

# MUQOBIL ENERGETIKA

ILMIY-TEXNIK JURNALI

2021-yildan chop etila boshlagan

---

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

## ALTERNATIVE ENERGY

SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL

QARShI–2023



**BOSh MUHARRIR**

**Orifjan Bazarov**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti rektori

e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)

**Bosh muharrir o‘rinbosari**

**G‘ulom Uzoqov**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti professori, t.f.d.

e-mail: [uzoqov66@mail.ru](mailto:uzoqov66@mail.ru)

**Mas‘ul kotib**

**Xayrulla Davlonov**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti dotsenti

e-mail: [davlonov80@mail.ru](mailto:davlonov80@mail.ru)

**TAHRIR HAY‘ATI**

**Zohidov R.A.**, t.f.d., prof., O‘zR FA akad., Energetika muammolari instituti, O‘zbekiston

**Allayev Q.R.**, t.f.d., prof., O‘zR FA akad., Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

**Avezova N.R.**, t.f.d., prof., Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

**Abbasov Y.S.**, t.f.d., prof., Farg‘ona politexnika instituti, O‘zbekiston

**Matchanov N.A.**, t.f.d., prof., Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti, O‘zbekiston

**Mirzaboev A.M.**, t.f.d., prof., “MIRSOLAR” MChJ, O‘zbekiston

**Mirzayev Sh.M.** t.f.d., prof., Buxoro davlat universiteti, O‘zbekiston

**Xarchenko V.V.**, t.f.d., prof., Federal ilmiy agroinjenerlik markazi, FNAS, VIM, Rossiya

**Gibaddulin A.A.**, i.f.n., dots., Moskva energetika instituti MTU, Rossiya

**Sednin V.A.**, t.f.d., prof., Belarus milliy texnika universiteti, Belarus

**Yelistratov V.V.**, t.f.d., prof., SPbPU Muhandis-qurilish instituti, Rossiya

**Vinogradov A.V.**, t.f.d., dots., Orel davlat agrar universiteti, Rossiya

**Chervinskiy V.L.**, t.f.n., dots., Belarus milliy texnika universiteti, Belarus

**Xayriddinov B.E.**, t.f.d., prof., Qarshi Davlat universiteti, O‘zbekiston

**Tashatov A.Q.**, f.-m.f.d., prof., Qarshi Davlat universiteti, O‘zbekiston

**Urishev B.**, t.f.d., prof., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, O‘zbekiston

**Imomov Sh.J.**, t.f.d., prof., Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, O‘zbekiston

**Ishnazarov O.X.**, t.f.d., prof., Energetika muammolari instituti, O‘zbekiston

**Toyirov O.Z.**, t.f.d., prof., Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

**Yuldoshev I.A.**, t.f.d., prof., Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

**Xudayarov M.B.**, t.f.d., prof., Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

**Sadullayev N.N.**, t.f.d., prof., Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, O‘zbekiston

**Axmedov A.N.**, t.f.d., prof., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, O‘zbekiston

**Komilov A.G‘.**, t.f.d., dots., O‘zR FA Fizika-texnika instituti, O‘zbekiston

**Axadov J.S.**, t.f.d., k.i.x., O‘zR FA Fizika-texnika instituti, O‘zbekiston

**Niyozov Sh.K.**, t.f.n., prof. Guliston davlat universiteti, O‘zbekiston

**Vardiyashvili A.A.**, t.f.n., dots., Qarshi Davlat universiteti, O‘zbekiston

**Fayziev T.A.**, t.f.n., dots., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, O‘zbekiston

**Xujakulov S.M.**, t.f.f.d., dots., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, O‘zbekiston

**Muqobil energetika** – muqobil energetika sohasida erishilgan ilmiy yutuqlar, ilmiy innovatsion ishlanmalar va tadqiqot natijalari yoritilgan ilmiy va tahliliy maqolalar, qisqa xabarlar chop etiladigan ilmiy jurnal. Jurnal ruknlari doirasida o‘tkaziladigan xalqaro kongresslar, simpoziumlar va konferensiyalar materiallari jamlangan maxsus son chop etilishi ham rejalashtirilgan.

