

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.10.2023 13:14:38
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb17f5d426d79e5f1c11eabbf73a943df4a48f51fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров



Технологическое оборудование хлебобулочного производства
Методические указания по выполнению практических работ

Курск 2023

УДК 620.2

Составитель Э.А. Пьяникова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *А.Е. Ковалева*

Технологическое оборудование хлебобулочного производства : методические указания по выполнению практических работ /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.А. Пьяникова. Курск, 2023. 60 с.: Библиогр.: с.59.

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 3,48. Уч.- изд. л. 3,16.Тираж 50 экз. Заказ .Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040 Курск, ул.50 лет Октября, 94.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Работа №1 Машинно-аппаратурная схема производства хлебных изделий	4
Работа №2 Общие требования, предъявляемые к технологическому оборудованию хлебопекарного производства	6
Работа №3 Компрессорная станция для транспортирования муки	12
Работа №4 Переключатели	15
Работа №5 Фильтры	17
Работа №6 Бункеры для хранения муки	20
Работа №7 Конструкции насосов для перекачки жидкого сырья на хлебопекарных предприятиях	24
Работа №8 Просеиватели муки с барабанным типом	29
Работа №9 Анализ совместной работы элементов склада муки и аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) при бестарном хранении и транспортировании муки	32
Работа №10 Исследование конструктивных возможностей просеивателя для использования его в тарном складе	38
Работа №11 Анализ конструкции и исследование возможности тестоделителя РТ-2 в новых производственных условиях	45
Работа №12 Исследование конструктивных возможностей расстойно-печного агрегата ХПА-40 с целью модернизации	52
Список рекомендательной литературы	59

Работа №1

МАШИННО-АППАРАТУНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: познакомиться с машинно-аппаратурной схемой производства хлебных изделий. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Машинно-аппаратурные схемы производства хлебных изделий.

Упрощенное изображение расположения технологических машин и аппаратов, а также увязанного с ними транспортного оборудования, в соответствии с принятой технологией производства, представляет собой машинно-аппаратурную схему

В качестве основных машинно-аппаратурных схем можно рассмотреть схему производства подового пшеничного хлеба, вырабатываемого на крупных хлебопекарных предприятиях, а также схему производства хлебных изделий в ассортименте в пекарне малой мощности.

На рисунке 1.1 приведена машинно-аппаратурная схема производства подового хлеба из пшеничной муки. На производство мука подается специализированным транспортом. Для разгрузки емкость автомуковоза подключают с помощью гибкого шланга к приемному щитку 8. Мука по трубам 10 аэрозольтранспортом подается в силосы 9, в которых хранится. По мере необходимости из силосов мука с помощью роторных питателей 7 и через переключатель 11 поступает в бункер 12, затем — в просеиватель 13, промежуточный бункер 14 и на автоматические весы 15.

Далее мука подается в производственные силосы 16, из которых дозируется в тестомесильную машину 17.

Работу аэрозольтранспорта обеспечивает компрессорная станция, оборудованная компрессором 4, ресивером 5 и фильтром 3.

Для равномерного распределения сжатого воздуха при всех режимах работы перед питателем устанавливают ультразвуковые сопла 6.

При тарном хранении сахар поступает и хранится в мешках, дрожжи, маргарин, яйца — в ящиках, жиры — в бочках.

Скорпортящееся сырье хранят в холодильных камерах.

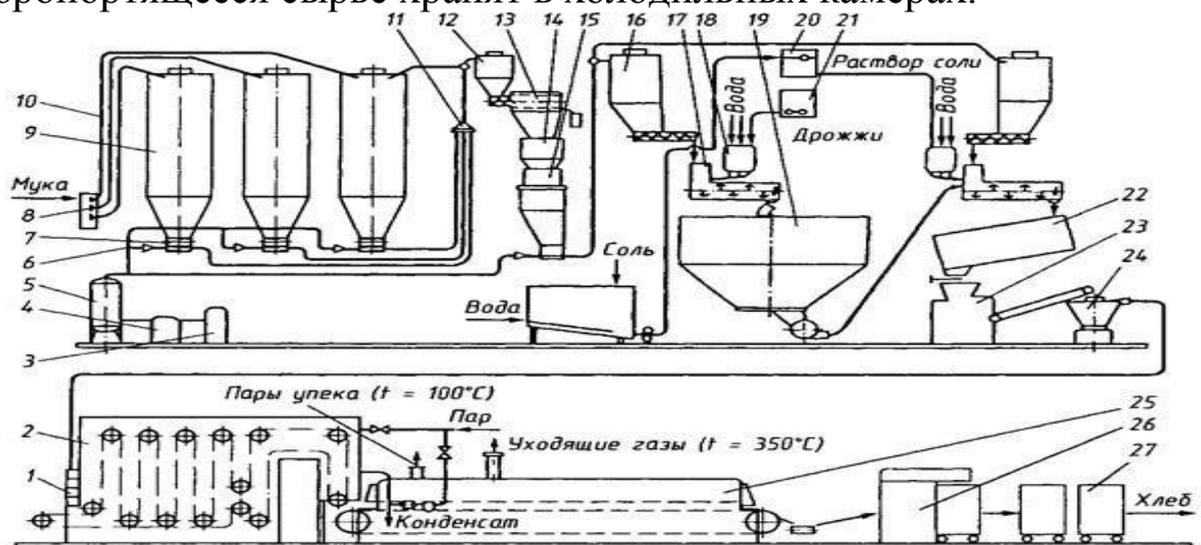


Рисунок 1.1 - Машинно-аппаратурные схемы производства хлебных изделий

При бестарном хранении соль, сахарный сироп, дрожжевое молоко, жиры, молочная сыворотка доставляются специализированным автотранспортом.

При поступлении в жидком виде сырье перекачивают по трубопроводам в расходные бачки, откуда через дозирующие устройства они поступают на замес. Подача жидких компонентов к тестомесильной машине осуществляется дозировочными станциями 18, питающимися от расходных баков 20 и 21.

Опара замешивается в тестомесильной машине 17 и подается на брожение в шестисекционный бункерный агрегат 19. Выброженная опара насосом перекачивается на замес теста. Тесто бродит в емкости 22. Отсюда оно поступает в делитель 23. Для придания шарообразной формы тестовые заготовки обрабатываются в округлительной машине 24. Далее заготовки с помощью маятникового укладчика 1 загружаются в ячейки люлек расстойного шкафа 2, где они находятся 40...50 мин. Расстоявшиеся заготовки перекладывают на под печи 25, в рабочей камере которой осуществляются гигротермическая обработка и выпечка.

Выпеченные изделия с помощью укладчика 26 загружаются в контейнеры 27 и направляются в остывочное отделение и экспедицию.

Общая длительность технологического процесса приготовления

хлеба, начиная от приема муки до получения готовой продукции, обычно составляет 9- 10 ч.

Задания

Задание 1. Изучить машинно-аппаратурную схему производства хлебных изделий.

Задание 2. Проанализировать оборудование, применяемое для производства хлебных изделий.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику машинно-аппаратурной схеме производства хлебных изделий.
2. Перечислите оборудование для производства хлебных изделий.

Работа № 2

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы: познакомиться с основными требованиями, предъявляемыми к конструкции машин и аппаратов хлебопекарного и макаронного производств. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Основные требования, предъявляемые к конструкции машин и аппаратов хлебопекарного производств.

Характеристикой технического совершенства технологического оборудования является надежность и срок, в течение которого оно по своим основным показателям будет соответствовать современному уровню техники.

К машинам и аппаратам хлебопекарного производств, кроме общих (прочность, жесткость, виброустойчивость), предъявляются следующие требования.

Технологическая эффективность. Машины и аппараты при полной их производительности должны оказывать на обрабатываемый продукт технологически оптимальное воздействие. При этом неизбежные потери должны быть минимальными. В силу этого при конструировании новых или модернизации действующих машин при оптимальном режиме технологического процесса необходимо обеспечить соответствие скоростей и траекторий движения рабочих органов машины физико-механическим, химическим и биологическим свойствам сырья, полуфабрикатов или готовой продукции. Оборудование должно обеспечивать возможность реализации процессов прогрессивной технологии производства продукции.

Высокая технико-экономическая эффективность. Ее повышение выражается в снижении затрат на единицу продукта, выработанного на указанных машинах и аппаратах. Повышение технико-экономической эффективности обуславливают следующие параметры, отнесенные к производительности машин: размер занимаемой площади, расход энергии, воды, пара, стоимость изготовления, монтажа, ремонта и эксплуатации оборудования.

Высокая износостойкость рабочих органов машин и аппаратов. Это важное требование, характерное для оборудования пищевых производств, так как если частицы материалов, из которых изготовлена машина, попадут в продукты, то это может сделать их непригодными для употребления в пищу.

Надежная герметизация и рациональное перемещение аспирируемых объемов воздуха. Эти требования особенно важны в связи со взрывоопасностью мучной пыли при определенной ее концентрации в воздухе и при наличии источников теплоты достаточной интенсивности. Выполнение этого условия позволяет также избежать выделения пыли в производственное помещение.

Технологичность машин и аппаратов (т.е. соответствие их конструкций оптимальным способам изготовления оборудования при заданных масштабах производства и экономии материалов). Для оценки технологичности используют следующие показатели: общую трудоемкость и массу машины или аппарата.

Унификация и нормализация деталей и узлов машин, максимально широкое применение стандартизированных деталей и изделий. Повышает серийность и технологичность машин, а следовательно, увеличивает производительность и удешевляет

производство, упрощает и ускоряет ремонт машин, сокращает набор необходимых запасных деталей.

Применение экономичных профилей металлов при конструировании и изготовлении машины. Уменьшает ее материалоемкость. Необходимо широко использовать современные прогрессивные методы упрочнения металлов. Применение синтетических материалов (пластмасс) во многих случаях приводит не только к снижению массы машины, увеличению ее надежности и долговечности, но и к снижению трудоемкости и себестоимости изготовления.

Использование при создании машин и аппаратов отдельных несложно соединяемых блоков. Выполнение этого требования облегчает разборку, перемещение и сборку машин при монтаже и ремонте.

Строгое соответствие допусков материалов и деталей государственным стандартам. Необходимое условие взаимозаменяемости деталей и узлов.

Соответствие машин и аппаратов требованиям, изложенным в Правилах техники безопасности и производственной санитарии.

Основные правила техники безопасности и эксплуатации оборудования хлебопекарного и макаронного производств.

Правила технической эксплуатации технологического оборудования предусматривают обеспечение нормальных внешних условий его работы (соответствие помещения, температуры, влажности, чистоты воздуха и пр.), надлежащего состояния рабочего места (содержание подходов к оборудованию, хранение полуфабрикатов, инвентаря в установленных для них помещениях), поддержание оборудования в чистоте, своевременную и правильную смазку по установленным для данной машины режимам, соблюдение допустимых режимов работы механизмов (нагрузки силовые, скоростные и т.д.), выполнение правил управления машиной, правил межремонтного обслуживания, предусмотренных системой ППР (планово-предупредительного ремонта).

Надзор за техническим состоянием оборудования на заводе осуществляет отдел главного механика, который не только контролирует условия эксплуатации, но и готовит технические рекомендации по улучшению состояния оборудования, а также совместно с механиками цехов и производственными мастерами

периодически проводит комплексную проверку состояния всего парка оборудования цехов.

Рабочий должен знать устройство и взаимодействие основных механизмов машин, уметь их регулировать, выполнять мелкий ремонт, тщательно убирать машину и рабочее место. От знания и выполнения правил эксплуатации оборудования оператором, машинистом, любым производственным рабочим, управляющим машиной, зависят состояние вверенной ему техники и сохранение ее эксплуатационных качеств. Правила эксплуатации должны быть хорошо известны мастерам по ремонту, а также механикам, которые должны донести эту информацию до исполнителей и обеспечить соблюдение этих правил производственным персоналом.

Уход за оборудованием имеет важнейшее значение для сохранения его работоспособности. При тщательном уходе можно увеличить срок его службы до очередного ремонта. Перед началом работы рабочий обязан осмотреть машину, проверить, чисто ли она убрана рабочим, сдающим смену, включить и проверить ее в рабочем состоянии, осмотреть места смазки на предмет ее наличия. При обнаружении каких-либо повреждений или неисправностей рабочий, не приступая к работе, обязан доложить о них мастеру.

В процессе работы необходимо следить за тем, чтобы рабочие органы машины были исправны. За поломку, вызванную неправильной эксплуатацией, несет ответственность как рабочий, так и мастер. Нельзя оставлять работающую машину без присмотра.

В течение смены рабочий должен производить смазку всех мест, предусмотренных картой смазки для данной машины, маслом, указанным в инструкции. При централизованной смазке необходимо следить за тем, чтобы масляный резервуар все время был заполнен смазкой; при использовании масленок, подающих консистентную смазку путем подвертывания крышки, следует своевременно заполнять масленки и подвертывать крышку несколько раз за смену. При заполнении шприц-масленок консистентной смазкой нужно применять шприцы.

Во время работы машины необходимо следить за температурой подшипников. При появлении постороннего шума в работающем механизме рабочий должен остановить машину и произвести необходимую регулировку. При мелких поломках, не вызывающих простоя, следует немедленно заменить сломавшуюся часть запасной;

при поломках, вызывающих простой машины, рабочий обязан сразу же известить об этом сменного мастера.

За поломку или аварию оборудования при неправильной его эксплуатации и неправильной ликвидации любых поломок и аварий несут персональную ответственность работники, непосредственно обслуживающие оборудование; за каждую поломку или аварию, произошедшую из-за несвоевременного проведения ремонта и некачественной приемки оборудования после ремонта, работники, производящие ремонт оборудования; за поломки и аварии при работе оборудования, произошедшие по вине главного инженера, главного механика (энергетика), начальников цехов, механиков и подчиненного им персонала, а также в результате неудовлетворительной эксплуатации, ремонта и невыполнения противоаварийных мероприятий — главный инженер, главный механик (энергетик), начальники цехов и механики (энергетики) цехов.

Основным условием использования оборудования по назначению является гарантия безопасного воздействия его на обслуживающий персонал и окружающую среду. Требования и нормы по безопасности определяются системой государственных стандартов безопасности труда ССБТ. Кроме того, действуют отраслевые нормативные документы по безопасности труда, пожарной безопасности и производственной санитарии.

