Содержание

Введение

1. Обзор технологического процесса формования мучных кондитерских изделий

1.1 Свойства теста сахарного печенья

1.2 Обзор формующих машин аналогов

2. Технико-экономическое обоснование

2.1 Техническое обоснование

2.2 Экономическое обоснование

3. Описание проектируемого участка линии разделки теста при производстве изделий типа «коврижка»

3.1 Описание участка линии производства

3.2 Назначение и устройство формующих установок

3.3 Техническая характеристика

4. Расчётная часть

4.1 Технологический расчёт

4.1.1 Расчет расхода рецептурных компонентов

4.1.2 Расчёт производительности и частоты вращения рабочего органа

4.2 Кинематический расчёт

4.2.1 Общее передаточное отношение

4.2.2 Расчет передаточных отношений каждой передачи

4.2.3 Расчёт кинематических элементов ремённой передачи

4.2.4 Расчет кинематических элементов червячной передачи

4.3 Энергетический расчёт

4.3.1 Расчет мощности на валах

4.3.2 Выбор электродвигателя для машины. Требуемая мощность электродвигателя

4.3.3 Расчет мощности на привод и привод двигателя

5. Расчёт на прочность с применением ЭВМ

5.1 Расчёт цепной передачи на прочность

5.2 Расчёт вала

5.3 Расчёт клиноременной передачи

5.4 Расчёт шпоночного соединения

6. Безопасность и экологичность линии производства типа «Коврижка»

6.1 Вредные факторы при работе на линии

6.2 Инженерно технические мероприятия по технике безопасности

6.3 Расчет заземления

6.4 Производственная санитария

6.5 Производственное освещение

6.6 Производственный шум и вибрация

6.7 Меры по пожарной безопасности

6.8 Пожарные мероприятия

6.9 Промышленная экология

7. Экономический расчёт

7.1 Расчет затрат

7.2 Расчет экономических показателей

Заключение

Список информационных источников

Введение

В последнее время все большее значение в производстве продуктов потребления приобретает кондитерская промышленность. Министерство хлебопродуктов в 1986-90г. после включения в его состав предприятий хлебопекарной, макаронной и кондитерской промышленности вложило в их развитие много миллионов рублей. Они были израсходованы в первую очередь на капитальный ремонт, механическую реконструкцию и перевооружение производства, а также на внедрение новых линий на действующих предприятиях.

На всех хлебопекарных заводах были отремонтированы или установлены новые линии, произведена массовая замена устаревшего оборудования.

В среднем за год на предприятиях отрасли сменили до 800 единиц технологического оборудования.

В результате мощности кондитерской промышленности возросли на 13 тысяч тонн продукции в год.

Сокращен выпуск нерентабельной продукции, увеличено производство хлебобулочных изделий.

Улучшилось и качество продукции. Снизился процент забраковки продукции. Если в 1986г., по данным Госстандарта, они составляли по кондитерским изделиям 20,1%, то в 1991г. - 1,3%.

При этом на качество продукции положительно сказалось и то, что мукомольные и хлебопекарные предприятия оборудованы одной системой.

Повысилась взаимная требовательность и ответственность коллективов за конечный результат работы, а также оперативность производственных связей.

Все эти меры направлены на дальнейшее улучшение качества продукции, как важнейшего этапа к дальнейшему удовлетворению спроса населения, что является основной задачей любого производства в сфере выпуска товаров народного потребления.

Обновился и постоянно расширяется ассортимент продукции. С 1985 по 1980гг. освоено свыше 28 видов кондитерских изделий и 32 вида хлебобулочных. При переходе к рыночным отношениям в народном хозяйстве, наряду с государственными предприятиями, будут функционировать кооперативные, акционерные, арендные и частные предприятия на хозрасчетной, а в последствии и коммерческой основе. Все это будет вести к обязательной конкуренции различных производителей. Несомненно, вопросы качества продуктов будут выдвигаться на первое место. Поэтому техническая оснащенность предприятий будет играть ключевую роль при обеспечении качества продукции.

Увеличение ассортимента, естественно, требует переналадки и установки новых машин по производству других видов изделий.

При рыночных отношениях и конкуренции внешнему виду продукции будут уделять повышенное внимание. Поэтому возникает необходимость в применении нового оборудования, а при возможности, модернизация уже имеющегося.

Центральное место в создании безопасных и благоприятных условий труда в хлебопекарной промышленности принадлежит техническому перевооружению предприятий, внедрению автоматизированных и комплексно - механизированных линий, машин и оборудования, отвечающих современным требованиям безопасности, гигиены и физиологии.

Хлебопекарная промышленность в целом характеризуется весьма невысокой степенью механизации (порядка 30%), при этом во вспомогательном производстве она вообще в 2 раза ниже, чем в основном. Поэтому в этой отрасли промышленности открываются широкие возможности для механизации ручного труда, что позволит поднять производительность труда почти в 2 раза. Следовательно, поднимется технологичность производства и увеличится экономический эффект.

Из всего выпускаемого парка оборудования лишь около 30% соответствует современным требованиям.

Высока степень изношенности, доля длительно эксплуатируемого оборудования, к тому же морально устаревшего. К таким его видам относятся: просеиватели «Буран» и «Пионер», автомукомеры МD-100 и другие виды оборудования. В условиях рынка эта проблема будет стоять перед производством с особой остротой.

Значителен процент травмоопасного оборудования, среди которого, прежде всего, следует назвать тестоделительные машины А2-ХТН, «Кузбасс», Б-4-58, тестомесильные машины И-8, ХТА-12, «Стандарт», тестоформующие машины для изготовления рогаликов. Высокий травматизм на производстве является большим сдерживающим фактором в повышении производительности труда.

Значительно отстает механизация ручного тяжелого труда во вспомогательном производстве, хлебохранилищах и в экспедициях. Неудовлетворительные санитарно - гигиенические условия (повышенная температура, запыленность помещения хлебопекарных предприятий), оздоровлению которых должно способствовать внедрение новых линий оборудования, более совершенных технологических процессов, эффективных систем вентиляции и аспирации.

К тому же из общего числа печей основная часть падает на тупиковые (около 80%), 2/3 из которых марки ФТЛ-2. Этот факт указывает на крайнюю неэффективность производства.

Основными направлениями научно-технического процесса в хлебопекарной промышленности являются:

1. прогрессивные технологии (использование окислителей для умеренного созревания жидких полуфабрикатов, интенсивная механическая обработка при замесе, строго нормируемая технология выпечки и др.) с единым машинно-аппаратурным оформлением процесса при наличии автоматизированных систем контроля в потоке;
2. механизация и автоматизация производственных процессов, включая механизацию склада муки и вспомогательного сырья; создание тестоприготовительных агрегатов периодического и непрерывного действия с контролированием и регулированием основных параметров процесса: разработка отдельных видов и комплексов оборудования для разделки и формирования теста, механизированных конвейерных агрегатов для раскатки пластовых заготовок с автоматическим поддержанием необходимых технологических условий; механизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операций.

Для достижения этих целей и механизации ручного труда технологического процесса формования заготовок кондитерских изделий типа "Коврижка" разработана формующая машина, отвечающая всем требованиям технологического процесса и удовлетворяющая условиям повышения эффективности всей линии в целом.

1. Обзор технологического процесса формования мучных кондитерских изделий

1.1 Свойства теста сахарного печенья

Мучные кондитерские изделия занимают второе место по объему производства в кондитерской промышленности.

Основным сырьем для производства мучных кондитерских изделий служат пшеничная мука, сахар, жиры и яйцепродукты. Для каждого вида изделий готовится тесто с необходимыми физико-химическими свойствами.

