Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

МОГИЛЁВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Кафедра машины и аппараты пищевых производств

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине

«Технологическое оборудование отрасли»

**Тема проекта:**

**«РАЗРАБОТКА АВТОКЛАВА ДЛЯ ВЫТОПКИ СВИНОГО ЖИРА ТИПА К7-ФА2»**

Руководитель проекта Выполнила

заведующий кафедрой студентка группы

к.т.н., доцент ТЖМПЗ-072 П

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.М. Кирик \_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.А. Редькова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2008 г. «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2008 г.

Могилёв 2008

**Содержание расчётно-пояснительной записки**

Введение...................................................................................................................3

1. Состояние вопроса и обзор научно-технической литературы......................6

2. Принцип действия автоклава для вытопки свиного жира типа К7-ФА2..9

3. Правила эксплуатации и требования техники безопасности........................12

4. Расчётная часть..................................................................................................14

4.1 Технологический расчёт.................................................................................14

4.2 Прочностной расчёт........................................................................................18

Список использованных источников...................................................................21

**Введение**

В настоящее время предприятия пищевой промышленности представляют собой сложный технологический комплекс машин, аппаратов, агрегатов, механизированных и автоматизированных поточных линий, на которых производятся значительное количество пищевых продуктов, необходимых для жизнедеятельности человека.

Так, например, животные жиры, рассматриваемые в данном курсовом проекте как используемое сырьё, находят широкое применение в качестве продуктов питания.Как важнейший источник энергии и незаменимый продукт питания. Животный жир, в отличие от нагретых растительных жиров не содержит канцерогенов, а поэтому, гораздо безопаснее для здоровья. Многие виды животных жиров: жиры птиц, свиной жир легко усваиваются организмом и совершенно необходимы людям, испытывающим большие физические нагрузки. Жир, в умеренных количествах, - важная составная часть каждодневного рациона.

Производство пищевых животных жиров является одной из основных отраслей мясной промышленности.

Наибольшее распространение получил тепловой метод извлечения жира — вытопка, которая осуществляется следующими способами:

* мокрый способ — жир-сырец находится в непосредственном контакте с водой или острым паром. В результате такой обработки получают трехфазную систему, включающую жир, бульон и шквару. Сущность извлечения жира из кости мокрым способом состоит в следующем. Сырье контактирует с водой, одновременно воздействуют вибрационные колебания, происходит постоянное перемешивание, в результате жир выделяется из кости и костного остатка;
* сухой способ предусматривает кондуктивный нагрев жира-сырца за счет контакта с греющей поверхностью. Влага, содержащаяся в жире-сырце, испаряется. В этом случае образуется двухфазная система, состоящая из шквары и жира.

Окончательное отделение жира от шквары осуществляется физическими методами: прессованием или центрифугированием.

В зависимости от технического решения технологического оборудования процесс вытопки может проводиться в аппаратах непрерывного и периодического действия.

Вытопку могут проводить при атмосферном давлении, избыточном давлении и под вакуумом.

Независимо от способа вытопки линии для получения жира состоят из приемного бункера, волчка, плавильного котла, дезинтегратора для тонкого измельчения жировой массы, отстойной центрифуги, системы сепараторов (очистительные и осветлительные); охладителей, сборника или накопителя для шквары и жира.

Вытопка жира, при атмосферном давлении — наиболее простой метод, так как вытопка осуществляется в открытых котлах. Нагрев сырья производится кондуктивным способом через стенку котла, снабженную снаружи, паровой рубашкой.

Вытопку жира при избыточном давлении применяют для переработки неизмельченного малоценного жира-сырца и шквары после вытопки в открытых котлах. Для вытопки жира этим способом применяют двустенные автоклавы и вакуум-котлы.

Основной задачей данного курсового проекта является разработка автоклава типа К7-ФА2. Процесс вытопки, в котором состоит из следующих операций:

* подготовки автоклава;
* нагрева (при вытопке жира из шквары заливают воду);
* загрузки сырья;
* герметизации автоклава и его подогрева;
* вытопки жира;
* удаления пара в конденсатор;
* разгерметизации автоклава;
* отсолки и отстаивания жира в котле;
* слива жира в отстойник;
* выгрузки шквары.

