

6. Сандуляк А.В. Определение магнитных форм соединений железа в водах электростанций./ Сандуляк А.В., Лазаренко Л.Н., Гаращенко В.И. и др.// – Изв. вузов. Энергетика, 1979, №9, с.46-50.
7. Сандуляк А.В. Очистка жидкостей в магнитном поле./ Сандуляк А.В.// Львов. „Вища школа”. 1984. - 166с.

УДК 663.938-027.332

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ И СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТВОРИМОГО КОФЕ

Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Светличный П.И., Макневская Т.Л.
Одесская национальная академия пищевых технологий

В работе проведен анализ энергетических потерь и экологических проблем в технологиях пищевого концентратного производства. Рассматривается система комплексной утилизации теплоты и пыли готового продукта на основе термосифонного аппарата. Обсуждаются пути переработки кофейного шлама.

The analysis of energy loss and ecological problems in food concentrate production technologies has been given. The system of complex heat and final product dust utilization based on thermosiphon apparatus is considered. Ways of coffee sludge reprocessing are discussed.

Ключевые слова. Энергетика пищевых концентратов, утилизация теплоты, кофейный шлам.

Введение. Производство сухих пищевых концентратов является энергоемкой отраслью в АПК [1]. Задача сохранения продукта длительное время требует энергетически затратных операций обезвоживания. Самостоятельной и важной проблемой является совершенствование технологий производства растворимого кофе. Кроме серьезных энергетических проблем, открыты вопросы по утилизации многотоннажных отходов производства – кофейного шлама.

Комплексное решение проблем экологии и энергоэффективности при производстве растворимого кофе. Энергоемким оборудованием отрасли являются: варочные аппараты, выпарные установки, распылительные, барабанные и конвейерные сушилки, нагреватели и охладители, пастеризаторы и стерилизаторы, экстракторы, воздушные компрессоры.

Оборудование технологий получения пищевых концентратов широко использует электрическую энергию. Для электрических систем применимы все общие принципы экономии электроэнергии: использование частотных преобразователей для управления производительностью насосов, вентиляторов, компрессоров, центрифуг, и др. машин; согласование мощностей привода и машины;

установка эффективных систем освещения; оптимизация режимов работы систем для кондиционирования воздуха.

Основным энергоносителем в балансе пищевого концентратного предприятия является топливо и водяной пар. Типичные приемы снижения расхода топлива и пара направлены на ликвидацию потерь в окружающую среду от элементов оборудования, с отработавшим теплоносителем. Резервы снижения расхода топлива реализуются при ликвидации прямых потерь пара, конденсата, воды, топлива и др. ресурсов; при установке тепломассоутилизаторов и усилении тепловой изоляции трубопроводов, арматуры, наружных поверхностей оборудования.

Оптимизация конструктивных и режимных параметров тепломассоутилизатора и выбор тепловой изоляции проводятся на основе энергетических обследований конкретной технологической линии. Так, в линии производства растворимого кофе тепломассоутилизатор снижает расход топлива на 17...18 %, и улавливает до 99 % кофейной пыли из аэрозольных выбросов сушилки [2]. Срок его окупаемости: до 9 месяцев. Использование автономных термосифонов облегчает задачу оптимизации конструктивных параметров, позволяет установить экономичный утилизатор, максимально соответствующий нагрузке [3].

Энергетические проблемы процесса экстрагирования. Экстрагирование является ключевым процессом при производстве растворимого кофе. Это трудоемкий, энергозатратный процесс, который требует сложного оборудования.

Условия работы экстракторов в линии производства растворимого кофе:

- *высокие температуры в аппарате, достигающие 175 °С;
- *повышенные давления в аппарате, достигающие 1,6 МПа;
- *низкая эффективность тепломассопереноса в аппаратах, вызванная отсутствием интенсифицирующих процессов;
- *периодичность процессов.

Указанные условия определяют специфику конструкций экстракторов в линии производства растворимого кофе: повышенные требования к прочности аппарата; высокие значения температур корпуса аппарата; необходимость установки батарей экстракторов.

Особенности конструктивного исполнения и режимов работы аппаратов, ступенчатость и цикличность определяют энергетику технологии экстрагирования в линии производства растворимого кофе: повышенные потери теплоты от корпуса аппарата; высокие затраты энергии в связи с высоким уровнем температур в аппаратах; потери энергии в связи с периодичностью процессов, с цикличностью процессов «загрузка – разогрев - выгрузка».

