

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 3 (2015)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации

№ 14310-Ж

выдано

Министерством культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Леньков Ю.А., *к.т.н., доцент*

Ответственный секретарь

Аказев А. М.

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Боровиков Ю.С.,	<i>к.т.н., профессор (Россия)</i>
Новожиллов А.Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Горюнов В.Н.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Говорун В.Ф.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Захаров И.В.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Клецель М.Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А.С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Тастенов А.Д.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Хацевский В.Ф.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Нургожина Б. В.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

СОДЕРЖАНИЕ

Алиферов А. И., Мелешко А. А., Радько С. И. Собственные электрические сопротивления внутренних индукторов цилиндрических поверхностей	9
Андреева О. А. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов регулирования	13
Ахметбаев Д. С., Аралбеков А. Д., Акшалов А. Т. Оперативный метод точного расчета установившихся режимов сложных электрических сетей	18
Злотников И. И., Захаров И. В. Исследование особенностей поведения технологической жидкости в микротрещине при разрушении горных пород и минералов	27
Исабеков Д. Д. Установка по проверке токовой защиты нулевой последовательности линий электро-передач от замыканий на землю	36
Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П. Оптимизация насосных СЭС «Хим парк Тараз»	43
Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П. Быстродействующие микропроцессорные защиты на базе ПЛИМ технологий для защиты электрооборудования	51
Кибартас В. В., Кибартене Ю. В. Автоматизированная система регулирования производительности насосной установки	58
Кузнецова Н. С., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж. Волновая динамика и разрушение при взрыве в твердых телах в электроразрядных технологиях	63
Кусманов Д. К. Приоритеты на ближайшую перспективу в области охраны труда и промышленной безопасности в угольной промышленности Казахстана	73
Лукутин Б. В., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж. Моделирование силовых преобразователей для микрогидроэлектростанций инверторного типа с накопителем электрической энергии	76
Никифоров А. С., Приходько Е. В. Разработка способа получения топливного брикета из органических отходов	83
Новожилов А. Н., Исабеков Ж. Б. Повышение надежности работы кабельных сетей при однофазных замыканиях на землю	88
Хабдуллин А. Б., Хабдуллина З. К., Хабдуллина Г. А., Хабдуллин А. Б. Статические характеристики потерь мощности в асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором	97

The work presents the principles of simulating converter devices for microhydropower plants that allow connection of electrical power pool-feds. It determines requirements to rectifiers and inverters to ensure adequate electrical power. The author developed computer models of power converters and the energy complex based on these devices.

УДК 620.9

А. С. Никифоров¹, Е. В. Приходько²

¹д.тех.н., профессор, зав. кафедрой «Теплоэнергетика»; ²к.тех.н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОГО БРИКЕТА ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В статье производится анализ различных способов измельчения исходного сырья при брикетировании, а также разработка способа получения топливных брикетов из органических отходов.

Ключевые слова: органические отходы, топлива, брикетирование

Для измельчения исходного сырья при брикетировании применяются, как правило, классические методы. Механическое разрушение высокоэффективно, что делает его более привлекательным. Для малых количеств можно использовать ультразвуковые излучатели, генерирующие высокочастотные звуковые волны. Клетки разрушаются при этом под действием гидродинамических сил (сдвига слоев жидкости друг относительно друга, кавитации и т. д.). При этом применение ультразвуковых излучателей ограничено значительными энергетическими затратами, а применение механического разрушения определяется отсутствием других методов, схожих по эффективности, но менее энергозатратных.

При получении брикетов из органических возобновляемых материалов (листьев) [1] представляет интерес исследование измельчения листьев физическими немеханическими методами (например, с помощью осмотического шока или быстрого многократного замораживания и оттаивания). Эффективность этих методов более низкая, чем при использовании механических способов, и обычно после обработки немеханическими методами многие клетки остаются неповрежденными, но при этом возможно создать условия с незначительными энергозатратами.

Клетки и клеточные структуры можно разрушить также путём повторного замораживания и оттаивания. При этом внутри клеток образуются кристаллы льда, вызывающие разрушение клеточных структур. В целом, разрушение клеток и клеточных структур происходит по следующим причинам:

1) чрезмерное осмотическое обезвоживание клеток, в результате которого увеличивается концентрация внутриклеточных веществ, приводящая к высаливанию и необратимой денатурации растворимых белков или к повреждению мембранных структур из-за потери обеспечивающей их нормальное состояние доли воды;

2) разрушение клетки за счет контакта с омывающей кристаллы льда средой, концентрация растворённых веществ в которой из-за превращения части растворителя в лед непрерывно увеличивается вплоть до эвтектической области;

3) резкое изменение кислотности или ионной силы растворов вне и внутри клеток в процессе замораживания;

4) повреждение клеточной мембраны вследствие достижения клеткой минимального объема.