Автоклав предназначен для вытопки свиного жира и применяется на мясокомбинатах в цехах пищевых жиров.

Автоклав состоит из следующих основных элементов:

* котел;
* днище;
* паровая рубашка;
* крышка;
* откидные болты;
* прокладка;
* патрубки;
* задвижка;
* опора;
* предохранительный клапан.

Сырьём для вытопки свиного жира в автоклаве К7-ФА2 является свиной жир-сырец, который классифицируется на следующие группы:

* I группа: сальник, околопочечный, брыжеечный, околосердечный; жировая обрезь от зачистки тушь, с катыков, хвостов; щуповой жир; обрезь свежего шпика;
* II группа: с желудков; мездровый; жировая обрезь, получаемая при ручной обрядке шкур в цехе первичной переработки скота; кишечный жир от обезжиривания кишок на пензеловочных машинах или вручную; жировая обрезь из колбасного и консервного цехов; соленый шпик без запаха осаливания.

Способ вытопки существенно влияет на формирование качества готового продукта. Так, при вытопке жира из жира-сырца при атмосферном давлении мокрым и сухим способом и получают жир высшего сорта; при избыточном давлении и под вакуумом — жир 1-го сорта и сборный. Из шквары, полученной при вытопке жиров высшего сорта, жир 1-го сорта; из шквары, полученной при вытопке жиров 1-го сорта, — сборный жир.

1. **Состояние вопроса и обзор научно-технической литературы**

В настоящее время в мясной промышленности и жироперерабатывающей отрасли нашей страны для вытопки жира, наиболее распространение получили следующие технические средства: открытий колет ОПК-1,25, котел КВЖ-300, автоклав К7-ФА2, К7-ФА2-Ж, горизонтальный вакуумный котел КВМ-4,6А, установки РЗ-ФВТ-1, «Титан», «Де Лаваль», «Центрифлоу-Майонор», «Центрибон», «Вестфалия» и другие. Соответственно методы, применяемые при получении жира следующие: конвективно-кондуктивный нагрев; индукционный нагрев; воздействие ультразвуком; прессование; гидролиз и так далее.

В мясопереработке вытопку жира осуществляют в аппаратах периодического и непрерывного действия, при этом применяют два основных режима: мокрый и сухой.

Режимы технологических процес­сов и конструкции аппаратов опреде­ляются механическими свойствами сырья, химическим составом, санитарно-ветеринарными пока­зателями, а также видом конечной продук­ции, по источнику /5/.

Мокрый способ переработки жира заключается в том, что в течении всего термического процесса белки и выделившийся жир жировой ткани находятся в непосредственном соприкосновении с водой или острым паром, применяемыми для нагрева сырья. При этом часть коагулирующих белковых веществ сырья под влиянием влаги и тепла денатурируется, а большая часть, в основном коллаген, сваривается и гидролизуется с образование глютина (бульона). Выделившийся жир также частично эмульгируется и при этом подвергается незначительному расщеплению с образованием свободных жирных кислот. По окончании разварки сырья получается трёхфазная система – жир, шквара и бульон, в результате образования которого наблюдается потеря белка.

Поэтому мокрую вытопку применяют преимущественно для обработки пищевого жира с хорошими органолептическими показателями (вкус и запах), тогда как выход и качество шквары имеют второстепенное значение. В процессе вытопки поддерживается температура 70-90 °С; давление пара 0,15-0,3 МПа.

Температура горячей воды составляет 70-80 °С, по источнику /5/.

Вытопка жира сухим способом, осуществляемая в аппаратах, снабжённых контактной поверхностью (паровой рубашкой), характеризуется тем, что влага, содержащаяся в жире-сырце, после разварки в процессе обезвоживания испаряется в окружающую среду или удаляется под разрежением. При этом белки жировой ткани дегидратируются, становятся хрупкими, разрушаются и содержащийся в сырье жир частично выделяется. После вытопки получается двухфазная система – сухая жирная шквара и жир. Окончательное извлечение жира при этом процессе производится прессованием или центрифугированием. Сухая вытопка в горизонтально-вакуумных котлах используется тогда, когда важно получить большой выход жира и шквары высокого качества, а вкус и запах жира имеют второстепенное значение (например, из шквары и жировой обрези). Кроме того, данный режим не даёт отходов в сточные воды предприятия, что также является большим преимуществом.