Требования безопасности труда предусматривают такое техническое состояние оборудования, при котором исключено воздействие на обслуживающий персонал опасных и вредных производственных факторов, приводящих к травме или снижению работоспособности. К обслуживанию оборудования допускаются лица, знающие принцип его работы и устройство, правила эксплуатации и обслуживания, прошедшие соответствующий инструктаж и медицинское освидетельствование.

Узлы и детали машин должны быть изготовлены из безопасных и безвредных материалов. Как правило, новые материалы проходят санитарно-гигиеническую и пожаробезопасную проверку. Рабочие места должны быть безопасными и удобными для выполнения работ по обслуживанию машин.

При необходимости предусматривается местное освещение отдельных производственных площадок. При визуальном контроле технологического процесса для освещения рабочих зон устанавливаются

светильники с учетом категории взрывобезопасности помещения. При этом должна исключаться возможность случайного прикосновения осветителей к токоведущим частям.

Конструкция машин должна предусматривать защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током, включая ошибочные действия. Кроме того, должна быть исключена возможность накопления зарядов статического электричества в опасных количествах. С этой целью все машины, аппараты, участки самотечных труб и другие устройства, генерирующие заряд статического электричества, снабжают надежной системой заземления. Конструкция оборудования должна предусматривать наличие систем сигнализации, автоматической остановки и отключения энергии при неисправностях, авариях и опасных режимах работы.

В целях предотвращения производственного травматизма при обслуживании оборудования необходимо устанавливать специальные устройства для ограждения опасных зон.

Технологическое и транспортное оборудование, материале- и воздухопроводы должны быть размещены так, чтобы их монтаж, ремонт и обслуживание обеспечивали безопасность и удобство, а также возможность поддержания необходимого санитарного состояния производственных помещений.

При установке оборудования следует создавать определенные проходы и разрывы, предусмотренные отраслевыми правилами техники безопасности и производственной санитарии. Допустимые проходы и разрывы это минимальные расстояния между объектами, из которых один или оба представляют потенциальную опасность травмирования, если уменьшить расстояние между ними. При размещении стационарного оборудования в производственных помещениях хлебозаводов необходимо предусматривать поперечные и продольные проходы, непосредственно связанные с выходами на лестничные клетки или в смежные помещения, разрывы между группами машин шириной не менее 1 м, а между отдельными машинами — шириной не менее 0,8 м (кроме отдельно оговариваемых случаев).

Групповая установка машин, требующих подхода обслуживающего персонала со всех сторон, не разрешается.

Самотечный трубопровод (материалопровод, воздухопровод) должен быть установлен на расстоянии не менее 0,25 м от стены.

При установке оборудования тщательно выверяют его положение

по вертикали и горизонтали и закрепляют на основаниях, фундаментах и потолочных перекрытиях.

Задания

Задание 1. Изучить основные требования, предъявляемые к конструкции машин и аппаратов хлебопекарного и макаронного производств.

Задание 2. Изучить основные правила техники безопасности и эксплуатации оборудования хлебопекарного и макаронного производств.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования, предъявляемые к конструкции машин и аппаратов хлебопекарного и макаронного производств.

2. Перечислите основные правила техники безопасности и эксплуатации оборудования хлебопекарного и макаронного производств.

Работа №3

КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МУКИ

Цель работы: ознакомиться с компрессорной станцией и ее назначением. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Компрессорная станция КС состоит из двухступенчатой поршневой машины 1 (рисунок 3.1) с V-образным расположением цилиндров и водяным охлаждением, водомаслоотделителя 2 с холодильником, воздухоборника (ресивера) 3 и водомаслоотделителя 4 вторичной очистки. Атмосферный воздух через воздушный фильтр засасывается компрессором, сжимается поршнями в цилиндрах и после охлаждения поступает для очистки в маслоотделитель, затем в воздухоборник, который служит для аккумуляции и выравнивания

давления в пневмосети. Окончательная очистка воздуха происходит в водомаслоотделителе.

Очищенный воздух подается на производство.

Если применяются воздуходувки, схема значительно упрощается: шахта с всасывающим фильтром — воздуходувка — потребитель.

Для ориентировочных расчетов следует принимать, что воздуходувки используют при сопротивлении пневмотрассы 30...50 кПа; спаренные воздуходувки для последовательной работы используют при сопротивлении 55...75 кПа, при более высоком давлении (до 130 кПа) применяют поршневые компрессоры.

Большие давления в материалопроводах хлебозаводов и макаронных фабрик допускать не следует во избежание нарушения герметичности системы. По сравнению с поршневым ротационный компрессор имеет следующие преимущества: небольшие габаритные размеры, простота обслуживания, возможность установки непосредственно в производственных помещениях, отсутствие потребности в охлаждающей воде генераторы сжатого воздуха для установок безстарного хранения муки.

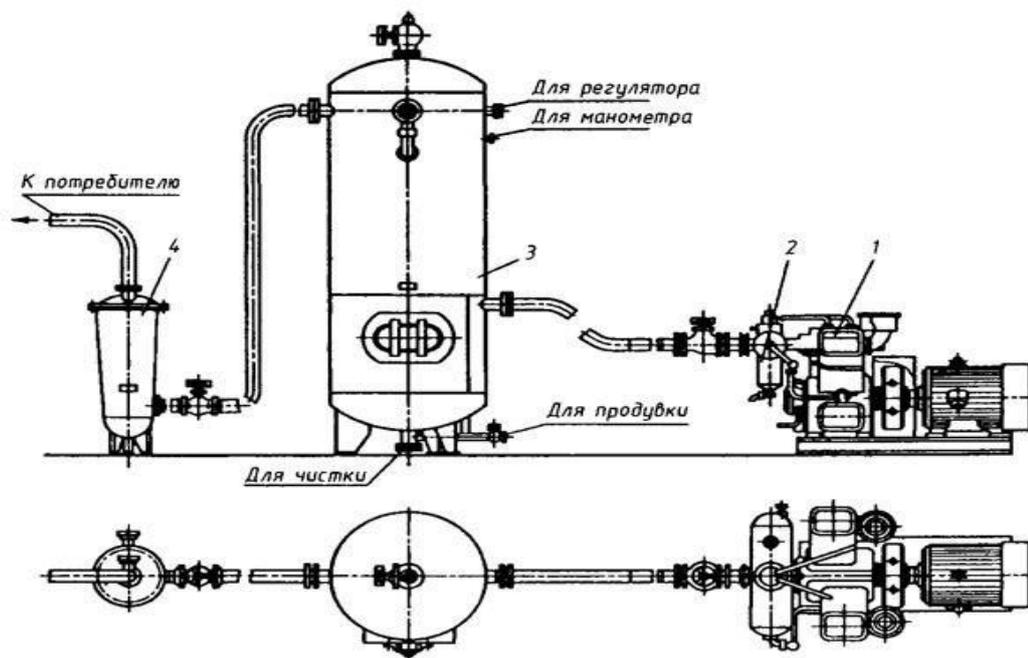


Рисунок 3.1 - Компрессорная станция КС Воздуходувки (газодувки) наиболее перспективные

Преимущества воздуходувки по сравнению с компрессорной установкой: отсутствие в воздухе примесей масла, простота обслуживания, меньшие габаритные размеры и расход электроэнергии.

Поршневой компрессор ВУ состоит из корпуса и двух поршней, расположенных V-образно.

Через воздушный фильтр (рисунок 3.2) воздух всасывается в цилиндр 5 первой ступени сжатия, где сжимается поршнем 4. Пройдя затем водо-маслоотделитель с холодильником 13, воздух поступает в цилиндр 9 второй ступени сжатия. Сжатый поршнем 10 воздух проходит следующий маслоотделитель 3, холодильник 6 и подается в пневмосеть. Холодильники снабжены предохранительными клапанами 7 на случай непредвиденного увеличения давления в воздушной системе. Привод поршней осуществляется от коленчатого вала 2, расположенного в картере 1 компрессора. Для плавной работы компрессора на вал 2 надет маховик 14, который пальцами 16 соединен с полумуфтой 15.

Смазка всех трущихся поверхностей в компрессоре осуществляется централизованно, для чего в картере установлен масляный фильтр 12, а на коленчатом валу — масляный насос 11. Производительность компрессоров ВУ в зависимости от марки равна 3...6 м³/ч, давление нагнетания 0,25...0,5 МПа.

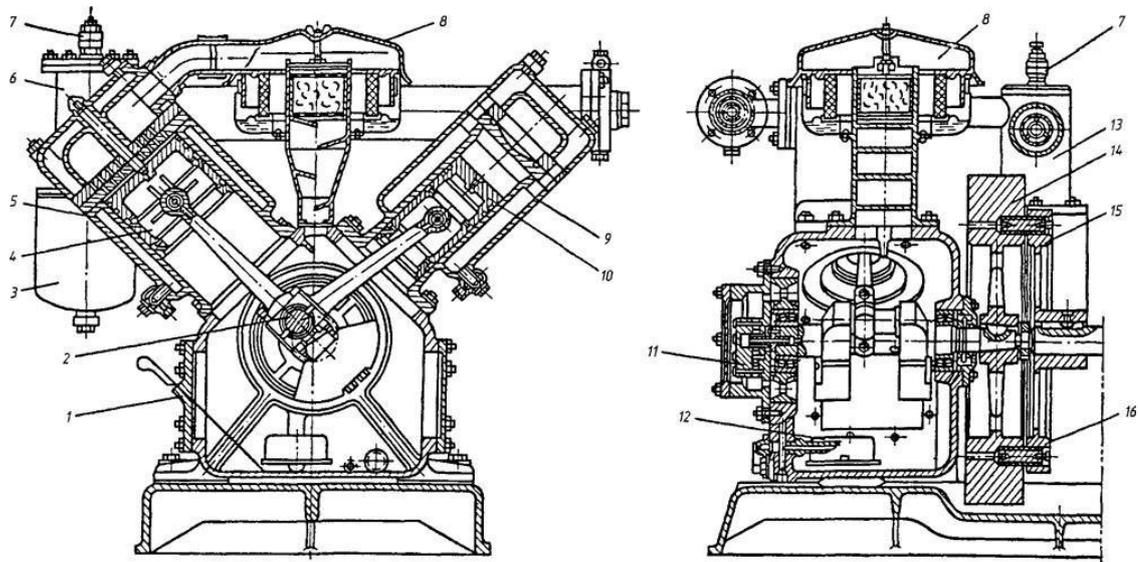


Рисунок 3.2 - Поршневой компрессор ВУ.

Звуковое сопло. Для предотвращения завалов муки в материалопроводах, возникающих при работе двух или более питателей от одного компрессора из-за недостатка воздуха или давления, необходимо устанавливать звуковое сопло.

Принцип работы звукового сопла основан на увеличении

скорости и снижении давления воздуха при прохождении его через суживающее отверстие. При этом снижается расход воздуха, зависящий от перепада давлений на выходе из сопла P2 и на входе P1. Расход воздуха достигает максимального значения только при $P1/P2 = 0,53$.

Задания

Задание 1. Изучить устройство и принцип работы компрессорной станции.

Задание 2. Проанализировать устройство и принцип работы поршневого компрессора.

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип работы компрессорной станции.
2. Поршневой компрессор ВУ. Устройство и принцип работы.

Работа №4 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Цель работы: ознакомиться с переключателями и их назначениями. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Переключатели необходимы для направления смеси муки и воздуха с основной магистрали в ответвления к силосам, бункерам, разгрузителям и т.п. В хлебопекарной и макаронной промышленности используют двух-, трех- и шестипозиционные переключатели с электромеханическим и пневматическим приводом.

Двухпозиционный переключатель с электроприводом (рисунок 4.1), состоит из корпуса 12, пробки 9, электродвигателя 4 с редуктором 3 и конечного выключателя 6. В корпусе имеется три цилиндрических отверстия 1, 5, 8, причем отверстие 8 расположено под углом 45° . В пробке 9 находится одно отверстие, расположенное эксцентрично (на 17,5 мм) по отношению к ее оси вращения. Пробка поворачивается от электродвигателя 4 посредством цепной передачи 2 через пробковую цапфу 10. Пробка может перекрыть проход муки или занять одну из

двух позиций: I или II (рисунок 4.1, б). В положении I, когда оси отверстий пробки и корпуса совпадут, мука из подводящей трубы 5 направляется в отводящую трубу 1. В положении II подводящая труба 5 через отверстие в пробке совпадает с отводящей трубой 8 поворот пробки прекращается посредством конечного выключателя 6, на роликовый рычаг 7 которого воздействуют пластинки, прикрепленные к звездочке, закрепленной на пробковой цапфе 10. Установка пробки в то или иное положение обеспечивается реверсированием электродвигателя. Крайние положения пробки 9 фиксируются пальцем 11.