Кондитерская промышленность выпускает следующие основные виды мучных кондитерских изделий:

печенья затяжных сортов прямоугольной, квадратной, круглой, овальной и других форм; затяжное тесто отличается высокой упругостью и эластичностью;

печенье сахарных сортов тех же форм; сахарное тесто содержит большое количество сахара и жира, пластичное, хорошо сохраняет форму, придаваемую ему при формовании;

печенье сдобное; сдобное тесто имеет высокое содержание сахара и жира, пластичное;

сухое слоистое печенье (крекер) из теста с большим содержанием жира и галеты из дрожжевого теста с малым содержанием сахара и жира;

вафли с начинкой; вафельное тесто готовится с высокой влажностью, имеет жидкую консистенцию, небольшую вязкость;

торты и пирожные; в зависимости от сорта изделий тесто готовится с высоким («венское тесто») и низким (песочное тесто) содержанием влаги;

пряники заварные и сырцовые; пряничное тесто имеет низкую влажность и повышенную вязкость. Пряники, торты и пирожные вырабатывает в основном хлебопекарная промышленность.

Физико-механические свойства кондитерского теста зависят от его влажности, содержания в нем сахара, жира, яйцепродуктов и т.д. Значительное различие в физико-химических свойствах разных видов тесто требует разных технологических режимов для его приготовления и разных методов механической обработки и формования. Потому каждая линия производства отдельных видов мучных кондитерских изделий имеет свои особенности.

В зависимости от ассортимента мучных изделий на кондитерских фабриках получают на следующих механизированных линиях:

сахарное, затяжное и сдобное печенье на линии с ротационными формующими машинами;

затяжное печенье, галеты и крекеры на линии со штампующими машинами ударного действия;

пирожные типа «Эклер», «Картошка» и другие на специальной линии для производства этих видов пирожных;

различные виды тортов, вафель и пряников также на специализированных линиях.

1.2 Обзор формующих машин аналогов

Валково-шестерные машины-экструдеры применяют в кондитерском производстве для формования изделий, обычно, конфет, плотность массы которых не всегда позволяет использовать шнековые экструдеры. Валково-шестерные формующие машины дают жгут массы без разрывов и деформации.

По мере продвижения продукта из приемного устройства или бункера по валкам, а затем, выдавливаясь шестернями шестеренчатого насоса, происходит дополнительное перемешивание массы, что повышает качество готового изделия.

Идея формирования валково-шестерными экструдерами существует давно, поэтому спроектировано множество их вариантов.

Одна из них - валково - шестеренный экструдер, разработанный на 1-й Ленинградской кондитерской фабрике. В нем жиросодержащая масса загружается в воронку и захватывается шнеком, перемещая ее по цилиндрической камере и нагнетающей в камеру, где происходит захват массы зубьями шестеренчатых валков. Валки нагнетают массу в камеру сменной матрицы, закрепленной на сменной рамке, позволяющей менять форму и конфигурацию жгута, выходящего из машины.

Экструдер в линии ШПЛ, разработанный УкрНИИ Продмаш, отличается от описанного центральным расположением загрузочной воронки и распределительным шнеком, имеющим правую и левую навивку. Это обеспечивает более равномерную подачу массы к шестеренчатым роторам. Длина шестеренчатых роторов дает возможность устанавливать на выходе несколько съемных матриц, обеспечивая более высокую производительность. Но для этого необходимо увеличивать мощность привода и усиливать детали приводного механизма. В отличие от экструдера ВНИИКП линии ШПФ, расположение валов и шнеков горизонтальное.

Экструдер ШВФ-22, разработанный на фабрике «Красный Октябрь», совместно с МТИПП, имеет в предматричной камере перегородки, образующие секции у каждого выходного отверстия. Это выравнивает скорости у выдавливаемых жгутов. Машина работает следующим образом: масса из бункера, укрепленного на корпусе питателя, с расположенными в нем рифлеными валками, поступает в камеру нагнетания валков. В корпусе нагнетателя вращаются нагнетающие шестеренчатые роторы, выполнение из набора шестерен. Предматричная камера имеет вертикальные формующие каналы. В нижней части корпуса нагнетателя и предматричной камеры имеются вертикальные перегородки, которые делят корпус и камеру на отдельные секции. Бункер, корпус нагнетателя и нагнетатель, а также предматричная камера имеют рубашки для обогрева.

Масса вытягивается из бункера рифлеными волнами и равномерно подается по всей длине шестеренных потоков. Они нагнетают массу в предматричную камеру и из нее через формующие каналы выдавливаются жгуты массы.

В экструдере ШГФ-22 масса через бункер поступает в камеру, где ее нагнетание в предматричную камеру осуществляется двумя зацепляющимися червяками. Конструкция других основных узлов аналогична вышеописанным.

И хотя валково-шестеренные экструдеры отличаются простотой эксплуатации, малыми габаритными размерами, хорошим качеством выпускаемой продукции, они мало используются в производстве. Это связано со сложным расчетом и изготовлением нестандартных рабочих органов. К тому же экструдеры этих типов применяются, в основном, для формования плотных пищевых масс, что можно сделать на другом оборудовании. Но широкий диапазон возможностей изменения формы выходящего жгута или пласт, путем замены матриц, позволяет говорить о перспективности таких машин.

2. Технико-экономическое обоснование

2.1 Техническое обоснование

В производстве кондитерских изделий типа «Коврижка», пользующихся большим спросом, применяют линии, состоящие из участка замеса теста, формования изделий, выпечки их и укладки. Процесс перемешивания теста максимально механизирован, выпечка происходит в туннельных газовых печах и тоже механизирован. Единственным трудоемким процессом является формование пласта и изготовление штучных заготовок, направляемых в печь. Поскольку на этом процессе применяется ручной труд работников, вся линия в целом трудоемка и малопроизводительна.

Поэтому на данном участке есть смысл применять механизированную формовку пласта с начинкой заданных размеров с последующей резкой. Поскольку тесто для изделий «Коврижка» состоит из муки, сахара, маргарина и обладает высокой, для теста, вязкостью и плотностью, формование можно осуществлять валково-шестеренчатым нагнетателем, выдавливающим тесто через формователь пласта, который придает заданную форму изделию.

По технологии «Коврижка» имеет слой начинки. Поэтому возможно подавать начинку через плоский раструб, для лучшего распределения, в формователь.

2.2 Экономическое обоснование

В результате применения механизированной формовки пласта изделия «коврижка» происходит замена ручного труда, что приводит к повышению производительности и уменьшению себестоимости изделия за счёт сокращения численности рабочих на участке.

3. Описание проектируемого участка линии разделки теста при производстве изделий типа «коврижка»

3.1 Описание участка линии производства

Описание разрабатываемого агрегата для производства пирожных с наполнителем.

Разрабатываемой агрегат предназначен для выработки высококачественных песочных пирожных с начинкой массой 80 ÷100 г.

Агрегат включает в себя следующие основные узлы и механизмы:

формующая машина и предназначена для формования жгута с начинкой;

электромагнитный нож и предназначен для разделения тестового жгута на пирожные заготовки;

устройство для нанесения на поверхность отделочной массы;

транспортер для перемещения готовых пирожных в лотки;

транспортер для перемещения заготовок на лотки;

машинка глазировочная.

На разрабатываемый агрегат заложены усовершенствования и ряд инженерных решений, использование которых улучшает работу агрегата в целом.

Объектом разработки является рассмотрение принципиального нового способа формования заготовок и на этой основе проектирование конструкции формующей машины. Устройство и принцип действия новой формующей машины рассмотрим более подробно.

Формующая машина для формования пирожных заготовок с начинкой.