Процессы переработки указанного сырья энергоемки, связаны с потреблением большого количества электро­энергии, пара и воды.

При этом в ряде случаев отходящие газы, вторич­ные пары и вода имеют высокий теп­ловой потенциал, который может быть использован в системах рекупе­рации, повышающих рентабельность производства и снижающих нагрузку на окружающую среду.

При перера­ботке конфискатов образуется боль­шое количество газов с неприятным запахом. Поэтому необходимо предус­матривать системы очистки газов от взвесей и дезодорацию, по источнику /3/.

Тепловую обработку жиросодержа­щего сырья применяют для вытопки жира. Для извлечения жира из жиросодержащего сырья при низких температурах используют им­пульсную, гидромеханическую или электроимпульсную обработку.

Вытопку могут проводить при атмосферном давлении, избыточном давлении и под вакуумом.

Независимо от способа вытопки линии для получения жира состоят из приемного бункера, волчка, плавильного котла, дезинтегратора для тонкого измельчения жировой массы, отстойной центрифуги, системы сепараторов (очистительные и осветлительные); охладителей, сборника или накопителя для шквары и жира.

Вытопка жира, при атмосферном давлении — наиболее простой метод, так как вытопка осуществляется в открытых котлах. Нагрев сырья производится кондуктивным способом через стенку котла, снабженную снаружи, паровой рубашкой.

Вытопку жира при избыточном давлении применяют для переработки неизмельченного малоценного жира-сырца и шквары после вытопки в открытых котлах. Для вытопки жира этим способом применяют двустенные автоклавы и вакуум-котлы.

Чтобы извлечь жир из мягкой или твердой жиросодержащей ткани необходимо разрушить белковую струк­туру, содержащую жир, перевести его из внутриклеточной фазы во внекле­точную, свободную фазу и затем уда­лить во внешнюю среду. Наибольшее распространение в промышленности для извлечения жира получила тепловая обработка.

При тепловой обработке применяют конвективный и кондуктивный мето­ды подвода теплоты. Конвективный нагрев происходит при непосредствен­ном контакте сырья с горячей водой или острым паром, так называемый мокрый способ. При кондуктивном ­теплота подводится через стенку от глухого пара, горячей воды или дру­гого теплоносителя - сухой метод.

Качество готовой продукции (жира) зависит от совместного действия двух факторов: макси­мальной температуры и продолжительности ее воздействия.

Наимень­шая продолжительность обработки определяется временем плавления жира и временем выдержки сырья для уничтожения патогенной микрофлоры, по источнику /3/.

При тепловой обработке применяются аппараты периодического действия (открытые котлы, автоклавы и универсальные вакуумные горизонтальные котлы) и аппараты непрерывного действия (шнековые, барабанные, роторные), а также комбинированные, совмещающие тепловую обработку и измельчение.

В периодически действующих аппаратах сырьё обрабатывается в больших объёмах, что имеет ряд недостатков. Так, например, из-за большой продолжительности процессов тепловой обработки (4 - 4,5 часа) ухудшается качество жира и кормовой продукции, по источнику /3/.

Технология переработки жиросодержащего сырья на данных установках включает:

* сбор и транспортирование сырья;
* предварительную его обработ­ку (мойка, измельчение, дефибрина­ция и другое);
* тепловую обработку (коа­гуляция, варка, стерилизация и вы­топка);
* отделение жидкой фазы от об­щей массы;
* очистку жидкой фазы;
* сушку влажного остатка и обработку сухого продукта.

В основном автоклавы состоят из следующих элементов: котел, днище, паровая рубашка, крышка, откидные болты, прокладка, патрубки, задвижка, опора, предохранительный клапан.

Вытопка жира в аппаратах периодического действия распро­странена на мясокомбинатах небольшой мощности, а также в ограниченных размерах применяется и на крупных предприятиях, оснащенных установками непрерывного действия, в кото­рых перетопочные аппараты работают как на принципе сухого, так и мокрого способов вытопки жира. Последние, как правило, не при­способлены для переработки отдельных видов сырья с нали­чием большого количества плотной соединительной ткани: свиная мездра - ручная и машинная, шкурки, шквара и другие. Кроме термофизических способов получе­ния жира из мягкого жира-сырца применяют химический гид­ролизный способ извлечения жира, по источнику /5/.