**Tahririyat manzili:** Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

180100, O‘zbekiston, Qarshi sh. Mustaqillik, 225 uy.

Telefon: (8375) 221-09-23, faks: (8375) 224-13-95, E-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)



**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР****Орифжан Базаров**

Ректор Каршинского инженерно-экономического института

e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)**Заместитель главного редактора****Гулом Узаков**

д.т.н., профессор Каршинского инженерно-экономического института

e-mail: [uzoqov66@mail.ru](mailto:uzoqov66@mail.ru)**Ответственный секретарь****Хайрулла Давлонов**

доцент Каршинского инженерно-экономического института

e-mail: [davlonov80@mail.ru](mailto:davlonov80@mail.ru)**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ****Захидов Р.А.**, д.т.н., проф., акад. АН РУз., Институт проблем энергетике, Узбекистан**Аллаев К.Р.**, д.т.н., проф., акад. АН РУз., Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Авезова Н.Р.**, д.т.н., проф., Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Аббасов Ё.С.**, д.т.н., проф., Ферганский политехнический институт, Узбекистан**Матчанов Н.А.**, д.т.н., проф., Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии, Узбекистан**Мирзабоев А.М.**, д.т.н., проф., “MIRSOLAR” ООО, Узбекистан**Мирзаев Ш.М.**, д.т.н., проф., Бухарский государственный университет, Узбекистан**Харченко В.В.**, д.т.н., проф., Федеральный научный агроинженерный центр, ФНАЦ, ВИМ, Россия**Гибадуллин А.А.**, к.э.н., доц., НИУ Московский энергетический институт, Россия**Седнин В.А.**, д.т.н., проф., Беларусский национальный технический университет, Беларусь**Елистратов В.В.**, д.т.н., проф., Инженерно-строительный институт СПбПУ, Россия**Виноградов А.В.**, д.т.н., доц., Орловский государственный аграрный университет, Россия**Червинский В.Л.**, к.т.н., доц., Беларусский национальный технический университет, Беларусь**Хайридинов Б.Э.**, д.т.н., проф., Каршинский государственный университет, Узбекистан**Ташатов А.К.**, д.ф.м.н., проф., Каршинский государственный университет, Узбекистан**Уришев Б.**, д.т.н., проф., Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан**Имомов Ш.Ж.**, д.т.н., проф., Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Узбекистан**Ишназаров О.Х.**, д.т.н., проф., Институт проблем энергетике, Узбекистан**Тойиров О.З.**, д.т.н., проф., Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Юлдошев И.А.**, д.т.н., проф., Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Худаяров М.Б.**, д.т.н., проф., Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Садуллаев Н.Н.**, д.т.н., проф., Бухарский инженерно-технологический институт, Узбекистан**Ахмедов А.Н.**, д.т.н., проф., Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан**Комилов А.Г.**, к.т.н., доц., Физико-технический институт АН РУз., Узбекистан**Ахадов Ж.С.**, д.т.н., с.н.с., Физико-технический институт АН РУз., Узбекистан**Ниязов Ш.К.**, к.т.н., проф., Гулистанский государственный университет, Узбекистан**Вардияшвили А.А.**, к.т.н., доц., Каршинский государственный университет, Узбекистан**Файзиев Т.А.**, к.т.н., доц., Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан**Хужакулов С.М.**, д.ф.т.н., доц., Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан

Альтернативная энергетика - научный журнал, в котором публикуются научные и аналитические статьи, короткие сообщения, освещающие научные достижения в области альтернативной энергетике, инновационные разработки и результаты исследований. Также планируется издание специального выпуска, в котором в рамках рубрик журнала будут опубликованы материалы международных конгрессов, симпозиумов и конференций.