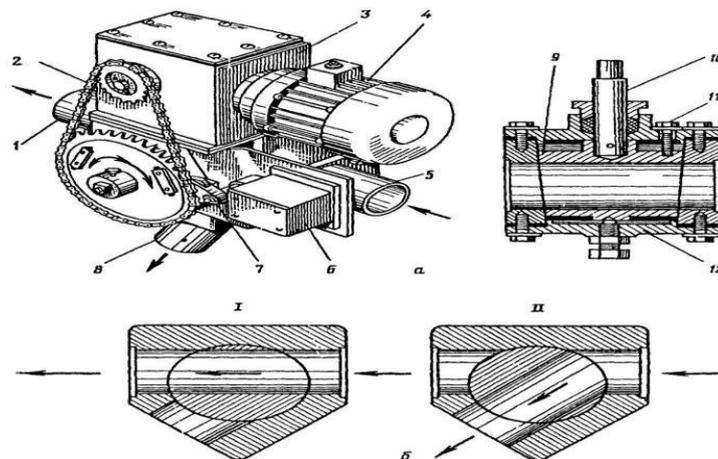


Рисунок 4.1 - Двухпозиционный переключатель с электроприводом: а — общий вид; б — схема работы

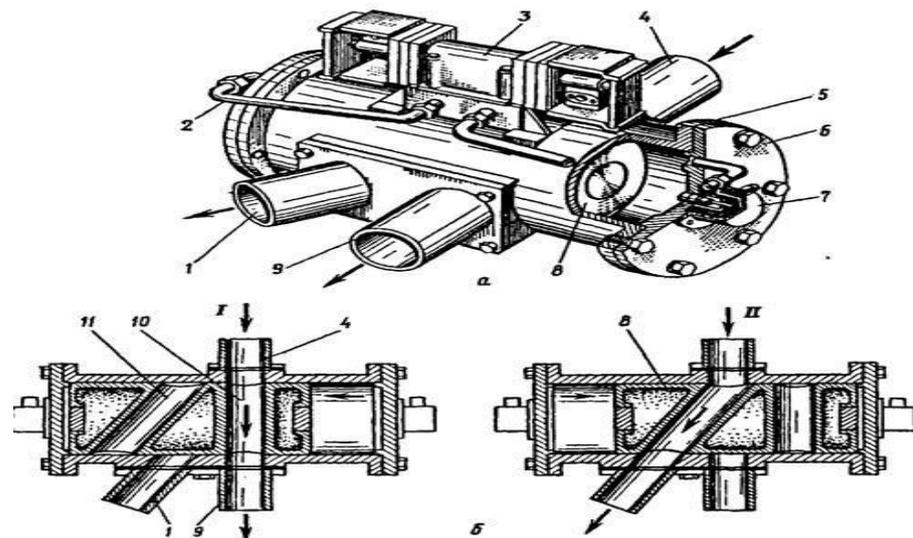


Рисунок 4.2 - Двухпозиционный переключатель с пневмоприводом: а — общий вид; б — схема работы

Двухпозиционный переключатель с пневмоприводом (рисунок 4.2, а) состоит из корпуса 5 с присоединенными к нему подводящим патрубком 4 и отводящими патрубками 1 и 9. Внутри корпуса находится поршень 8 с двумя каналами 10 и 11, сходящимися под углом. Поршень перемещается сжатым воздухом в ту или иную сторону в зависимости от того, из какого золотника 7 по трубе 2 из распределительной коробки 3 в цилиндр подается сжатый воздух. Как показано на рисунке б, б (позиция I), канал подводящего патрубка 4 через отверстие 10 поршня совпадает с каналом отводящего патрубка 9. При перемещении поршня вправо (позиция II) канал подводящего патрубка 4 совпадает через наклонное отверстие 11 в поршне с каналом отводящего патрубка 1.

По опыту эксплуатации бестарных установок на ряде хлебозаводов подключение гибкого шланга к автомуковозу производится без приемного шкафа-щитка непосредственно к продуктопроводу, направленному к каждому силосу склада. Это значительно упрощает схему транспортирования и делает излишним применение переключателей со сложной системой управления ими.

Задания

Задание 1. Проанализировать устройство и назначение переключателей.

Задание 2. Проанализировать виды переключателей.

Контрольные вопросы

1. Устройство и назначение переключателей.
2. Перечислите виды переключателей.

Работа № 5

ФИЛЬТРЫ

Цель работы: ознакомиться с фильтрами и их назначениями. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Фильтры служат для разделения аэросмеси, состоящей из транспортируемого сыпучего сырья и воздуха, и для удаления отработанного воздуха. По конструктивным признакам они подразделяются на разгрузители и встряхивающиеся.

Фильтр-разгрузитель (рисунок 5.1) состоит из двух основных частей: нижней и верхней. Нижняя часть, в свою очередь, состоит из конического циклона 6, удаляющего муку из системы через осевое разгрузочное отверстие, и короткого цилиндра 5 с приемным патрубком 7 для поступления аэросмеси. Верхняя часть представляет собой цилиндр 3 с закрепленными над ним крышкой 2 и рычагом 1, к которому на пружине подвешен фильтрующий стакан 4.

Работа фильтра-разгрузителя заключается в следующем. Продукт с помощью питателя подается в виде воздушно-продуктовой смеси в приемный патрубок 7 фильтра и разделяется в нем: частицы продукта оседают в конической части 6 разгрузителя, а запыленный воздух проходит через ткани фильтрующего стакана 4 и освобождается от содержащейся в нем пыли.

Ткани фильтрующего стакана очищаются при периодическом встряхивании, в результате чего осевший на внутренней поверхности ткани продукт попадает внутрь циклона к разгрузочному отверстию. Воздушный фильтр может быть самостоятельно смонтирован на бункерах, силосах или другом оборудовании.

Встряхивающийся фильтр (рисунок 5.2) предназначен для очистки воздуха от мучной пыли, образующейся при транспортировании муки в бункера и представляет собой раму 4 с кожухом, на котором расположены жалюзи. Внутри рамы смонтированы фильтрующие рукава 6, неподвижно закрепленные в нижней части на патрубках 7, в которые из бункера поступает воздух, смешанный с мукой. Верхняя часть рукавов глухая и закреплена на доске 5, которая подвешена к раме на пружинах 3. Левый край доски соединен с эксцентриком 2 приводного устройства 1.

При включении привода 1 эксцентрик 2 передает колебательное движение доске 5, а следовательно, и верхним концам фильтрующих рукавов 6. Рукава встряхиваются, и осевшая на их внутренней поверхности мука сыпается в бункер, на котором они установлены. Привод встряхивания фильтрующих рукавов включают на 10...30 с

после каждого цикла работы фильтра. Фильтрующие рукава встряхивают, когда воздушно-мучная смесь не поступает в фильтр.

Фильтр подбирают по величине необходимой фильтрующей поверхности, определяемой как отношение количества воздуха, подлежащего очистке в единицу времени, к допускаемой удельной нагрузке на ткань, которую принимают равной: $q = (1,67...2,5) \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$. Сопротивление фильтров зависит от нагрузки, подаваемой на ткань.

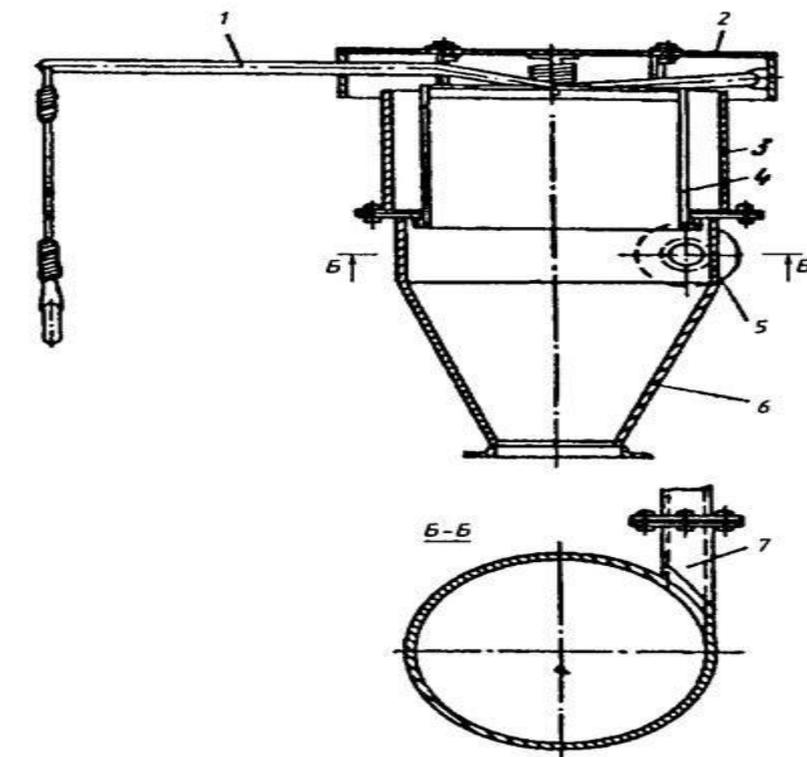


Рисунок 5.1 - Фильтр-разгрузитель

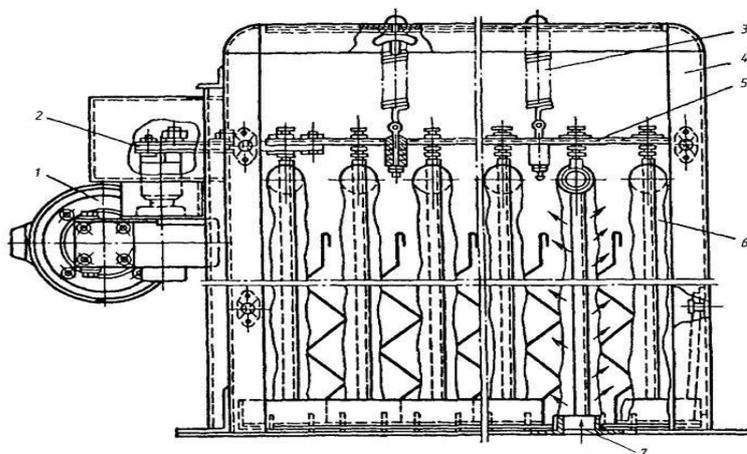


Рисунок 5.2 - Встряхивающийся фильтр

Несмотря на то, что матерчатые фильтры имеют высокую эффективность очистки (99,9%), применение их сдерживается такими недостатками, как нестабильность работы вследствие неудовлетворительной очистки рукавов при встряхивании, большой подсос воздуха через шлюзовую затвор и в моменты обратных продувок (до 30%), громоздкость при эксплуатации, высокая стоимость.

Задания

Задание 1. Проанализировать устройство и назначение фильтров.

Задание 2. Проанализировать виды фильтров.

Контрольные вопросы:

1. Устройство и назначение питателей.
2. Перечислите виды питателей.

Работа №6

БУНКЕРЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МУКИ

Цель работы: ознакомиться с бункерами и их назначениями. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Бункер М118 (рисунок 6.1) состоит из следующих узлов: днища 2, нижней пирамидальной 4 и верхней прямоугольной бсекций.

Днище 2 бункера представляет собой сварной короб из листовой стали, в который встроены два аэрожелоба, расположенные под углом 12° к горизонту. Аэрожелоба состоят из керамических пористых плит 11, покрытых сверху бельтингом 10. Под керамические плиты через патрубки 1 центробежным вентилятором подается сжатый воздух для аэрирования муки во время выгрузки, а через патрубки 3 — сжатый воздух из компрессора для разрушения сводов муки в случае их образования. Секция 6 снабжена восемью лапами 5, которые опираются на балки межэтажных перекрытий или на другие несущие

конструкции. В крышке верхней секции находятся два отверстия 8, к которым крепятся матерчатые фильтры для выпуска воздуха, и две осветительные лампы 7.

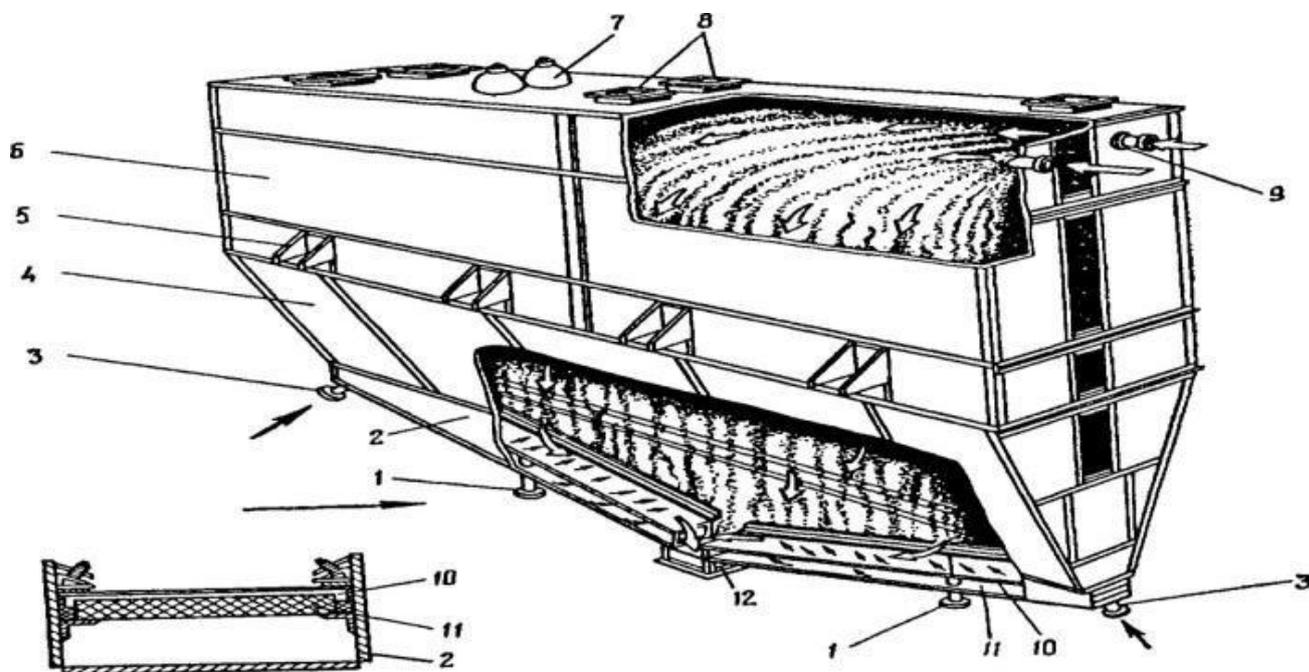


Рисунок 6.1 - Бункер М118

На торцевых стенках верхней секции расположены два патрубка 9 для подводных мукопроводов, а в днище — патрубок 12 для присоединения питателя, с помощью которого мука подается на производство. На боковых стенках днища бункера расположены смотровые окна. Бункер А1-ХБУ для хранения муки. Бункер А1-ХБУ (рисунок 6.2) состоит из металлической прямоугольной секции 5 и двух призматических желобов 1. На крышке секции 5 расположены рамы 3 для фильтров. Мука поступает по патрубкам 4, которые внутри бункера имеют отверстия для распределения муки по всей длине бункера.

Призматические желоба 7 имеют откосы под углом 60° и наклонены продольно под углом 7° к горизонту. Желоба оборудованы аэрируемым днищем, состоящим из керамической пористой плитки 6 и бельтинга 8. Для разгрузки бункера воздух по трубам 2 подводится под пористые плитки 6. Смешиваясь с воздухом, мука приобретает свойства жидкости и, стекая к поперечному желобу 6, выводится через отверстие 9.