Формующее устройство предназначено для формования тестовых заготовок с начинкой в виде жгута и состоит из следующих узлов и механизмов:

каркаса, являющегося сварной конструкцией и выполняющегося несущую функцию;

установки для выпрессовки жгута предназначенной для нагнетания теста, его сжатия и выпрессовки с получением определенной формы;

установки для нагнетания начинки, необходимой для нагнетания начинки в зону прессования жгута из песочного теста, таким образом, чтобы начинка получалась в середине выпрессовываемого жгута;

привода установки для выпрессовки жгута, в который входят: электродвигатель, ременная передача червячного редуктора, жесткая муфта, цепная передача к ведущему валу установки для отделки массы;

привода установки для нагнетания начинки, в который входят: электродвигатель, ременная передача червячного редуктора, жесткая муфта, цепная передача к ведущему валу начинконагнетателя.

Принцип действия формующей машины заключается в следующем: порция теста подается в приемный бункер машины, откуда поступает на нагнетательные валки установки для выпрессовки жгута, которые в свою очередь нагнетают песочное тесто на зубья шестеренчатого насоса. Шестеренчатый насос подает под необходимым давлением тесто в формующую направляющую, в которую также под давлением подается начинка из начинконагнетателя.

Рассмотрим более подробно работу и конструкцию установок для нагнетания теста и начинки.

Установка для выпрессовки жгута.

Работа установки заключается в следующем: кусок теста, попадая на нагнетательные валки, подается на шестеренки насоса, которые нагнетают песочный полуфабрикат в насадку, где постепенно уплотняясь песочное тесто приобретает необходимую форму проходя через звенья и окончательно отформованный жгут выпрессовывается через формователь.

Осмотр, очистку и промывку нагнетательных валков, шестерен и корпуса осуществляется за счет снятия крышки

Установка для нагнетания начинки

Начинка закладывается в приемный бачок, который оснащен с закрепленными на валу лапастями. Вращаясь, вал лопастями уплотняет и подает начинку через соединительный переходник в нижней отсек, который представляет собой шестеренчатый насос. Вращаясь шестерни нагнетают начинку по трубопроводу в питатель-насадку в установке для формования жгута.

Для облегчения осмотра, очистки, а также ремонта шестеренчатого насоса предусмотрена съемная крышка, закрепленная винтами.

Обе нагнетательные установки имеют независимый привод, а также вариаторы, что позволяет производить плавную регулировку и настройку: скорость выхода жгута (υ=1,0 м/мин).

Оригинальность предлагаемой конструкции заключается в следующем: во-первых, отформованный поток не требует дополнительной отработки, кроме поперечной резки; во-вторых, имеется возможность плавной регулировки производительности потока; в третьих, снижается количество используемого оборудования. И все это, в конечном счете влияет на уменьшение трудозатрат, а следовательно, повышает производительность труда.

Кроме выше описанной конструкции предложен впервые электромагнитный нож.

Нож электромагнитный

Электромагнитный нож предназначен для поперечной резки пирожного жгута на заготовки. Само лезвие ножа установлено под лентой транспортера, вертикальное перемещение которого осуществляется в следующей последовательности. В нужный момент срабатывает реле времени и электрический сигнал по проводам подается на обмотки электромагнитов, в результате чего сердечники втягиваются и преодолевают сопротивление пружин. В этот момент планка с закрепленным на ней ножом движется вниз. Нож разделяет направление пирожного жгута и под действием пружин возврата возвращается в исходное положение.

Несущим элементом конструкции является каркас, на который крепятся детали и узлы установки.

Частота срабатывания зависит от скорости ленты и веса заготовки. В конвейере частота срабатывания задается реле времени

Зона резки закрыта предохранительным кожухом.

Основные технологические и другие параметры, разрабатываемого оборудования выполнены в следующей главе пояснительной записки.

3.2 Назначение и устройство формующих установок

Машина формования тестового пласта работает в линии производства кондитерских изделий типа «Коврижка».

Изделия изготавливаются из теста с последующей прокладкой начинки внутри прямоугольных изделий.

Поскольку тесто для этих изделий используется пряничное, оно имеет большую плотность (порядка 1200кг/м3) и вязкость. Оно состоит из муки, сахара, маргарина с добавлением сженки для придания цвета, соды питьевой, аммония и сухих духов.

Замес теста производится в месильной машине периодического действия, куда поступает эмульсия и мука.

После замеса тесто собирается на тележке, где происходит его вы стойка.

С тележки тесто по транспортеру загружается в бункер формовочной машины.

Выходящий пласт теста с начинкой режется резаком на изделия заданных размеров.

Изделия по ленте транспортера поступают в печь, где выпекаются до необходимых параметров.

Проходя через камеру охлаждения горячие изделия остывают и укладываются для развоза и экспедиции к месту реализации.

Установка для получения тестового пласта с начинкой состоит из загрузочного бункера, куда поступает тесто и затем нагнетается в формирователь пласта. Начинка из емкости подается шестеренчатым насосом по рукаву в формирователь пласта, где и происходит начинка изделия. Машина размещается на станине.

Сама установка тестораскаточная представляет собой механизм, состоящий из приводной станции, дающей необходимую мощность и число оборотов на головку тестораскаточную.

Тестораскаточная головка состоит из корпуса, в котором располагаются валки, подающие тесто из бункера в область захвата шестерен шестеренчатого насоса. Шестеренчатый насос выдавливает тесто в формирователь пласта.

Формирователь пласта представляет собой короб с прямоугольным раструбом. Внутри корпуса формирователя проходит трубка, заканчивающаяся прямоугольным раструбом меньше по площади, чем выходной и расположенный равноудалено от его стенок. Раструб подачи начинки заканчивается недалеко от выхода теста из формирователя.

Такой способ обеспечивает полное распределение начинки внутри пласта. Готовый пласт поступает на ленту движущегося транспортера. Привод тестораскаточной установки представляет собой набор механизмов, выполненный в едином блоке на общей раме. Он состоит из двигателя, передающего момент на валы валков и шестерен через понижающие передачи и редуктор. В схеме кинематики предусмотрен вариатор, обеспечивающий регулировку числа оборотов. Это необходимо для регулирования подачи теста в формирователь в зависимости от требований технологического процесса. Механизм защищен муфтой фланцевой со срезающимися штифтами.

Выбор и расчет основных технических параметров машины и рабочих органов приводятся ниже.

3.3 Техническая характеристика

Диаметр вала 300 мм

Длина вала 815 мм

Частота вращения 25 об/мин

Габаритные размеры 3500\*1745\*1908

4. Расчётная часть

4.1 Технологический расчёт

4.1.1 Расчет расхода рецептурных компонентов

Таблица 4.1 Расход рецептурных компонентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование сырья и полуфабрикатов | Массовая доля сухих веществ,% | Расход сырья и полуфабри- катов, г | Расход сырья на 10 кг готовой продукции | |
| Бисквит №5 | В натуре | В сухих веществах |
| Мука пшеничная 1-го сорта | 85,50 | 2557,0 | 2557,0 | 2186,2 |
| Сахар-песок | 99,85 | 2557,0 | 2557,0 | 2553,2 |
| Меланж | 27,00 | 4262,0 | 4262,0 | 1150,7 |
| Эссенция | 0,00 | 14,2 | 14,2 | 0,00 |
| Итого сырья на полуфабрикат | - | 9390,2 | - | - |
| Начинка фруктовая | 74,00 | - | 2963,00 | 2192,6 |
| Пудра рафинадная | 99,85 | - | 306,0 | 305,5 |
| Итого сырья | - | - | 12659,2 | 8388,2 |
| Выход полуфабриката в готовой продукции | - | 6790,0 | - | - |
| Выход готовой продукции | 78,85 | - | 10000,0 | 7885,0 |
| Влажность | 20 | | | |

4.1.2 Расчёт производительности и частоты вращения рабочего органа

Заданная производительность поточной машины производства пирожных изделий типа "Коврижка" – 1 тонна в смену

Определим минутную производительность:

 кг/мин

Заданную производительность должен обеспечить шестерёнчатый насос формирующей машины.