**Адрес редакции:** Каршинский инженерно-экономический институт

180100, Узбекистан, г.Карши, проспект Мустакиллик, дом 225.

Телефон: (8375) 221-09-23, факс: (8375) 224-13-95, E-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)



**EDITOR-IN-CHIEF**

**Orifdjan Bazarov**

Rector of the Karshi Engineering-Economics Institute

e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)

**Deputy Chief Editor**

**Gulom Uzakov**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Karshi Engineering-Economics Institute

e-mail: [uzoqov66@mail.ru](mailto:uzoqov66@mail.ru)

**Executive Secretary**

**Khayrulla Davlonov**

Docent Karshi Engineering-Economics Institute

e-mail: [davlonov80@mail.ru](mailto:davlonov80@mail.ru)

**EDITORIAL BOARD**

**Zakhidov R.A.**, d.t.s., prof., acad. ASUz., Institute of Energy Problems, Uzbekistan

**Allaev K.R.**, d.t.s., prof., acad. ASUz., Tashkent state technical university, Uzbekistan

**Avezova N.R.**, d.t.s., prof., Tashkent state technical university, Uzbekistan

**Abbasov E.S.**, d.t.s., prof., Fergana polytechnic institute, Uzbekistan

**Matchanov N.A.**, d.t.s., prof., National research institute of renewable energy sources, Uzbekistan

**Mirzaboev A.M.**, d.t.s., prof., "MIRSOLAR" LLC, Uzbekistan

**Mirzaev Sh.M.**, d.t.s., prof., Bukhara state university, Uzbekistan

**Kharchenko V.V.**, d.t.s., prof., Federal Scientific Agroengineering Center FNAS VIM, Russia

**Gibaddulin A.A.**, c.e.s., doc., National Research University "Moscow power engineering institute", Russia

**Sednin V.A.**, d.t.s., prof., Belarusian National technical university, Belarus

**Elistratov V.V.**, d.t.s., prof., StPPU Institute of Civil Engineering, Russia

**Vinogradov A.V.**, d.t.s., doc., Orel state agrarian university, Russia

**Chervinski V.L.**, c.t.s., doc., Belarusian National technical university, Belarus

**Khayriddinov B.E.**, d.t.s., prof., Karshi state university, Uzbekistan

**Tashatov A.K.**, d.ph-m.s. prof., Karshi state university, Uzbekistan

**Urishev B.**, d.t.s., prof., Karshi engineering-economics institute, Uzbekistan

**Imomov Sh.J.**, d.t.s., prof., Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers, Uzbekistan

**Ishnazarov O.Kh.**, d.t.s., prof., Institute of Energy Problems, Uzbekistan

**Toirov O.Z.**, d.t.s., prof., Tashkent state technical university, Uzbekistan

**Yuldoshev I.A.**, d.t.s., prof., Tashkent state technical university, Uzbekistan

**Khudayarov M.B.**, d.t.s., prof., Tashkent state technical university, Uzbekistan

**Sadullaev N.N.**, d.t.s., prof., Bukhara engineering-technological institute, Uzbekistan

**Akhmedov A.N.**, d.t.s., prof., Karshi engineering-economics institute, Uzbekistan

**Komilov A.G.**, c.t.s., doc., Physical-technical institute of the ASUz, Uzbekistan

**Akhadov J.S.**, d.t.s., s.r., Physical-technical institute of the ASUz, Uzbekistan

**Niyazov Sh.K.**, c.t.s., prof., Gulistan state university, Uzbekistan

**Vardiyashvili A.A.**, c.t.s., doc., Karshi state university, Uzbekistan

**Faiziev T.A.**, c.t.s., doc., Karshi engineering-economics institute, Uzbekistan

**Khuzhakulov S.M.**, PhD. doc., Karshi engineering-economics institute, Uzbekistan




Alternative Energy is a scientific journal that publishes scientific and analytical articles, short reports covering scientific achievements in the field of alternative energy, innovative developments and research results. It is also planned to publish a special issue, where the materials of international congresses, symposiums and conferences will be published within the framework of the journal.