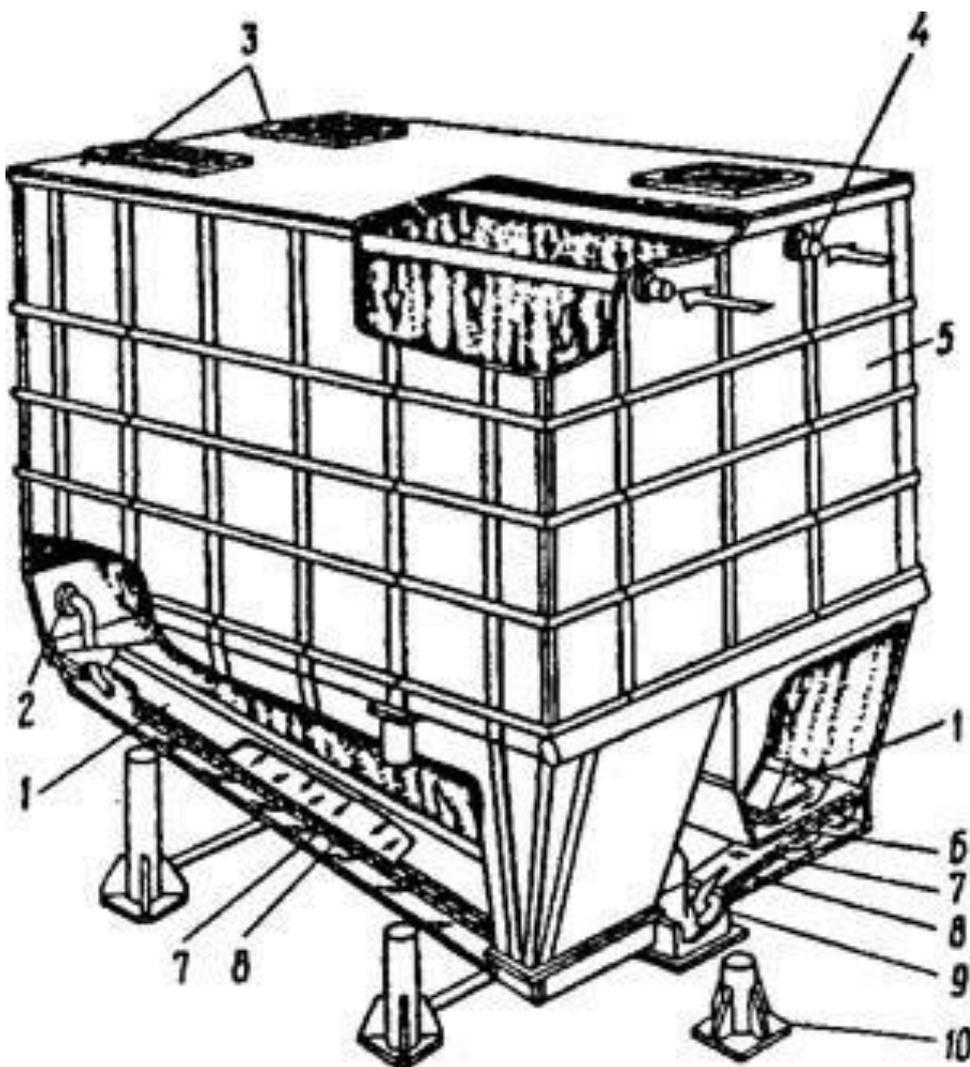


Рисунок 6.2 - Бункер А1-ХБУ

Очистка, осмотр и ремонт бункера осуществляются через два смотровых люка, расположенных в передней стенке. Дверцы люков застеклены органическим стеклом, на котором установлены стеклоочистители, приводимые в движение вручную. Бункер опирается на трубчатые стойки 10.

Бункер ХЕ-160 для хранения муки. Бункер ХЕ-160 (рисунок 6.3) состоит из цилиндрической и конической частей, изготовленных из листовой стали. Конусная часть наклонена к горизонту под углом 60° . Для свободного выхода муки в нижней конической части бункера находится ложное днище в виде решеток 8 с туго натянутой на них хлопчатобумажной лентой 9. Через патрубок 7 в пространство между ложным днищем и металлической стенкой вентилятором высокого

давления подается сжатый воздух, который, проходя через ленту, аэрирует муку и обеспечивает свободный выход муки через отверстие 10.

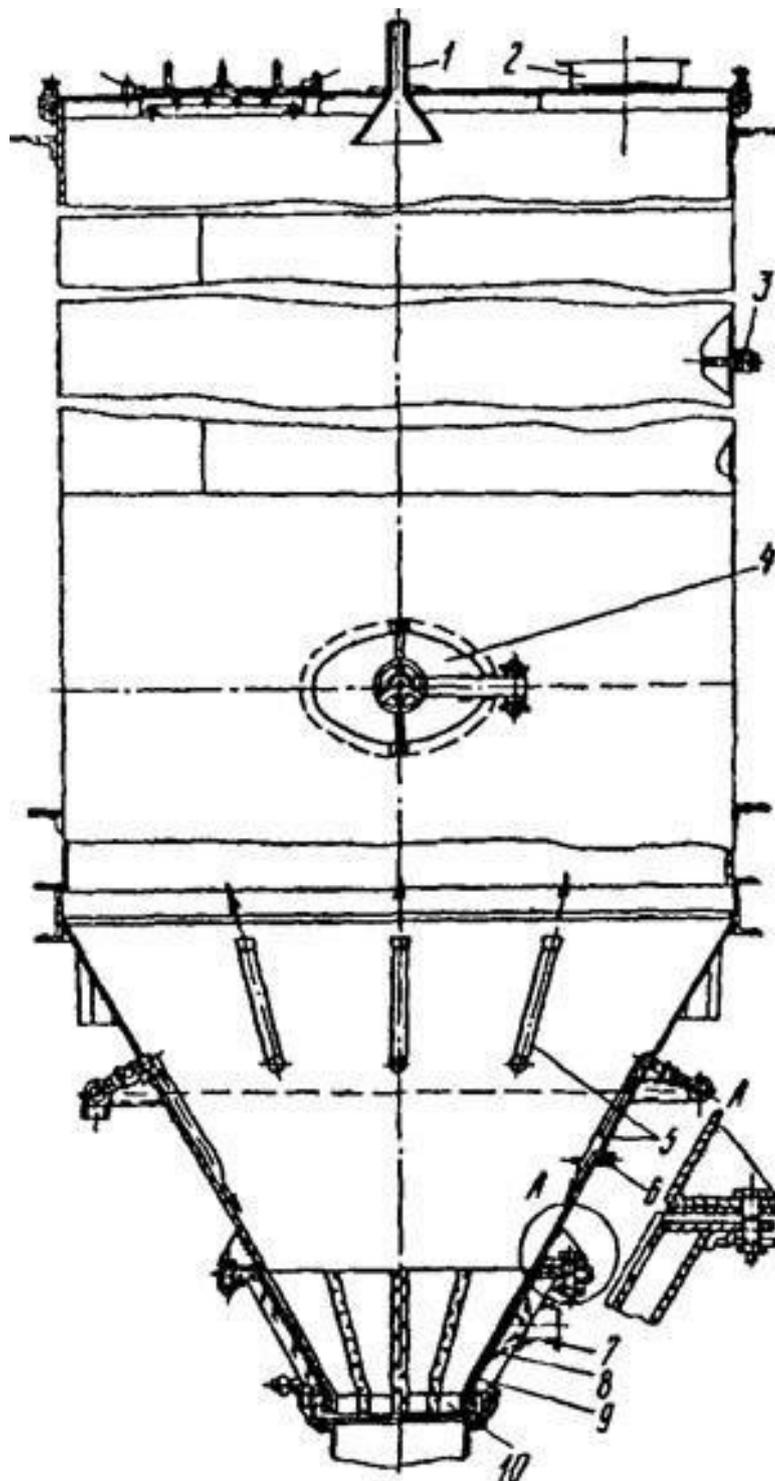


Рисунок 6.3 - Бункер ХЕ-160

Над ложным днищем расположены трубы 5, по которым подается сжатый воздух от компрессора или воздуходувки, предотвращающий сводообразование. Бункер загружается через патрубок 1, к которому присоединяют трубы. К крышке через отверстие 2 присоединяют фильтр для очистки выходящего наружу воздуха.

Для осмотра и очистки бункера предусмотрен люк 4 с герметично закрывающейся крышкой. Предельные количества муки контролируются сигнализаторами верхнего 3 и нижнего уровней 6. Сигнализатор 3 срабатывает при заполнении бункера, а сигнализатор 6 — когда бункер пуст.

Задания

Задание 1. Проанализировать устройство и назначение бункеров.

Задание 2. Проанализировать виды бункеров.

Контрольные вопросы

1. Устройство и назначение бункеров.
2. Перечислите виды бункеров.

Работа № 7

КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ЖИДКОГО СЫРЬЯ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Цель работы: ознакомиться с насосами и их назначениями. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Насосы. Их назначение и виды.

На хлебопекарных и макаронных предприятиях наибольшее распространение получили шестеренные, центробежные, лопастные, поршневые и винтовые насосы.

Шестеренный насос. Перекачиваемый продукт всасывается через патрубок 1 (рисунок 7.1) в корпус 5, в котором вращаются две шестерни 3 с зубьями крупного профиля. Шестерни устанавливаются с

минимальным зазором относительно поверхности корпуса. Одна шестерня (ведущая) через вал 4 получает вращение от редуктора, а другая поворачивается за счет зацепления с ведущей. Когда при вращении шестерен в патрубке создается разрежение, происходит всасывание продукта. Продукт затекает во впадины между зубьями, перемещается вверх, где выдавливается из впадин входящими туда зубьями и удаляется через нагнетательный патрубок 2.

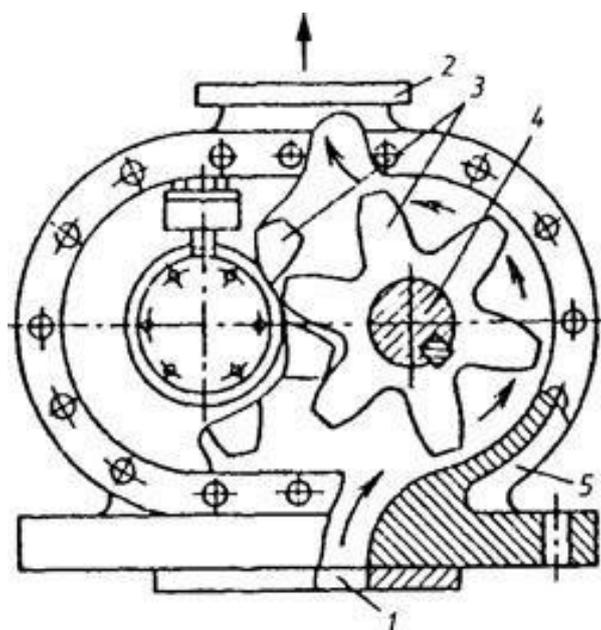


Рисунок 7.1 - Шестеренный насос

Теоретическая производительность ($\text{м}^3/\text{с}$ шестереночного насоса):

$$\Pi = \pi d(D - d)bn \quad (7.1)$$

где d – диаметр начальной окружности, м;

D – диаметр окружности выступов, м;

b – ширина зубчатого колеса;

n – частота вращения зубчатых колес с^{-1} .

$$\Pi = 2\pi bnm^2(z + \sin^2 \alpha) \quad (7.2)$$

где m – модуль зубчатых колес, м;

z – число зубьев;

α – угол зацепления, $\alpha=20^\circ$

Между производительностью шестереночного насоса и модулем зубчатых колес существует следующая зависимость:

$$\Pi_1/\Pi_2 = m_1^2/m_2^2, \quad (7.3)$$

Для предварительного определения модуля можно воспользоваться соотношением:

$$\Pi_1/\Pi_2 = m_1^2/m_2^2, \quad (7.4)$$

$$\Pi_1/\Pi_2 = m_1^2/m_2^2$$

Центробежный насос. Насос (рисунок 7.2) состоит из электродвигателя 4 и собственно насоса 2, прикрепленного к электродвигателю болтами. Насос одноступенчатый, одностороннего всасывания. Внутри корпуса на конце вала электродвигателя установлены изогнутые лопасти 7 из нержавеющей стали.

При работе лопасть 7 вращается против часовой стрелки (если смотреть со стороны крышки насоса) и плотно заходит в паз наконечника. Лопасть располагается в корпусе с минимальными зазорами.

Корпус снабжен нагнетательным патрубком 5 и фланцем сальника. Корпус и крышка выполнены из листовой стали. Необходимое уплотнение в месте соединения вала с рабочей зоной насоса обеспечивается резиновой манжетой 3, установленной в гнезде на фланце корпуса. Насос легко разбирается, для чего служит замок 1 затяжного устройства с хомутом.