К автоклавам предъявляются следующие специфические требования:

* толщина стенок варочного сосуда, рубашки и откидные прижимные болты увеличены по условиям прочности;
* сварные швы подвергают специальному контролю;
* на крышке автоклава устанавливают следующую дополнительную арматуру: предохранительный клапан, срабатывающий на давление 300-350 кПа;
* манометр с указанием допустимого уровня давления на шкале прибора;
* пароспускной вентиль, по источнику /6/.

1. **Принцип действия автоклава для вытопки свиного жира типа К7-ФА2**

Схема технологического процесса производства пищевых жи­ров в установках типа К7-ФА2 заключается в следующем.

Все виды неизмельченного сырья загружают в чистом (после промывки в местах получения) и остывшем состоянии в автоклав, где его подвергают вытопке под давле­нием. Вытопленный в автоклаве жир подается насосом, а через контактный эмульсор в напорный бак. В эмульсоре по мере необходимости жир увлажняется и нагревается острым паром до температуры 95 °С.

Напорный бак снабжен поплавковым указателем уровня. Из напорного бака жир поступает в саморазгружающийся (от осадка) сепаратор на очистку (осветление). При неудов­летворительной однократной очистке на сепараторе его направляют через насос (приводится в движение тем же электро­двигателем) в свободный автоклав, а затем на вторичную очистку. Очищенный жир насосом подается в сборник жира, из которого он поступает в тонкослойный трубчатый охлади­тель, а затем на разливочные машины для фасовки в мелкую или крупную тару.

Жир в охладителе охлаждают холодной водой температурой не выше 100°С, циркулирующей в рубашечном простран­стве. Обезжиренная шквара после слива жира передувается под давлением, создаваемым блоутанком в цех технических фабрикатов для выработки сухих кормов. Спуск давления из автоклава осуществляется через конденсатор.

Технологический процесс вытопки жира можно представить схемой изображённой на рисунке 1:

подготовка жира к вытопке

вытопка жира

передача шквары на переработку

отделение вытопленного жира от шквары

очистка жира

слив в ёмкости для бестарного хранения, определения качества

охлаждение и переохлаждение

охлаждение, упаковка в тару

определение качества

определение качества

фасование

взвешивание, маркировка,

передача

на хранение

упаковка, маркировка,

передача

на хранение

Рисунок 1 – Поэтапный процесс вытопки жира

Автоклав К7-ФА2 состоит из котла с откидной крышкой, корзины и конденсатора, вместимостью 0,75 м3 и представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд диаметром 1232 мм с эллиптическим приварным днищем. Автоклав закрывается крышкой, шарнирно прикрепленной к корпусу и проворачивающейся вокруг оси. В пазу приварен­ного к крышке кольца находится резиновая прокладка, обеспе­чивающая необходимую плотность при затяжке откидными болтами. Автоклав снабжен тепловой рубашкой в цилиндрической части сосуда и днищем общим объемом 0,18 мі и поверхностью нагрева 3,5 мІ.

При избыточном давлении 0,4 МПа пар подается через вен­тиль паропровода диаметром 25 мм, вмонтированного в верх­нюю часть рубашки, а конденсат отводится через патрубки в днище рубашки. Сырье (с водой) загружают в автоклав, здесь оно попадает в корзину. Корзина устанавливается в автоклаве на три опоры, приваренные к днищу. Автоклав в свою очередь устанавливают на четыре опоры и крепят с помощью четырёх лап, приваренных к тепловой рубашке. На крышке автоклава и на трубопроводе, подводящем пар в тепловую рубашку, установлены манометры, а также предохранительный клапан и вентиль для спуска газов и конденсации соковых паров, выделяющихся при вытопке сырья под давлением и спуска последнего по окончании процесса (перед открыванием крышки). В конденсатор подводится холодная вода, а для вывода непогашенных газов в нём предусмотрен патрубок.

Вытопленный жир сливают через шарнирную трубу до допустимого уровня. Оставшуюся после вытопки шквару спускают через трубу диаметром 100 мм. Наличие выемной корзины позволяет быстро загружать и выгружать кости с помощью электротельфера.

