

Установка для переработки жиросодержащего сырья с СВЧ-энергоподводом

И.Г.Ершова, к.т.н., М.Г.Сорокина, аспирантка, М.В.Белова, к.т.н., Г.В.Новикова, д.т.н., профессор, Чувашская ГСХА

Процессы переработки жиросодержащего сырья связаны с потреблением большого количества электроэнергии, пара и воды. При переработке такого сырья образуется большое количество газов с неприятным запахом. Поэтому разработка технологии и технического устройства для переработки жиросодержащего сырья при сниженных энергетических затратах с использованием энергии электромагнитных излучений актуальна, так как костный жир широко используется в пищевой промышленности, а костные отходы — в сельском хозяйстве.

Материал и методика исследований. В теоретических исследованиях применены основы теории тепло- и массопереноса, основы теории электромагнитного поля, теории процесса прессования и формования материалов. Экспериментальные исследования проводились в соответствии с действующими ГОСТами, ОСТАми и разработанными частными методиками, а также с использованием теории планирования многофакторного эксперимента.

Костный жир получают из чистых свежих костей убойных свиней и крупного рогатого скота.

Целью настоящей работы является повышение эффективности функционирования оборудования для обработки жиросодержащего сырья путём сочетания технологических процессов его измельчения и термообработки воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты с последующим формованием костного остатка.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие научные задачи:

1. Разработать методику воздействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на жиросодержащее сырьё в шнековой камере — объёмном резонаторе.

2. Разработать и изготовить установку для термообработки жиросодержащего сырья средней мощности.

3. Оценить технико-экономическую эффективность применения установки для производства костного жира и костного остатка с помощью воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Объект исследования — технологический процесс измельчения костного сырья за счёт вальцовой дробилки и формования костного остатка, вытопки костного жира при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в камере нагнетательного шнека.

Предмет исследования — выявление закономерностей процесса термообработки измельчённого

жиросодержащего сырья при воздействии ЭМП СВЧ в объёмном резонаторе — шнековой камере.

Результаты исследования. Традиционная операционно-технологическая схема переработки жиросодержащего сырья предусматривает:

1. Измельчение твёрдого хрупкого сырья (мясо-костное сырьё, шквара) резанием или дроблением;

2. Тепловая обработка. При тепловой обработке применяют конвективный и кондуктивный методы подвода теплоты. Качество готовой продукции зависит от температуры и продолжительности её воздействия [1]. Наименьшая продолжительность обработки определяется временем плавления жира и временем выдержки сырья для уничтожения патогенной микрофлоры при данной температуре процесса. При тепловой обработке применяют котлы, автоклавы и аппараты непрерывного действия (шнековые, барабанные, роторные), а также комбинированные, совмещающие тепловую обработку и измельчение [2]. Они имеют ряд недостатков. Из-за большой продолжительности процессов тепловой обработки (4 ч.) ухудшается качество жира. Кроме того, при хранении продукта при комнатной температуре происходит быстрый рост бактериальной обсеменённости и другие виды порчи, что неблагоприятно сказывается на качестве продукта.

Для выделения жира вначале необходимо разрушить клеточную структуру, перевести жир в свободное состояние, затем жир должен диффундировать к поверхности кости. Размер кусков измельчённой кости должен составлять 20–40 мм. Интенсификация внешнего переноса жира происходит при динамических воздействиях (вибрационных, гидромеханических, электроимпульсных). Различают гидромеханические и электроимпульсные способы извлечения жира из кости. Последний способ реализуется в аппарате, работающем при высоком напряжении (30–60 кВ), и расход электроэнергии на переработку достаточно высокий [3].

Гидромеханический способ извлечения жира из кости основан на динамическом, ударно-импульсном разрушении жировых клеток и удалении жира. Импульсы возникают при движении молотков, вращающихся в цилиндрическом корпусе. Процесс проводят в воде при температуре 25°C. Измельчённый жир поступает в шнековый плавильный аппарат с высоким энергопотреблением [4].