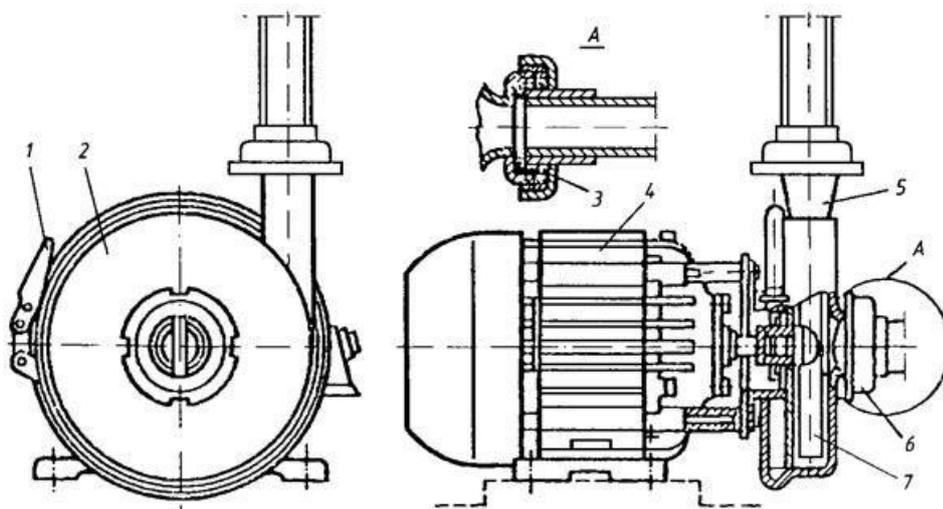


Рисунок 7.2 - Центробежный насос

Перед пуском в эксплуатацию всасывающий патрубок 6 и трубопровод центробежного насоса следует залить транспортируемой жидкостью вплоть до нагнетательного патрубка 5 и удостовериться в

соответствующем направлении вращения колеса и электродвигателя. Вращение от электродвигателя передается рабочим лопастям 7. Залитая в насос жидкость увлекается лопастями, под действием центробежных сил движется от центра лопасти 7 к ее периферии и подается через спиральную камеру в нагнетательную трубу через нагнетательный патрубок 5

Теоретическая производительность ($\text{м}^3/\text{с}$) центробежнонасоса:

$$P = \pi D B v \cos \alpha, \quad (7.5)$$

где D – наружный диаметр колеса, м;

B – ширина лопасти, м;

v – абсолютная скорость выхода жидкости, м/с;

α – угол между абсолютной и окружной скоростью на выходе из насоса, град.

Напор, развиваемый центробежным насосом:

$$H = \eta_1 \varphi \left(\frac{\pi^2}{g} \right) (D^2 n^2 - 3600), \quad (7.6)$$

где η_1 – гидравлический КПД (в зависимости от типа лопастей $\eta_1 = 0,5-0,8$);

φ – коэффициент напора ($\varphi = 0,7-0,9$);

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

n_k – частоты вращения рабочего колеса, мин^{-1} .

Между основными параметрами центробежных насосов существуют следующие соотношения:

$$P_1/P_2 = n_1/n_2; \quad H_1/H_2 = n_1^2/n_2^2; \quad N_1 N_2 = n_1^2/n_2^2, \quad (7.7)$$

Лопастной насос. Применяют для транспортирования жидкостей различной вязкости. Он может работать как под заливом, так и за счет всасывания массы из емкостей, находящихся ниже насоса. В корпусе насоса 9 (рисунок 7.3), снабженном рубашкой для обогрева 8, вращается ротор 6, эксцентрично посаженный на приводной вал. Внутри ротора находятся пазы 5, в которых свободно перемещаются пластины 3. При быстром вращении ротора пластины под воздействием центробежной силы выходят из пазов, захватывают и проталкивают массу от всасывающего 2 к выпускному отверстию 4.

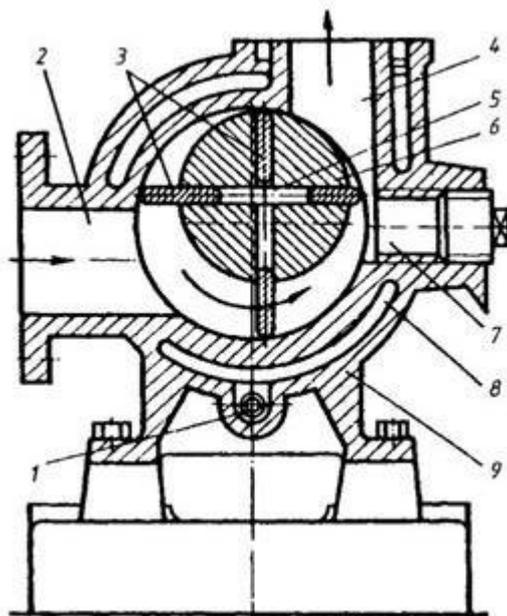


Рисунок 7.3- Лопастной насос

Вода для стабилизации температуры перекачиваемой жидкости подается через патрубок 1. Отверстие 7, закрытое пробкой, используется для очистки насоса.

Теоретическая производительность ($\text{м}^3/\text{с}$) лопастного насоса:

$$P = \left(\frac{ebn}{30}\right) \cdot 2\pi R_{\text{cp}} S_z, \quad (7.8)$$

где e – эксцентриситет, м;

b – ширина лопатки, м;

n – частота вращения вала, мин^{-1} ;

R_{cp} – средний радиус рабочей лопасти, м;

S – толщина лопатки, м;

z – число лопаток.

Задания

Задание 1. Проанализировать устройство и назначение шестеренного насоса.

Задание 2. Проанализировать устройство и назначение центробежный насос.

Задание 3. Проанализировать устройство и назначение лопастного насос.

Контрольные вопросы

1. Устройство и назначение разных насосов.
2. Укажите виды насосов.

Работа № 8

ПРОСЕИВАТЕЛИ МУКИ С БАРАБАНЫМ СИТОМ

Цель работы: ознакомиться с просеивателями муки. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Просеиватели муки с барабанным ситом.

Существует две разновидности просеивателей — с подвижным или неподвижным ситом.

Просеиватели с вращающимся барабаном в виде усеченной пирамиды, называемые пирамидальными буратами, используются, в основном, на предприятиях средней мощности, просеиватели барабанного типа с неподвижными ситами — на предприятиях малой мощности.

Просеиватель с барабанным вращающимся ситом (рисунок 8.1) имеет рабочий орган в виде ситового шести- или пятигранного барабана 4, укрепленного спицами бна горизонтальном валу 5, расположенном в подшипниках скольжения 1.

Грани барабана представляют собой съемные рамки, на которых натянуты плоские сита общей площадью 1,5 м². Рамки крепят на каркасе барабана с помощью болтов. Барабан и все элементы бурата размещены в металлическом корпусе 9. Вал приводится во вращение от электродвигателя через червячный редуктор и ременную передачу.

Мука поступает в просеиватель через отверстие 2 и шнеком 3 перемещается внутрь барабана, который вращается с частотой 40...60 мин⁻¹. Просеянная мука рассекается на два потока щитками 10 и проходит мимо полюсов магнитов 11, которые очищают ее от металлопримесей. Далее мука шнеком 8 направляется в производство. Сход, перемещаясь вдоль барабана, поступает через канал 7 в сборник. Магниты имеют двустороннее расположение и помещены в коробках,

которые с помощью шарниров могут поворачиваться на 90° для очистки. Очистка магнитов производится не реже одного раза в смену. Очистка и замена сит осуществляется путем снятия рамок с каждой грани барабана. Производительность бурата 1,3...3 т/ч.

Недостатки буратов: неполное использование ситовой поверхности барабана (рабочей является только $1/6$ часть всей поверхности барабана), попадание муки в сход при перегрузке, забивание сит и низкая удельная производительность.

В просеивателях барабанного типа с неподвижными ситами движение сырья, необходимое для эффективного просеивания, обеспечивается механическими побудителями. Рабочий орган такого просеивателя (рисунок 8.2) выполнен в виде двух неподвижных барабанных сит.

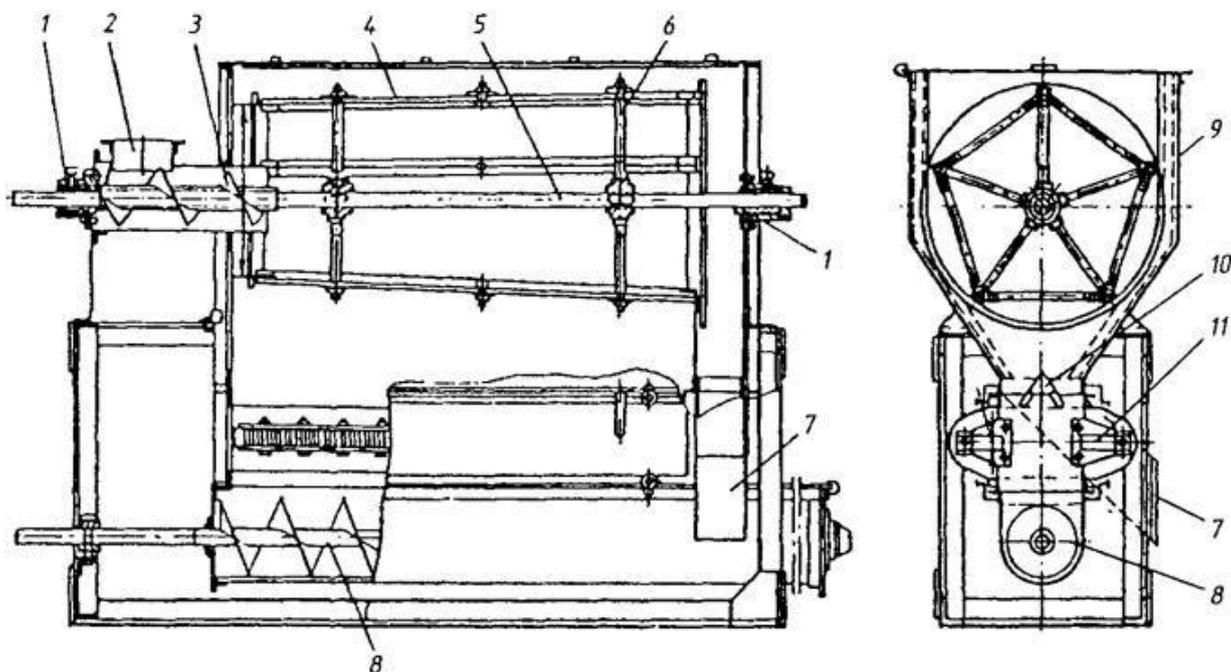


Рисунок 8.1 - Просеиватель с барабанным вращающимся ситом

Внутреннее сито 5 по всей цилиндрической поверхности имеет круглые отверстия диаметром 1,5 мм и предназначено для задержания более крупных примесей, а наружное сито 6 имеет отверстия только на съемной полуцилиндрической поверхности, которая закрыта сплошным кожухом 16. Задняя полуцилиндрическая стенка 7 наружного сита выполнена из сплошного металлического листа. В верхней части вала 8 вертикального шнека 3 укреплен конус 7, к которому приварено шесть вертикальных пластин 11 с укрепленными на них по винтовой линии лопатками 12 и двумя винтовыми

ЛОПАСТЯМИ.

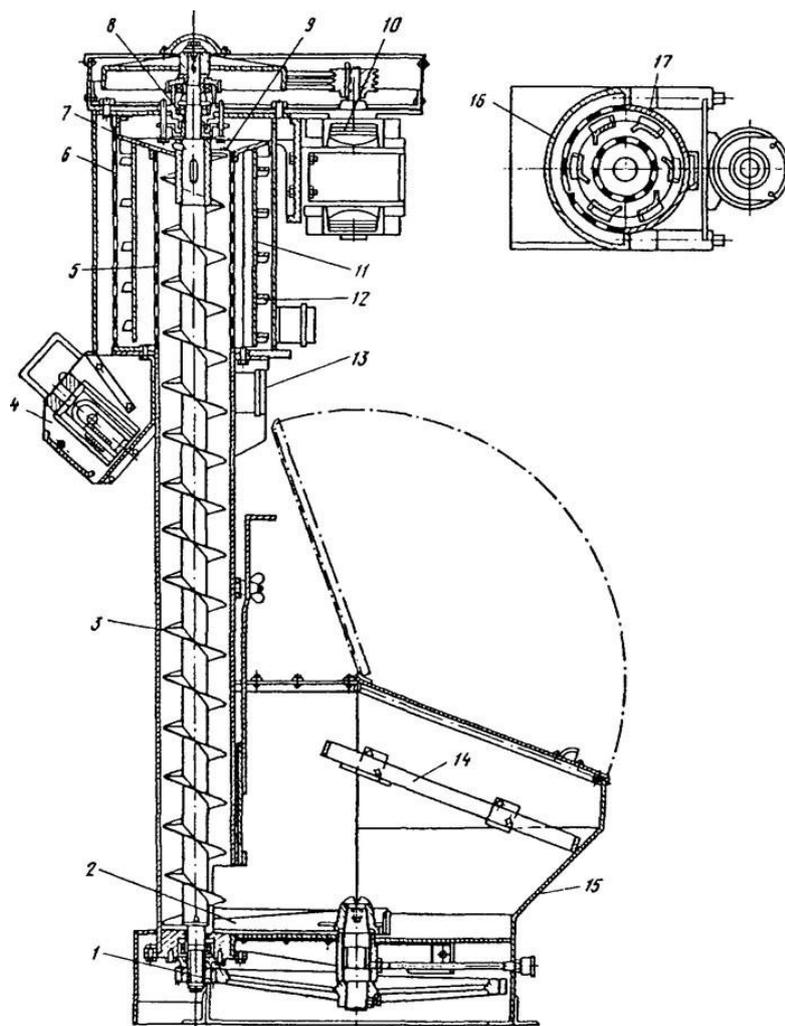


Рисунок 8.2 - Просеиватель с неподвижным ситом

Задания

Задание 1. Проанализировать устройство и назначение просеивателя с барабанным вращающимся ситом.

Задание 2. Проанализировать устройство и назначение просеивателя с неподвижным ситом.

Контрольные вопросы

1. Просеиватель с барабанным вращающимся ситом.
2. Просеиватель с неподвижным ситом.

РАБОТА № 9

АНАЛИЗ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СКЛАДА МУКИ И АЭРОЗОЛЬТРАНСПОРТА (ПНЕВМОТРАНСПОРТА) ПРИ БЕСТАРНОМ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ МУКИ

Цель работы: Изучить устройство, принцип работы элементов склада БХМ и пневмотранспорта. Оценить влияние технологических и конструктивных параметров машин на показатели работы пневмотранспорта, дать расчет склада БХМ. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Анализ совместной работы элементов склада муки и пневмотранспорта при бестарном хранении и транспортировании муки: теоретические сведения о технологических и конструктивных параметрах машин, схема подачи муки аэрозольтранспортом со склада на производство, показатели пневматического и аэрозольного транспорта.

Вопросы для подготовки

1. Принцип работы элементов склада БХМ.
2. Общая характеристика пневмотранспорта.
3. Влияние конструктивных параметров машин на показатели работы пневмотранспорта.