Механизм открывания крышки автоклав состоит из электродвигателя мощностью 1.1 кВт, редуктора и опоры, которая представляет собой шарнирно укреплённый на корпусе котла винт.

Редуктор представляет собой одноступенчатую цилиндрическую передачу, он крепится шарнирно к плечам крышки.

От электродвигателя, который работает реверсивно, приводятся в движение шестерни редуктора, происходит перемещение самого редуктора по винту и в зависимости от того, в какую сторону вращается вал электродвигателя, происходит открывание или закрывание крышки автоклава.

Для ускорения процесса переработки мягкого жира-сырца и кости и предупреждения подгорания жира массу наряду с глухим паром подогревают острым паром, поступающим в змеевик через патрубок, который имеется в трубе для спуска шквары.

Для удаления газов и паров, образовавшихся в процессе вытопки при закрытой крышке, автоклав соединяют с конденсатором. Благодаря наличию механизма открывания и закрывания крышки продолжительность этой операции составляет 20 секунд.

Шквару свиную I сорта и сборного вываривают острым паром в автоклаве, обезжиренную шквару при содержании не более 5 % жира направляют в цех технических фабрикатов на выработку мясокостной муки.

1. **Правила эксплуатации и требования техники безопасности**

Современный уровень техники жирового производства обес­печивает безопасные условия работы, если обслуживающий персонал соблюдает действующие на рабочих местах тсхно­логические инструкции и правила безопасности.

Необходимым условием работы в жировых цехах является тщательное соблюдение чистоты аппаратов, машин и агрега­тов, правил личной гигиены рабочих и технического персонала и содержание в должном санитарно-гигиеническом состоянии производственного помещения.

Основное условие безопасности - это чистота и порядок у рабочего места. Жир-сырец, особенно расплавленный жир, при попадании на пол делает его поверхность очень скользкой. Поэтому, если жиры случайно попали на пол, их нужно тща­тельно собрать, а пол насухо протереть шваброй или тряп­ками.

Ряд процессов жирового производства (вытопка, отстаива­ние, сушка, обезжиривание и прессование шквары и др.) ведут при повышенной температуре. Во избежание ожогов необхо­димо следить за тем, чтобы нагретые поверхности аппаратов, жиро- и паропроводов имели исправную тепловую изоляцию, у рабочих мест изоляцию сверху покрывают тонкими металли­ческими листами, защищающими изоляцию от повреждений.

Во время ревизии, очистки и ремонта аппаратов и машин, чтобы не было поражения электрическим током, нельзя нару­шать заземление, которое обычно выполняется в виде металли­ческих стержней и полос, соединяющих электрооборудование (электродвигатели, пускатели, кабели и так далее) С заземлителем, а также все металлоконструкции, технологическое, общезавод­ское и другое оборудование.

При появлении посторонних шумов и стуков, не свойственных машине, необходимо остановить ее и устра­нить неполадки, возникшие при работе.

Разборку и съем частей машин во избежание ушибов производят с по­мощью переносных приспособлений - домкратов, талей, лебедок и других.

Обо всех неисправностях в работе машин и аппаратов необходимо ставить в известность технический персонал.

Жировой цех должен иметь журнал учета стеклянных пред­метов (термометры, плафоны, манометры, оконные стекла и другие), и в случае, если какой-либо предмет будет разбит, не­обходимо составить акт и принять меры, исключающие попа­дание посторонних предметов в готовую продукцию.

Автоклав должен быть установлен так, чтобы его можно было удобно обслуживать со всех сторон. Расстояние от стен до автоклава должно быть не менее 0,8 м.

Предохранительный клапан должен быть отрегулирован на разрешенное давление пара в автоклаве. Действие клапана должно регулярно проверяться.

Обслуживающий персонал обязан строго выполнять инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию автоклавов и своевременно проверять исправность действия, арматуры, контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств.

Автоклав должен быть остановлен в следующих случаях:

* если давление в автоклаве поднимается выше разрешенного;
* при неисправности предохранительных клапанов;
* при обнаружении в элементах автоклава, работающих под давлением, трещин, выпучин, пропусков или потении в сварных швах, течи в боковых соединениях, разрыва прокладки;
* при возникновении пожаров;
* при неисправности или неполном количестве крепежных деталей крышек;
* при неисправности предохранительных блокировочных устройств.