Нами разрабатывается установка для термообработки жиросодержащего сырья с СВЧ-энергоподводом.

Установка для термообработки жиросодержащего сырья состоит из четырёх основных модулей:

I модуль обеспечивает измельчение жиросодержащего сырья за счёт вальцевой дробилки; II модуль – термообработку сырья в резонаторной камере за счёт источника СВЧ-энергии; III модуль – фильтрацию вытопленного жира и формование костных отходов за счёт нагнетательного шнека и матрицы; IV модуль образует электродвигатели и редукторы (рис.).

Внутри приёмного резервуара 1 расположен измельчающий механизм 2, представленный из наборов звёздочек 3 в виде трёхвальцевой дробилки. Вальцы приводятся в движение через передаточный механизм 4 от электродвигателя. При включении электродвигателя за счёт передаточного механизма 4 вальцы вращаются с определённой скоростью. Причём звёздочки 3 одного вальца входят в сцепление другого.

Дно резервуара имеет отверстие, куда пристыкован направляющий лоток 5. Источник СВЧ-энергии в виде генераторного блока 6 с излучателем установлен на верхнем основании резонаторной камеры 7, имеющей корытообразную форму, с торцевой стороны которой предусмотрено смотровое окно. Внутри резонаторной камеры расположен перемешивающий механизм 8, выполненный из диэлектрического материала. Его вал выполнен

из фторопласта. Для прохождения сырья в шнековую камеру предусмотрено окно 9, под которым установлен нагнетательный шнек 10. Камера нагнетательного шнека соединена с матрицей 11. Под нагнетательным шнеком 10 имеется фильтр 12 и приёмная ёмкость для вытопленного костного жира 13. Привод нагнетательного шнека 10 и перемешивающего механизма 8 осуществляется от электродвигателя 14 через редуктор 15 и передаточные механизмы. Основные узлы установки смонтированы внутри экранирующего корпуса 16.

Все части установки, имеющие непосредственный контакт с жиросодержащим сырьём, изготовлены из нержавеющей стали, разрешённой к применению. Технические параметры установки представлены в таблице.

Процесс измельчения и термообработки жиросодержащего сырья происходит следующим образом. Загружаем жиросодержащее сырьё в приёмный резервуар. Включаем электродвигатель с передаточными механизмами привода валов (измельчающий механизм) с набором звёздочек. При попадании сырья между вальцами происходит измельчение сырья и перемещение через лоток в резонаторную камеру. Включение СВЧ-генератора обеспечивает эндогенный нагрев измельчённого