Из формулы производительности шестерёнчатого насоса:

Q' = 2∙π∙ρ∙L∙n∙m∙d, кг/мин

Практическая производительность

Q = k’∙Q’

где: k’ = 0,92 - коэффициент использования машины.

Q = 0,92∙Q’

Q’ = 

Q’ =  кг/мин

Из формулы производительности найдём частоту вращения рабочего органа – шестерни

, об/мин

где: m = 10 - модуль шестерни

L = 0,24 м – ширина шестерни

d = 0,12 – диаметр делительной шестерни

ρ = 1,2∙106 кг/м3 – плотность теста

 об/мин добавить аппликацию

Расчет частоты вращения шкивов клиноременной передачи



Определим число оборотов входного n2 и выходного n3 валов вариатора.

Выбираем вариатор цепной пластинчатый ВЦ 1Б,1,101-08 ТУ 22-5785-84, Мощностью Nmin=1,4 кВт, Nmax=2,2 кВт

Максимальное передаточное отношение вариатора U2вар=3

Диапазон регулирования Д = 1,5.



Определим число оборотов входного и выходного n5 валов редуктора. Выбираем червячный редуктор РЧУ-100-80-3-2-2, ГОСТ 13-563-68, передаточное отношение U4 = 1,8.

Передаточное отношение второй ремонтной передачи U3 = 1,8



Диаметры ведущего шкива 108, ведомого-196 мм



4.2 Кинематический расчёт

4.2.1 Общее передаточное отношение

Определяем общее передаточное отношение Uоб привода

Uоб = 

Uоб = 

где: nдв- частота вращения электродвигателя;

nн- частота вращения валов

4.2.2 Расчет передаточных отношений каждой передачи

Проведём разбивку передаточного числа привода Uобщ на передаточные числа отдельных передач

Uобщ = U1∙U2∙U3∙U4

Принимаем :

U1 = 1,2 – передаточное число первой ременной передачи

U2 = 3 – передаточное число вариатора

U3 = 1,8 – передаточное число 2 ременной передачи

U4 = 80 – передаточное число червячного редуктора

U5 = 1,86 – передаточное число цепной передачи

Тогда U6- передаточное отношение зубчатой передачи



U6 = 1,16 – передаточное число зубчатой передачи

4.2.3 Расчёт кинематических элементов ремённой передачи

Принимаем ведущий шкив диаметром 90, ведомый шкив диаметром

d2 = d1∙Uрп

d2 = 90∙1.2 = 108 мм

Определим число оборотов входного n2 и выходного n3 валов вариатора. Выбираем вариатор цепной пластинчатый ВЦ 1Б,1,101-08 ТУ 22-5785-84, мощностью Nmin = 1,4 кВт, Nmax = 2,2 кВт.

Максимальное передаточное отношение вариатора U2вар = 3.

Диапазон регулирования Д = 1,5.







 об/мин

 об/мин

4.2.4 Расчет кинематических элементов червячной передачи

Определяем передаточное отношение червячной передачи Uцр



Принимаем Z1-число заходов червяка =1;

Тогда Z2-число зубьев червячного колеса

Z2=Z1\*Uчр

Z2=1\*80=80 зубьев

Определяем диаметр делительной окружности

d1=q\*m

где m-модуль зацепления принимается по стандартному ряду m=4;

q-коэффициент диаметра червяка принимается по ГОСТ 2144-93=10;

d1=10\*4=40мм

d2=Z2\*m

d2=80\*4=320мм

число зубьев z1 и z2 звёздочек цепной передачи





Принимаем:

ведущая звёздочка – z1 = 14

ведомая звёздочка – z2 = 26 при t = 19,05

4.3 Энергетический расчёт

4.3.1 Расчет мощность на валах

Для определения потребной мощности двигателя определим момент на валу шестерёнчатого насоса

М = МР + ΣМв.тр.

где: Мр – теоретический момент, затрачиваемый на создание давления в нагнетательной камере, Н∙м



где: ρ = 10∙105 Па – среднее давление

L = 0,101 м – длина шестерён

Rе = 0,06 м – радиус окружности головок

R = 0,05 м – радиус начальной окружности

K = 4 - 6ε + 3ε2 м – коэффициент, зависящий от степени перекрытия, ε = 0,8

Tо = 10 – основной шаг

= 1379 Н∙м





где: τо = 1520 Па – предельное напряжение сдвига

ρпл = 67,1 Па∙с – пластическая вязкость

Rц = 0,045 м – радиус цапфы

ω = 0,16 рад/с – угловая скорость шестерни

δm = 0,0003 м – торцевой зазор

 Н∙м

М''в тр – момент вязкого трения в радиальном зазоре, Н∙м



где: Аz = 0,987 – функция, зависящая от z = 10

Rk = 0,06 + 0,0012 = 0,0612 м – внутренний радиус окружности корпуса насоса

δR = 0,0006 м – радиальный зазор

 Н∙м

Подставляя найденные моменты в формулу суммарного момента, найдём его числовое значение:

М = Мр + М'в тр + М''в тр

М = 1379 + 2453 + 1568 = 5,4∙103 Н∙м

4.3.2 Выбор электродвигателя для машины. Требуемая мощность электродвигателя



где: NР - требуемая номинальная мощность на приводном валу, кВт



где: Мвр = 5,4∙103 Н∙м - вращающий момент на валу шестерёнчатого насоса

n = 1,5 об/мин – число оборотов вала

 кВт

4.3.3 Расчёт мощности на привод и подбор двигателя

ηобщ - коэффициент полезного действия привода

ηобщ = η12∙η2∙η3∙η4∙η53

где: η1 = 0,95 – кпд ременной передачи

η3 = 0,7 – кпд редуктора червячного

η4 = 0,97 – кпд цепной передачи

η5 = 0,96 – кпд зубчатой передачи

ηобщ = 0,952∙0,9∙0,7∙0,97∙0,963 = 0,485

Требуемая мощность электродвигателя



где: К1- коэффициент запаса мощности 1,1-2,0

К2 – коэффициент учитывающий повторяемость механимов 1.

 кВт

Принимаем электродвигатель 4А90LА8УЗ.

N = 2,2 кВт

n = 960 об/мин

5. Расчёт на прочность с применением ЭВМ

5.1 Расчёт цепной передачи на прочность и подбор цепи

Из кинематического расчёта определяем нагрузку на вал рабочего органа, на котором закреплена ведомая звёздочка цепной передачи:

Т2 = М = 5,4∙103 Н∙мм

Частота вращения вала:

N2 = 1,5 об/мин

Определяем коэффициент эксплуатации

КЭ = К1∙К2∙К3∙К4∙К5∙К6

где: К1 - коэффициент, учитывающий характер изменения нагрузки. К1 = 1 - нагрузка без резких колебаний;

К2 - коэффициент, учитывающий влияние межосевого расстояния. Принимаем at = 40 при К2 = 1;

К3 - коэффициент, зависящий от угла наклона цепи. По конструктивным соображениям принимаем вертикальное расположение, тогда К3 = 1,3; К4 - коэффициент, учитывающий способ регулировки натяжения цепи. По конструктивным соображениям регулирование осуществляется периодически, поэтому К4 = 1,25;

К5 - коэффициент, учитывающий влияние способа смазывания цепной передачи. Смазывание осуществляется периодически, поэтому К5 = 1,5;

К6 - коэффициент, учитывающий количество рабочих смен оборудования. При односменной работе К6 = 1.