1. **Расчётная часть**
2. **Технологический расчёт**

При технологическом расчёте проводят расчёт производительности для периодически действующих аппаратов.

Производительность (кг/с) автоклава для вытопки свиного жира вычисляется по следующей формуле

**, (1)**



где G – масса единовременной загрузки, кг;

– продолжительность цикла обработки, с;



V – геометрический объём аппарата, мі;

- плотность продукта, кг/мі.



Согласно техническим характеристикам, приведённым в «Отраслевом каталоге», по источнику /7/, продолжительность процесса вытопки жира составляет 3-5 часов (в одном часу 3600 с), масса единовременной загрузки сырья составляет 500 кг. Подставим данные в формулу 1 и получим следующие результаты

= = 0,028 кг/с



Следовательно, производительность составила 0,028 кг/с.

Далее определим расход водяного пара, пошедшего на процесс вытопки жира. Для этого определим общий расход теплоты Q в автоклаве К7-ФА2 по статьям расхода, по следующей формуле:

**, (2)**



где - расход тепла на подогрев металлических частей автоклав (стенок,



днища и так далее), кДж;

- расход тепла на подогрев шквары, жира и на плавление жира, кДж;



– расход тепла на потери в окружающую среду, кДж.



Данные параметры определяются по следующим образом:

**, (3)**



где – теплоёмкость металлических частей котла (по источнику /4/, стр. 262



принимается равной 0,48 кДж/(кг•град);



- масса металлических частей автоклава (по паспорту принимается



равной 785 кг);

*-* конечная температура стенок автоклава (согласно источнику /3/, стр.



322 составляет 90 °С);

*-*начальная температура стенок автоклава (по источнику /3/, стр. 322



составляет 20°С).

Подставив числовые значения в формулу 3, получаем следующие результаты:

25,47 кДж



**, (4)**



где - теплоёмкость шквары (которую принимают равной 12



кДж/(кгград) по источнику /4/);



– масса шквары после окончания процесс вытопки по



источнику /3/ принимается равным 20% от общей массы

загружаемого сырья, то есть 500/100\*20=100 кг);

– конечная температура шквары и жира (согласно источнику /3/, стр.



322 составляет 85 °С);

– начальная температура шквары и жира автоклава (по источнику /3/,



стр. 322 составляет 20°С)

– масса жира после вытопки (по источнику /3/ принимается равным



75% от общей массы загружаемого сырья, то есть 500/100\*75=375

кг);

*–* теплоёмкость жира до плавления (согласно источнику /4/,



составляет 1,7 кДж/кг);

*–* скрытая теплота плавления жира (согласно источнику /4/,



составляет 165 кДж/кг);

- теплоёмкость жира после плавления (согласно источнику /4/,



составляет 2,2 кДж/(кг\*град));



*–* температура плавления жира (согласно источнику /4/, составляет 70 °С);



Подставив числовые значения в формулу 4, получаем следующие результаты:

кДж



**), (5)**



где - общий коэффициент теплопередачи, Вт/(мІ•К);



- поверхность теплопередачи, мІ;



–продолжительность теплопередачи (по источнику /7/, составляет 3-5 часов);



- температура пара в рубашке котла (согласно источнику /4/, составляет 80 °С);



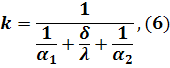
- температура окружающего воздуха (по источнику /3/, стр. 322 составляет 20°С)



Для нахождения значения необходимо определить коэффициент теплопередачи по следующей формуле:



где- коэффициент теплоотдачи от пара к стенке автоклава (согласно источнику /3/, стр. 350, составляет 4400 [Вт/(мІ•К)];



- коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху (согласно источнику



/3/, стр. 350, составляет 700 [Вт/(мІ•К)];

- коэффициент теплопроводности материала стенки (по источнику /3/,



стр. 350, составляет 0,8 [Вт/(м•К)];

- толщина стенки (согласно пункту 4.2 принимается равной 0,02 м).



