к условиям эксплуатации, используя в качестве материала для испытаний органическую пыль. Подобрать измерительные приборы пригодные и экономически целесообразные для материала (мучной и зерновой пыли) и параметров испытаний.

Для проведения испытаний на воздействие пыли изделия помещают в камеру и располагают так, чтобы воздействие пыли максимально соответствовало эксплуатационным условиям. В частном случае способ установки определенного изделия указывается в нормативной документации. Минимальное расстояние от изделий до стенок камеры и между изделиями должно быть не менее 10 см.

Выбор состава пылевой смеси, размеров ее частиц и концентрации зависит от цели испытаний, определяемой местом и продолжительностью эксплуатации изделия. Повышение концентрации позволяет сократить продолжительность испытаний. В любом случае для исключения образования комков пыли и нежелательного ее прилипания необходимо, чтобы относительная влажность воздуха в камере не превышала 30—50% (в зависимости от состава пылевой смеси), что достигается повышением температуры до +55°C. Для определения размеров частиц пыли ее просеивают через специальные сита; при этом остаток на сите не должен превышать 3 %.

Для эффективного проникновения пыли через отверстия внутрь испытуемого изделия необходимо наличие разности давлений воздуха между испытательной камерой и внутренней полостью изделия. Очевидно, что предварительный нагрев испытуемого изделия приведет к созданию внутри изделия избыточного давления, способствующего выходу воздуха из него наружу. При помещении изделия в камеру с более низкой температурой в нем создается разрежение, которое будет способствовать проникновению пыли внутрь изделия.

В случае испытаний тепловыделяющего изделия эффект засасывания пыли можно осуществить периодическим включением и выключением изделия в процессе испытаний. Однако для осуществления процесса засасывания пыли желательно понизить температуру в камере до +35 °С. Важную роль при этом играет соотношение продолжительности циркуляции воздуха с пылевой смесью и ее осаждением.

После проведения испытаний обоих видов изделия извлекают из камеры, удаляют пыль с наружных поверхностей кисточками или лоскутами мягкой материи, если нормативной документацией не предусмотрены другие методы (обдув или всасывание пыли могут исказить результаты испытаний). Затем осуществляют визуальный осмотр. При испытании изделий в рабочем состоянии нормативная документация может предусматривать измерения значений электрических параметров.

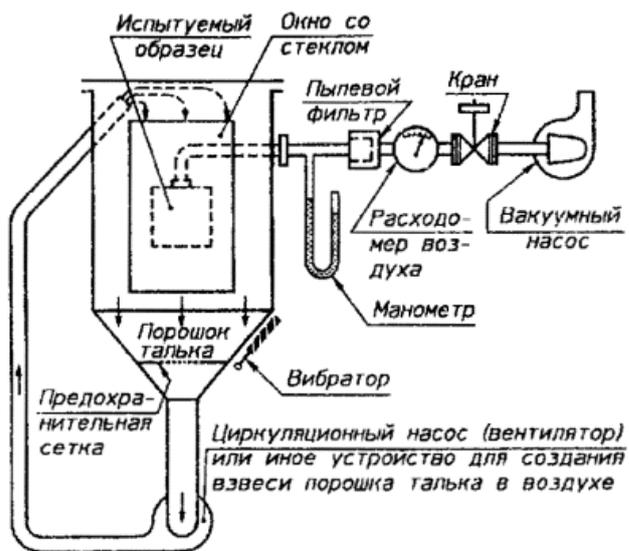


Рисунок 1 - Устройство для проверки защиты от пыли (камера пыли)

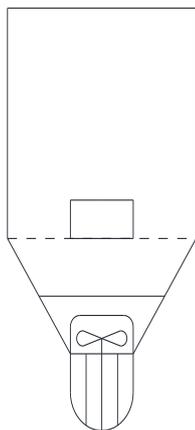


Рисунок 2 - Устройство для проверки защиты от пыли (камера пыли)

ЗАВИСИМОСТЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА ЗАКРУГЛЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОГО УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА ПНЕВМОКОНТЕЙНЕРНОГО ТРАНСПОРТА.

Минин А.М. – студент гр. 8ТМиО – 51

Тарасов В.П. - кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП

Гейнеман А.Э.- доцент кафедры высшей математики

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

Пневмоконтейнерное (пневнокапсульное) транспортирование широко используются в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и в пищевой промышленности. Контейнерный пневмотранспорт представляет собой транспортные трубопроводы, в которых в принудительном потоке газа (воздуха), перемещаются контейнеры.

Основными достоинствами пневмоконтейнерного транспортирования, по сравнению с механическими способами, являются компактность, гибкость и простота компоновки трассы, состоящей из прямых и криволинейных участков.

В существующей литературе имеются зависимости для расчета радиусов закругления криволинейных участков (отводов). Например, Зуев Ф.Е. [1] связывает осевой радиус закруглений отвода R_0 с длиной контейнера l и зазором между контейнером и трубопроводом δ зависимостью:

$$R_0 = c \cdot (l^2 + 4\delta^2)/8\delta,$$

где R_0 – радиус закругления по оси трубопровода; c – коэффициент запаса (предлагается принимать $1,1 \div 1,4$).

В [2] для нахождения осевого радиуса закругления отвода предлагается принимать только в зависимости от диаметра трубопровода D :

$$R_0 = (40 \div 50) \cdot D.$$

Автор работы [3] рекомендует для расчета осевого радиуса закругления отвода зависимость:

$$R_0 = c \cdot l^2/8\delta.$$

При этом предлагается принимать $c = 1,3 \div 1,5$, а $D = (1,03 - 1,12)d$, где $d = D - \delta$ – диаметр контейнера.

Имеются и другие зависимости для расчета радиуса закругления отводов пневмоконтейнерного транспорта. Их краткий анализ, изложенный выше, дает основания сделать некоторые выводы.

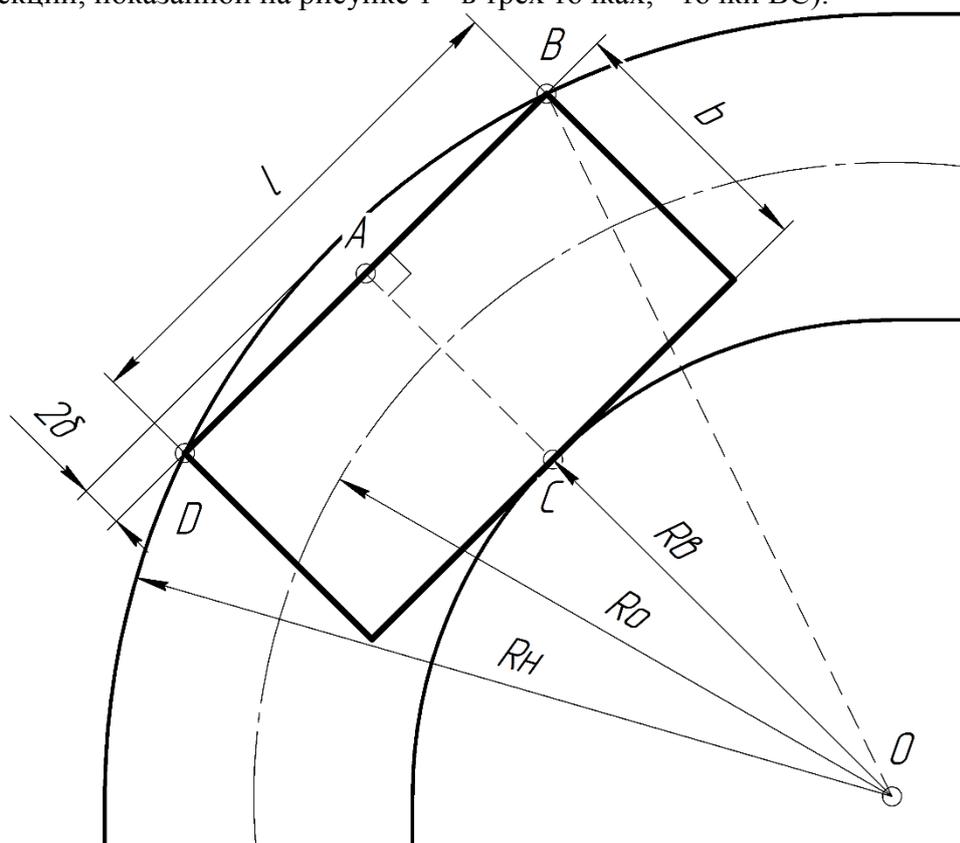
1) Радиус закругления отвода зависит от размеров контейнера (прежде всего от его длины) и зазора между контейнером и трубопроводом;

2) Имеющиеся в специальной литературе зависимости для определения радиуса закруглений отвода разноречивы. Расчет по этим зависимостям может дать существенно отличающиеся результаты.