При подстановке числовых данных получаем:

Кэ = 1∙1∙1,3∙1,25∙1,5∙1 = 1,88

Вращающий момент на валу ведущей звёздочки



где: U – передаточное число цепной передачи

U = 1,86

η – КПД цепной передачи

η = 0,94

При подстановке имеем:

 Н∙мм

Предварительно определяем шаг цепи, приняв ориентировочно допускаемое среднее давление [p] по нормам DIN 8195. Для цепей типа ПР нормальной точности при расчётной долговечности 10.00 ч. Допускаемое значение [p] в зависимости от скорости:

[p] = 32 МПа

Находим шаг цепи



где:

z1 = 14 – число зубьев ведущей шестерни

 мм

Принимаем ближайшее стандартное значение t = 19,05 мм

Уточняем среднее допустимое давление [p], интерполируя, находим:

[p]y = [pT] ∙k

k = 1 + 0,01∙(z1 – 17)

k = 1 + 0,01∙(14 – 17)

[p]y = 32∙0,97 = 31 МПа

Делаем проверочный расчёт по допускаемому давлению [p]y ≥ p

Расчётное давление:



 МПа

условие р = 1,32 < [p]y = 31 МПа выполнено.

По ГОСТ 13568-75 выбираем цепь однорядную, нормальной серии марки ПР-19,05-31,8, с шагом t = 19,08, разрушающей нагрузкой FВ = 31,8 кН, массой одного метра цепи m = 1,9 кг.

Определяем геометрические параметры передачи.

Межосевое расстояние

at = 40∙t

at = 40∙19,05 = 762 мм

Число звеньев цепи:



где:

zc = z1 + z2

zc = 14 + 26 = 40







Расчётная длина цепи:

L = Lt∙t

L = 100∙40 = 4000 мм = 4 м

Проверяем цепь по числу ударов, сравнивая расчётное с допустимым

ω ≤ [ω]



 с-1

Допустимое значение  с-1

Условие ω = 0,028 ≤ [ω] = 26,6 выполняется.

Рассчитываем коэффициент запаса прочности



где: FB = 31,8 Н – развивающая нагрузка цепи

Ft – окружное усилие



где:

 - диаметр делительной окружности

 мм

 Н

Fц - нагрузка от центробежных сил

Fц = m∙U2

Fц = 1,9∙0,072 = 9,3∙10-3 Н

Ft – сила от провисания цепи

Ft = 9,81∙Ks∙m∙a

где: Ks – коэффициент, зависящий от положения цепи. При вертикальном расположении Ks = 1

Ft = 9,81∙1∙1,9∙762∙10-3 = 18,2 Н



Коэффициент запаса прочности [s] ≥ 7,2. Условие s ≥ [s] выполнено.

Оценивая рассчитанную цепную передачу, можно сделать положительный вывод о её работоспособности на основании наблюдения из условий:

p ≤ [p], ω ≤ [ω], s ≤ [s]

5.2 Проектный расчёт вала и его опор

На валу находится шестерёнка привода, шестерня шестерёнчатого насоса. Между ними располагаются два подшипника.

Момент на валу 4,8 Н∙м при оборотах вала 1,5 мин-1. Диаметр приводной шестерни 100 мм: m1 = 5, z1 = 20, β = 8o. Диаметр шестерни насоса 100 мм: z = 10, m = 10, β = 8o. Срок службы длительный, нагрузка близка к постоянной.

Приближённо оцениваем средний диаметр вала при [τ] = 12 МПа:



 мм

Разрабатываем конструкцию вала и оцениваем его размеры.

Диаметр в месте посадки приводной шестерни dш1 = 45 мм

Диаметр в месте посадки подшипников dп = 50 мм

Диаметр в месте посадки шестерни насоса dш2 = 50 мм

Определяем допускаемую радиальную нагрузку на выходном конце, полагая, что большинство передач вследствие неизбежной несоосности и неравномерности приложения сил нагружают вал дополнительной силой Fμ.

В расчётной схеме направляют силу Fμ так, чтобы она увеличивала напряжения.

Для данной схемы применяем



 Н

Определяем силы в зацеплении

Окружная сила:



 Н

Через неё выражаются другие составляющие:



 Н



 Н

Определяем реакции в опорах и строим эпюры изгибающих и крутящих моментов.

Рассмотрим реакции от сил Fp и Fμ, действующих в вертикальной плоскости. Сумма проекций

Fр = А1 + В1

А1 = Fр∙а

А1 = 14∙0,16 = 2,24 Н∙мм

В1 = Fμ∙b

В1 = 275∙0,05 = 13,75 Н∙мм

Реакции от сил Fp и Fμ, действующих в вертикальной плоскости (Fμ прикладываем так, чтобы она увеличивала прогиб от Fp – худший случай)

А1 + В1 = Ft + Fμ

13,75

2,24

mгор

786

ma

Fp

Fa

B2

A2

I

Fm

Fp

Ft

Fa

I

I

II

II

B1

A1

T

mгор

Рисунок 5.1 Эпюры изгибающих моментов

В2∙l = Ft∙a – Fμ(b + l)





A2 = Ft + Fμ – Bl = 786 Н

Определяем запасы сопротивления усталости в опасных сечениях. Просчитываем два предполагаемых опасных сечения: сечение I-I рядом с подшипником, ослабленное галтелью. Для первого сечения изгибающий момент



 Н∙мм

Крутящий момент

Т = 4,8∙103 Н∙мм

Напряжение изгиба



 МПа

Напряжение кручения:



 МПа

Имеем:

σ-1 = 0,4∙σВ

σ-1 = 0,4∙750 = 300 МПа

σ-1 = 0,2∙σВ

σ-1 = 0,2∙750 = 150 МПа

τВ = 0,6∙650 = 390 МПа

Для шпоночного паза:

Кσ ≈ 1,7

Кt ≈ 1,4

По графику кривая 2 – Кd = 0,72

По графику для шлифованного вала KF = 1

Ψσ = 0,15 – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости Ψτ = 0,05, находим:



Для второго сечения изгибающий момент

Т = 4,8∙103 Н∙мм

Крутящий момент:

М = Fμ(b + l)

М = 275(50+55) = 29∙103 Н∙мм

 МПа

 МПа

Принимаем r галтели равным 2 мм.



и находим Кσ = 2 и Кτ = 1,6 – эффективные коэффициенты концентрации напряжений при изгибе и кручении







Больше напряжено второе сечение, ослабленное галтелью.

Определяем статистическую прочность при перегрузках

При перегрузках напряжение удваивается и для второго сечения σn = 30 МПа и τ = 2,8 МПа

[σ] = 0,8∙σm

[σ] = 0,8∙450 = 360 МПа

 МПа

Условие прочности выполнено.

Проверяем жёсткость вала. По условиям работы зубчатого зацепления опасным является прогиб вала под шестерней.

Средний диаметр на участке d принимаем равным 45 мм = dш2.

Здесь:



 мм4

Прогиб в вертикальной плоскости от силы Ft:





От момента Ма прогиб равен нулю.

Прогиб в горизонтальной плоскости от сил Ft и Fμ.



 мм

Суммарный прогиб:



 мм

Допускаемый прогиб

[Y] = 0,01∙m

[Y] = 0,01∙5 = 0,05 > 0,124 мм

Прогиб находится в допустимых пределах

Таким образом, условия прочности и жёсткости выполняются. По этим условиям диаметр вала можно сохранить.

5.3 Расчёт шпоночного соединения

Напряжение смятия шпонки:



Принимаем шпонку по ГОСТ 24070-80: b × h × d = 5 × 9 × 22, t1 = 5,5, Lр = 10 мм.

 МПа

Допускаемое напряжение [σсм] = 80 МПа для шпонки Ст 45 с учётом нагрузки

σсм < [σсм]

Условие прочности выполнено.

5.4 Расчёт клиноременной передачи

Заданные величины:

Передаваемая мощность: N = 2000 Вт

Частота вращения меньшего шкива: n1 = 960 об/мин

Передаточное отношение: U = 3

Коэффициент режима работы передачи: C = 1,3

Коэффициент угла обхвата шкива: С1 = 0,8

Коэффициент числа ремней: С2 = 0,9

Коэффициент длины ремня: С3 = 0,93

Коэффициент центробежной силы: Q = 0,1

Предел выносливости ремня: S1 = 8 МПа

Модуль изгибной упругости ремня: Е = 100 МПа

Находим частоту вращения медленного вала.