Подставив числовые значения в формулу 6, получаем следующие результаты:



Так же необходимо определить поверхность теплопередачи F, мІ:

**, (7)**



где d – диаметр автоклава (по источнику /7/, составляет 1000 мм или 1 м);

h – высота автоклава (по источнику /7/, составляет 1030 мм или 1,03 м);

*-* стандартное значение (3,14)



Подставив числовые значения в формулу 7, получаем следующие результаты:



Далее подставим найденные значения в формулу 5 и получим следующие результаты:

) = 32,4 кДж



Определим общий расход теплоты Q в автоклаве К7-ФА2 по формуле 2:



Расход водяного пара D, кг, пошедшего на процесс вытопки жира определим с использованием найденных значений по следующей формуле:



где - общий расход теплоты (241,87 кДж);



- разность удельной энтальпии пара и конденсата (источник /4/, стр.587, рис.15-1).



Следовательно подставив значения в формулу 8 получим следующий результат:



Расход водяного пара, пошедшего на процесс вытопки жира, составил 90 кг.

1. **Прочностной расчёт**

Толщины стенок варочного сосуда и рубашки определяется условиями обеспечения их надёжной эксплуатации, что в свою очередь, связано с прочностью конструкции и устойчивостью к линейным деформациям. Узел варочный сосуд-рубашка воспринимает нагрузку, представляющую воздействие наружного и внутреннего давления.

За счёт перепада давлений стенки цилиндрической части сосуда и рубашки, а также днища различной формы испытывают напряжение.

Выбор толщины стенок (δ, мм) производится не только из условий прочности, но и с учётом коррозии металлических стенок при длительной эксплуатации, а также учитывается возможность вероятностного утоньшения стенок в результате изготовления элементов конструкции и вычисляется по следующей формуле

**δ = δр + с1 + с2 + а, (2)**

где δр - расчётная толщина стенки, обеспечивающая надёжную работу конструкции под нагрузкой без разрушения, мм;

с1 – прибавка к расчётной толщине, учитывающая процессы коррозии при работе конструкции, мм;

с2 – прибавка к расчётной толщине, компенсирующая возможное локальное уменьшение толщины стенок при изготовлении аппарата, мм;

а – изменение толщины стенки, связанное с округлением результата вычислений суммы (δр + с1 + с2) до ближайшего стандартного значения толщины листа, из которого изготавливается конструкция.

Прибавка к расчётной толщине, учитывающая процессы коррозии при работе конструкции рассчитывается по следующей формуле

**с1 = Аτ, (3)**

где А – скорость коррозии металла, мм/год (таблица 12, по источнику /6/.);

τ – срок службы аппарата, лет (принимается 10 лет).

Прибавка к расчётной толщине (с2), компенсирующая возможное локальное уменьшение толщины стенок при изготовлении аппарата принимается равной (5...15) , мм.



Расчётная толщина стенок (δр, мм) цилиндрических устройств из условий прочности определяется исходя из следующего

**δр = ∆Рmax D / 2[σ] φ - ∆Рmax, (4)**

где ∆Рmax – максимальный перепад давлений, который может испытывать

цилиндрическая стенка варочного сосуда (или рубашка), мПа

(для автоклава 0,2...0,25 мПа; для стенки рубашки принимается

на 0,05 мПа больше);

D – внутренний диаметр цилиндра (для варочного сосуда D=D1, а для рубашки D=D2) мм;

[σ] – допускаемое напряжение материала стенки мПа (таблица 13, по источнику /6/.)

φ – коэффициент прочности сварных швов (таблица 14, по источнику /6/.)

Проведём расчёт толщины стенок варочного сосуда

δр = 0,25∙1000 / 2[135] 1,0 – 0,25=0,9268 мм;

с1 = 0,08∙10= 0,8 мм;

δ = 0,9268 + 0,8 + 0,15 + 0,1232=2 мм.

Следовательно, толщина стенок варочного сосуда составила 2 мм.

Проведём расчёт стенок рубашки

δр = 0,3∙1100 / 2[135] 1,0 – 0,3=1,2236 мм;

с1 = 0,08∙10= 0,8 мм;

δ = 1,2236 + 0,8 + 0,15 =2, 1736 мм.

