

7. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. пособие/ Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук. Думка, 1991.-360 с.
8. Бабіченко А.К., Тошинський В.І., Михайлов В.С., Подустов М.О., Пугановський О.В. Промислові засоби автоматизації. Ч.1. Вимірвальні пристрої / За заг. ред. А.К. Бабіченка: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2001 р. – 470 с.

УДК 663.938 – 027.322:620.91

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ КОФЕЙНОГО ШЛАМА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ

Перетяка С.Н. канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

В статье рассмотрены процессы обезвоживания (отстаивание, центрифугирование, сушка) кофейного шлама для производства пеллет. Представлены результаты исследований по снижению влажности с помощью гравитационных, центробежных сил и тепловой энергии. Изучена кинетика сушки кофейного шлама.

The article examines the processes of dehydration (settling, centrifugation, drying) coffee sludge for the production of pellets. The results of the trials to reduce moisture by gravity, centrifugal force and heat. The kinetics of drying the coffee sludge.

Ключевые слова: биотопливо, кофейный шлам, отстаивание, центрифугирование, сушка.

Сегодня в мире продолжают развиваться явления, нарушающие цивилизованное течение жизни: исчерпываются традиционные источники энергии, растет стоимость их добычи, интенсивно загрязняется окружающая среда, разрушается биосфера, образовывается чрезмерное количество органических отходов промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения. Ликвидация всех этих проблем должна осуществляться ускоренными темпами, иначе человечество неминуемо ожидает судьба вымерших динозавров. Биоэнергетика – это выбор, имеющий глобальную перспективу для дальнейшего устойчивого развития цивилизации.

Биоэнергетика неразрывно связана с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Все живое население биосферы, кроме человека, на протяжении своего эволюционного развития приспособились к существованию за счет возобновляемых энергетических ресурсов. Эта стратегия использования энергии в условия Земли является единственно возможным направлением устойчивого развития и стабильного существования.

В предыдущих исследованиях было обосновано, что для условий Украины наиболее перспективным направлением производства биотоплива являются древесные пеллеты. А также агропеллеты, изготовленные из лузги риса, стеблей кукурузы, соломы пшеницы, биомассы подсолнечника, бытовых отходов, торфа, лузги гречки, лузги подсолнечника, лигнина гидролизного. Помимо перечисленного, можно добавить отходы пищевых производств, в частности кофейный шлам [1-3]. Пеллеты и агропеллеты обладают следующими неоспоримыми достоинствами:

- незначительные капитальные затраты;
- быстрая прибыль за счет сбережения традиционных энергоносителей;
- возможность использования пепла в виде удобрений;
- уменьшаются расходы на транспортировку и утилизацию отходов;
- не оказывается вредное воздействие на окружающую среду.

Разработанная в 1947 году и успешно дожившая до наших дней технология изготовления улучшенных видов топлива – брикетов и пеллет из растительного сырья, основана на его предварительной сушке, измельчении и последующем гранулировании. При этом затраты энергии на процесс сушки будут определять себестоимость пеллет. Сырые опилки, обычно, обладают влажностью 40-50%. Если они при этом намокли при хранении, то их влажность может быть и 70%. Легко рассчитать количество влаги, которое необходимо испарить, чтобы получить 1 тонну сухих (10%) опилок при различной начальной влажности сырья (табл. 1).

Таблица 1 – Количество испаряемой влаги в зависимости от влажности сырья

Влажность сырья, %	30	40	50	60	70
Количество исходного влажного сырья, кг	1286	1500	1800	2250	3000
Количество испаренной влаги, кг	286	500	800	1250	2000

Из таблицы видно, что в первом случае, когда влажность материала 40%, при сушке необходимо будет испарить всего лишь 500 кг воды, а при влажности 60% - уже 1250 кг. Приведенный пример показывает, что начальная влажность сырья очень сильно будет влиять на энергоемкость процесса.

Поэтому европейские производители пеллет предпочитают сухое сырьё, которое, кстати, и стоит дороже. Так для производства пеллет в Австрии и Швеции структура себестоимости может быть представлена следующей диаграммой (рис. 1) [4].

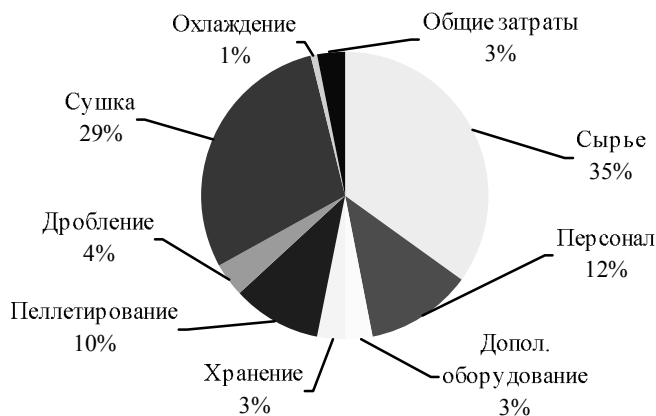


Рис. 1 – Структура себестоимости производства древесных пеллет в Европе

Предполагается, что изготовление пеллет из кофейного шлама, будет осуществляться на отечественных комбинатах по производству растворимого кофе, поэтому сырье будет бесплатным. Тогда доля сушки в структуре себестоимости пеллет будет выглядеть еще более дерзко (рис. 2).