Процессы замораживания органической массы изучены достаточно хорошо. Но при использовании заморозки для получения однородной массы необходимо рассмотреть процессы увлажнения высушенных листьев и дальнейшей их заморозки. Эти процессы практически не имеют описания в литературе.

Основными факторами, определяющими степень обратимости замораживания, являются характер кристаллообразования и локализация льда в растительных тканях.

Обратимость замораживания зависит от природы и глубины изменений структурно-механических характеристик, степени нарушения целостности клеток, глубины изменений коллоидной структуры протоплазмы за счет гиперконцентрации солей и изменения характера биохимических процессов при превращении воды в лед в материале.

Изменяется пространственная конфигурация молекул, происходит целый ряд межмолекулярных взаимодействий. При переходе в лед части связанной воды нарушается структура малоустойчивых биокolloидов, они становятся не способными к полному восстановлению, и процесс замораживания становится необратимым. Результатом таких изменений является снижение влагоудерживающей способности растительных тканей. Однако необходимо отметить, что денатурационные явления при воздействии на клетку низких температур проявляются намного меньше, чем при обработке продукции высокими температурами.

В результате льдообразования в клетках происходят необратимые структурные изменения, вызванные механическим травмированием тканей продукта кристаллами льда. Поэтому у растительной продукции с тонкими клеточными оболочками наблюдаются более серьезные повреждения тканей при замораживании. Клетки листовой ткани окружены оболочками, состоящими из одного слоя клеток, поэтому эта ткань подвергается более сильному разрушительному воздействию при отрицательных температурах.

На характер изменений, протекающих в растительных тканях в процессе замораживания, влияет химический состав исходного материала. Например, пектин обладает высокими гидрофильными свойствами: он связывает большое количество воды и способствует образованию гелеобразной структуры, что положительно сказывается на обратимости процесса замораживания и предотвращает достижения органической массой кашеобразного состояния.

При быстром замораживании образуются мелкие кристаллы льда, которые равномерно распределены по всей толщине замораживаемого продукта. Вода почти без перемещения переходит в лед по месту ее нахождения до замораживания. При этом травмирующее действие кристаллов на клетки и ткани минимально.

При ультрабыстром замораживании 90 % всех кристаллов льда формируется внутри клеток при минимальном повреждении ткани.

Существует несколько теорий, объясняющих механизм повреждения клеток и тканей при замораживании различными факторами:

- а) механическим – давление образующихся кристаллов льда на строение тканей;
- б) осмотическим – чрезмерная дегидратация клеток;
- в) химическим – гиперконцентрация солей как вне, так и внутри клеток.

Все эти факторы – результат кристаллизации воды и перехода ее в лед.

Таким образом, для нарушения структурной целостности листьев нет необходимости в быстром замораживании с использованием энергозатратных технических устройств. Для снижения расходов при брикетировании возможно использование природных (погодных) условий. Таким образом, можно осуществлять процесс заморозки используя сезонные изменения температуры. С учётом того, что сезон сбора органического сырья (листьев) – конец осеннего периода, то возможно проведение процесса заморозки в этот период. При этом, учитывая суточные колебания температуры (отрицательной ночной и положительной дневной) возможна многократная заморозка с оттаиванием без тепловых энергетических затрат.

В ходе исследования процессов заморозки листьев и влияние этого на дальнейшее брикетирование авторами статьи был разработан «Топливный брикет из органических отходов и способ его получения», поставленной

задачей которого является получение топливных брикетов из органических отходов при снижении затрат теплоты в процессах брикетирования и сушки с составом без дополнительного связующего вещества. Техническим результатом является упрощение состава топливного брикета и снижение затрат теплоты при его изготовлении.

Это достигается за счет того, что в качестве единственного компонента брикета используют опавшие листья. Перед процессом брикетирования опавшие листья измельчают до размера не более 5 мм и измельченные листья помещают в воду таким образом, чтобы все части компонента брикета оказались под поверхностью воды. Замораживают воду с измельченными листьями исходя из условия полного замерзания всего объема воды с измельченными листьями при любой отрицательной температуре, например, на открытом воздухе. Затем размораживают весь объем воды с измельченными листьями, сливают воду и брикетируют органическую массу измельченных листьев, при этом брикетирование органической массы измельченных листьев производят при давлении от 0,5 до 1 МПа, а сушку полученных топливных брикетов из органических отходов производят в помещении до воздушно-сухого состояния.