Анализ работы и конструкций экстракторов показывает, что фирма изготовитель считала приоритетной задачей обеспечение максимальной степени извлечения растворимых веществ из зерен кофе. Решается этот вопрос путем повышения уровня температур. Но, в качестве экстрагента используется вода и повышение температуры воды выше 100 °С требует повышения ее давления (для предотвращения вскипания раствора). Высокие (до 1,6 МПа) давления в аппарате выдвигают повышенные требования к безопасному исполнению экстрактора. Условия безопасной эксплуатации аппарата исключают традиционные методы интенсификации процессов переноса (перемешивание, организация движения, протока и т.п.). Все это приводит к перерасходу энергии на осуществление процесса экстрагирования.

Современные технологии экстрагирования из зерен кофе характеризуются противоречиями. С одной стороны, стоит задача максимального извлечения ценных компонентов из зерен. Эффективным приемом решения такой задачи является повышение температуры процесса, т.е. повышение давления в аппарате и ступенчатым экстрагированием. Проблема разделения экстракта и шлама решается простым гравитационным стеканием раствора и механическим удалением шлама. С другой стороны, повышаются требования по гарантии безопасной эксплуатации. Вопросы разделения шлама и экстракта, уровень давлений в аппарате затрудняют применение проточных схем, каких-либо методов интенсификации, даже простых перемешивающих устройств. В результате – современная технология экстрагирования из зерен кофе характеризуется громоздкостью, трудоемкостью, энергоемкостью.

Резервы у традиционных подходов при экстрагировании из зерен кофе практически исчерпаны. Следует искать новые, энергоэффективные методы, которые могли бы сохранить, либо превзойти существующую степень извлечения ценных компонентов из зерен, но на реализацию этого переноса затрачивалось бы меньшее количество энергии.

Экологические проблемы производства растворимого кофе. Функционирование предприятия по производству растворимого кофе оказывает серьезную нагрузку на окружающую среду. Загрязнителями атмосферы являются составляющие потока отработавшего теплоносителя: влага и пыль кофе, а также, теплота. Источниками загрязнений литосферы является кофейный шлам. На 1кг готового продукта образуется 6...8кг кофейного шлама. Техника выгрузки предполагает получение на выходе жидкой и твердой частей шлама.

Системы экологической защиты должны быть направлены на улавливание из аэрозольных выбросов распылительной сушилки теплоты, влаги и пыли пищевого продукта.

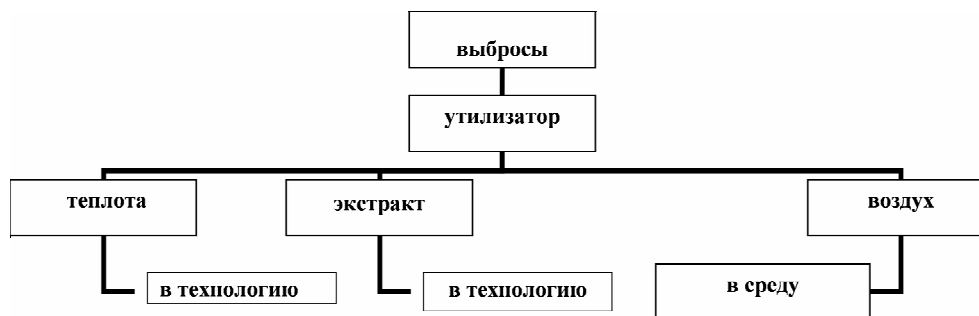


Рис. 1 – Схема утилизации аэрозольных выбросов.

Тепломассоутилизатор разделяет аэрозольный поток на чистый воздух, который возвращается в окружающую среду, и раствор кофе, который используется в технологии, смешивается с первичным экс-

трактом. В процессе разделения утилизируется теплота, которая идет на предварительный нагрев воздуха перед калорифером.

Самостоятельной задачей является утилизация кофейного шлама. Известно, что этот шлам содержит до 8 % масла кофе, ценные белки. Масло кофе, аналог распространенного масла какао, представляет интерес для парфюмерной, фармацевтической, кондитерской и хлебопекарной промышленности.

Предлагается схема последовательного извлечения ценных компонентов из кофейного шлама.