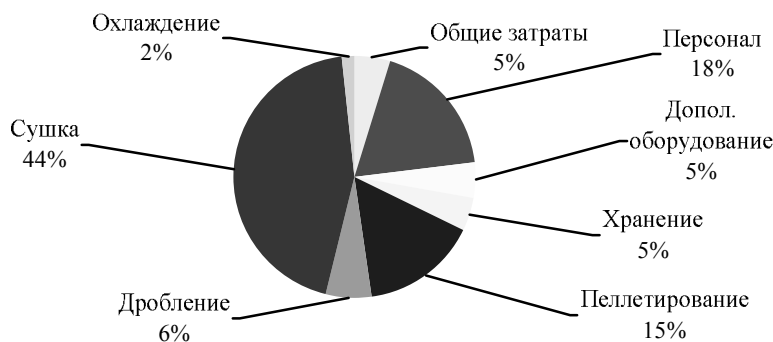


Рис. 2 – Предполагаемая структура себестоимости производства пеллет из шлама

Таким образом, практически половина затрат связано с процессом сушки, что и определило цель исследований.

Целью данных исследований является поиск эффективных способов обезвоживания кофейного шлама, как сырья для изготовления пеллет и изучения его кинетики сушки. Из всех способов уменьшения влажности материала сушка самый энергетически затратный, поэтому если удастся частично обезвожить шлам, не прибегая только к сушке, то это, несомненно, позволит снизить себестоимость пеллет. По расчетам [5] на 1 тонну порошка растворимого кофе приходится 8 т влажного шлама.

Для удаления свободной влаги предполагается использовать механические способы, а именно отстаивание и центрифугирование и когда сырье будет частично обезвожено применить процесс конвективной сушки.

Наиболее привлекательным, конечно, выглядит отстаивание, т.е. стекание влаги под действием сил гравитации, как наиболее простой и наименее энергетически затратный. Были проведены эксперименты, для определения количество удаляемой влаги. Экспериментальный стенд (рис. 3) представляет собой герметический сосуд 3 с ситом 2, на котором находится влажный шлам 1. Герметичность сосуда необходима для предотвращения испарения влаги.

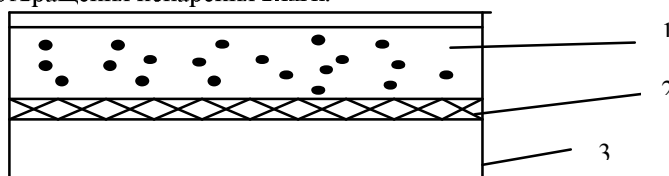


Рис. 3 – Экспериментальный стенд для отстаивания

В результате получены следующие результаты: влажность шлама снизилась на 0,5 %, что совершенно неприемлемо, при начальной влажности шлама 80,5 %. Начальную влажность определяли по стандартной методике, и она совпадает с данными приведенными в [6], что позволяет сделать вывод о том, что влажность шлама постоянна и не зависит от сорта кофе.

Далее из шлама удаляли влагу в фильтрующей центрифуге, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты центробежного фильтрования

№ опыта	Масса влажного шлама, G_H , г	Масса шлама после центрифугирования, G_K , г	Количество удаленной влаги, W , г	Начальная влажность шлама, ω_H , %	Конечная влажность шлама, ω_K , %	Снижение влажности, $\Delta\omega$, %
1	68,95	44,19	24,76	80,5	69,57	10,93
2	69,02	42,92	26,10	80,5	68,64	11,86
3	69,11	43,82	25,29	80,5	69,25	11,25
4	68,75	43,55	25,20	80,5	69,2	11,30
ω_{cp}	-	-	-	80,5	69,17	11,34

Удельные затраты энергии на обезвоживание шлама с помощью центробежного фильтрования составили 466,21 кДж/кг, что значительно меньше затрат на конвективную сушку.

Для изучения кинетики сушки шлама использовался экспериментальный стенд, состоящий из конвективной сушилки, электронных весов и комплекта термопар с цифровым вольтметром. При проведении опытов измерялась масса продукта и его температура, а также температура агента сушки. Полученные данные представлены в виде кривой сушки (рис. 4).