В то же время при проектировании установок пневмоконтейнерного транспорта, для сокращения капитальных затрат, следует стремиться к минимизации радиусов закругления отводов. С другой стороны, преследуя цель снижения энергозатрат, необходимо уменьшать зазор между контейнером и трубопроводом. Исходя из этого, выбор расчетной зависимости для определения радиуса закругления отвода является важной и значимой задачей. Ниже предпринимается попытка уточнения этой зависимости.

Зафиксируем контейнер длиной l и шириной (диаметром) b в отводе с внутренним размером сечения $D = R_n + R_b$ с некоторым зазором δ в критическом положении. Под критическим положением будем понимать такое соотношение размеров отвода и контейнера,

когда движение последнего еще возможно. Оно (критическое положение) будет иметь место, если отвод и контейнер контактируют по трем линиям (для прямоугольного контейнера), а в проекции, показанной на рисунке 1 - в трех точках, - точки BC).



l – длина контейнера; b – ширина контейнера; $R_{в}$ – внутренний радиуса отвода; $R_{н}$ – наружный радиус отвода; $R_{о}$ – осевой радиус отвода; δ – зазор.

Рис. 1 – Критическое положение контейнера в полости отвода.

Из рисунка следует, что наружный радиус отвода можно вычислить из прямоугольного треугольника OAB:

$$(R_{в} + b)^2 + (l/2)^2 = R_{н}^2. \quad (4)$$

Также из рисунка вытекает:

$$R_{н} = R_{в} + b + 2\delta. \quad (5)$$

Решая систему, состоящую из двух уравнений с двумя неизвестными совместно и делая ряд математических упрощений получим:

$$R_{н} = \delta + l^2/16\delta. \quad (6)$$

Учитывая (4) из (6) выражение для определения внутреннего радиуса закругления отвода будет иметь вид:

$$R_{в} = l^2/16\delta - b - \delta \quad (7)$$

Имея в виду, что $R_{о} = (R_{в} + R_{н})/2$, осевой радиус закругления криволинейных участков трассы можно определить по зависимости:

$$R_{о} = (l^2/16\delta) - (b/2) \quad (8)$$

Для сравнения результатов расчета по различным методикам на рис.2 и 3 приведены диаграммы изменения радиусов закруглений отводов от длины контейнера и зазора между

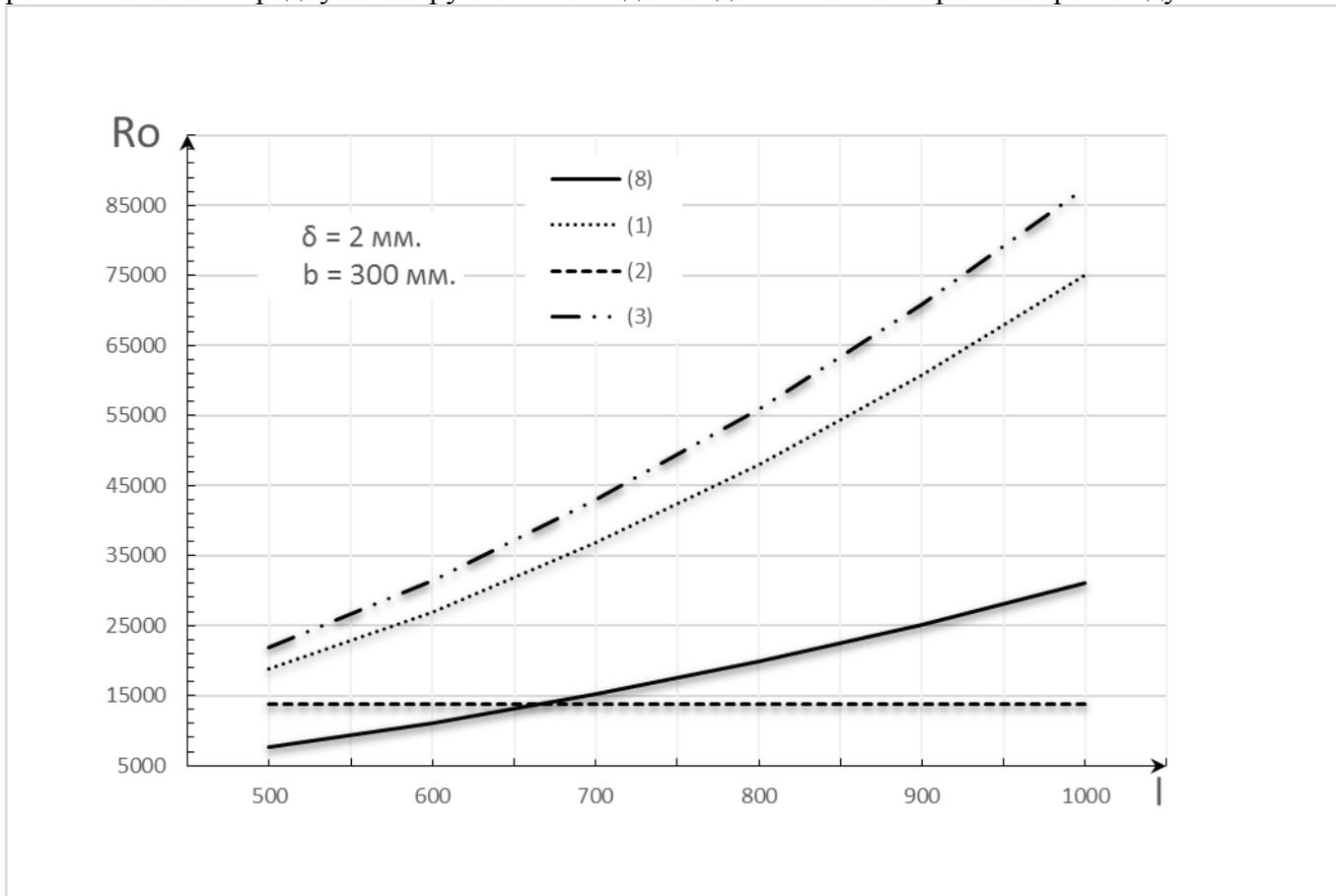


Рис.2 Диаграмма изменения радиуса закругления отвода в зависимости от длины контейнера.

контейнером и трубопроводом соответственно.

Приведенные графические зависимости свидетельствуют, что результаты расчета радиуса закругления отвода по различным методикам существенно отличаются друг от друга (разница может

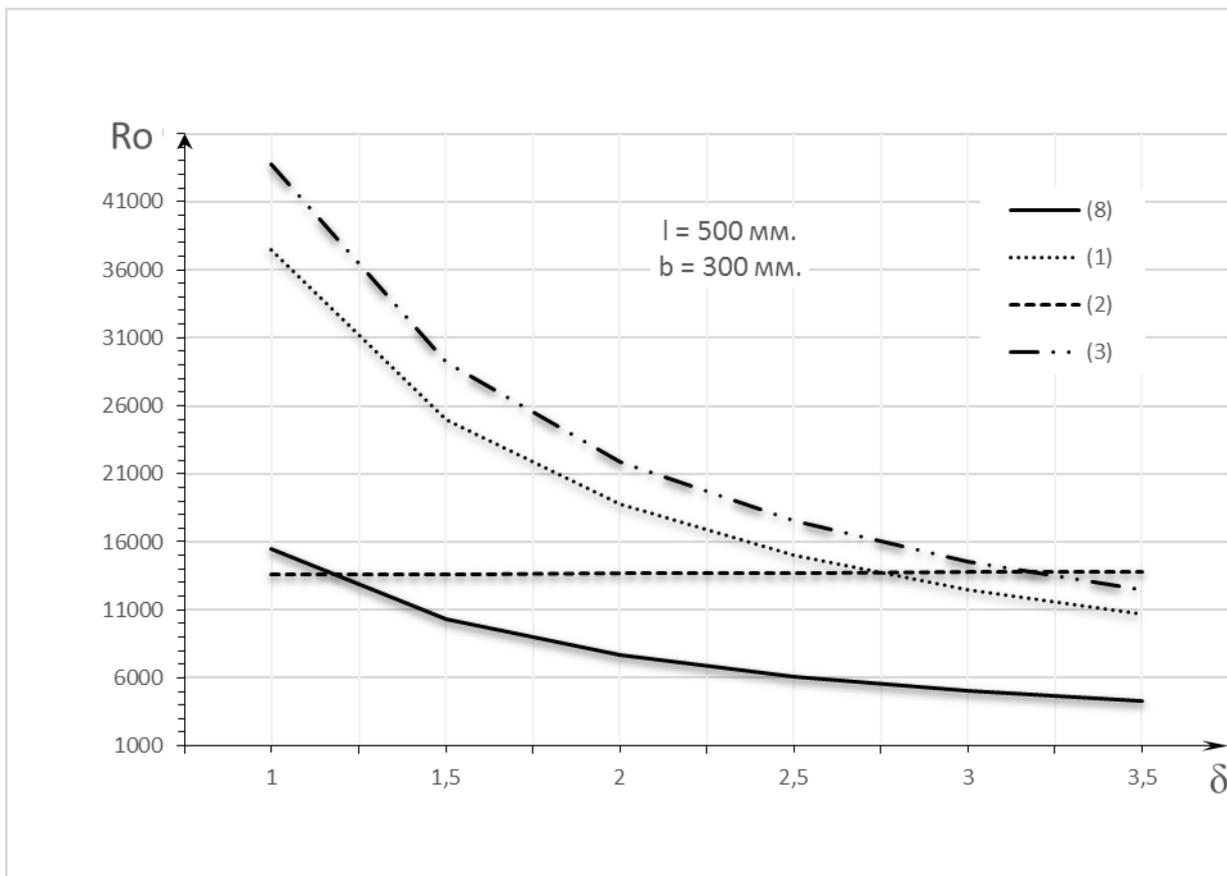


Рисунок 3 - Диаграмма изменения радиуса закругления отвода от зазора.