**Editorial office address:** Karshi engineering-economics institute  
180100, Uzbekistan, Karshi, Independence av.-225.

Tel: (8375) 221-09-23, fax: (8375) 224-13-95, e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)





<p><b>MUQOBIL ENERGETIKA</b></p> 	<p><b>АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b></p> 	<p><b>ALTERNATIVE ENERGY</b></p> 
<p>Ilmiy-texnik jurnal 2021-yilda tashkil etilgan.</p>	<p>Научно-технический журнал основан в 2021 году.</p>	<p>The scientific-technical journal was established in 2021.</p>
<p>Ilmiy-texnik jurnalga 2021-yil 4-aprelda asos solingan bo‘lib, u 2021-yil iyul oyidan boshlab chiqarilgan. Muassis: Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti. Manzil: 180100, Qarshi shahri. Mustaqillik shoh ko‘chasi, 225. Telefon: 0375 221-09-23 +998 90-716-51- 92 Sayt: <a href="http://aenergy.qmii.uz">http://aenergy.qmii.uz</a> e-mail: <a href="mailto:aenergy@mail.ru">aenergy@mail.ru</a></p> <p>Nashr indeksi - 4074 <b>ISSN 2181-2284</b></p> <p>11-sonli nashr. Terishga topshirilgan sana: 22.12.2023-y. Nashrga ruxsat berilgan sana: 27.12.2023-y. Chop etilgan sana: 28.12.2023-y.</p> <p>Bichimi 60x84 1/8. Times garniturası. Shartli bosma tabog‘i 6,26. Nashr bosma tabog‘i 6,25. Adadi 100. Buyurtma №102</p> <p>QarMIİ “INTELLEKT” nashriyoti MIUda chop etildi. Tahririyat: Texnik muharrir: Tog‘ayev I.</p>	<p>Научно-технический журнал основан 4 апреля 2021 года, издается с июля 2021 года.</p> <p>Учредитель: Каршинский инженерно-экономический институт. Адрес: 180100, г.Карши, проспект Мустакиллик, 225. Телефон: 0375 221-09-23 +998 90-716-51- 92 Сайт: <a href="http://aenergy.qmii.uz">http://aenergy.qmii.uz</a> e-mail: <a href="mailto:aenergy@mail.ru">aenergy@mail.ru</a></p> <p>Индекс издания-4074 <b>ISSN 2181-2284</b></p> <p>Выпуск 11. Дата предоставления в набор: 22.12.2023-г. Дата разрешения на публикацию: 27.12.2023-г. Дата публикации: 28.12.2023-г.</p> <p>Размер 60x84 1/8. Таймс гарнитура. 6.26. Условных печатных листов. 6.25. Учетно-издательских листов. Тираж 100. Заказ №102</p> <p>Напечатан в издательстве «ИНТЕЛЛЕКТ» при КИЭИ. Редактор: Технический редактор: Тогаев И.</p>	<p>The scientific and technical journal was founded on April 4, 2021, published since July 2021.</p> <p>Founder: Karshi Engineering-Economic Institute. 180100, Karshi, Independence av. 225. Phone: 0375 221-09-23 +998 90-716-51- 92 Site: <a href="http://aenergy.qmii.uz">http://aenergy.qmii.uz</a> e-mail: <a href="mailto:aenergy@mail.ru">aenergy@mail.ru</a></p> <p>Publication index - 4074 <b>ISSN 2181-2284</b></p> <p>Issue 11. Date submitted for dialing: 22.12.2023-y. The date of publication is: 27.12.2023-y. Date of publication: 28.12.2023-y.</p> <p>Size 60x84 1/8. The Times. Conventional printing plate 6.26. Edition printing plate 6.25. Circulation 100. Order №102</p> <p>KIEI was published by the “INTELLECT” publishing house at the CPN. Editor: Technical Editor: Togaev I.</p>



