

JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

DEVELOPMENT OF A HELIOTHERMAL METHOD AND A HYBRID PYROLYSIS UNIT FOR PRODUCING ALTERNATIVE FUELS FROM BIOMASS

Davlonov Khayrulla Allamurotovich¹,

Toshmamatov Bobir Mansurovich²,

Uzboev Maaftun Dusyarovich³

¹Karshi State Technical University, PhD, Associate Professor

²Karshi State Technical University, Researcher

e-mail: bobir.toshmamatov@kstu.uz

Abstract. *This article proposes structural and technological approaches for a hybrid heliothermal pyrolysis unit designed for the efficient utilization of biomass and hydrocarbon-containing wastes. The study demonstrates the effectiveness of intensifying biomass pyrolysis by transferring high-temperature heat obtained from a parabolic trough solar concentrator to the steam jacket of a tubular pyrolysis reactor. A heliothermal approach to the production of alternative fuels from agricultural residues is presented, including pyrolysis gas, pyrolysis liquid, and biochar. In addition, a method for obtaining gaseous products (ethylene, propylene, and butylenes) from pyrolysis liquid is proposed. Experimental results show that within the temperature range of 250–450 °C, heliopyrolysis of plant biomass enables the production of gaseous, liquid, and solid fuels with high yields. The proposed method and technology are effective in terms of energy savings, environmental safety, and reduction of CO₂ emissions, and they represent a promising direction in the production of alternative fuels.*

Keywords: *hybrid pyrolysis unit, heliothermal processing, alternative fuels, parabolic trough solar concentrator, pyrolysis liquid, pyrolysis gas, bioenergy, decarbonization, renewable energy.*



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

РАЗРАБОТКА ГЕЛИОТЕРМИЧЕСКОГО МЕТОДА И ГИБРИДНОЙ ПИРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ ИЗ БИОМАССЫ

Давлонов Хайрулла Алламуротович¹, Тошмаматов Бобир Мансурович¹,
Узбоев Мафтун Дусярович²

¹Каршинский государственный технический университет, PhD, доцент

²Каршинский государственный технический университет, исследователь

e-mail. bobir.toshmamatov@kstu.uz

Аннотация. В этой статье предложены конструктивные и технологические методы к гибридной гелиотермической пиролизной установке, предназначенной для эффективной утилизации биомассы и отходов, содержащих углеводороды. Показана эффективность повышения интенсивности пиролиза биомассы за счет передачи передаче высокотемпературного тепла, получаемого с помощью параболоцилиндрического солнечного концентратора, в паровую рубашку трубчатого пиролизного реактора. В исследовании предложен гелиотермический подход к производству альтернативных видов топлива из сельскохозяйственных отходов - пиролизного газа, пиролизной жидкости и пиролизного угля, а также метод получения газообразных продуктов (этилена, пропилена и бутиленов) из пиролизной жидкости. Эксперименты продемонстрировали, что в температурном диапазоне 250-450 °С при гелиопиролизе растительной биомассы можно получить газообразное, жидкое и твердое топливо с высоким выходом. Предложенные метод и технология эффективны с точки зрения экономии энергетических ресурсов, экологической безопасности и уменьшения выбросов CO₂ и считаются многообещающим направлением в производстве альтернативных видов топлива.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

Ключевые слова: гибридная пиролизная установка, гелиотермическая переработка, альтернативные топлива, параболоцилиндрический солнечный концентратор, пиролизная жидкость, пирогаз, биоэнергетика, декарбонизация, возобновляемые источники энергии.

Введение.

В современном мире особую актуальность приобретают вопросы рационального и эффективного использования традиционных источников энергии, снижения негативного воздействия на окружающую среду за счет уменьшения вредных выбросов, а также внедрения энергосберегающих решений, основанные на возобновляемых источниках (солнечная, биомасса и др.). С ростом глобального энергопотребления и все более строгими экологическими нормами особую актуальность приобретает создание устойчивых энергетических систем. Такие системы должны способствовать сокращению выбросов парниковых газов, укреплению энергетической безопасности стран и рациональному использованию природных богатств [1].