достигать более чем в 3 раза). При этом радиус закругления, найденный по предлагаемой методике, оказывается значительно меньшим (за исключением его значений, определенных по методике (2) в узком диапазоне параметров l и δ).

Полученная на основе теоретического анализа зависимость для определения радиуса закругления отвода контейнерного пневмотранспорта учитывает большее число факторов, влияющих на ее величину. Следовательно, она позволяет более точно определить численное значение радиуса отвода, а значит, появляется возможность использовать отводы меньших габаритов, массы и стоимости. Чтобы проверить возможность практического использования полученной зависимости и определить коэффициенты запаса, учитывающие другие факторы, потребуется ее экспериментальная проверка.

Список литературы

1. Зуев, Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / Ф. Г. Зуев. — Москва: Колос, 1976. — 344 с.
2. Александров, А.М. Контейнерный трубопроводный пневмотранспорт [Текст] / А. М. Александров. — Москва: Машиностроение 1979г. — 264 с.
3. Тантлевский, А. В. Пневматический транспорт штучных грузов [Текст] / А. В. Тантлевский. — Москва.: Машиностроение, 1979. — 158 с.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПНЕВМОТРАНСПОРТА В ПОРШНЕВОМ РЕЖИМЕ

Жукова О.Г. – студент гр. 8ТМиО – 61

Лямкин Е.С. - кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП

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

Применение пневмотранспорта на предприятиях значительно ограничено из-за высоких энергозатрат. В настоящее время распространение получили пневмотранспортные установки в поршневом режиме (принципиальная схема установки рис.1).

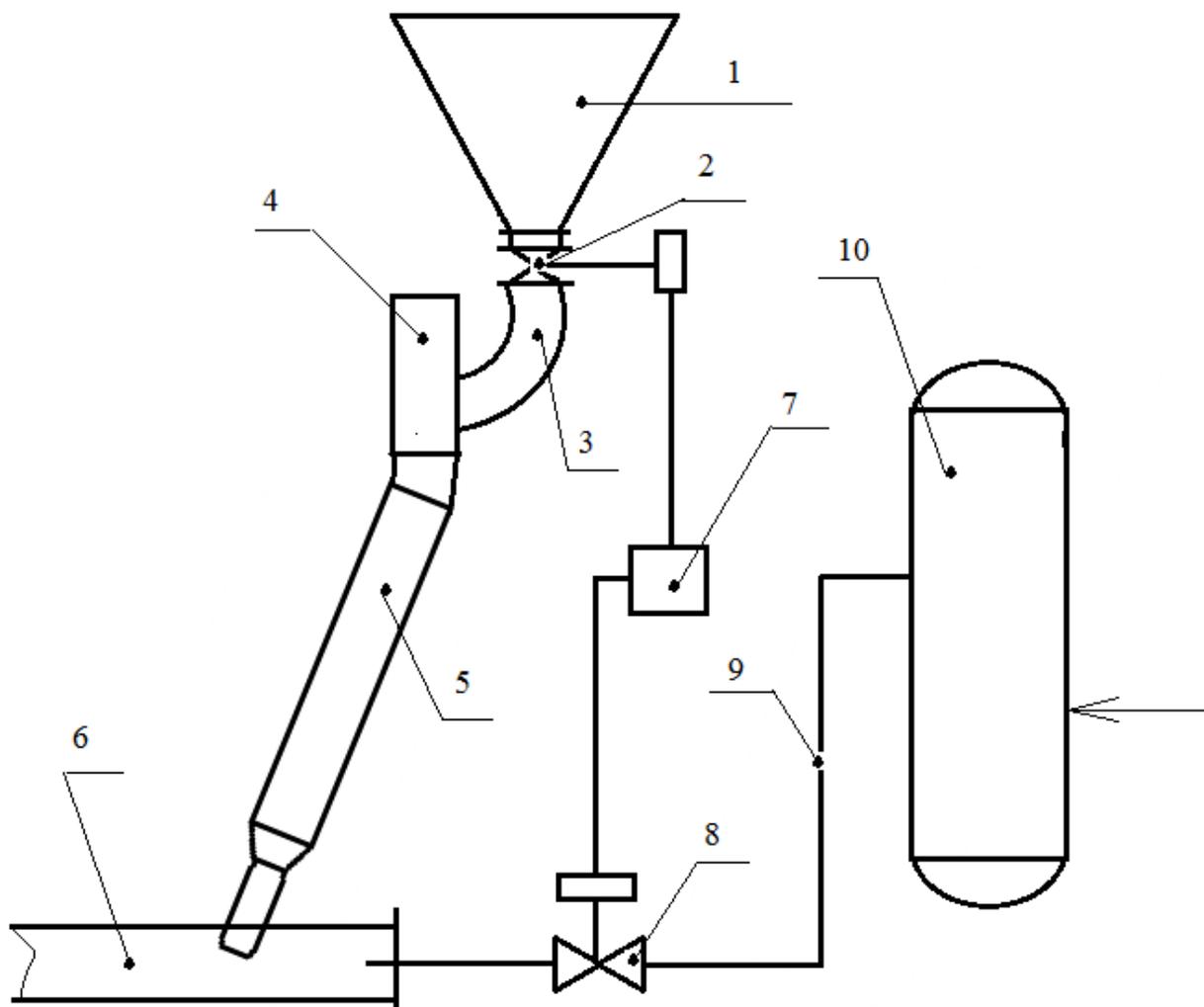


Рис.1 Принципиальная схема установки

1-бункер; 2- затвор; 3- загрузочный патрубок; 4- блок загрузки; 5- начальный участок; 6- транспортный трубопровод; 7-блок управления; 8- клапан электромагнитный; 9- подвод сжатого воздуха; 10- ресивер.

Дисперсный материал через блок загрузки 1 самотеком подается из расходной емкости в транспортный трубопровод 6 и заполняет его начальный участок 5, формируя «поршень» материала. После заполнения начального участка 5 транспортного трубопровода 6 клапан блока загрузки 4 перекрывает подачу материала и в транспортный трубопровод 6 через электромагнитный клапан 8 подается сжатый воздух. Сжатый воздух начинает перемещать сформированный компактный «поршень» материала, толкая его перед собой, по транспортному трубопроводу 6, пока он не достигает циклона, установленного на приемной емкости. После этого цикл повторяется (загрузка материала – подача сжатого воздуха – транспортировка материала). Время цикла работы устанавливается при помощи блока

управления 7. Время цикла варьируется в диапазоне 3-12 сек., в зависимости от производительности, величины коэффициента трения материала и расстояния его транспортировки. При возникновении аварийной ситуации или запланированной остановке процесса структура уплотненного слоя «поршня» материала не нарушается, что позволяет возобновить процесс пневмотранспорта в штатном режиме.

Пневмотранспорт в поршневом режиме хорошо себя зарекомендовал при транспортировании цемента, кварцевого песка, песчано-цементной смеси, пищевой глины, молотой и дробленой извести, мела, гранулированного алюмохромового катализатора и т.д. в металлургии, в химической промышленности и в строительной отрасли. Пневмотранспортные установки в поршневом режиме характеризуются низкими показателями удельной мощности, что делает пневмотранспорт конкурентно способным. Однако, область применения пневмотранспорта в поршневом режиме в настоящее время отличается от условий зерноперерабатывающих предприятий (большая производительность, дальность перемещения и т.д.).

Для определения перспектив использования пневмотранспорта в поршневом режиме на предприятиях зерноперерабатывающей отрасли был проведен анализ работы в режимах наиболее сходных с зерноперерабатывающими предприятиями. Составлены диаграммы зависимостей изменения $N_{уд}(L, G, m_{п}, D)$ (рис.2-4).