Как видно из расчётов толщина стенок рубашки так же составит 2 мм

Спецификация:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Формат* | | Зона | *Поз.* | | Обозначение | | | | Наименование | | *Кол.* | | | Прим. | | |
|  | |  |  | |  | | | | *Покупные изделия* | |  | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | |  | |  | | |  | | |
|  | |  | *1* | | *К7- ФА2.00.006* | | | | *Конденсатор* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *2* | | *К7 -ФА2.00.007* | | | | *Манометр* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *3* | | *К7- ФА2.00.009* | | | | *Труба для спуска жира* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *4* | | *К7 -ФА2.00.010* | | | | *Труба для спуска шквары* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *5* | | *К7- ФА2.00.011* | | | | *Труба для отвода* | |  | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | | *конденсата* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *6* | | *К7- ФА2.00.015* | | | | *Вентиль паропровода* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *7* | | *К7- ФА2.00.016* | | | | *Предохранительный* | |  | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | | *клапан* | | *2* | | |  | | |
|  | |  | *8* | | *К7 -ФА2.00.017* | | | | *Груз противовеса* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *9* | | *К7 -ФА2.00.018* | | | | *Вентиль* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *10* | | *К7 -ФА2.00.019* | | | | *Откидные болты* | | *1* | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | | *Вновь разрабатываемые* | |  | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | | *изделия* | |  | | |  | | |
|  | |  |  | |  | | | |  | |  | | |  | | |
|  | |  | *11* | | *К7- ФА2.00.001* | | | | *Авоклав* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *12* | | *К7 -ФА2.00.002* | | | | *Крышка автоклава* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *13* | | *К7 -ФА2.00.003* | | | | *Выемная корзина* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *14* | | *К7 -ФА2.00.004* | | | | *Паровая рубашка* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *15* | | *К7 -ФА2.00.005* | | | | *Трубопровод* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *16* | | *К7 -ФА2.00.008* | | | | *Корпус котла* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *17* | | *К7 -ФА2.00.012* | | | | *Днище корпуса котла* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *18* | | *К7 -ФА2.00.013* | | | | *Днище паровой рубашки* | | *1* | | |  | | |
|  | |  | *19* | | *К7 -ФА2.00.014* | | | | *Опорные лапы* | | *4* | | |  | | |
|  |  | | |  | |  |  | К7-ФА2.00.000 | | | | | | | | |
|  |  | | |  | |  |  |
| *Изм* | *Лист* | | | *N докум.* | | *Подп.* | *Дата* |
| *Разраб.* | | | | *Редькова* | |  |  | ***Автоклав***  ***чертеж общего вида*** | | *Лит.* | *Лист* | | | | Листов | |
| *Пров.* | | | | *Кирик* | |  |  |  |  |  | *1* | | | *1* |
|  | | | |  | |  |  | МГУП ТЖМПЗ-072П | | | | | | |
| *Н. Контр.* | | | |  | |  |  |
| *Утве..* | | | |  | |  |  |

**Список использованных источников**

1. Горбатов, В. М. Оборудование и аппараты для переработки продуктов убоя скота. Справочник / В. М. Горбатов [и др.] – М.: Пищевая пром-сть, 1975. – 487 с.
2. Груданов, В. Я Машины и аппараты пищевых производств (дипломное и курсовое проектирование): Учеб. пособие / В. Я. Груданов, И. М. Кирик, Л. Т. Ткачева, М. П. Руденок; Под ред. В. Я. Груданова. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2003. – 224 с.
3. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть I. Оборудование для убоя и первичной обработки / В. И. Ивашов. – М.: Колос, 2001. – 552 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
4. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М.: «Химия», 1973. -750 с.
5. Либерман, С. Г. Производство пищевых животных жиров на мясокомбинатах / С. Г. Либерман. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 256 с.
6. Липатов, Н. Н. Тепловое оборудование предприятий общественного питания / Н. Н. Липатов, М. И. Ботов, Ю. Р. Муратов. – М.: Коло, 1994. – 431 с.: ил. (Учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
7. Оборудование технологическое для мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Часть II. Оборудование для переработки продуктов убоя [Отраслевой каталог] – 689 с.
8. Фалеев, Г. А. Оборудование предприятий мясной промышленности / Г. А. Фалеев. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 484 с.