По всему миру ведутся масштабные проекты, направленные на поиск надежных и экологически чистых источников энергии для решения технических, экономических, социальных и экологических задач. В этой сфере биоэнергетика выделяется как перспективное и быстро развивающееся направление современной энергетики. В настоящее время ведутся масштабные исследования, направленные на улучшение технологий получения энергии из биомассы, переработку органических отходов, оптимизацию работы биоэнергетических установок и разработку энергетических систем, которые будут одновременно экономически выгодными и безопасными для окружающей среды [2-4].

Международное энергетическое агентство сообщает, что биоэнергетика занимает около 2,4 % в мировом производстве электроэнергии. Прогнозируется,



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

что в следующие годы производство энергии из биотоплива будет расти, и к 2030 году оно может почти удвоиться по сравнению с сегодняшними показателями. Указанные тенденции демонстрируют растущее значение биоэнергетики в создании устойчивой энергетической инфраструктуры и подчеркивают важность разработки инновационных технологий для повышения ее производительности [5,6].

Особое значение придается разработке и усовершенствованию биоэнергетических установок, призванных получать различные виды возобновляемой энергии. К ключевым задачам относятся создание высокоэффективных гибридных пиролизных установок, повышение их теплотехнических и энергетических показателей, оптимизация тепловых балансов и увеличение общей энергетической производительности процессов переработки биомассы и отходов. Реализация этих решений не только повысит эффективность потребления энергии, но и уменьшит негативный отпечаток на окружающую среду, увеличит объем переработки отходов и обеспечит устойчивое развитие энергетического сектора [7-9].

В рамках представленного исследования, выполняемого на базе имеющегося научно-технического потенциала Каршинского государственного технического университета, предложена разработка гибридной пиролизной установки, оснащенной системой нагрева с параболоцилиндрическим солнечным концентратором, обеспечивающей получение альтернативных видов топлива методом пиролиза [10].

В качестве дополнительного сырьевого ресурса планируется задействовать сельскохозяйственные отходы, включающие в себя отходы хлопчатника, кукурузные стебли, отходы подсолнечника, биомассу с содержанием углеводов и другие виды биомассы.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

Методы и материалы.

В данной работе детально рассматриваются теплотехнические, конструктивные и технологические характеристики разработанной установки, которая предназначена для эффективного преобразования биомассы и отходов в энергетически выгодные продукты. Цель установки – повышение энергоэффективности переработку процессов и увеличение использования возобновляемых источников энергии в энергетике и технологических сферах.

Исследователи предложили переоборудование традиционных отопительных котлов автономных потребителей для работы на альтернативных видах топлива, таких как продукты пиролиза биомассы (пиролизный газ, пиролизная жидкость и пиролизный уголь). Также авторы исследовали возможность получения прототипных нефтехимических продуктов - этилена, (C_2H_4), пропилена (C_3H_6) и бутиленов (C_4H_8) - из пиролизной жидкости с помощью гелиотермического и испарительного методов. Применение этого подхода позволяет добиться энерго- и ресурсосбережения, повысить надежность энергоснабжения и сократить негативное влияние выбросов CO_2 на окружающую обстановку. Это соответствует целям декарбонизации и созданию экологически устойчивой среды.

В Кашкадарьинской области в холодное время года значительным объемом энергии потребляются объекты социальной инфраструктуры, небольшие промышленные предприятия и сельскохозяйственные комплексы.

В качестве решения проблемы обеспечения потребителей традиционными энергоносителями предлагается автономная система энергоснабжения, основанная на пиролизно-биогазовой установке. Она позволит получать устойчивый источник альтернативных топлив: эмульсионные водоугольные топливные композиции, пиролизный газ, пиролизную жидкость и пиролизный



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

уголь. Система предназначена для увеличения энергетической независимости потребителей, оптимизации использования местных ресурсов и уменьшения негативного воздействия человека на окружающую среду.

Результаты

Создана блок-схема получения альтернативных топлив - пиролизной жидкости, а также этилена, пропилена и бутиленов посредством последующего ее испарения - на основе технологической схемы гибридного пиролизного агрегата, обеспечивающего гелиотермическую переработку биомассы.