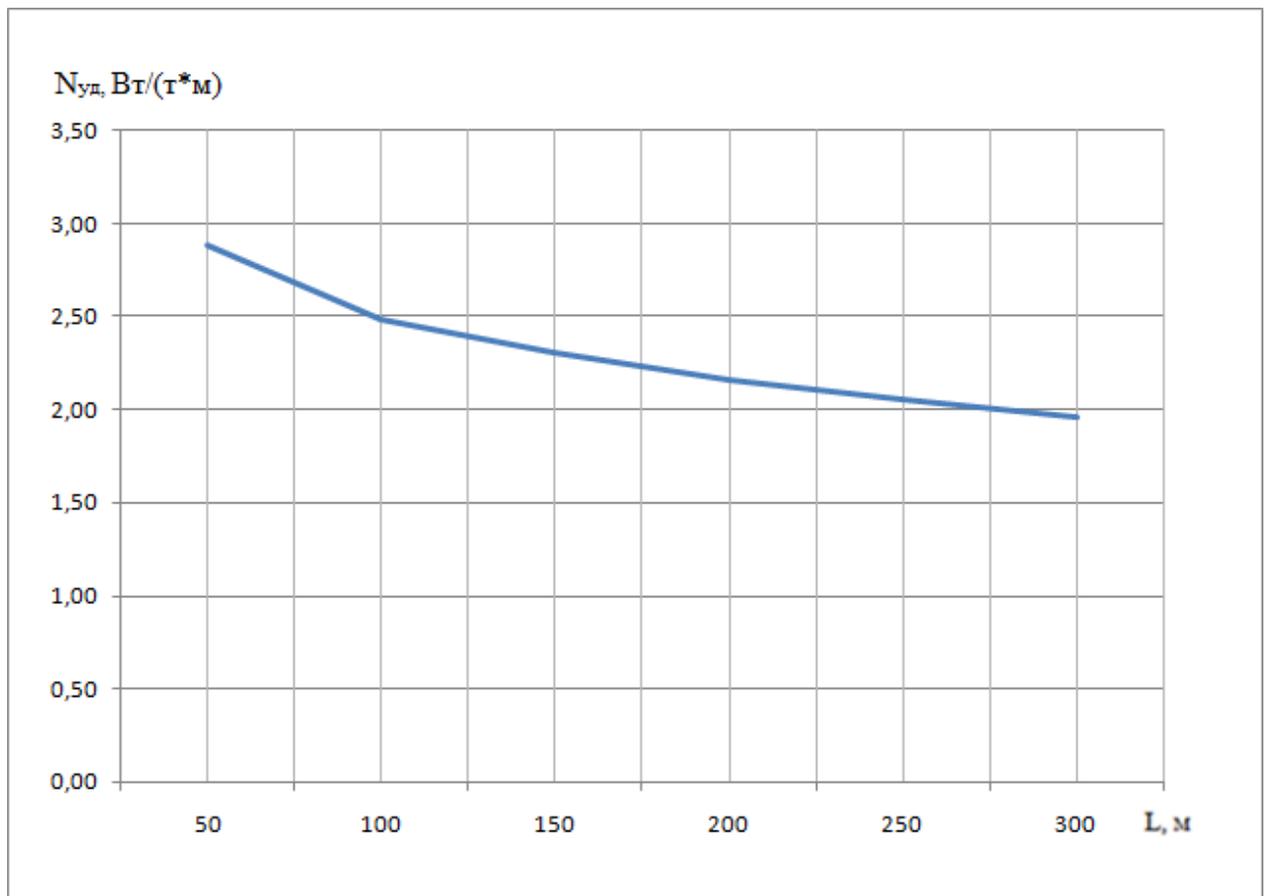


Рисунок 2 - Диаграмма изменения зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от длина транспортного трубопровода L

На рис. 2 представлена диаграмма изменения зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от длина транспортного трубопровода L=50, 100, 150, 200, 250, 300 м. Расчет производился при следующих данных диаметре трубопровода D=0,1 м, производительности установки G=50т/ч и массе поршня $m_{п}=90$ кг.

Как видно из диаграммы с увеличением длины трубопровода L удельная мощность установки $N_{уд}$ уменьшается.

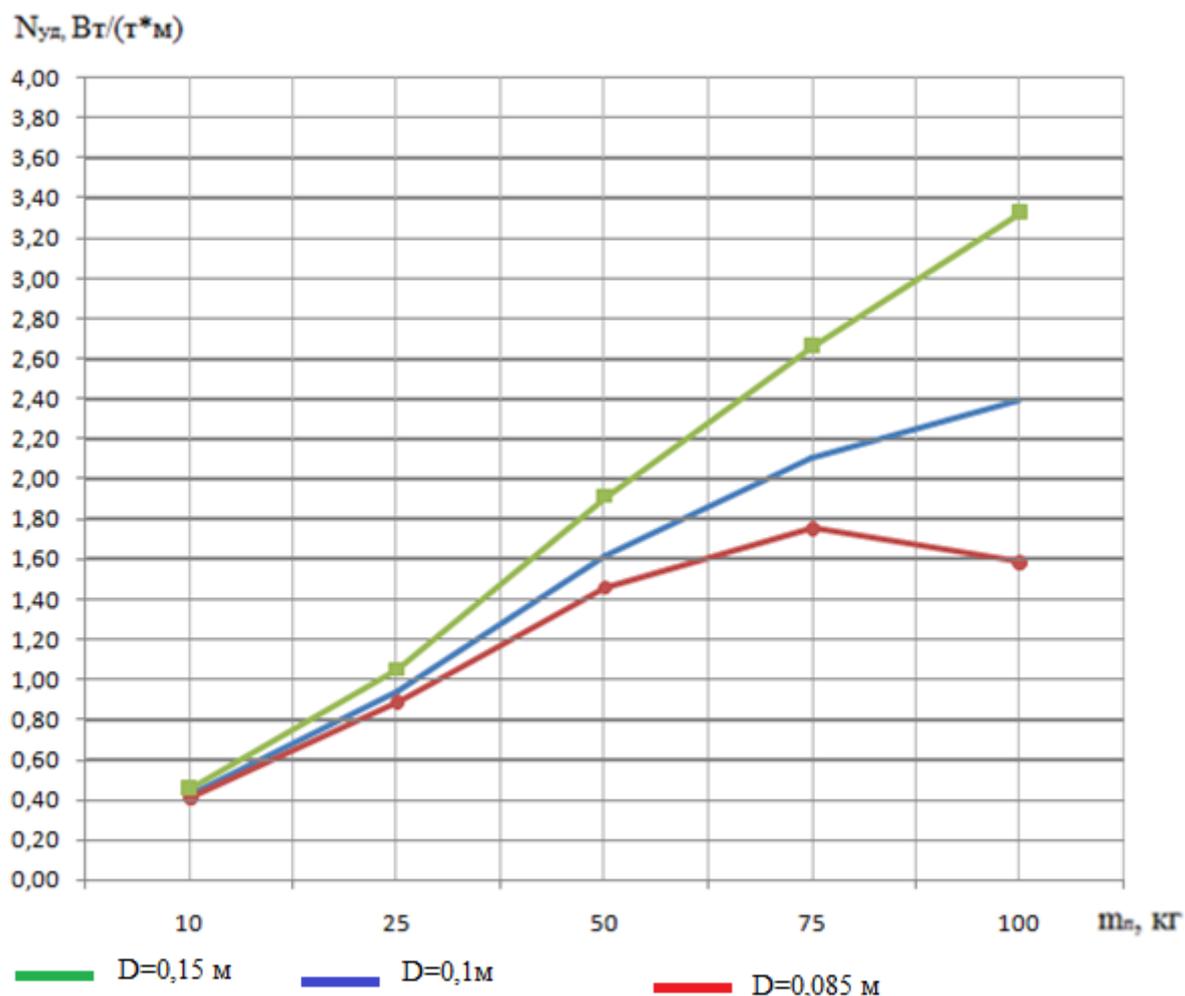


Рисунок 3 - Диаграмма зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от массы поршня $m_{п}$.

На рис. 3 представлена диаграмма изменения зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от массы поршня $m_{п} = 10, 25, 50, 75, 100$ кг при 3 разных диаметрах трубопровода $D=0,15$ м, $D=0,1$ м, $D=0,085$ м, длине трубопровода $L=150$ м и производительности $G=50$ т/ч.

Как видно из диаграммы удельная мощность $N_{уд}$ в 3 трубопроводах повышается с увеличением массы поршня $m_{п}$. В трубопроводе равном $D=0,085$ м максимальное значение удельная мощность $N_{уд}$ достигается при массе поршня равном 75 кг, при массе поршня 100 удельная мощность уменьшается .