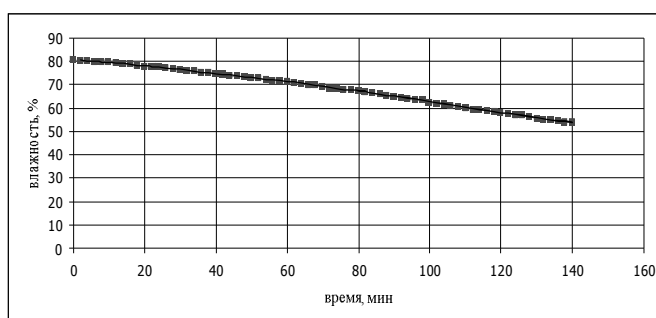


Рис. 4 – Кривая сушки шлама

По завершении исследований можно сделать следующие выводы:

Процесс отстаивание не эффективен.

Центробежное фильтрование позволяет снизить влажность на 11% при удельном расходе энергии 466 кДж/кг.

Конвективная сушка энергоемкий процесс, удельный расход энергии 20 МДж/кг, снижение влажности на 26,7 %.

Необходим поиск оптимального режима работы центрифуги (минимальная себестоимость процесса)

Для снижения энергоемкости, сушку необходимо проводить в тонком слое, при высоких температурах теплоносителя.

Литература

1. Маляренко В.А., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – основа альтернативной энергетики// Ежеквартальный научно-технический журнал «Интегрированные технологии и энергосбережение» №2. – 2008. – С.29-32.
2. Перетяка С.Н. Перспективы биотоплива в Украине // Наукові праці ОНАХТ – Одеса. 2010. – Вип. 37, С. 203 – 206.
3. Перетяка С.Н. Исследование энергетических характеристик кофейного шлама // Наукові праці ОНАХТ – Одеса. 2011. – Вип. 39, Т. 2, С. 345 – 347.
4. Практическое руководство по созданию пеллетного производства // ALLIGNO Maschine pexport GmbH / www.Alligno.ru
5. Бурдо О.Г. Процеси переробки шламу в технологіях виробництв розчинної кави / Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В.// Наукові праці ОНАХТ – Одеса. 2010. – Вип. 37, С. 252 – 255.
6. Терзієв С.Г. Дослідження процесу сушіння шламу кави під дією інфрачервоного випромінювання / Терзієв С.Г., Ружицька Н.В., Саламаха В.І., Малашевич С.А. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь: ТДАТУ. – 2011. – Вип. 11, С. 153 – 158.

УДК 640.432:644.1:536

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТЕРМІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА З РЕГУЛЮВАННЯМ РОБОТИ РОЗГАЛУЖЕНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

І.М. Ошипок, д-р техн. наук, проф.
Львівська комерційна академія, м. Львів

У статті розглянули вплив негативних факторів виробництва на організм людини гарячих цехів ресторанного господарства і послаблення їх дії за допомогою розгалуженої системи вентиляції з мінімізацією теплових втрат і підвищення енергоефективності

The article examined the impact of negative factors on the human body hot shops restaurants, weakening their actions through an extensive system of ventilation with minimizing heat loss and energy efficiency

Ключові слова: енергоефективність, ресторан, устаткування, вентиляція, цех, гарячий.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Самопочуття, стан здоров'я працівників на підприємстві ресторанного господарства залежить від мікроклімату виробничих приміщень, який визначається дією на організм людини температури, вологості, руху повітря і теплового випромінювання. Виробничий мікроклімат, як правило, є суттєво мінливим, нерівномірним у горизонтальній та вертикальній площинах, різноманітний за градієнтом, вологістю, швидкістю руху. Залежить від особливостей технології виробництва, кліматичних особливостей місцевості, конструкцій споруд, організації повітрообміну із зовнішнім середовищем. Джерелами теплоти повітря на виробництві є: технологічне устаткування з високими температурами нагрівання і кухонне устаткування (каструлі, пательні, котли тощо). Теплота від усіх цих джерел викликає значне підвищення температури повітря у робочих приміщеннях. Результати досліджень [1-4] свідчать про те, що у виробничих умовах усі ці фактори впливають на людину одночасно. Тому, важливо виявити їх сумарний вплив на працівників. Одним із способів оцінки сумарного впливу теплових факторів є спосіб обліку ефективних і еквівалентно-ефективних температур. Показник ефективної температури включає вплив температури і вологості повітря на людину на робочому місці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Оптимальні умови праці, ефективне енергозбереження в цехах ресторанного господарства забезпечують вентиляційні системи. Вони працюють за різними режимами роботи [1,4]. При цьому виникає потреба в описі роботи розгалуженої системи вентиляції (РСВ), дослідженні процесу передачі тепла при змінних витратах повітря. Дослідити теплопередачу можна на основі побудови математичної моделі яка б описала ефективні способи регулювання і відповідні конструктивні схеми РСВ їх основні вузли.

Формування цілей статті. На основі математичного моделювання і експериментального дослідження процесу теплопередачі теплового устаткування цехів закладів ресторанного господарства