На первом этапе извлекается масло кофе. Получается обезжиренный шлам. На втором этапе методом баротермической обработки активируется белок, который используется как связывающий материал для получения кирпичей и других строительных материалов (рис. 2).

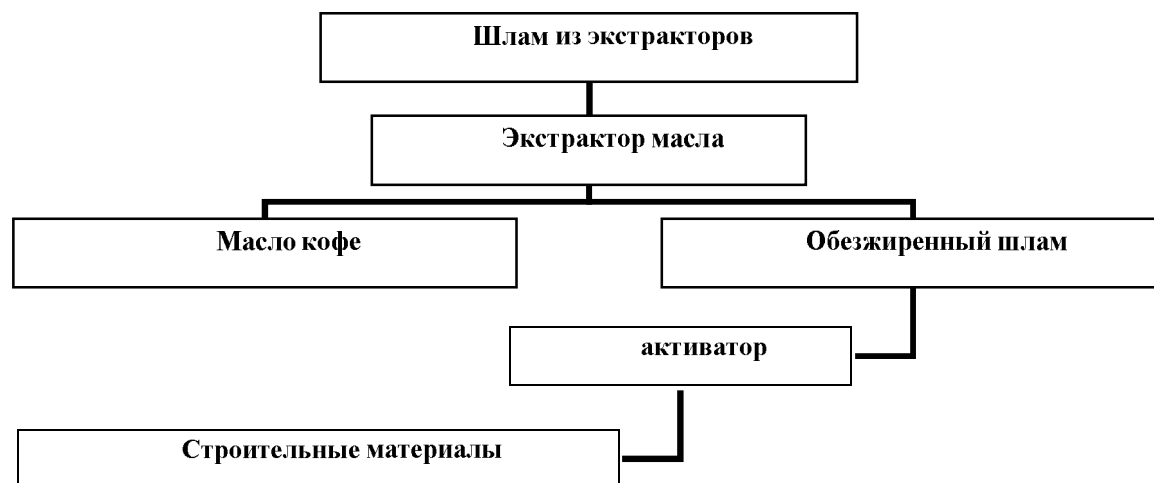


Рис. 2 – Схема утилизации кофейного шлама

Таким образом, комплексно решается проблема эффективного использования ресурсов в технологии кофепродуктов.

При утилизации шлама экстрагированием выделяется масло кофе. Активация обезжиренного шлама позволяет получить связующий компонент и изготовлять на основе только шлама строительные материалы, кирпичи.

Повышение эффективности экстрагирования. Кофейный шлам является серьезным резервом увеличения эффективности использования сырьевых ресурсов и при производстве основного продукта. Во первых, жидкая часть шлама содержит экстракт, который имеет полноценный химический состав. Этот экстракт характеризуется низкой концентрацией, но по качеству он не уступает основному экстракту. В твердой части шлама также содержится комплекс ценных компонентов, которые из-за сложной капиллярнопористой структуры зерен не извлекаются. Общие потери ценных водорастворимых компонентов составляют 15...20 %. Следует искать пути использования этих резервов.

Использование комбинированных процессов при экстрагировании открывает новые возможности для создания экономичного экстрактора [4], максимально соответствующего требованиям ресурсосбережения. Механизм комбинированного массопереноса экстрактивных веществ из волокнистой структуры зерен кофе в раствор поясняется в [4, 5]. Использование электромагнитного подвода энергии микроволнового диапазона дает возможность извлекать экстрактивные вещества из пор микро- и наномасштабных размеров.

Конструктивно такой экстрактор выполняется в виде шахты, внутри которой подъемный механизм перемещает лотки с молотыми зернами кофе или шлагом. Сверху стекает экстрагент, а на боковых стенках шахты смонтированы генераторы электромагнитной энергии. В микроволновом поле проходит обработка сырья, мощный бародиффузионный механизм позволяет извлекать сухие вещества из сырья. Причем, достигается даже разрыв оболочек глухих пор, что делает доступным содержимое этих пор. В такой конструкции важно достичь четкого согласования мощности электромагнитного излучения, расхода экстрагента и сырья. Факторами, которые также оказывают влияние на кинетику процесса экстрагирования, являются толщина слоя сырья, размер частиц и температура продукта.