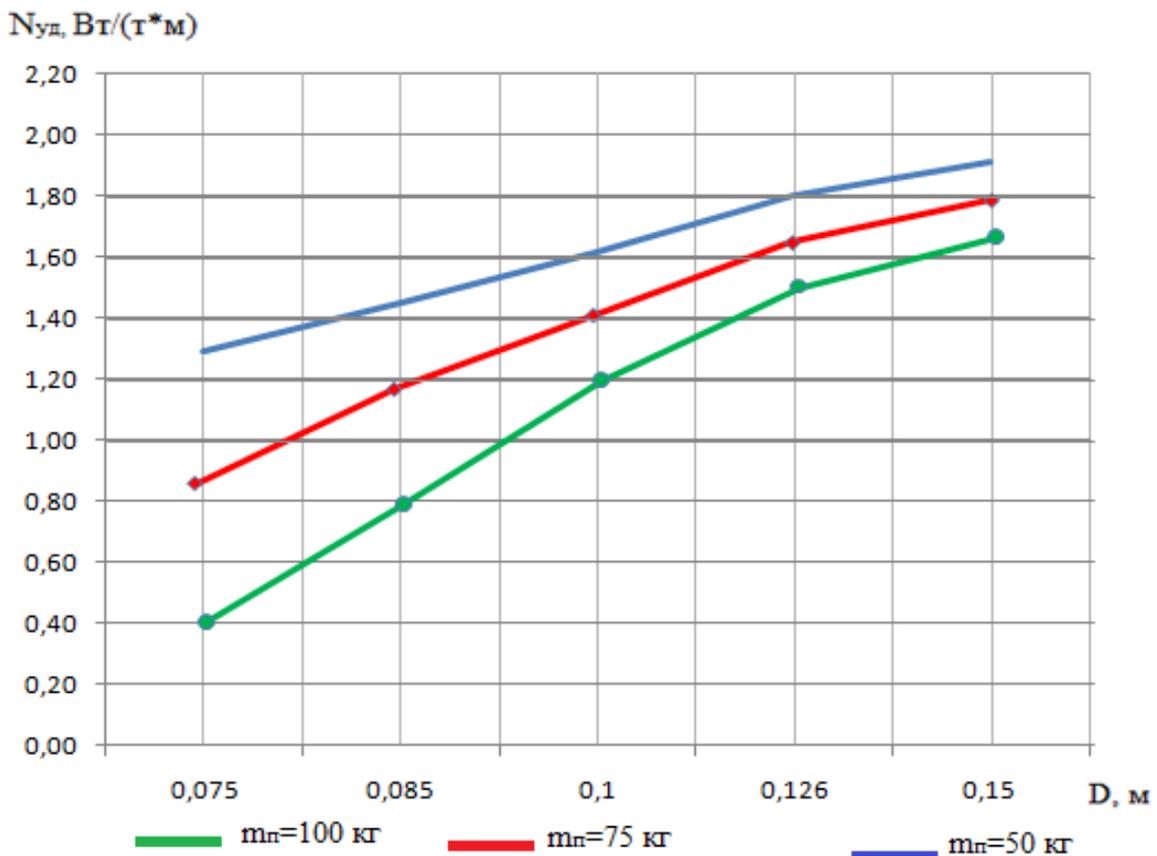


Рисунок 4 - Диаграмма зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от диаметра трубопровода D.

На рис.4 представлена диаграмма изменения зависимости удельной мощности $N_{уд}$ от диаметра трубопровода $D = 0,075; 0,085; 0,1; 0,126; 0,15$ м при различной массе поршня равной $= 100,75,50$ кг. Расчет производился при длине трубопровода $L=150$ м и производительности $G=50$ т/ч.

Как видно из диаграммы удельная мощность $N_{уд}$ повышается при увеличении диаметра трубопровода D. Также можно сказать, что при массе поршня $=100$ кг, удельной мощности $N_{уд}$ меньше чем при остальных поршнях

Приведенные графические зависимости позволяют произвести предварительную оценку применения пневмотранспорта в поршневом режиме на предприятиях зерноперерабатывающей промышленности. Для подтверждения достоверности полученных расчетных данных процесса пневмотранспорта в режиме поршня, следует провести ряд экспериментов. Далее расчетные данные сравнить с экспериментально полученными.

ПНЕВМОТРАНСПОРТНАЯ УСТАНОВКА КАК ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мухопад К.А. – студент гр. 8ТМиО – 51

Тарасов В.П. - кандидат технических наук, профессор кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Перемещение сыпучих материалов пневматическим способом за счет энергии несущего потока воздуха используется давно и достаточно широко. Данный способ транспортирования материалов обладает рядом достоинств перед другими способами перемещения сыпучих материалов и штучных грузов. Однако, режимы работы пневмотранспортных установок (ПТУ), реализуемые на практике, характеризуются высокими скоростями воздуха в материалопроводе. Это приводит к повышенному расходу электроэнергии, увеличивает вероятность повреждения перемещаемого материала и износ материалопровода.

Завышенные значения расхода воздуха при расчетах ПТУ принимаются, прежде всего, для обеспечения их устойчивой работы. Устойчивость работы установки определяется многими факторами, которые необходимо учитывать при проектировании ПТУ. К таким факторам относятся, например, тип приемно-питающего устройства, «крутизна» характеристики воздухоудвнной машины (ВМ), наличие и величина утечек воздуха в различных элементах ПТУ, создаваемый ВМ расход воздуха и давление, величина местных сопротивлений в пневмотранспортной сети и др. Таким образом, при проектировании ПТУ необходимо решать двойную задачу – обеспечение устойчивой работы установки и сведение к минимуму энергозатрат. Решением этой задачи вот уже в течении 40 лет занимается группа ученых на кафедре «Машины и аппараты пищевых производств» Алтайского государственного технического университета. Пневмотранспортная установка рассматривается как система, состоящая из элементов пневмотранспортного оборудования. Причем функционирование этой системы описывается с учетом взаимовлияния элементов ПТУ на основе теории взаимодействующих континуумов. В рамках этой теории дисперсный поток представляется двухфазной средой, в которой размеры частиц и расстояния между ними достаточно малы по сравнению с размерами ограничивающего пространства. Такой подход позволяет представить твердую фазу как непрерывный континуум и использовать для описания движения твердой фазы и несущего потока одни и те же по структуре уравнения. В основу модели положены уравнения неразрывности для воздуха и материала, уравнения движения воздуха и материала, уравнение состояния идеального газа.

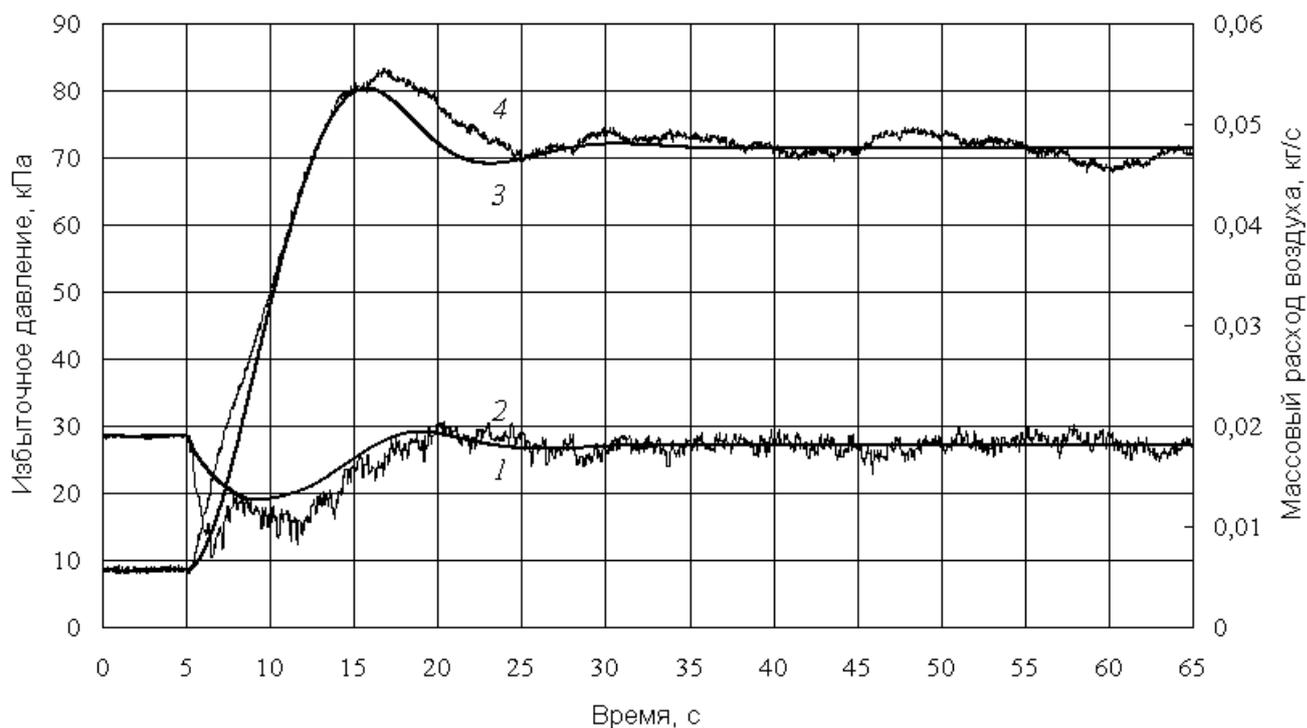
Решение физико-математической модели позволяет отслеживать изменения основных параметров дисперсного потока: скоростей воздуха и материала, давления в элементах системы, объемной концентрации, а также некоторых других параметров процесса (производительности, гидравлических затрат энергии и др.). Изменение этих параметров фиксируется как по длине трассы транспортирования, так и во времени.