Краткие теоретические сведения

Мука на хлебозаводах хранится в силосах бестарным способом или в мешках – тарным способом. На современных и проектируемых предприятиях применяют бестарное хранение муки. Транспортировка муки между предприятиями может осуществляться в мешках – тарным способом или в специальных автомуковозах или железнодорожных платформах – бестарным. Внутри завода мука может транспортироваться с помощью шнеков, норий, цепных транспортеров – механическим транспортом. При бестарном

хранении мука может еще транспортироваться с помощью пневмо- или аэрозольтранспорта, или смешанного транспорта. Принцип действия пневмотранспорта основан на аэрировании муки и

на сообщении муке скорости, с которой поток воздуха перемещается по трубам при концентрации в пределах от 0,5 до 4 кг/кг воздуха. Эти установки могут работать при нагнетании воздуха в систему (низкого давления) или на всасывание. В нагнетательных аэрозольтранспортных установках мука насыщается воздухом (аэрируется) и перемещается по трубам при концентрациях до 200 кг/кг воздуха (высокое давление).

Таблица 9.1 - Показатели пневматического и аэрозольного транспорта

Показатели	Пневмотранспорт	Аэрозольтранспорт
Концентрация, кг/кг	0,5-4	20-200
Скорость воздуха, м/сек	16-25	5-7
Диаметр трубопровода, мм	75-300	20-100
Избыточное давление, Мн/м ²	0,03	0,25
Конструктивные различия:		
нагнетатели	вентилятор или воздуходувка	компрессор с ресивером
разгрузительные	циклон и фильтр	нет

Установки аэрозольтранспорта имеют ряд преимуществ перед пневматическими: меньше диаметр трубопровода, не требуются громоздкие фильтрующие устройства, производительность больше т.к. больше концентрация смеси. Бестарное хранение и транспортировка муки по сравнению с тарным способом хранения и транспортировки имеет ряд преимуществ: 1) исключен тяжелый физический труд, весь процесс механизирован; 2) возможна автоматизация процесса; 3) экономия на таре(мешках); 4) уменьшается распыл (потери) муки; 5) мука аэрируется, улучшается ее качество; 6) улучшается санитарное состояние производства; 7) снижаются эксплуатационные расходы; 8) для крупных и средних предприятий экономится электроэнергия; 9) экономится площадь.

К недостаткам пневмо-и аэрозольтранспорта следует отнести:

- возможность завалов в трубопроводах;
- накопление зарядов статического электричества в трубопроводах, силосах (их стенках) матерчатых фильтрах, что может

при определенной концентрации мучной смеси вызвать искрообразование и взрыв;

- требование повышенной квалификации (на периферии не всегда есть) обслуживающего персонала – компрессорщик.

Для предотвращения завалов в трубах необходимо соблюдать последовательность пуска и остановки аэрозольтранспортных линий: при пуске сначала производится продувка сжатым воздухом в течение 1-2 минут всей линии от питателя до приемной емкости, после чего мука загружается в мукопровод; при остановке сначала прекращают подачу муки и продувают линию (в течение 1 мин) до полного удаления муки. Радиус изгиба труб должен быть не менее 10 диаметров. Для обеспечения ликвидации завалов (пробок) муки при монтаже мукопроводов устанавливают продувочные штуцера перед коленами, двойными и простыми отводами, а также перед каждым разветвлением. При использовании центральных компрессорных станций для обслуживания двух или более одновременно работающих питателей перед каждым устанавливают регулятор расхода и давления воздуха. В процессе бестарного хранения муки в емкости могут возникать слои уплотненного материала, так называемые статические своды. Кроме того, своды могут образовываться и при истечении материала, если возникающее в материале напряжение не превышает прочности свода. Сводообразование затрудняет разгрузку емкостей и приводит к неустойчивой работе пневмотранспортной установки. Экспериментами доказано, что своды могут не образовываться, если геометрические параметры емкости выбраны в соответствии с физико - механическими свойствами сыпучего материала. Так макаронная мука (крупчатка) имеющая крупитчатую структуру и большую плотность, чем хлебопекарная, 700 кг/м^3 против 550 кг/м^3 , соответственно, лучше транспортируется пневмотранспортом, чем аэрозоль. Автомуковоз, перевозящий крупчатку разгружается в два раза дольше, чем с хлебопекарной мукой. Для лучшей выгрузки муки из емкостей рекомендуется:

- устанавливать пневматические сводообрушающие устройства;
- облицовывать стенки емкостей материалами с низкими коэффициентами трения. Противолежащие стенки прямоугольных емкостей целесообразно покрывать материалами с различающимися коэффициентами трения;

- уменьшать продолжительность пребывания сыпучего сырья в

емкости;

- монтировать в емкостях механические сводоразрушающие устройства в виде цепей, штанговых рыхлителей, ворошителей и т.д.;

При эксплуатации бестарных складов хранения муки необходимо учитывать, что твердые частицы муки, взвешенные в воздухе, составляют дисперсную систему –аэрозоль. При транспортировании муки происходит электризация аэрозоля, в результате возможен взрыв.

Взрывоопасная концентрация смеси лежит в пределах от 20 до 100 г на 1 м³ воздуха. Для снятия статического электричества необходимо заземлять трубопроводы и другие элементы аэрозольтранспорта.

Задания

Задание 1. Рассчитать производительность линии.

Производительность линии определяем по формуле:

$$\frac{\Pi_1}{\Pi_2} = m_1^2/m_2^2, \quad (9.1.)$$

где Π –производительность линии, кг/с;

K - коэффициент, учитывающий утечку воздуха в питателе, для шнекового= 1,15; для шлюзового = 1,8;

ρ_v – плотность воздуха, 0,12 кг/м³;

μ - концентрация смеси,

Q - объемный расход, м³/с.

Объемный расход воздуха определяется номограмме. Расчет ведется по данным из таблицы вариантов. Выбор варианта по последней цифре шифра.

Общая потеря давления в системе Δp_{Σ} (в кПа) представляет собой сумму потерь:

$$\sum \Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\Pi P} + \Delta p_{\text{разг}} + \Delta p_{\Pi}, \quad (9.2)$$

где Δp_{Σ} – потеря давления в продуктопроводе длиной кПа;

$\Delta p_{\text{разг}}$ – потеря давления на разгон материала, кПа;

Δp_{Π} – потеря давления в аэрокамере питателя, кПа.

Потеря давления в продуктопроводе $\Delta p_{\Pi P}$ (в кПа):

$$\Delta p_{\Pi P} = 0,133 \cdot 0,2 \mu L (1 - 0,0002 \mu L), \quad (9.3)$$

где L – общая длина продуктопровода, м;
 μ – массовая концентрация смеси, кг продукта на 1 кг воздуха;
 предварительный выбор концентрации можно производить при заданной величине L по формуле:

$$\mu = A / L, \quad (9.4)$$

где A – коэффициент, зависящий от типа воздуходувной машины; для ротационного нагнетателя воздуха А-800, для поршневого компрессора А-1800.

Потеря давления на разгон материала $\Delta P_{разг}$ (в кПа):

$$P_{разг} = 0,133\mu v^2 (1 + 0,5) / 112 \quad (9.5)$$

где v – скорость воздуха в конце продуктопровода, м/с (см. таблицу 1).

$$\Delta p' = 0,002P, \text{ н/м}^2$$

$$\Delta p'' = 0,008P, \text{ н/м}^2$$

где Δp – потери давления в шлюзовом и шнековом питателе
 Необходимое расчетное давление нагнетателя P_n (вкПа):

$$P_n = 1,1 \sum \Delta p_d \quad (9.6)$$

Потребная мощность электродвигателя воздуходувной машины N (в кВт):

$$\Pi_1 / \Pi_2 = m_1^2 / m_2^2 \quad (9.7)$$

где η – коэффициент полезного действия 0,3-0,9.

Вместимость склада БХМ определяется по производительности аэрозольтранспорта при условии, что он работает в течение одного часа две дневные смены. Запас муки должен составить пять суток.

$$\Pi_1 / \Pi_2 = m_1^2 / m_2^2, \quad (9.8)$$

где $V_{ск}$ – вместимость склада, м³;

t – время работы аэрозольтранспорта, час;

m – время хранения муки в складе, сут;

ρ – плотность муки = 550 кг/м³.

В качестве емкостей для хранения муки предлагается выбрать тип силосов с объемом.

Таблица 9.2 – Тип силоса и объем

№ п/п	Тип силоса	Объем силоса
1	A2-X2-E-160A	48 м ³
2	A2-X2-E-160 Б	34 м ³
3	M-118	57 м ³
4	ХБУ-26	27 м ³
5	ХБУ-39	45 м ³
6	ХБУ-64	71 м ³

Число силосов должно быть четным, чтобы использовались двухпозиционные переключатели, количество силосов по данным ВНИИЗа желательно иметь от 4 до 8 для лучшего использования площади занимаемой складом и простоты обслуживания

$$P_1/P_2 = m_1^2/m_2^2, \quad (9.9)$$

где N-число силосов;

$V_{\text{сил}}$ - вместимость (объем) силосов.

Подбираем вместимость такой величины, чтобы их число соответствовало рекомендациям ВНИИЗа.

Принимаем силос типа _____
в количестве _____.

Номограмма для определения расхода воздуха в аэрозольтранспотре

Таблица 9.3 –Варианты решения

Варианты Величины	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр материалопровода, мм	56	72	79	91	98	106	110	125	137	150
Скорость продукта, м/с	26	24	22	20	20	18	18	16	14	12
Длина мукопровода, м	50	40	30	25	20	15	12	15	10	15
Питатель	р	р	ш	р	ш	ш	р	ш	р	ш
Нагнетатель	к	к	к	к	к	в	в	в	в	в

Вопросы для контроля знаний

1. Как составить схему муки аэрозольтранспортом со склада хранения в производство?
2. Как рассчитать аэрозольтранспорт и производительность установки подачи муки на производство?
3. Как определить вместимость склада?
4. Как выбрать тип силоса?

РАБОТА № 10 ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОСЕИВАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В ТАРНОМ СКЛАДЕ

Цель работы: изучить устройство и принцип работы машины, оценить влияние конструктивных и кинематических параметров просеивателя на показатели его работы. Рассчитать время работы просеивателя по обработке муки на тарном складе. Выполнить расчет склада. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о просеивателях муки, общая характеристика устройства и принципа работы шнека.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика просеивателей муки.
2. Классификация просеивателей муки.
3. Общая характеристика шнека.
4. Устройство и принцип работы шнека

Краткие теоретические сведения

При тарном хранении муки в мешках, их укладывают по партиям на стеллажи в штабели тройниками или пятериками не более 8 мешков в ряд по высоте при ручной вкладке, а при использовании автопогрузчиков – в 12 рядов.

Между группами штабелей должны быть проходы не менее 0,75 м, от стен – 0,5 м, для проезда электропогрузчиков 3,0 м. Температуру

в мучных складах следует поддерживать не ниже 8°C.

Просеивающие машины предназначены для очистки муки от посторонних примесей. Одновременно с просеиванием муки происходит разрыхление и аэрация, что улучшает ее качество и увеличивает выход. Частицы продукта прошедшие через сито называются проходом, а не прошедшие – сходом.

К классификации просеивателей.

Просеиватели имеют сита цилиндрические или плоские, совершающие вращательное или возвратно-поступательное движение. При неподвижных ситах просеиватели имеют специальные побудители.

Сита выполняются из металлической проволоки или штампованными из тонкого листа. Подразделяются по номерам, которые соответствуют размеру ситовой ячейки в мм. Для просеивания пшеничной муки используют сита № 1 – 1,6, для ржаной - № 2 - 2,5.

На хлебозаводах и в пекарнях применяют контрольное просеивание, для этого можно использовать просеиватели типа

«Бурат» – ПБ-1,5, ПБ-2,85; Ш2-ХМЕ (Воронеж) с вращающимися ситами. Производительность ПБ-1,5 – 3 т/ч, а Ш2-ХМЕ – до 11 т/ч. на малых предприятиях просеивание осуществляется просеивателями типа «Пионер», МПМ-800 и др.

Просеиватель «Пионер» предназначен для просеивания муки, сахара-песка и др. и удаления из них ферропримесей.

Мука для просеивания подается из мешка в приемный бункер через предохранительную решетку. Спиральная лопасть захватывает и перемешивает муку, подавая ее к вертикальному шнеку. Он поднимает муку и протирает ее через внутреннее сито имеющие отверстия для задержания крупных примесей. Центробежные лопасти отбрасывают и протирают муку через второе более мелкое наружное сито. Просеянная мука – «проход» проходит через полюса постоянных магнитов, для удаления ферромагнитных примесей. Примеси – «сход» не прошедшие через сита проталкиваются шнеком и лопастями через отверстие на вращающийся конус. Оттуда они центробежной силой сбрасываются в специальный сборник. Привод состоит из электродвигателя, клиноременной и зубчатой передач.

Задания

Задание 1. Рассчитать время работы просеивателя по обработке муки на тарном складе.

Просеиватель «Пионер» условно установлен на хлебозаводе производительностью $P_c = 12$ т/сут, выбрасывающем пшеничные сорта. Выход хлеба примем $B = 135\%$. Количество муки хранящееся в складе определяется формулой:

$$P_1/P_2 = m_1^2/m_2^2, \quad (10.1)$$

где M_c - суточная потребность муки;
 P_c производительность просеивателя;
 B – выход хлеба.

При семисуточном хранении муки в складе для создания запаса и ее созревании потребуется:

Теоретическая производительность просеивателя P_T , т/ч равна:

где F - рабочая площадь сита, m^2 ;
 P_0 - пропускная способность одного m^2 сита ($P_0 = 0,33-0,56$ кг/ m^2 с);
 $P_{ш}$ – производительность шнека.

$$M_z = M_c \cdot 7_{,T} \quad (10.2)$$

$$P_T = F \cdot P_0, P_T = P_{ш} \quad (10.3)$$

Производительность просеивателя задана см. таблицу и необходимо определить частоту вращения вала шнека и вала спиральной лопасти. Для выполнения технологических расчетов машины и составления кинематической схемы на ней замеряются нужные размеры деталей.

Производительность шнека $P_{ш}$, т/ч считать по формуле:

$$P_{ш} = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n_1 \cdot \varphi \cdot \rho, \quad (10.4)$$

где D – диаметр шнека, м;
 d – диаметр вала шнека, м;
 S – шаг шнека, м;
 n_1 – частота вращения шнека, мин^{-1} ;
 ρ – объемная масса муки, кг/м^3 ;
 Φ – коэффициент заполнения сечения шнека.