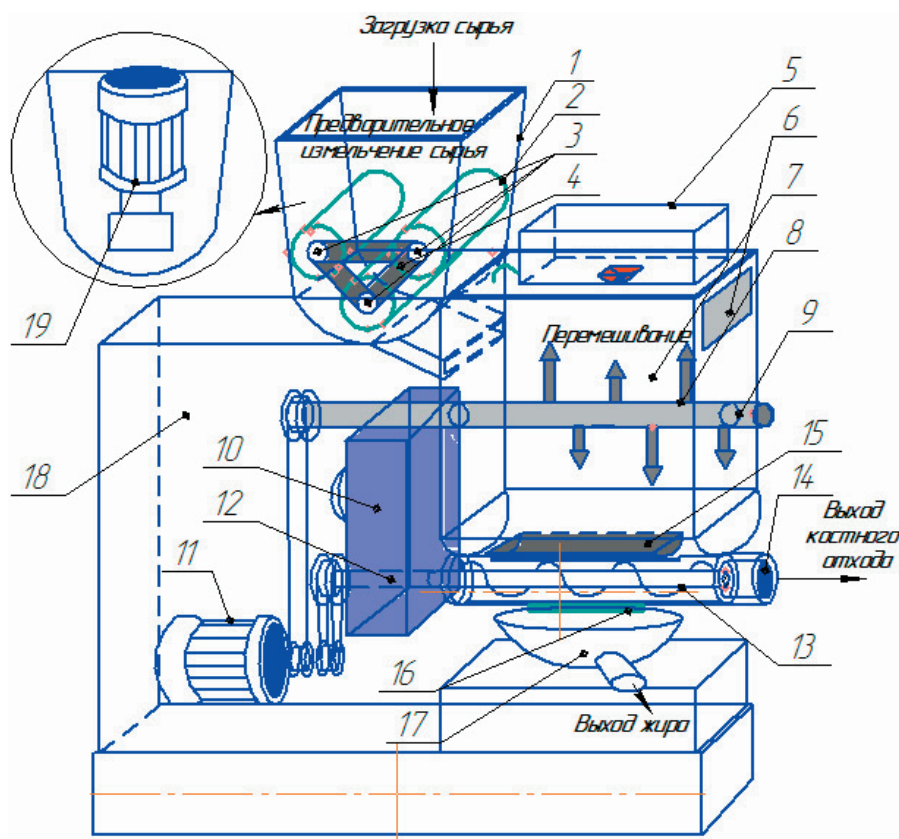


Рис. – Установка для термообработки жиросодержащего сырья:

1 – загрузочный резервуар с лотком; 2 – измельчающий механизм; 3 – набор звёздочек; 4 – передаточный механизм с электродвигателем; 5 – лоток; 6 – СВЧ-генератор; 7 – объёмный резонатор (резонаторная камера) со смотровым окном; 8 – диэлектрический перемешивающий механизм; 9 – окно для прохождения сырья в шнековую камеру; 10 – нагнетательный шнек; 11 – матрица с формирующей решёткой; 12 – фильтр; 13 – приёмная ёмкость для вытопленного костного жира; 14 – электродвигатель нагнетательного шнека и перемешивающего механизма; 15 – редуктор; 16 – экранирующий корпус

сырья. При этом для равномерного нагрева сырья по всему объёму предварительно включается перемешивающий механизм и нагнетательный шнек с помощью электродвигателя. Частота вращения валов регулируется с помощью ременных передач и редуктора. Нагретое сырьё попадает в нагнетательный шнек через окно его корпуса. С помощью последнего через матрицу выдавливаются костные отходы, а вытопленный жир стекает через фильтр в приёмную ёмкость, откуда с помощью насоса перекачивается в специальный накопитель. Вся установка находится в экранирующем корпусе.

Установка работает в непрерывном режиме, обеспечивая параллельное измельчение жиросодержащего сырья, его нагревание, вытопку жира, нагнетание и формование костного отхода. Винты нагнетательного шнека и матрица позволяют дополнительно измельчать костный отход в виде костной муки с регулируемым размером крупниц.

Техническая характеристика установки

Показатель	Значения
Производительность, кг/ч	30–35
Мощность, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	1360×1090×680

Вывод. Конструктивные особенности разработанной установки позволяют осуществлять про-

цессы измельчения жиросодержащего сырья и вытопки жира за счёт эндогенного нагрева, разделение на 2 фракции, такие, как костная мука и вытопленный жир. Высокая надёжность, простота монтажа, эксплуатации и обслуживания, низкие удельные затраты электроэнергии обеспечивают высокую эффективность применения установки в целях переработки жиросодержащего сырья. Качество готовой продукции зависит от совместного действия двух факторов: температуры эндогенного нагрева и дозы воздействия ЭМП СВЧ [5].

Литература

1. Новикова Г.В., Белова М.В., Понамарев А.Н. Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряжённости электрического поля // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2011. № 2(70). С. 119–122.
2. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. М.: Колос, 2001. 552 с.
3. Новикова Г.В., Белова М.В., Александрова Г.А. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2013. № 2(78). С. 12–15.
4. Новикова Г.В., Ершова И.Г., Уездный Н.Т. и др. Экономическая эффективность применения СВЧ-установки для выпечки хлебобулочных изделий // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2013. № 2(78). С. 167–170.
5. Новикова Г.В., Ершова И.Г., Уездный Н.Т. Технология выпечки хлебобулочных изделий диэлектрическим нагревом // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2013. № 2(78). С. 163–166.