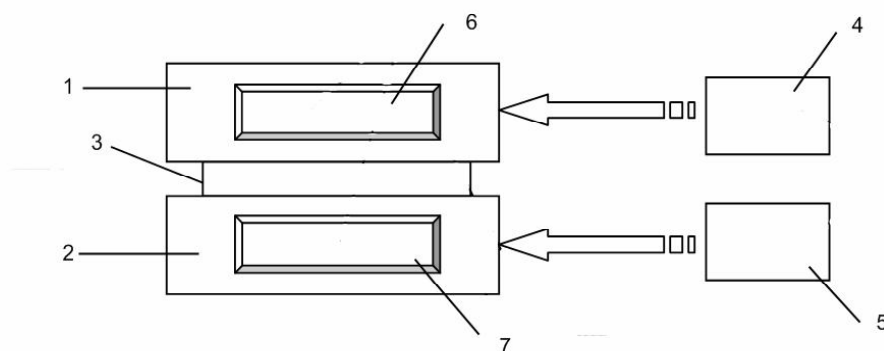


Рис. 3 – Схема экспериментальной установки

Проведены исследования модуля экстрактора, который состоял из двух рабочих камер (1 и 2), шлюза (3) между камерами, генераторами излучения (4, 5) и нагрузками камер (рис.3). В качестве нагрузки использовались емкости (6, 7) с водой. Шлюз (3) оборудован экраном (8) для предотвращения поступления энергии из камеры (2) в (1). Предполагается, что при расположении нагрузок на дне камеры, в камеру (1) должно поступать большее количество энергии, чем в камеру (2). Уточнение этого положения проверено экспериментально. В опыте №1 в камерах (1) и (2) размещались емкости с одинаковым количеством воды. Экран (8) отсутствовал. Измерялась температура воды, включались одновременно генераторы на одинаковое время работы. После окончания работы измерялись температуры в емкостях, и рассчитывалась по уравнению теплового баланса потребляемая мощность. Видно, что нагрузка в верхней камере оказалась большей (рис.4). Опыт №2 проводился с экраном (8). В этом случае, нагрузка в камерах оказалась одинаковой (рис.4). Суммарная нагрузка камер составляла 1022 Вт.

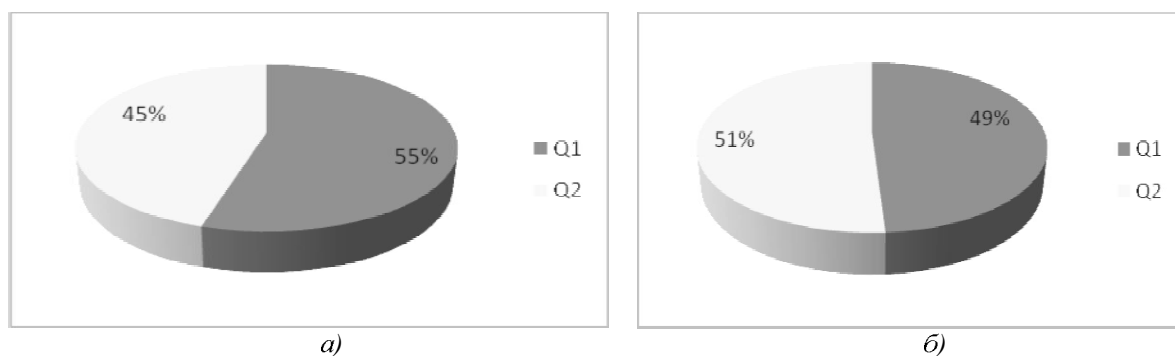
а) – опыты с экраном, б) – опыты без экрана; Q_1 , Q_2 – нагрузки, соответственно, 1-й и 2-й камер

Рис. 4 – Диаграмма распределения потоков энергии

Проведенные исследования методом калориметрирования камер позволили установить характер распределения потоков энергии в модуле микроволнового экстрактора.

Литература

1. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
2. Burdo O.G., Terzsiev S.G., Peretyaka S.N. Energy-saving Food Technologies on Heat Pipe Exchanger Basis /Proc. 9-th Int. Heat Pipes. Conf.– Albuquerque (New Mexico, USA).– 1995.– P.7–14.
3. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок – Одесса: Полиграф, 2010 – 368с.
4. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе - вода». Одесса, 2007. – 176 с.
5. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях/Инженерно-физический журнал. Т.78,-№1.-2005.-С.88-93.