Вода, смешиваясь с органической массой из листьев, проникает в их поры. При замораживании, в результате льдообразования, происходит разрушение структуры листьев и снижение их прочности, что позволяет в дальнейшем, при брикетировании, получить топливный брикет без значительных внутренних напряжений внутри него.

Таким образом, технологический процесс подготовки сырья для топливных брикетов из органических отходов состоит из следующих стадий:

- очистка опавших листьев от инородных включений (стекла, пластика металла и др.);
- сушка опавших листьев на открытом воздухе до воздушно-сухого состояния;
- измельчение опавших листьев до размера не более пяти миллиметров;
- приготовление смеси воды с измельченными листьями таким образом, чтобы все измельченные листья оказались насыщенными водой;
- заморозка воды с измельченными листьями, исходя из условия полного замерзания всего объема воды с измельченными листьями при любой отрицательной температуре, например, на открытом воздухе;
- разморозка воды, слив воды и брикетирование органической массы измельченных листьев при давлении от 0,5 до 1 МПа;
- сушка полученных топливных брикетов из органических отходов в помещении до воздушно-сухого состояния.

На основании данного способа были проведены лабораторные исследования и получены следующие результаты. Собраны опавшие листья

с деревьев лиственных пород – тополя и клёна и очищены от неорганических включений. Затем листья просушили на открытом воздухе до воздушно-сухого состояния. Измельчение опавшие листья производилось до размера не более пяти миллиметров. Затем была приготовлена смесь воды с измельчёнными листьями таким образом, чтобы все части компонента брикета оказались под поверхностью воды. Далее воду с брикетировочной массой была заморожена исходя из условия полного замерзания всего объёма воды с брикетировочной массой при температуре минус 7 °С. После этого была произведена разморозка воды, слив воды и брикетирование органической массы измельчённых листьев при давлении 1 МПа. Форма и размеры топливных брикетов: цилиндр с высотой от 30 до 37 мм и диаметром 30 мм. Сушка полученных топливных брикетов из органических отходов производилась в помещении до воздушно-сухого состояния.

Влажность полученных топливных брикетов из органических отходов от 0,5 до 0,7 %; зольность 2 %; плотность от 550 до 650 кг/м³; механическая прочность (испытание сбрасыванием, применяемое для угольных брикетов) от 82 до 85 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Приходько, Е. В., Жумагулов, М. Г., Серебряков, В. А., Сероокая, В. Н. Исследование и разработка технологии получения топливных брикетов. // Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумилёва. – 2013. – №4. – С. 136-142.

Материал поступил в редакцию 17.09.15.

A. S. Nikiforov, E. V. Prikhodko

Органикалық қалдықтардан отындық брикет алу тәсілін құрастыру

S. Toraihyrov атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 17.09.15 баспаға түеті.

A. S. Nikiforov, E. V. Prikhodko

A method for producing fuel briquettes from organic waste

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 17.09.15.

Мақалада брикеттеу кезінде бастапқы шикізатты ұсақтаудың әртүрлі тәсілдерінің талдауы және де органикалық қалдықтардан отындық брикеттерді алу тәсілін құрастыру жасалады.

The article analyzes the different ways of crushing the feedstock during briquetting, as well as a method for producing fuel briquettes from organic waste.

УДК 621.316.9.3.015.019.34

А. Н. Новожилов¹, Ж. Б. Исабеков²

¹д.т.н., профессор; ²PhD докторант, Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова, г. Павлодар

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ

В статье осуществлен анализ возможных режимов работы нейтрали кабельных сетей, рассмотрены известные способы и схемы ее заземления, а также конструкции отдельных заземляющих устройств и схемы управления ими, основные достоинства и недостатки каждого вида заземления и рекомендации по их использованию.

Ключевые слова: кабельные сети, режим работы нейтрали, однофазное замыкание на землю, однофазное замыкание на корпус, способы и устройства заземления нейтрали.

Кабельные сети различают как по выполнению, так и по назначению. Как правило, в их состав входят кабельные линии, силовые трансформаторы и комплектные распределительные устройства. Кабельные сети промышленных предприятий имеют большую длину, а следовательно, большие величины емкости относительно земли.

В связи с этим работу электрической сети и ее надежность функционирования в значительной мере определяет вид заземления нейтрали. Это обусловлено тем, что наиболее часто встречающимся электрическим повреждением в сетях 6–35 кВ является однофазное замыкание на землю (ОЗЗ), на которое приходится не менее 75 % от общего числа электрических повреждений сетей [1, 2]. Достаточно часто встречается его разновидность в виде однофазного замыкания обмотки трансформатора или электрической машины на корпус (ОЗК).

Основным документом, регламентирующим режим работы нейтрали является ПУЭ [3]. Так в соответствии в его разделе п. 1.2.16 работа