Усовершенствованная установка включает в себя систему подачи водяного пара высокой температуры, которая генерируется с помощью энергии концентрированного солнечного излучения в параболоцилиндрическом солнечном концентраторе, направляемого в паровую рубашку трубчатого пиролизного реактора. Конструкция дополнительно оснащена камерой сгорания и теплообменником-конденсатором, что способствует интенсификации тепломассообменных процессов и увеличению энергетической эффективности установки.

Созданная блок-схема процесса показана на рисунке 1.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026



Рис. 1. Блок-схема получения альтернативных топлив на основе гелиотермической переработки биомассы.

В результате экспериментальных исследований, проведенных авторами на параболической гелиопиролизной установке, было установлено, что пиролиз биомассы и отходов, содержащих углеводороды, проходит с высокой интенсивностью в температурном диапазоне 250-450 °С.

Установлено, что объем альтернативных видов топлива, получаемых в результате пиролиза биомассы, таких как пирогаз и пиролизная жидкость, повышается при увеличении температуры процесса.

Анализ экспериментальных данных продемонстрировал, что общий выход пиролизных продуктов в диапазоне температур 350-450 °С незначительно зависит от изменения температуры.

Таким образом, переработка 1 кг растительных отходов (стебли хлопчатника) в установке приводит к получению 32 % твердого остатка (пиролизного угля), 26 % жидкости и 42 % газа.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

Заклучение.

Предложенный гибридный метод пиролиза с использованием гелиотермии обеспечивает эффективное использование энергии при переработке биомассы и отходов, содержащих углеводороды. Тепловая энергия высокой температуры, генерируемая с помощью параболического солнечного концентратора, способствует уменьшению использования обычных видов топлива и улучшению общей энергетической эффективности процесса. Экспериментальные данные продемонстрировали возможность производства газообразных, жидких и твердых видов топлива с высоким выходом в ходе пиролиза биомассы.

Этот метод эффективен с точки зрения сбережения энергоресурсов, экологической безопасности и уменьшения выбросов CO₂, и может быть предложен как перспективная технология для производства альтернативных видов топлива.

Список литературы

1. Узаков Г.Н., Давланов Х.А., Тошмаматов Б.М. Энергоэффективные системы и технологии с использованием альтернативных источников энергии // Альтернативная энергетика. Научно – технический журнал. -2021. -№1. - с. 7-20.
2. Toshmamatov B.M., Uzboev M.D., Mamatova M. Analysis Of Thermal And Technical Parameters Of Alternative Fuels Obtained From Biomass Pyrolysis. American Journal of Applied Science and Technology. 2025. 5/12. Pp. 161-166.
3. Kuznetsov G.V., Malyshev D.Yu., Kostoreva Zh.A., Syrodoy S.V., Gutareva N.Yu. The ignition of the bio water-coal fuel particles based on coals of different degree metamorphism. // Energy. – 2020. - Volume 201. – p. 117701.
4. Polyakovs A. et al. Preparation of coal-water slurry using a high-speed mixer-disperser. // Environment and environmental effects. – 2020. – 8. – pp. 77-81.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

5. Toshmamatov B.M. Uzboev M.D., Toshboev A.R. FTIR Analysis of Coal–Water Alternative Fuel. *Alternative energy*. 2025. 4 (21). pp. 45-48.
6. Toshmamatov B.M. Uzboev M.D. Analysis of technologies and devices for burning alternative biomass-derived fuels. *International Journal of Science and Technology*, Volume 03, Issue 02. 2026, PP. 13–17.
7. Toshmamatov B.M., Uzboev M.D., Mamatova M. Development of a Method for Obtaining Energy-Efficient Water-Coal Fuel Based on Biomass Pyrolysis Products. *Alternative energy*. 2025. 4(21). pp. 38-44.
8. Kodirov I.N. et al. Experimental study of heliothermal processing of municipal solid waste based on solar energy. // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2022. – 1070. - P. 012033.
9. Toshmamatov B., Davlonov Kh., Rakhmatov O., Toshboev A.R. Recycling of municipal solid waste using solar energy. // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2021. -1030. – P. 012165.
10. Uzakov G.N. et al. The use of solar energy in systems of heat-moisture treatment of air of heliogreenhouse. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. -2020. - 1 №10, -PP. 3813-3820.