Основным процессом в пневмотранспортной установке считается перемещение сыпучего материала в материалопроводе потоком воздуха. В связи с этим, оборудование, расположенное до материалопровода, будет определять граничные условия на входе, а оборудование, расположенное после материалопровода, – граничные условия на выходе. Граничными условиями на входе в материалопровод служат характеристики применяемого оборудования (воздуходувной машины и приемно-питающего устройства) и уравнение неразрывности для системы.

В качестве начальных условий принимаются: начальная скорость воздуха во всех элементах установки равна нулю, давление воздуха равно атмосферному. Загрузка материала в материалопровод производится только после выхода установки на стационарный режим, который определяется условием равенства нулю частной производной скорости воздуха по времени. Подробно модель изложена в [1].

Результаты численного решения обсуждались ранее в работе [2], но без сравнительной оценки с экспериментальными данными. Для проверки адекватности предложенной физико-математической модели был проведен ряд экспериментов на ранее разработанном экспериментальном стенде, в конструкцию которого были внесены некоторые изменения. Стенд позволяет изменять широкий круг параметров, влияющих на процесс пневмотранспортирования: длину и конфигурацию трассы, производительность по транспортируемому материалу, расход воздуха, объем воздухоподводящего оборудования и его сопротивление. Кроме того, на стенде можно моделировать равномерную и неравномерную подачу транспортируемого продукта в материалопровод.

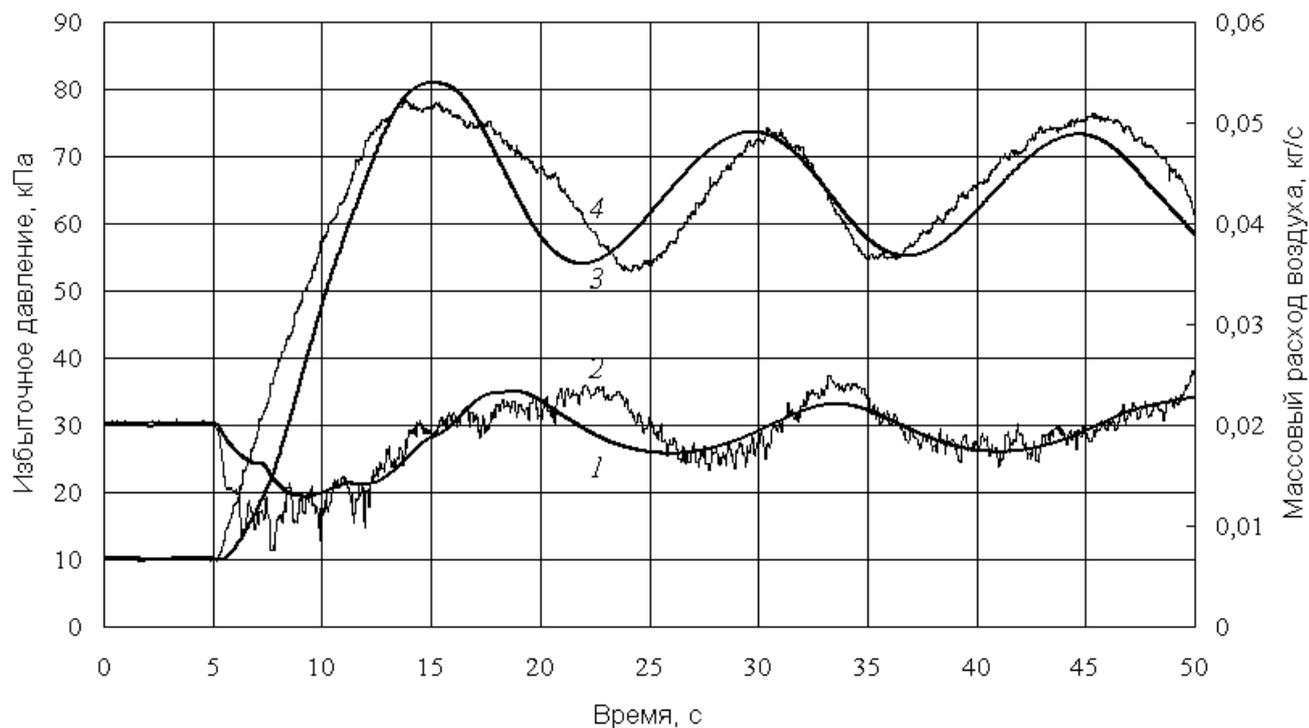
На рис. 2 представлены диаграммы изменения основных параметров процесса пневмотранспортирования (избыточного давления и массового расхода воздуха в начале материалопровода), полученные в ходе проведения экспериментов и при численном моделировании. В данном случае подача сыпучего материала была равномерной.



1, 3 – соответственно массовый расход и избыточное давление воздуха при моделировании; 2, 4 – соответственно массовый расход и избыточное давление воздуха при эксперименте

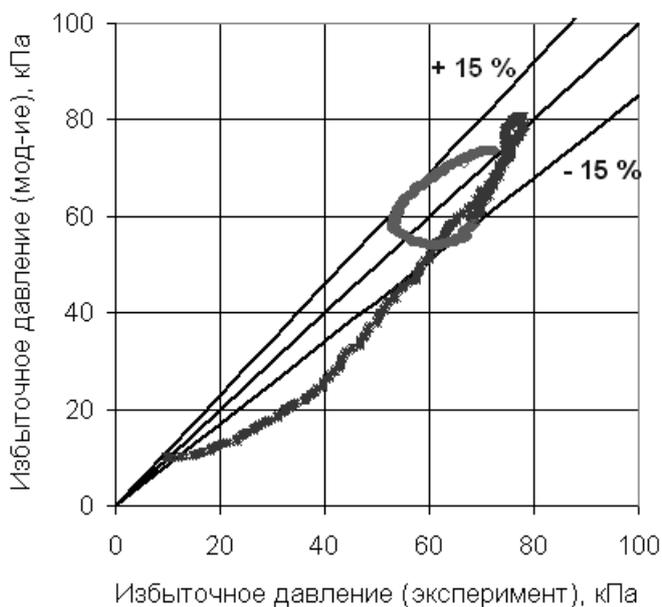
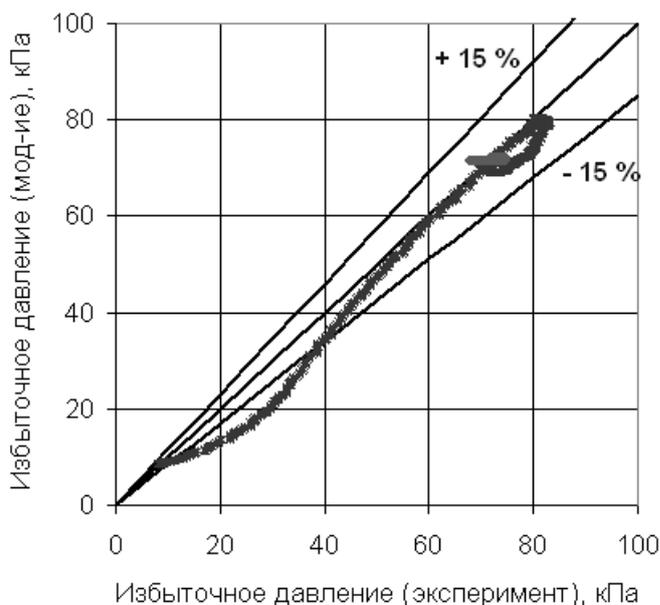
Рисунок 2 – Диаграммы изменения избыточного давления и массового расхода воздуха при равномерной подаче сыпучего материала

На рис. 3 представлены диаграммы изменения избыточного давления и массового расхода воздуха в начале материалопровода при условии неравномерной подачи сыпучего продукта в материалопровод. Уже визуальное сравнение результатов эксперимента и численных значений параметров процесса показывает их удовлетворительное соответствие. Количественная оценка сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными приведена на рис. 4 (а – равномерная загрузка материала в материалопровод, б – неравномерная загрузка). Сопоставлялись данные по избыточному давлению. Как видим на рисунках, отклонение результатов моделирования от экспериментальных вполне укладывается в 15 % порог. Отклонения, превышающие это значение, наблюдаются только на стадии загрузки материала в трубопровод. Это можно объяснить неучтенными в модели факторами, влияющими на производительность приемно-питающего устройства, а также достаточно большой инерционностью применяемых в экспериментах средств измерений.