Принимаем S = 0,02

n1 = nc(1 – S)

n1 = 960(1 – 0,02) = 940,8

Частота вращения медленного вала:

 об/мин

Определяем угловую скорость ведущего шкива.



с-1

Крутящий момент на маленьком шкиве:



 Н∙м

Определим угловую скорость ведомого шкива:



 с-1

определяем сечение и диаметр малого (ведущего) шкива:





Выбираем d1 = 100 мм





Принимаем d2 = 300 мм.

Уточняем угловую скорость ведомого шкива:

с-1

Передаточное число





Крутящий момент на большом шкиве:



 Н∙м

Определим скорость ремня:



 м/с

Предварительное значение межосевого расстояния:

Аmin = 0,55∙(d1 + d2) + h

Amin = 0,55∙(100 + 300) + 8 = 228 мм

Amax = d1 + d2

Amax = 100 + 300 = 400 мм

Расчётная длина ремня:

L = 2∙ar + 0,5∙π(d1 + d2) + (d2 – d1)2/4∙ar

L = 2∙400 + 0,5∙3,14∙(400 + 200)2/4∙400 = 1453

Принимаем L = 1400 мм

Уточненное значение межосевого расстояния:



где: ω = 0,5∙π(d1 + d2)

ω = 0,5∙3,14(100 + 300) = 628

Y = (d2 – d1)2 = 40000

 мм

Угол обхвата меньшего шкива:





Число ремней:





где: N0 – мощность, передаваемая одним клиновым ремнём.

Натяжение ветви клинового ремня:



V = 0,5∙ωдв∙d1

V = 0,5∙100,48∙100-3 = 5,024

Q – коэффициент центробежных сил для ремня сечения А = 0,1

 Н

Сила, действующая на валы



 Н

6. Охрана труда

6.1 Вредные факторы при работе на линии

Данная машина, установленная на линии производства кондитерских изделий типа «Коврижка», полностью механизирует ручной процесс формования изделий. Оно заменяет 4 человека, занимавшихся тяжелой (формование теста) монотонной работой. Это позволило повысить общую безопасность линии, поскольку рабочие находились в непосредственной близости к газовой печи и подвергались опасности возможного отравления газами, вредным воздействиям тепла, а так же возможности поражения электротоком и получения травм в результате работы с транспортером печи. Установка машины полностью исключила эти факторы воздействия на человека, поскольку обслуживание машины производится одним человеком. Устройство и принцип работы машины не требует от рабочего постоянного присутствия и контроля над ее работой.

Благодаря этому машина, несомненно, приносит пользу в области охраны труда рабочих данной линии.

Анализ возможных опасных и вредных факторов при работе на линии в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74.

Таблица 6.1 Вредные факторы при работе на линии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа  факторов | Вид факторов | Источник опасности | Примечания |
| Физические | Движение машин и механизмов | Ременная передача, ленточный транспортер | Появляется в связи с установкой машины |
| Загазованность воздуха рабочей зоны (газ СО2) | Газовая печь | Располагается в непосредственной близости от газовой печи |
| Повышение температуры воздуха рабочей зоны | Газовая печь | Располагается в непосредственной близости от газовой печи |
|  | Повышение уровня шума | Привод машины | Появляется в связи с установкой машины |
| Опасность поражения электрическим током | Привод машины | Появляется в связи с установкой машины |
| Повышение уровня вибрации | Привод машины |  |
| Биологические | Размножение и появление микроорганизмов | Полости рабочих органов машины с залежами продукта | Появляется в связи с установкой машины |
| Психофизиологические | Физические нагрузки | Ручная формовка изделий | В результате установки машины фактор уничтожен |
| Монотонность труда | Укладка изделий на конвейер |  |

6.2 Инженерно-технические мероприятия по технике безопасности

На рабочем месте у машины предусмотрена аварийная кнопка «Стоп», окрашенная в красный цвет с выпуклой поверхностью для немедленной остановки механизма привода (электрического двигателя). Кнопка «Пуск» утоплена в корпус для предотвращения случайного включения и окрашена в черный цвет. Машина имеет вводный выключатель ручного действия, размещенный на панели управления, подключающий электрооборудование к питающей сети. Выключатель имеет 2 фиксированных положения с отметками «Включено» и «Выключено». На органах управления нанесены символы по ГОСТ 12.4.040-76 ССБТ.

Для предупреждения аварий и поломок в связи с перегрузкой в конструкции машины предусмотрены срезающие штифты на муфте электрического двигателя.

Высота приемного бункера для теста имеет высоту бортов, исключающую доступ рук к рабочим органам с рабочего места. Дополнительно предусмотрена решетка на бункере с концевым выключателем, отключающим приводной механизм.

Электрооборудование оснащено минимальной токовой защитой, исключающей самопроизвольное включение привода при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения.

Станина, емкость, корпус электродвигателя оснащены устройством защитного заземления и соединены с защитным заземлением проводом, закрепленным на болтах, и с нулевым проводом, расположенным в подводящем кабеле (ГОСТ 12.2.007-83, ГОСТ 12.1.030-81).

Силовой кабель проложен по полу в металлической трубе от СП к машине. На СП кафель подключен к своей индивидуальной группе.

Степень защиты электроаппаратуры соответствует категории помещений цехов и участков, установленной действующими правилами техники безопасности и производственной санитарии.

Конструкция приводного механизма требует периодическую смазку, и выполнена таким образом, что исключается контакт смазанных поверхностей с продуктом.

Движущиеся части приводного механизма, ременные передачи и цепная передача закрыты привинчивающимися кожухами, окрашенными в одинаковый с машиной цвет.

Для предохранения машины от аварии и поломок вследствие перегрузок установлена муфта со срезаемыми штифтами.

Нерабочие поверхности движущихся частей окрашены в красный цвет. Данное производственное помещение по степени опасности поражения людей электрическим током относится ко второму классу, т.е. помещение с повышенной опасностью.

Расчет защитного заземления

Защитное заземление представляет собой систему вертикальных электродов-заземлителей, вкопанных в грунт и соединенных стальными трубами, уголками, полосами и другими металлическими соединителями. Заземление бывает контурным или выносным.

Заземлители располагаются по периметру цеха или площадки, где размещено электрическое оборудование. При пробое изоляции корпус такой установки при защитном заземлении будет находиться под малым относительно земли напряжением, безопасным для жизни человека при прикосновении.

Сопротивление заземляющего устройства представляет собой совокупность сопротивления всех электродов-заземлителей и полосы, соединяющей эти заземлители.

Сопротивление растеканию электрического тока при замыкании на землю одного электрода круглого сечения определяется по формуле:

Кэл = 5∙[ln + 0,5∙ln], Ом



где: р - удельное электрическое сопротивление грунта, в которых помещены электроды-заземлители, Ом∙м

1 - длина электрода, м

d - диаметр электрода, м

t = h + l/2

h - глубина заложения электрода в грунт (расстояние от верхнего конца электрода до поверхности земли), м

Необходимое количество заземляющих электродов определяется по соотношению:



где: Кс - коэффициент сезонности

Vэл - коэффициент использования электродов

Кз - максимально допустимое сопротивление заземляющего устройства. При оценках принимается равным 4 Ом, т.е. это наибольшее допустимое сопротивление заземляющего устройства.

Из условия безопасности организму человека протекающий через тело его ток не должен превышать 0,04 А.