## Производство биотоплива из некондиционных семян хлопка - отходов маслоэкстракционных заводов

Умидиллаев Джахонгир Хасанович<sup>1\*</sup>, Якубов Салимжон Иминжанович<sup>2\*</sup>,  
Турдиев Мухиддин Шукурович<sup>2</sup>, Алмарданов Хамидилла Абдиганиевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан

<sup>2</sup>Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,  
Ташкент, Узбекистан

\*e-mail: salimjon@yandex.ru, \*e-mail: jahon\_22@mail.ru

**Аннотация.** Растущие потребности в энергии удовлетворяются главным образом за счет использования ископаемого топлива, что увеличивает энергетическую нагрузку на природу. Эту проблему можно решить путем обеспечения экологической и энергетической безопасности и ресурсосбережения. Ведущая роль в реализации этих процессов принадлежит нетрадиционной возобновляемой энергетике, при этом особое значение приобретают переработка промышленных отходов и производство альтернативной энергии. В том числе отходы масложировых заводов.

**Ключевые слова:** масложировая промышленность, переработка масличных семян, пиролиз, технология пиролиза, пиролиз отходов масложировых предприятий, альтернативное топливо, пирогаз, пирожидкость, коксовая остатка, использования альтернативных топливных ресурсов

### ВВЕДЕНИЕ.

В Узбекистане масложировая отрасль является важной частью пищевой промышленности, включающей переработку масличных культур, производство и переработку растительных масел в различные виды продукции.

Следует отметить, что среднее потребление растительного масла только на потребительском рынке страны составляет не менее 14 кг на душу населения в год. Кроме того, потребность перерабатывающей промышленности составляет около 250 тыс. тонн в год. Сегодня в Республике Узбекистан действуют более 240 масложировых предприятий [1]

Предприятия по производству масла имеют общую годовую мощность по переработке семян масличных культур более 4,39 млн. тонн в год. Из них 3,59 млн. тонн приходится на семена хлопка и более 0,80 млн. тонн – на переработку сои и семян подсолнечника.

Одной из основных системных проблем, характерных для всей отрасли, является неэффективное использование отходов производства, образование некондиционных ресурсов и т. д.

Большая часть отходов масложировых предприятий образуется при переработке сырых растительных масел. Основными отходами, подлежащими утилизации, является соапстоки, получаемые в процессе нейтрализации жирных кислот и широко используемое в производстве мыло. Отработанная отбельная земля, в которой содержание жирных кислот составляет около 20%, может использоваться в качестве энергоносителя для получения тепла [2, 3].

### ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Создание новых экономичных технологий необходимо для повышения уровня переработки отходов масложирового производства, что позволит снизить негативное воздействие заводов на окружающую среду, снизить энергопотребление и повысить рентабельность производства.



На сегодняшний день существует ряд методов утилизации и переработки твердых отходов, которые можно применить к отходам очистки масличных культур и масложирового производства. В данной работе мы рассмотрим один из них – пиролиз под действием высоких температур в отсутствие или недостатке кислорода.

Пиролиз [4 -7] представляет собой процесс разложения органических соединений под действием высоких температур при отсутствии или недостатке кислорода.