1, 3 – соответственно массовый расход и избыточное давление воздуха при моделировании; 2, 4 – соответственно массовый расход и избыточное давление воздуха при эксперименте

Рисунок 3 – Диаграммы изменения избыточного давления и массового расхода воздуха при неравномерной подаче сыпучего материала



а)

б)

Рисунок 4 – Результаты сравнения результатов моделирования и экспериментов

Как показывают результаты численного решения и их последующее сопоставление с экспериментальными данными, предложенная физико-математическая модель пневмотранспортной установки как системы взаимосвязанных элементов позволяет вполне адекватно описывать ее работу, как на стационарных, так и на неустановившихся режимах. Отклонение теоретических и экспериментальных значений параметров процесса является вполне допустимым для такой, достаточно сложной системы, как пневмотранспортная установка.

Список литературы

1. Тарасов, В. П. Элементы теории работы однотрубной пневмотранспортной установки / Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2005. – № 5-6. – С. 82-85.
2. Мухопад, К. А. Анализ работы однотрубной нагнетающей пневмотранспортной установки / К. А. Мухопад, А. В. Яковлев, В. П. Тарасов, К. Б. Кошелев // Вестник КрасГАУ. – 2007. – Вып. 6. – С. 184 – 191.

ОЧИСТКА И КОНДЕНСАЦИЯ ПРОДУВНЫХ ПАРОВ СЕКЦИИ ОТБЕЛИВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ «ЮГ СИБИРИ»

Грязев А.И. – студент гр. 8ТМиО – 61

Гаркуша Н.Н. - кандидат технических наук, доцент кафедры МАПП
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества.

Наиболее масштабным и значительным в данном аспекте является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения.

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления и в первую очередь опасными отходами.

Целью данной работы является нахождение оптимального варианта очистки парогазовой смеси секции отбеливания действующего цеха рафинации на Барнаульском МЭЗ ТПП ООО «Юг Сибири», что позволит избавиться от нежелательных загрязнений окружающей среды.

*«Барнаульский маслоэкстракционный завод» является территориальным производственным подразделением ООО «Юг Сибири» – крупнейшего за Уралом производителя растительных масел. В 2011 году компания завершила реализацию масштабного инвестиционного проекта по строительству современного маслоэкстракционного завода.

*К основным подразделениям Маслоэкстракционного завода относятся: Элеваторный комплекс, Маслоэкстракционный комплекс, а так же несколько цехов, среди которых цеха Фасовки, цех Рафинации, а так же ЛОС – локально очистные сооружения и «цех очистки водных стоков»

«25 блок» - подготовка воды перед её подачей в цеха для добавления в технологический процесс;

*Процесс производства растительного масла включает в себя множество подразделений, среди которых находится рафинация.

Процесс рафинации масел включает в себя ряд технологических операций по удалению сопутствующих веществ с целью получения высококачественных пищевых рафинированных дезодорированных масел по следующим технологическим схемам:

*1) с использованием физической рафинации, включающей следующие стадии: кислотную гидратацию, отбеливание, винтеризацию, дезадорацию;

*2) с использованием химической рафинации с последующими отбеливанием, винтеризацией, дезадорацией.

В каждом из видов рафинации присутствует такой процесс как отбеливание, который, ввиду своей особенности, является фактором, загрязняющим окружающую среду.

В работе цеха присутствуют несколько контуров водоснабжения, среди которых: контур барометрического водоснабжения – вода с низкими технологическими параметрами. Специальная очистка данного контура не проводится, а производится лишь её температурный контроль.

Вода чистого контура – самая экологически чистая вода на всем предприятии. Помимо температурного контроль, производится её очистка, позволяющая обеспечить данный контур высокими технологическими параметрами.

*Гидратированное или нейтрализованное увлажненное масло температурой 85⁰С поступает в деаэратор для сушки и удаления остаточного количества воздуха под вакуумом. Масло впрыскивается в деаэратор через распылительное устройство. Высушенное масло из

деаэратора насосом подается в кислотный смеситель, в линию масла перед кислотным смесителем подают 30 % раствор лимонной кислоты

Далее смесь масла и лимонной кислоты поступает в кислотный реактор, здесь происходит реакция разложения мыла.

В этом же реакторе также происходит смешение масла с отбельной землей.

Далее суспензия по вакуумной линии перетекает в аппарат нагреватель – адсорбер, где происходит нагревание масла в верхней части аппарата паровым змеевиком до 95 – 100⁰С.

Отбеливание масла происходит в нижней части аппарата. Вся емкость находится под абсолютным давлением 0,008 МПа, создаваемым вакуумной установкой.

Далее масло перекачивается насосом в пластинчатые фильтры для фильтрации и удаления отбельной земли. При повышении давления до 0,4 МПа фильтр останавливается и проводится его разгрузка и очистка продувкой пара давлением 0,3 МПа, затем фильтр разгружается, отбельная земля удаляется из аппарата в бункеры.

При продувке паром под давлением 0,3 МПа осадка масла, увлекаемое паром, отделяется и поступает в специальную емкость. Уходящие пары после емкости поступают в скруббер, орошаемый барометрической водой из контура оборотного барометрического водоснабжения. Водяной пар и масло конденсируются, конденсат направляется в емкость барометрической воды, а очищенный воздух – в атмосферу.

*Скруббер - цилиндрическая емкость из низкоуглеродистой стали с плоским верхом и днищем, содержащие буферную сетку уловитель, для конденсации парогазовой смеси, путем орошения барометрической водой.

Принцип работы: Пары, после фильтра поступают в скруббер, где происходит их конденсация. При движении по корпусу скруббера, пар проходит демистерную сетку, за счёт которой происходит улавливание некоторых частиц масла. Далее, путем орошения барометрической водой из контура оборотного барометрического водоснабжения, водяной пар и масло конденсируются. Барометрическая вода направляется в емкость барометрической воды, а очищенный воздух – в атмосферу.

Экспериментальным путем были получены следующие значения:

$$*t_{\text{вх. пара}} = 118^{\circ}\text{C}$$

$$*t_{\text{вых. пара}} = 114^{\circ}\text{C}$$

$$*t_{\text{воды}} = 26^{\circ}\text{C}$$

$$*t_{\text{кондесата}} = 114^{\circ}\text{C}$$

Исходя из полученных данных, можно заметить, что Δt входящего пара и выходящего пара из скруббера равна 4⁰С, откуда следует вывод что работа скруббера неэффективна и большая часть пара не конденсируется, а выходит в атмосферу создавая нежелательные загрязнения окружающей среды.

В процессе работы цеха рафинации за смену производится 2 разгрузки фильтров секции отбеливания с последующей продувкой паром и разгрузкой отбельной глины. Таким образом, выброс нежелательных паров в атмосферу с действующего цеха рафинации производится в двойном объеме за сутки, что негативно сказывается на окружающей среде.

Так же стоит отметить, что в процессе работы скруббера происходит его частое загрязнение, за счет оседания частиц масла и воды низкого качества на демистерной сетке. Так же, в процессе продувки фильтра, пар увлекает за собой частицы отбельной глины, которая попадая в скруббер, частично оседает на сетке. Слой шлаков, скапливаемых в процессе работы, значительно снижает эффективность скрубберной установки.

Те частицы отбельной земли, которые не оседают на демистерной сетке, выводятся из аппарата вместе с конденсатом в емкость барометрической воды, значительно загрязняя трубопроводы, препятствуя тем самым движению конденсата. Так же на дне барометрической емкости образуется осадок, который наряду со скруббером приходится удалять из емкости аппаратчикам цеха рафинации во время планово-предупредительного ремонта.

*В поиске решения проблемы, первым наиболее оптимальным решением стало добавление в процесс очистки парогазовой смеси второй системы орошения барометрической водой. Данное предложение подразумевает дополнительную подачу воды в аппарат скруббер путем добавления форсунки.

*Данное решение является не эффективным, так как при неизменных габаритах скруббера, подача большого количества воды уменьшит процесс конденсации, тем самым замедлив выход орошаемой воды из аппарата. В связи с этим в корпусе скруббера велика вероятность образования гидравлического затвора (водяной пробки), из-за которого пар, входящий в аппарат, встретив сопротивление, начнет свое движение через выход конденсата в барометрическую емкость. Больше количество пара приведет к нагреву воды, находящейся в емкости, что может повлечь за собой сбой в работе других секций цеха рафинации.

Стоит отметить так же, что увеличение габаритов скруббера является экономически невыгодным ходом, так как в результате работы цеха рафинации, была отмечена низкая эффективность скрубберной очистки парогазовой смеси.

*Так же одним из наиболее оптимальных решений проблемы очистки парогазовой смеси секции отбеливания рафинированного масла может являться прямое направление пара после продувки отбельных фильтров в емкость барометрической воды.

Данный способ позволит нам убрать из общей технологической линии средства очистки парогазовой смеси (скруббер), а так же избавиться от нежелательных выбросов пара в атмосферу.

Однако в результате исследований были найдены недостатки данного решения проблемы. Для того чтобы понять, почему невозможно использование данного метода в технологии, следует обратиться к общей технологической линии цеха рафинации, а конкретно к секциям, где используется барометрическая вода.