Для соединения вертикально установленных электродов применяется соединительная полоса, длина которой определяется по выражению:

L = (n - 1) ∙а + 0,14, м

Если обозначить ширину полосы символом b, то электрическое сопротивление её определяется выражением:



где: Sп = 

Тогда электрическое сопротивление защитного заземления, состоящего из n электродов и полосы шириной b и длиной L, равно:

, Ом

Результирующее сопротивление Rрез защитного заземления по нормативам не должно превышать 4 Ом.

Таким образом, задача ставится так. При заданных: - грунт, в котором устанавливается защитное заземление; - температура в январе месяце; - тип заземления; - ширина соединительной полосы.

Подобрать такое заземление, т.е. рассчитать диаметр электродов, длину электрода, их количество, глубину закладки в грунт, расстояние между электродами и длину соединительной полосы, которое не превышает заданное максимальное значение 4 Ом. Исходные данные:

Название грунта – Суглинок

Тип заземления - выносное

Ширина соединительной полосы – 0,04 м.

Температура воздуха – t = 18о С

Таблица 6.2 Десять лучших решений по сопротивлению

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| L | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2,5 | 5 | 3 |
| H | 1 | 0,7 | 1 | 1 | 0,7 | 1 | 0,7 | 1 | 0,7 | 1 |
| A | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2,5 | 5 | 3 |
| R | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| N | 10 | 10 | 10 | 16 | 10 | 10 | 16 | 18 | 10 | 15 |
| lb | 45,14 | 45,14 | 45,14 | 45,14 | 45,14 | 45,14 | 45,14 | 42,64 | 45,14 | 42,14 |
| Pc | 81,21 | 79,21 | 100,61 | 82,01 | 98,01 | 120,01 | 79,13 | 78,65 | 117,01 | 95,17 |

Приняты обозначения:

d – диаметр электрода, м

l – длина электрода, м

h – глубина заложения, м

a – расстояние между электродами, м

r – сопротивление заземления, Ом

n – число закладываемых электродов, шт

lb – длина соединительной полосы, м

Рс – затраты на заземление, руб

Мероприятия по гигиене труда и промышленной санитарии.

Воздух рабочей зоны может загрязняться вредными веществами, выделяющимися при производственных процессах, а также содержащимися в сырье, продуктах, отходах производства.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны Сан ПиН 2.5.552-96

Таблица 6.3 Концентрации вредных веществ в рабочей зоне

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | ПДК, мг/м3 | Класс опасности | Агрегатное состояние |
| Оксид углерода | 20 | 3 | газ |
| Диоксид углерода | 0,5%об | - | газ |
| Пыль мучная | 6 | 4 | аэрозоль |
| Пыль сахарная | 10 | 4 | аэрозоль |

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата производственных помещений (ГОСТ 12.1.005 - 88)

Таблица 6.4 Параметры микроклимата

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работ | оптимальные | | | допустимые | | |
| t,C | γ,% | V, м/с | t,C | γ,% | V, м/с |
| Холодный | Легкая 1б | 21-23 | 40-60 | 0,1 | 20-24 | 75 | 0,2 |
| Ср.тяжести 2а | 18-20 | 40-60 | 0,2 | 17-23 | 75 | 0,3 |
| Ср.тяжести 2б | 17-19 | 40-60 | 0,2 | 15-21 | 75 | 0,4 |
| теплый | Легкая 1б | 22-24 | 40-60 | 0,2 | 21-28 | 60 | 0,1 |
| Ср.тяжести 2а | 21-23 | 40-60 | 0,3 | 18-27 | 65 | 0,2 |
| Ср.тяжести 2б | 20-22 | 40-60 | 0,3 | 16-27 | 10 | 0,2 |

Для оздоровления воздушной среды и обеспечения нормируемых параметров микроклимата и концентрации вредных веществ применяется вентиляция. Все теплоизлучающие поверхности на печи закрыты теплоизоляционном материалом. В конструкции печи предусмотрено охлаждение готовых изделий вытяжкой, и дополнительно вытяжная вентиляция установлена в рабочей зоне печи. Поэтому параметры микроклимата для помещения и работы с данной машиной (категория работы по ГОСТ 12.1.005-76-средней тяжести) находятся в пределах допустимых (ГОСТ 1.12.005-88)

Герметичное соединение трубопроводов и стыков газовой печи приводит к отсутствию попадания в помещение продуктов сгорания газа.

Производственное освещение.

Нормы естественного и искусственного освещения производственных помещений (СНиП 23-05-95).

Таблица 6.5 Нормы освещения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Производственное помещение | Точность работы | Разряд и под разряд | Естественное (боковое) ен,% | Искусственное (общее) Ен,лк |
| Производство | высокая | Зв | 2 | 300 |
| Склад, упаковка | средняя | 4а | 1,5 | 150 |

Работа с машиной ее обслуживание относится к З разряду зрительной работы. Освещенность для этого разряда обеспечивается системой общего освещения, состоящей из 80 ламп типа ЛВ-80 по всей площади участка.

Производственный шум и вибрация

При разработке технологических процессов, проектирования, разработке и эксплуатации машин и механизмов, а так же организации рабочих мест принимаются все необходимые меры по снижению воздействия шума. Уровень звукового давления в дБ в октавных полосах со средними геометрическими частотами в предельном спектре ПС- 75 (ГОСТ 12.1.003-83)

Шум - совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на слух человека, мешающих его работе и отдыху.

Вибрация - механические колебания материальных тел.

Источниками шума являются упругие колебания как всей машины в целом, так и отдельных ее частей. Инженерно- технические мероприятия по промышленной санитарии. Конструкция машины и приводной станции выполнена таким образом, что при работе на максимальных оборотах не происходит превышения нормы по вибрации.

Рабочие органы машины функционируют в массе теста, по этому на рабочем месте машины уровни звука, звукового давления не превышает норму.

Таблица 6.5 Уровни звука

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота, Гц | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Уровень звука, дБ | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |

Гигиенические нормы общей вибрации (ГОСТ 12.1.2-92) Среднеквадратические уровни виброскорости (м/с) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц) на постоянных рабочих местах.

Таблица 6.6 Уровни вибрации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота, Гц | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 |
| Виброскорость, м/с | - | 1,3 | 0,45 | 0,22 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Основные способы защиты работающих от воздействия шума, вибрации.

Рациональная планировка предприятий и цехов: проведение организационно технических мероприятий: уменьшение шума в источнике его возникновения: изменение направленности излучения шума: акустическая обработка помещений: уменьшение шума на пути его распространения: применение средств индивидуальной защиты.

Меры по пожарной безопасности.

В соответствии с ОНТП-24-86 помещение участка соответствует классу Д по пожарной безопасности.

Все технологические инструменты и приспособления, используемые для работы непосредственно вблизи печи, изготовлены из металла. Трубопроводы с газом подведены к печи по потолку, что исключает их случайное повреждение. Помещение имеет запасной выход. Общее количество средств пожаротушения:

А) углекислотные пучные огнетушители типа ОУ-2.ОУ-5 в количестве 6 шт.

Б) пенные, химические, воздушно-пенные и жидкостные огнетушители – 6 шт.

В) ящики с песком - 6 шт.

Г) войлок, асбест размер 2\*2,2\* 1?5м - 6 шт.

Промышленная экология

Печь термического уничтожения отходов. Уничтожение полиэтиленовой упаковки.

7. Экономический расчёт

На данном этапе развития экономики в целом и пищевой промышленности в частности, всё большее значение приобретает интенсивный путь развития. Это подразумевает дальнейшее использование скрытых резервов производства. Здесь целесообразна дальнейшая модернизация оборудования, линий и отдельных машин с целью уменьшения энергоёмкости, количества отходов, увеличения производительности с параллельным увеличением качества продукции и расширением ассортимента изделий.