Действительная производительность должна учитывать возможные простои из-за транспортировки мешка муки, его вспарывания, удаления ниток и т.д.

Коэффициент использования машины $\epsilon = 0,9$, т.е. действительная производительность будет $P_d = P_t \times \epsilon$.

Время работы просеивателя (просеивания муки и очистки ее от металлопримесей) определится из его действительной производительности.

$$t = \frac{M_c}{P_d'} \quad (10.5)$$

Таблица 10.2 – Данные для расчета

Величины	Варианты (последняя цифра шифра)					D, d, S мм	ρ , кг/м	Φ
	0,1	2,9	3,8	4,7	5,6			
П – производи- тельность, т/ч	0,5	1	1,5	0,75	0,6	Размеры берутся из технической документации	500	0,15

При прорисовке кинематической схемы студенты сами проставляют замеренные на машине или рассчитанные данные d , z и т.п.

В результате кинематического расчета необходимо определить частоту вращения вала спиральной лопасти для захвата и перемешивания муки. Числами зубьев малой шестерни z_1 и зубчатого колеса z_2 задается $z_1 = 15$ и $z_2 = 120$.

$$U_3 = \frac{z_2}{z_1}, \quad (10.6)$$

где U_3 - передаточное от ношение зубчатой передачи.

$$U_3 = \frac{n_2}{n_1}, \quad (10.7)$$

где n_2 - частота вращения вала шнека; n_3 - частота вращения вала лопасти.

Потребная мощность на перемещение и просеивание муки в просеивателе «Пионер»:

$$N = N_{л} + N_{ш} + N_{с} + N_{д}, \quad (10.8)$$

где $N_{л}$ – мощность, затрачиваемая на вращение спиральной лопасти (подгребание муки к шнеку);

$N_{ш}$ – мощность на поднятие муки шнеком;

$N_{с}$ – мощность на просеивателе (центробежные лопатки, оталкивающие муку через сито);

$N_{д}$ – мощность на вращение конуса с отходами.

$$N_{л} = \frac{P \cdot v}{1000}, \quad (10.9)$$

где P – сила трения лопасти о муку, Н;

v – окружная (линейная) скорость точек расположенных на расстоянии « R » от центра лопасти (принимается упрощенно $2/3$ радиуса лопасти для приложения силы).

$$v = \frac{\pi R n}{30}, \quad (10.10)$$

где n - частота вращения лопасти, мин^{-1} (см. кинематический расчет).

$$P = P_0 \cdot F \cdot f, \text{ н} \quad (10.11)$$

где P_0 – давление продукта на уровень лопасти, Н/м^2 ;
 f – коэффициент трения муки о муку $f = 0,6 - 0,7$.

$$P_0 = \frac{\rho \cdot R' \cdot F}{f \cdot k}, \quad (10.12)$$

где ρ – плотность муки, кг/м^3 ;

R – гидравлический радиус на уровне вращения лопасти.

$$R' = \frac{\pi D}{4}, \quad (10.13)$$

где R – коэффициент подвижности муки, $k = 0,2 \dots 0,27$;

D – диаметр лопасти, м. замеряется на машине.

$$N_{iuu} = \frac{\Pi_D}{1000} \cdot H \cdot \kappa_1, \quad (10.14)$$

где H – высота шнека;

κ_1 – коэффициент учитывающий потери на трение в подшипниках вала шнека, $\kappa_1 = 1,1 - 1,2$.

$$N_c = \frac{g \cdot \Pi_g \cdot h \cdot (k_c + 1) \cdot 10^{-3} + k_n \cdot \omega \cdot h \cdot (R_c - r)}{408}, \quad (10.15)$$

где g – ускорение свободного падения $9,8 \text{ м/с}^2$;

h – высота цилиндрического неподвижного сита замерытна машине;

R_c ,

r – наружный и внутренний радиус лопаток у сита;

ω – угловая скорость шнека

$$\omega = \frac{\pi n_1}{60}, \quad (10.16)$$

где k_c – коэффициент сопротивления продукта у сита, $k_c = 10$;

$k_{л}$ – коэффициент сопротивления муки на лопастях, $k_{л} = 1500$;

$N_{д}$ – можно пренебречь т.к. слой отходов очень маленький, а сам диск имеет толщину всего 0,8 мм и его масса незначительна.

$$N_g = \frac{N}{\eta}, \quad (10.17)$$

где η – коэффициент полезного действия – 0,85.

Для определения достоинств и недостатков машины следует рассматривать ее конструкцию и принцип работы:

- технологичность;
- трудоемкость обслуживания, наличие или отсутствие ручных операций;
- габариты;
- масса, металлоемкость, возможность установки на верхних этажах;
- конструкция (простая или сложная);
- эргономика-дизайн (удобство расположения органов управления, влияния работы машины на санитарное состояние персонала и помещения).

Задание 2. Выполнить расчет площади склада. Определим площадь склада с учетом проездов и проходомешков в штабели тройников.

$$F = \frac{M_3 \cdot f}{g \cdot k} \mu, \quad (10.18)$$

где F – площадь склада;

g – масса мешка, 50 кг;

f – площадь штабеля (тройника 1,25 1,0) м²;

μ – коэффициент, учитывающий проезды, проходы (для муки 1,85 для прочего сырья 1,5);

k – количество мешков в штабеле – 24 - 28 шт;

M_3 – количество муки запаса на 7 суток.

Вопросы для контроля знаний

1. Общая характеристика мукопросеивателя.
2. Какие требования применяют к мукопросеивателям?
3. Классификация мукопросеивателей.
4. Общая характеристика шнека.
5. Как рассчитать производительность просеивателя?
6. Как определить площадь склада для хранения муки?

РАБОТА № 11

Анализ конструкции и исследование возможности тестоделителя РТ-2 в новых производственных условиях

Цель работы: изучить устройство, принцип работы и возможность использования машины в различных производственных ситуациях. Оценить влияние конструктивных и кинематических параметров на показатели работы машины. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о тестоделителе РТ-2 в новых производственных условиях.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика тестоделителе РТ-2.
2. Устройство и принцип работы тестоделителе РТ-2.

Краткие теоретические сведения

Тестоделительные машины предназначены для отделения кусков одинаковой массы от всего количества теста или для разделения заранее взвешенного куска теста на несколько одинаковых кусков. Основным качественным показателем работы тестоделительной машины является точность деления теста.

Относительная погрешность массы тестовой заготовки, характеризующая точность работы делителя, не должна превышать 2% для массовых сортов хлеба и 3% - для мелкоштучных изделий.

Сложность процесса деления теста обуславливается, прежде всего, неоднородностью самого продукта обработки. При делении теста в приемную воронку тестоделительной машины может поступать тесто различной консистенции и различной объемной массы вследствие отклонений при дозировании компонентов, а также из-за возможных нарушений режима технологического процесса. Кроме того, объемная масса теста зависит от свойств перерабатываемой муки.

Для получения кусков теста равной массы имеют большое значение условия и режим работы машины: уровень теста в приемной воронке; величина и постоянство давления на тесто в конце нагнетательного процесса;

взаимодействие рабочих органов и теста. Уровень теста в приемной воронке должен поддерживаться постоянным; при этом обеспечивается надежное заполнение рабочей камеры.

Величина давления существенно влияет на точность деления и качественные показатели теста. С величиной рабочего давления повышается точность работы делителя, но когда оно превысит определенное значение, произойдет нежелательное изменение структуры теста, ухудшение его качества. Одновременно с увеличением давления, возрастает потребная мощность электродвигателя и размеры деталей машины для сохранения прочности.

Рациональной величиной давления в рабочей камере следует считать 0,1 МПа.

Классификация тестоделителей.

По типу нагнетателей тестоделительные машины разделяется на машины с поршневым, лопастным, валковым, шнековым, пневматическим и другими нагнетателями.

По способу деления – подразделяются на штампующие, делящие мерным карманом и отрезающие ножом.

В зависимости от кинематической связи машины могут работать с фиксированным и нефиксированным ритмом отделения кусков теста. В машинах первой группы привод делительного механизма жестко связан с другими механизмами всей машины, поэтому

делительный механизм работает даже тогда, когда в воронке нет теста.

В машинах второй группы делительный механизм кинематически не связан с общим механизмом машины и включается в работу только при достижении куском теста заданной массы.

Шнековое нагнетание, как правило, применяют для деления теста из ржаной и пшеничной обойной муки. Для высших сортов оно не рекомендуется т.к. разрушает клейковинный каркас пшеничного теста.

При эксплуатации различного технологического оборудования на предприятиях могут возникать случаи, когда замена оборудования, переналадка его на новый ассортимент, различные конструктивные добавки. Поэтому наряду со знанием устройства машины-аппарата и технологических процессов, протекающих в них, необходимо приобретение навыков по принятию всесторонне обоснованных решений с учетом их возможных последствий.

Для лучшего усвоения изучаемого материала предлагается «игровая ситуация»: имеется, например, хлебозавод, вырабатывающий на двух поточных линиях производительностью $\Pi = 40,5$ т/сут каждая, хлеб ржаной формовой (типа бородинского), массой 0,4 кг и пшеничный подовый, массой 0,4 кг. Заводу предложен тестоделитель РТ, но без паспортных данных.

Задания

Задание 1. Аргументировано доказать возможность или невозможность применения тестоделителя на одной из линий хлебозавода, дать рекомендации по модернизации привода машины.

Для решения этой задачи студенты должны проанализировать устройство и принцип работы тестоделителя, учитывать технологические свойства теста, обрабатываемого на данных линиях.

При анализе конструкций тестоделителя рассматривается:

1. Механизм нагнетателя (лопасть, валки или шнек) и делается вывод о пригодности этого механизма для нагнетания определенного сорта теста (пшеничное, ржаное);

2. Механизм деления теста на куски (делительный барабан) с замером размеров мерного кармана или отрезной, но с замером выходного патрубка и делается вывод о пригодности этого механизма для использования и выработки определенного сорта теста;

3. Механизм привода от электродвигателя до рабочих органов с кинематическим и технологическим расчетом и делается вывод о возможности использования этого тестоделителя в поточной линии хлебозавода.

Группа студентов делится на две подгруппы, условно – механиков и технологов хлебозавода, для обучения взаимосвязи работников смежных специальностей.

Причем «технологи» советуясь с «механиками» должны предложить и обосновать свое предложение по применению тестоделителя на одной из поточных линий; по сорту хлеба, в зависимости от рабочих органов (нагнетающие валки и делительная головка с мерными карманами).

Пригодность делителя по массе куска рассматривается на основе определения вместимости (объема) мерного кармана.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h, \quad (11.1)$$

где V – вместимость (объем) кармана, м^3 ;

D – диаметр кармана, м ;

h – глубина кармана, м ;

D и h – берутся из технической характеристики или замеряются на машине.

Масса куска теста помещающегося в кармане:

$$m_g = V \cdot \rho, \quad (11.2)$$

где ρ – плотность теста 1100 кг/м^3 ;

m_g – масса куска в делителе, кг ;

полученная m_g т.е. делительная головка пригодна (непригодна) для выработки сорта на линии.

«Механики» совместно с «технологами» должны выполнить кинематический расчет см. приложение № 1.

Из него находят частоту вращения рабочего органа n_6 и определяют минутную производительность.

$$P_M = k \cdot n_6 \cdot m, \text{ кг/мин} \quad (11.3)$$

где k – число мерных карманов с учетом конструкций делительного барабана;

m – масса куска, кг;

n_6 – частота вращения делительного барабана (ритм работы), мин^{-1} ;

c – коэффициент, учитывающий потери времени при остановке машины на регулировку масса куска теста, на зачистку делительной головки ($c = 0,9$).

Суммарная мощность электродвигателя, потребная на приведение в движение тестоделительной машины, определяется по формуле

$$N = \frac{N_H + N_d}{\eta}, \text{ кВт} \quad (11.4)$$

где N – мощность, необходимая для нагнетания и

выпрессовывания теста валками;

N_d – мощность, необходимая для отделения куска теста;

η – к.п.д. приводного механизма, зависящий от рода передач,

входящих в привод, тщательности изготовления их и ухода за машиной;

N_H – для машин с валковым нагнетанием.

$$N_H^e = M \cdot \omega = \frac{\rho R^2 \ln \pi (\alpha + 2\beta \text{tg} \varphi)}{30}, \text{ кВт} \quad (11.5)$$

где p – рабочее давление $p = 0,1 - 0,2$ МН/м;

R – радиус валка, м;

ℓ – длина валка, м;

n – частота вращения валков, мин-1;

α, β углы питания и нагнетания, ориентировочно можно принимать $\alpha = 60^0$, $\beta = 55^0$ (рад); необходимо перевести градусы в радианы

φ - угол трения теста о валок, в зависимости от рецептуры и влажности $\varphi = 25- 30^0$;

n – определяют из кинематического расчета.

Значение N_o определяется по формуле

$$N_o = \frac{Pv}{1000}, \text{ кВт} \quad (11.6)$$

где P – сопротивление резанию в Н;

v – скорость отделения в м/сек (подсчитывается по среднему радиусу ножа при отрезании или по диаметру делительной головки).

Сопротивление резанию P зависит от формы ножа. Если нож выполнен в виде узкой пластины, то

$$P = p_1 L_H, \quad (11.7)$$

где p_1 – удельное сопротивление резанию в Н/м;

L – длина режущей кромки ножа в м.

Удельное сопротивление резанию можно принимать: для ржаного теста $p_1 = 0,1$ кН/м; для пшеничного теста из обойной муки $p_1 = 0,15$ кН/м.

Если нож перекрывает всё отверстие кармана диаметром d_M , то сопротивление резанию подсчитывается с учетом преодоления сопротивления тесту, давящему на поверхность ножа, соприкасающуюся с тестом. В этом случае удельное сопротивление можно принимать $p_2 = 5$ кН/м² и общее усилие сопротивления движения ножа определится по формуле

$$P = P_2 \frac{\pi d^2}{4}, \text{ м/Н} \quad (11.8)$$

В этом случае $N_d = \frac{P v}{1000}$

Затем рассчитывают действительную суточную производительность $P_{сут.}$.

$$P_{сут.} = P_M \cdot 24 \cdot 60 \cdot C, \quad (11.9)$$

После этого, сравнивая полученные данные с производительностью, выбранной ранее линии хлебозавода. И на втором этапе при незначительных расхождениях дают рекомендации о использовании машины с нужными доработками – изменением скоростей рабочих органов.