Помимо секции отбеливания в действующем цехе рафинации данный тип воды используется на секции дезодорации. Барометрическая вода в ней подается на парозежекторный насос для создания вакуума в дезодораторе. Для стабильной работы секции дезодорации необходим стабильный глубокий вакуум, который можно создать только при определенных параметрах воды и пара. Температура барометрической воды, входящей с 25 блока в цех рафинации должна быть равна 23-25°C, а пар входящий с котельной – 1МПа.

*При попадании горячего пара температуры 110-120°C после продувки отбелочных фильтров в емкость барометрической воды, произойдет значительный нагрев воды (до 60-70°C). Горячая вода с недопустимой температурной разницей относительно входящей в цех рафинации (не более 6°C), направится обратно в 25 блок, где происходит её охлаждение специальными градирнями. Рабочий режим данных аппаратов позволяет охлаждать воду на 5-6°C, что в нашем случае недостаточно. Вода с температурой порядка 50°C вернется в цех рафинации, нарушив работу парозежекторного насоса. Последующая потеря вакуума секции дезодорации и отбеливания нарушит технологический процесс цеха рафинации в целом.

*В процессе поиска решения проблемы очистки парогазовой смеси секции отбеливания, был найден оптимальный способ конденсации пара, который при соблюдении всех необходимых параметров способен избавить цех рафинации от негативных выбросов в атмосферу.

Суть способа заключается в том, что барометрический контур, который используется в скруббере для орошения пара, заменяется контуром чистой воды. Преимущество данного контура в том, что существует возможность понижения температуры воды без причинения вреда работе других секции цеха рафинации. Понижение температуры возможно с помощью установки дополнительного теплообменника на линии конденсации пара

*На основе данных, полученных в результате измерений, можно заметить что температура воды чистого контура входящего в цех рафинации равна 18-22°C, что заметно ниже воды барометрического контура (23-25°C). Однако данная температура не принесет нужного эффекта в конденсации парогазовой смеси, поэтому на чистом контуре необходима установка дополнительного теплообменника. **Уменьшив температуру воды до 3-5°C,

получаем эффективную конденсацию парогазовой смеси и её наименьший выброс в атмосферу.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить эффективность данного способа очистки, однако существует ряд недостатков, которые показывают нецелесообразность использования данного метода в технологии.

Во-первых, для установки дополнительного теплообменника на линии очистки пара секции отбеливания, необходимы дополнительные расходы и денежные вложения, что является не выгодным, так как нет вероятности того, что данный способ принесет желаемый результат.

*Во-вторых, добавление воды чистого контура в систему орошения парогазовой смеси, повлечет за собой увеличение уровня воды в барометрической емкости, что недопустимо в технологическом процессе. По договоренности с «25 блоком», подающим в действующий цех рафинации воду барометрического контура, общий объем воды, которая возвращается назад, не должна превышать суточный объем очищаемой воды. Подача воды чистого контура приведет к тому, что количество воды из барометрической емкости в «25 блок» существенно увеличится, что так же повлечет за собой дополнительные расходы.

В-третьих, вода чистого контура является наиболее высокоочищенной водой поступающей в цех рафинации. Специальная очистка данного контура воды производится на «25 блоке» и является дорогостоящим процессом. Сброс такой воды в барометрическую емкость недопустим, так как при переливе емкости, очищенная вода будет сливаться в канализацию, что является невыгодным с точки зрения затраты ресурсов.

Таким образом, использование данного метода нецелесообразно, так как влечет за собой большие экономические и производственные расходы.

*В процессе поиска оптимального решения, была разработана модернизация, которая позволит избавиться от нежелательных выбросов парогазовой смеси в атмосферу. Суть модернизации заключается в том, чтобы сделать аппарат скруббер максимально приближенным к ректификационной колонне.

Достигается данная модернизация несколькими этапами. *На первом этапе в корпус скруббера устанавливаются змеевики, в которые подается вода из системы оборотного водоснабжения чистого контура. Создается это для наиболее лучшей конденсации паров в верхней части скруббера.

*Далее следует установка пластины, на которую в дальнейшем навалом укладываются нерегулярные насадки. Данные насадки позволяют создать наибольшую площадь теплообмена, что так же способствует наилучшей конденсации паров.

*На эффективность работы насадки в значительной степени влияет смачиваемость жидкостью поверхности элементов насадки. Для улучшения смачиваемости элементов насадки на последнем этапе модернизации устанавливаются дополнительные форсунки. В процессе исследований было выбрано расположение форсунок в форме треугольника. Данная форма позволит увеличить площадь орошения водой поверхности пластины с насадками.

*В качестве насадок целесообразно использование колец Рашига представляющие собой отрезки труб, высота которых равна наружному диаметру. Низкая стоимость и простота изготовления колец Рашига делают их одним из самых распространенных типов насадок.

Однако навал колец Рашига на пластине послужит их частому загрязнению осадком, образующимся в результате конденсации паров, что повлечет за собой постоянный разбор аппарата для его очистки.

*В процессе поиска решения проблемы очистки парогазовой смеси секции отбеливания, был найден самый эффективный способ конденсации пара.

Кожухотрубные теплообменники представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, собранных при помощи трубных решеток, и ограниченные кожухами и крышками со штуцерами.

Достоинства:

- Высокая стойкость к гидроударам
- Не нуждаются в чистой среде
- Высокая эффективность

*Одним из самых эффективных методов очистки парогазовой смеси секции отбеливания является установка кожухотрубного теплообменника, который ввиду своей особенности позволяет конденсировать пар, с высокой эффективностью, избежав его нежелательных выбросов в атмосферу.

В результате экспериментов, проведенных на предприятии и сравнение полученных данных с теми, что были получены в результате исследования скруббера, была выявлена высокая эффективность кожухотрубного теплообменника. При создании и контроле всех необходимых параметров, конденсация пара в теплообменнике происходит с эффективностью 99,6%, в то время как процент эффективности скруббера составляет всего 40%. 0,4% пара, который в результате процесса не конденсируется в теплообменном аппарате, выходит в атмосферу с избыточным давлением, но при этом, не имея запаха и характерного видимого эффекта, что совершенно не влияет на окружающую среду.

*По запросу на предприятие изготовитель кожухотрубных теплообменников были предложены следующие параметры теплообменника:

Стоит так же отметить, что конструкция теплообменника сделана так, что при конденсации пара, стекающий конденсат омывает трубки, находящиеся в корпусе аппарата, тем самым проводя очистку аппарата. Данная особенность позволяет работать непрерывно на протяжении длительного времени, не разбирая теплообменник для зачистки его вручную.

Таким образом, целесообразно использование данного теплообменного аппарата фирмы ЗАО «ЦЭЭВТ» или его аналогов фирмы «Mazda limitid»

*Конденсат, выходящий из теплообменного аппарата, направляется в емкость барометрической воды, которая находится в цехе рафинации. Оттуда вода, с помощью насоса подается на специальные аппараты – градирни, предназначенные для её охлаждения до нужной температуры. После этого охлажденная вода направляется в емкость барометрической воды, установленную в «25 блоке». Специальный насос, установленный в производственном помещении «25 блока», вновь подает воду в цех рафинации, на специальную гребенку, откуда идёт её распределение на разные секции цеха.

В случае превышения уровня в барометрической емкости, вода, через специальный перелив направляется в дворовую жириловушку цеха рафинации. Следом вода направляется в КНС, а оттуда через усреднитель подается на Локально очистные сооружения, где происходит её очистка. Отделенный в результате очистки шлам утилизируется на специальных полигонах, а очищенная вода подается в городскую канализацию.

*Исходя из выше изложенного, нельзя не учесть тот факт, что конденсат имеет в себе частички отбелочной глины, которые попадая в барометрическую емкость, образуют осадок. Для того чтобы избавиться от нежелательного скопления отбелочной земли и шлака на дне барометрического бака, рекомендуется направить трубу сброса конденсата напрямую в трап для сброса жидкости, откуда он сразу направится в дворовую жириловушку.

*В заключение хотелось бы сказать, что 2017 год в России объявлен годом экологии. В связи, с чем фирмами производящими экологический контроль, согласно закону, были увеличены штрафы за нарушение, связанные с выбросами отходов и загрязнением окружающей среды. По отношению к предыдущим годам, сумма штрафов за выброс паров в атмосферу, была увеличена в несколько десятков раз.

Установка кожухотрубного теплообменника является выгодным, так как затраты на его приобретение незначительны по сравнению со штрафами, которые могут последовать за загрязнение окружающей среды.

*Таким образом, целесообразно использование кожухотрубного теплообменника на линии продувки фильтров секции отбеливания. Данный аппарат позволит не только избавиться от нежелательных выбросов парогазовой смеси в атмосферу, но и избежать жалоб и нежелательных проверок со стороны экологических инспекций.