Проектируемая формовочная машина полностью удовлетворяет требованиям по вышеперечисленным направлениям. Она заменяет ручной непроизводительный труд формования тестовых заготовок. При увеличении суммарной мощности линии, машина позволяет увеличить производительность. При необходимости машина может быть перестроена на более высокую производительность без сложных конструктивных изменений. При этом машина за короткое время перестраивается на новый, аналогичный изделиям "Коврижка", тип продукции. При этих достоинствах она проста в эксплуатации.

Применение механического формования вместо ручного позволяет нормализовать весть процесс изготовления изделий "Коврижка". Замещение машиной единственной ручной операции на линии дает возможность стабилизировать процесс и частично автоматизировать, что даёт не только положительный экономический эффект, но и позволяем улучшить продукцию. Потому что машина изготавливает одинаковые по размерам изделия с равным дозированным количеством начинки. Поэтому практически полностью снижаются отходы, брак из-за неравномерной выпечки.

Сравнительно небольшой, порядка 405,44 тыс. руб., экономический эффект объясняется малой заданной производительностью линии П = 1 т/смену, при сроке окупаемости 0,16 г. Но относительные изменения показателей свидетельствуют о целесообразности применения формующей машины и возможности дальнейшего увеличения эффективности при расширении объёма производства всей линии.

Таблица 7.1 Данные для расчёта экономической эффективности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Обозначение | Величина показателя |
| Производительность линии, кг/смену | М | 1000 |
| Выпуск продукции до реконструкции, т/год | А1 | 460 |
| Количество смен работы оборудования, применяемое для расчёта мощности | См | 2 |
| Режим работы предприятия: смены  дни | Сп  d | 2  244 |
| Интенсивный коэффициент использования мощности | Кн | 0,9 |
| Средняя договорная цена 1 т изделий, тыс. руб. | Пп | 18,08 |
| Затраты на реконструкцию, включая проектирование, тыс. руб. | Зр | 69 |
| Число рабочих на линии в смену, человек: до реконструкции  после реконструкции | Р1  Р2 | 4  1 |
| Отчисление на социальное страхование, % | Ос | 35,6 |
| Количество комплектов спецодежды на одного рабочего в год | Ор | 2 |
| Расходы на комплект спецодежды, руб. | Псо | 250 |
| Норма амортизационных отчислений на оборудование, % к среднегодовой стоимости | Ао | 13,8 |
| Мощность электрооборудования, кВт | - | 2,2 |
| Норма расхода на содержание и текущий ремонт, % | Но | 12,4 |
| Уменьшение отходов, % | - | 0,2 |
| Тариф за 1 кВт∙ч, руб. |  | 1,3 |
| Срок мероприятия в течение года | Мр |  |
| Нормативный коэффициент эффективности | Ен | 0,3 |
| Себестоимость 1 т продукции до внедрения, тыс. руб. | С1 | 10,96 |

В расчёте принимаем, что расход электроэнергии на 1 т изделия не изменился.

Экономия по заработной плате, тыс. руб.

(4 – 1)∙2∙4∙12 = 288

Экономия по отчислениям на социальные нужды, тыс. руб.

288∙0,356 = 102,5

Отчисления на охрану труда (%), тыс. руб.

288∙0,05 = 14,4

Экономия на спецодежде высвобожденных рабочих, тыс. руб.

(4 – 1) ∙2∙2∙0,25 = 3

Экономия по возвратным отходам (0,2%), тыс. руб.

160∙0,325 = 52

Итого: 459,9 тыс. руб.

Увеличения затрат:

1. расходы на электроэнергию, тыс. руб.

2,2∙2∙244∙1,3∙0,7∙16 = 15,63

2. амортизация оборудования, тыс. руб.

69∙0,124 = 8,6

3. расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, тыс. руб.

69∙0,138 = 9,52

Итого: 33,8 тыс. руб.

Условно-годовая экономия:

Эг = 459,9 – 33,8 = 423,14 тыс. руб.

Срок окупаемости, лет

Ток = 

Экономическая эффективность капитальных затрат

Эобщ = 

Годовой экономический эффект, тыс. руб.

Эг = Эус – 0,3∙К2

Эг = 426,12 – 0,3∙69 = 405,44

Прирост производительности труда на участке в смену в результате сокращения численности

Вв = 

Вв = 

где: Чср – расчётная среднесписочная численность рабочих на участке, в пересчёте на объём производства после внедрения.

Таблица 7.2 Экономическая эффективность модернизации участка линии производства изделий типа «коврижка»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Величина показателей | | Изменения | |
| До внедрения | После внедрения | Абсолютные | Относительные |
| Выпуск продукции | 460 | 460 | - | - |
| Число работающих, чел/смену | 4 | 1 | -3 | 75 |
| Увеличение мощности электродвигателя, кВт | - | 2,2 | +2,2 | - |
| Затраты на внедрение | - | 69 | +69 | - |
| Условно-годовая экономия, тыс. руб. | - | 426,14 | +426,14 | - |
| Годовой экономический эффект, тыс. руб. | - | 405,44 | +405,44 | - |
| Абсолютная экономическая эффективность | - | 6,2 | - | - |
| Срок окупаемости, лет | - | 0,16 | - | - |

Заключение

Данный проект предлагает новое инженерное решение, предлагающее полную замену ручного труда в процессе формования заготовок из теста с начинкой. В формующей машине применен принцип нагнетания теста шестеренчатыми рабочими органами через формирователь пласта с одновременным введением в пласт начинки. Съемный формирователь обеспечивает возможность изменения формы пласта, т.е. расширение ассортимента. Установленный вариатор позволяет использовать различные сорта теста, аналогичные пряничному. В результате разработки уничтожен ручной труд на участке, что позволит сделать линию в целом более производительной.

Уменьшился до минимума отход сырья. Машина повышает качество изделий. Машина защищена пускозащитной аппаратурой от поражения электротоком и полностью исключает травматизм от механического воздействия на человека. Машина дает широкие возможности для увеличения производительности и автоматизации всей линии.

Применение машины дает несомненный экономический эффект, составляющий 405,44 тыс. рублей в год. Затраты на внедрение формующей машины окупятся за 0,16 года. Резервы производительности позволяют предполагать об увеличении экономического эффекта.

Вышеперечисленные достоинства позволяют судить о возможности применения данного проекта на производстве.

Список информационных источников

1. Анурьев В.И., «Справочник конструктора-машиностроителя». Том 1-3. Москва. «Машиностроение».
2. Гузенков П.Г., «Краткий справочник к расчетам деталей машин». Москва, «Высшая школа», 1968.
3. Дансков В.С., Зуева Р.В. и др., «Организация и планирование на предприятиях пищевой промышленности», Москва, «Пищепромиздат», 1963.
4. Журавлева Е.И. и др., «Технологии кондитерского производства», Москва, «Пищевая промышленность», 1968.
5. Журнал «Пищевая промышленность» № 23-28., 1991.
6. Иванов М.Н., «Детали машин», Москва, «Высшая школа», 1991.
7. Лунин О.Г., Черноиванник А.Я., «Технологическое оборудование кондитерской промышленности», Москва, «Пищевая промышленность», 1975.
8. Лунин ОТ., Черноиванник А.Я., «Оборудование предприятий пищевой промышленности», Москва, «Пищепромиздат», 1963.
9. Лунин О.Г., Велтищев В.Н., «Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудование пищевых производств», Москва, «Агропромиздат», 1990.
10. Мороз В.К., «Курсовое и дипломное проектирование по курсу эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности», Москва, «Легкая и пищевая промышленность», 1984.
11. Маршалкин Г.А., «Технологическое оборудование кондитерских фабрик», Москва, «Пищепром», 1968.
12. Сегеда Д.Г., Дашевский В.И., «Охрана труда в пищевой промышленности», Москва, «Легкая и пищевая промышленность», 1988.
13. Соколов А.Я., «Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств», Москва, «Пищепрбмиздат»