Характеризуется возникновением реакций взаимодействия и уплотнения остаточных фрагментов, исходных молекул, приводящих к расщеплению органической массы, рекомбинации продуктов расщепления с образованием термодинамически устойчивых веществ: твердого остатка, смолы, газа. Обычно происходят процессы пиролиза отходов проводятся при температуре 600–800°C с вакуумированием реактора [8-10]. При этом протекают реакции образования кокса и смолы, разложения высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкие и газообразные фракции. Оксиды азота и серы практически не образуются. В результате процесса пиролиза из отходов образуются парогазовая смесь и твердый углеродистый остаток (пирокарбон). Парогазовая смесь очищается от пыли в циклоне и далее проходит последовательно через конденсатор, в котором газовая фаза отделяется от жидких продуктов пиролиза (смеси смолы и воды). Газообразные продукты направляются вентилятором на сжигание в специальную топку.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Аналитические исследования показали, что пиролиз семян, стеблей и отходов хлопчатника используется для различных целей [11-14]. Нам нужно было определить возможность получения горючих компонентов в качестве альтернативного топлива.

В принципе, технологических сложностей в процессе пиролиза нет. Но есть разные аспекты дизайна и энергетике. Традиционно термопиролиз применяют с подводом тепла извне за счет энергии газа, угля, нефтепродуктов и т.п. В наших исследованиях мы приняли два варианта реализации передачи тепловой энергии: один – за счет использования электронагревателей, второй – за счет солнечной энергии.

На рисунке 1, приведена принципиальная блок-схема для пиролиза некондиционных хлопковых семян с использованием электрической энергии.

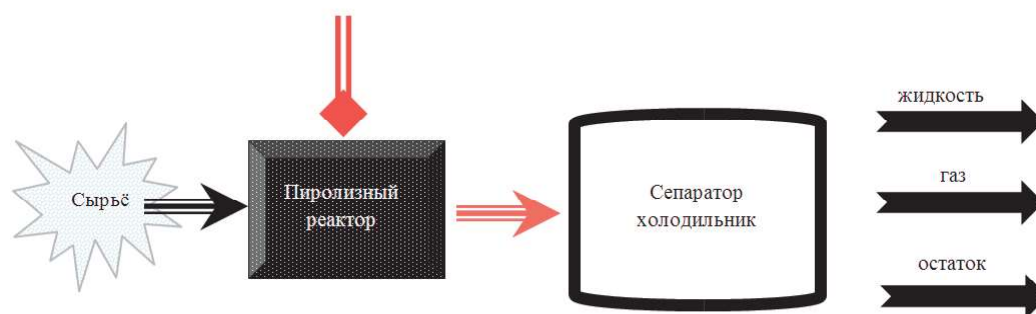


Рис. 1. Принципиальная блок-схема для пиролиза некондиционных хлопковых семян с использованием электрической энергии

Энергия электрическая → продукты термопиролиза

Согласно, как показано на технологической блок схеме (рис. 1), некондиционные семена хлопчатника после очистки от посторонних веществ (в основном металлических и минеральных примесей) загружают в реактор пиролиза. В качестве источником тепла были использованы электрические нагревательные ТЭНы.

В реактор загружались по 50 г отходы хлопковых семян, и эксперименты повторялись при различных тепловых мощностях реактора. В таблице 1 приведены результаты при тепловой мощности реактора 0,8 *КВт*.

Таблица 1

Результаты пиролиза некондиционных семян хлопчатника методом термопиролиза

Мощность реактора, 0,8 КВт	Время, мин	начало	2	10	15	20	Продукты пиролиза		
							жидкость	газ	остаток
	Температура в реакторе, °С	38	50	100	180	250	3	15,9	30

Из таблицы видно, что общая продолжительность процесса термопиролиза составила не более 20 *минут*, а температура пиролиза находилась на пределе 250 °С. Процесс термопиролиза протекал со скоростью вначале 6 °С/мин, затем 6,25 °С/мин, 16 °С/мин и 14 °С/мин соответственно.. Конечным результатом являются горючие газы, жидкие компоненты и твердые остатки, оставшиеся в реакторе. Выход горючих газов при использовании термопиролизного метода составил около 31,8%.