Доработки машины необходимо осуществлять в механических мастерских хлебозавода. Исходя из этого, необходим выбор самого простого конструктивного решения: замена электродвигателя, или замена редуктора, или вытачивание нового шкива ременной передачи или замена звездочки, или шестерни. Изготовить шестерню на хлебозаводе невозможно, однако она может быть найдена на складе.

Выбирая оптимальный вариант следует учесть рекомендации «технологов» о качестве получаемой продукции т.е. точность деления. Она зависит от согласованности работы нагнетательных валков, делительного барабана, отводящего конвейера в новых условиях (с новой шестерней, или шкивом и т.п.).

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристику тестоделителя РТ-2.
2. Устройство и принцип работы тестоделителя РТ-2.
3. Как рассчитать производительность тестоделителя РТ-2?

РАБОТА № 12

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАССТОЙНО-ПЕЧНОГО АГРЕГАТА ХПА-40 С ЦЕЛЬЮ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

Цель работы: изучить устройство, принцип работы и возможность использования агрегата в различных производственных ситуациях. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о расстойно-печном агрегате ХПА-40.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика расстойно-печного агрегата ХПА-40.
2. Устройство и принцип работы агрегата ХПА-40.

Краткие теоретические сведения

Установки для расстойки теста предназначены для восстановления пористой структуры, т.е. для дополнительного брожения теста в кусках, поступающих от формующих машин.

В формующих машинах (тестоделительно-округлительных и закаточных) тесто, подвергаясь механической обработке, теряет большую часть содержащегося в нем диоксида углерода и уплотняется. Для пшеничного теста из сортовой муки предусматривается две расстойки: предварительная – непосредственно после округлительной машины и окончательная после закатки. Предварительная расстойка длится 5–10 минут, а окончательная – 30–60 минут в зависимости от развеса куска, формы и рецептуры. Для предотвращения подсыхания и заветривания изделий окончательную расстойку проводят в специальных камерах или шкафах с влажностью до 85% и температурой 35–40⁰С.

Для ржаных сортов применяются только окончательную расстойку при той же влажности и температуре 30–35⁰С. Воздух с необходимыми параметрами получают в кондиционерах или с помощью простых отопительных и увлажняющих аппаратов.

Приготовление воздуха нужных параметров с помощью кондиционера более совершенно, так как влага и температура равномернее распределяется по камере расстойки.

В результате расстойки структура тестовых заготовок становится пористой, объем может увеличиться в 1,4–1,5 раза, а плотность снижается на 80–40%. Заготовки приобретают равную гладкую, эластичную поверхность.

При недостаточной или плохо проведенной (по параметрам) расстойке готовые изделия получаются бесформенными, с плотным мякишем и надрывами.

Печь – один из главных агрегатов, определяющих технический уровень хлебопекарного производства. Печь должна обеспечивать хорошее качество продукции, высокую степень механизации, наименьший удельный расход топлива, большую тепловую инерцию.

Печь целесообразно приспособлять для выработки определенных сортов хлеба, так, например, при выпечке подового пшеничного хлеба в пекарной камере создаются три основные зоны: 1-ая предварительного увлажнения с температурой среды 100–120 °С; 2-ая интенсивного теплообмена 230–260 °С; 3-я со сниженной интенсивностью 150–180 °С.

При выпечке ржаного хлеба зона увлажнения обычно отсутствует.

В процессе выпечки в пекарной камере тепло передается тестовым заготовкам в результате излучения (радиации) от поверхностей нагрева, конвекции – от парогазовой среды пекарной камеры, теплопроводности – от пода печи к нижней поверхности тестовой заготовки.

В печах обычно различают: пекарную камеру, где производится выпечка; топочное устройство; теплопередающее устройство (каналы дымогарные трубы, пароводяные трубки, электронагреватели); конвейерные поды (пластинчатые, цепные, люлочные, люлочно-подиковые, ленточные стальные или сетчатые); корпус (блочно-каркасный, каркасный, выполненный кирпичной кладкой); привод подвижного пода; целый ряд механизмов и приборов, регулирующих и контролирующих процесс выпечки.

Расстойно-печные агрегаты предназначены для выработки в основном формового хлеба из ржаной и пшеничной муки или из их

смеси. Они представляют собой агрегат, выполняющий в линии производства хлеба две технологические операции: расстойку (процесс окончательного брожения теста) и выпечку. Агрегат имеет один замкнутый цепной конвейер с шарнирно-подвешанными на нем люльками, на которых закреплены формы в соответствии с ассортиментом (круглые, прямоугольные или квадратные).

В промышленности работают расстойко-печные агрегаты: АЦХ, Пб-ХРМ с печью ФТЛ-2, Мытищенского опытного мех. завода хлебопекарного оборудования с печами ХПА-40 и др.

Основная цель в линиях выработки хлеба – механизировать тяжелый ручной труд работы у печей. Эту задачу хорошо решают расстойно-печные агрегаты, так как они дают возможность механизировать укладку теста в формы камеры расстойки и автоматическую выгрузку готового хлеба из печи. Единый конвейер агрегата обеспечивает возможность, без переукладывания, осуществить операции посадки заготовок теста в печь, см. рис. 9.1.

Для изменения времени расстойки в расстойной камере агрегата служит специальная каретка, с установленными на ней двумя парами блоков. Передвигая вправо или влево (вверх-вниз на Пб-ХРЭ) можно изменить длину рабочей части конвейера и тем самым продолжительность расстойки не меняя времени выпечки. Время выпечки регулируется с помощью реле времени в пределах от 10 до 100 минут или вариатором скорости, который установлен в приводе печи.

Для лучшего усвоения изучаемого материала предлагается «игровая ситуация»: на хлебозаводе, на имеющейся линии, изменяется сорт, технология приготовления хлеба по которой необходимо увеличить время расстойки на 10 мин, а время выпечки не меняется.

Задания

Задание 1. Аргументировано доказать возможность или невозможность выработки нового сорта хлеба на имеющемся расстойно печном агрегате.

Число рабочих люлек – $N_p = 82$ штуки; число холостых люлек – $N_x = 43$ штуки; число люлек в печи – $N_n = 100$ штук; числа люлек указаны при максимальном времени расстойки.

С учетом двухниточного конвейера в пазу путь, проходимый люлькой будет в 2 раза больше длины паза. Ширина люльки $B = 175$ мм; высота подвески $h = 0,5 B$; зазор между люльками = 50 мм.

На хлебозаводе, на поточной линии вырабатывается ржано-пшеничный сорт, производительностью и массой.

При переходе на другой сорт увеличивается время расстойки на 10 мин, $t_{\text{доп}} = 10$, время выпечки остается неизменным. Для обеспечения технологического процесса необходимо увеличить число заполненных люлек в расстойном шкафу с помощью регулировки: это возможно выполнить регулировочным блоком звездочек.

Однако необходимо проверить хватит ли длины регулировочного паза, по которому перемещается блок звездочек на цепи с шагом $k = 140$ мм, $k = 0,14$ м, длина паза $L = 2,0$ м.

На первом этапе определим шаг подвески люлек. Он берется кратным шагу цепи.

$$l \geq 2 \sqrt{\frac{B^2}{4} + h^2} + e, \text{ мм} \quad (12.1)$$

где l - шаг подвески люлек.

Так как шаг цепи $K = 140$ округляем до ближайшего кратного значения. l_E ближайшего кратного числа.

Проверим диаметр выступов окружности звездочки цепных блоков, который должен иметь такую величину, чтобы люльки свободно проходили через блоки.

$$D \geq d + 2l, \text{ мм} \quad (12.2)$$

где D – диаметр выступов окружности; d – диаметр вала принимаем 100 мм.

$$D = \frac{k}{\text{tg } 180/z}, \text{ мм} \quad (12.3)$$

где z - число зубьев звездочки примем $z = 20$.

$$tg = \frac{180}{90} = tg9 = 0,158$$

Определим общее количество люлек в шкафу:

$$K_{\kappa} = K_p + K_X, \quad (12.4)$$

Рабочая длина конвейера:

$$L_p = K_p \cdot l, \quad (12.5)$$

Скорость конвейера (люльки) при непрерывном движении:

$$V = L_p / 60 \cdot t, \quad (12.6)$$

Мощность электродвигателя конвейера:

$$N = \frac{P \cdot v \cdot m}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (12.7)$$

где P – тяговое усилие на приводных звездочках, Н;
принимаяем $P = 30$ кН;

η - коэффициент полезного действия = 0,75;

m – коэффициент запаса на пусковой момент и др. $m = 1,3$.

Далее определяем потребное число рабочих люлек с увеличенным временем расстойки ($N_{\text{раб}}'$).

$$N_{\text{раб}}' = \frac{P_c \cdot (t + t_{\text{дон}})}{n \cdot q \cdot 60 \cdot 24}, \text{ шт} \quad (12.8)$$

где P_c – производительность агрегата, т/сут. см. таблицу;

t – время расстойки, мин;

n – число тестовых заготовок на люльке, шт;

q – масса одной тестовой заготовки, кг.

Теперь необходимо сравнить полученное число люлек $N_{\text{раб}}$ с имеющимся в шкафу. С учетом того, что число люлек в пазу входит в число рабочих люлек, получим:

$$N_{\text{раб}}' = \dots > \dots$$

Т.е. простой регулировкой (перемещением блока звездочек) достичь нового времени расстойки нам не удастся.

Рассмотрим другие варианты обеспечения технологического процесса. Для увеличения времени расстойки необходимо: либо уменьшить скорость конвейера, либо увеличить число рабочих (заполненных) люлек, уменьшив шаг их крепления на цепном конвейере.

Рассмотрим эти мероприятия в условиях хлебозавода.

Уменьшить шаг крепления люлек на цепи возможно, но нецелесообразно т.к. возникает возможность задевания люлькой за люльку при движении конвейера (огибании звездочек).

Скорость конвейера можно уменьшить вариатором скорости, установленном в приводе конвейера. Однако с уменьшением скорости увеличится время выпечки, что противоречит заданию.

Таким образом, предложенные варианты не приемлемы и мы возвращаемся к первоначальному варианту (блок звездочек в регулировочном пазу). Необходимо будет увеличить длину регулировочного паза.

На втором этапе рассчитаем, возможно, ли это увеличение, т.е. не будет ли новая длина больше длины шкафа.

$$N'_{раб} - N_{раб} = N, \quad (12.9)$$

где N – число люлек, на которое необходимо увеличить рабочее число люлек.

$$L_{паз} = \frac{N \cdot l}{2}, \quad (12.10)$$

где $L_{паз}$ – длина, на которую необходимо увеличить паз регулировки. Общая длина шкафа равна $L_{ш} = 6,15$ м; новый регулировочный паз будет равен:

$$L + L_{паз} = \dots < L_{ш}, \quad (12.11)$$

Вывод: регулировочный паз возможно или не возможно увеличить до необходимой длины и на существующем расстойно- печном агрегате можно или нельзя выработать новый сорт хлеба.

Таблица 12.1 - Варианты для расчета

Варианты Обозначения	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производительность, П т/сут	40	42	46	40	32	44	46	46	34	36
Число тестовых заготовок	12	14	16	14	16	14	12	14	16	14
Масса теста, кг	1,6	1,2	1	1	1	1,5	1,6	1,6	1	1
Время расстойки, мин	50	45	40	40	50	50	40	50	50	45

Если необходима регулировка и времени расстойки, и времени выпечки, следует решить, что будет регулироваться в первую очередь – блок расстойки или вариатор скорости и почему именно.

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристика расстойно-печного агрегата ХПА-40.
2. Опишите устройство и принцип работы агрегата ХПА-40.
3. Как рассчитать необходимое количество люлек?
4. Как рассчитать производительность агрегата ХПА-40?

СПИСОК РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологическое оборудование отрасли [Электронный ресурс] : учебное пособие / П. С. Беляев, Д. Л. Полушкин, П. В. Макеев, И. В. Шашков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2018. – 82 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570554>
2. Спичак, В. В. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов [Текст] : учебное пособие / В. В. Спичак, М. И. Егорова, Н. В. Ермакова; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 147 с.
3. Медведев, П. В. Тестомесильные машины и тестоприготовительные агрегаты : учебное пособие / П. В. Медведев, В. А. Федотов, Е. Я. Челнокова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 156 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=439229 (дата обращения: 17.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1236-9. – Текст : электронный.
4. Слесарчук, В. А. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Слесарчук. – Минск : РИПО, 2015. – 371 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463685>
5. Хамитова, Е. К. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. К. Хамитова. – Минск : РИПО, 2018. – 248 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487985>
6. Технологическое оборудование хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, М. Г. Магомедов, Ю. Н. Труфанова ; науч. ред. Г. О. Магомедов ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2-е изд. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 185 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482007>

7. Василевская, С. Практикум по технологическому оборудованию пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. Василевская, В. Полищук ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2012. – 217 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259366>

8. Керженцев, В. А. Проектирование оборудования пищевых производств [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Керженцев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – Ч. 2. Ациклически работающие машины. – 78 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229039>

9. Бутковский, В. А. Технологическое оборудование мукомольного производства [Текст] : учеб.пособие для студ. вуз. / Г. Е. Птушкина. - М. : ГП Журнал Хлебопродукты, 1999. – 208 с.

10. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование : хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. М. Хромеенков, М. Е. Чернов. - М. : Академия, 2004. - 432 с. - (Среднее профессиональное образование).

11. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. - М. : Колос, 2001. – 352 с.

12. Ковриков, И. Т. Технологическое оборудование производства хлебопродуктов: лабораторный практикум [Текст] : учебное пособие / И. Т. Ковриков ; Оренбургский государственный университет. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 262 с.

13. Хромеенков, В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик [Текст] : учебное пособие / В. М. Хромеенков. - СПб. : ГИОРД, 2004. – 496 с.