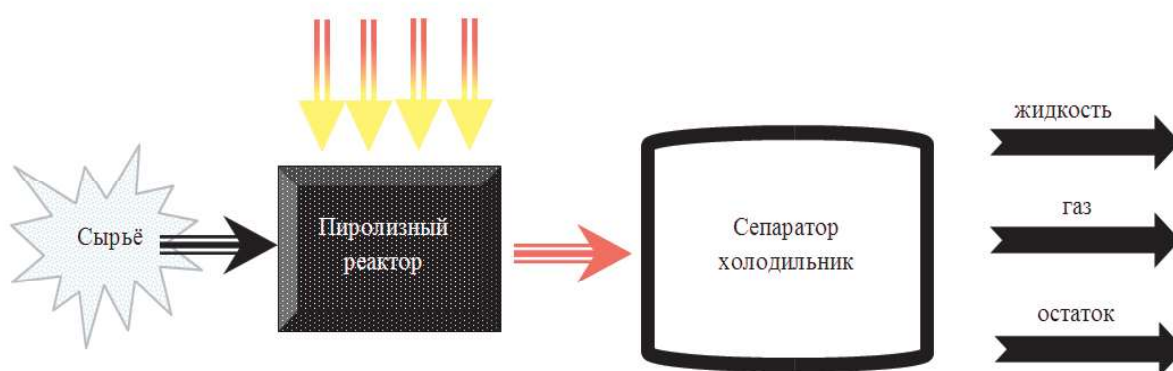


Рис. 2. Принципиальная блок-схема пиролиза некондиционных семян хлопчатника с использованием солнечной энергии

Солнечная излучение     
 продукты термопиролиза

А что касается использования термопиролиза с нагревом энергии солнечного излучения, можно привести некоторые исследования [15-25], где успешно реализованы гелиогибридные технологии и получены оригинальные экспериментальные результаты подтверждающие эффективности, экологичесности, энергосберегающие аспекты.



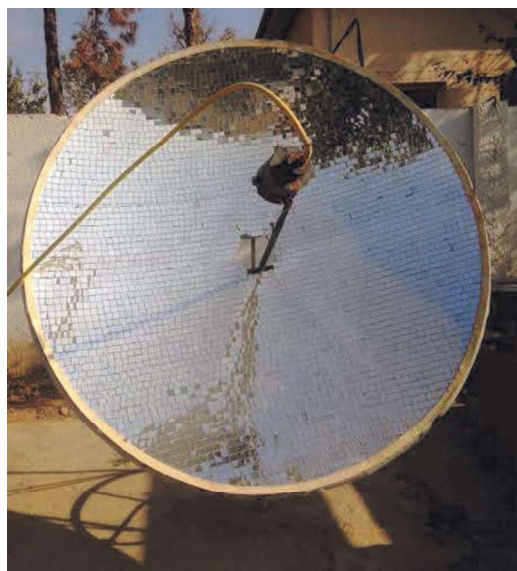


Рис. 3. Гелиогибридная пиролизная установка

На рисунке 2 представлена принципиальная блок-схема пиролиза некондиционных семян хлопчатника с использованием солнечной энергии.

Осуществление процесса термопиролиза с использованием солнечного излучения отличается от процесса термопиролиза с использованием электрической энергии. Так, например, во втором случае термопиролиза время работы реактора пиролиза ограничено дневным временем суток, требуется постоянная регулировка солнечного концентратора и других факторов.

Эксперименты проводились на гелиополигоне Каршинского инженерно-экономического института, где был реализован проект установки гелиогибридного пиролиза [7]. Представленная на рисунке 3 установка, позволила реализовать принципиальную структурную схему пиролиза

некондиционных семян хлопчатника с использованием энергии солнечного излучения.

Согласно блок-схеме пиролиза некондиционных семян хлопчатника с использованием энергии солнечного излучения, после очистки от минеральных и металлических примесей сырье загружают в реактор термического пиролиза, затем в реактор направляют солнечные лучи солнечного концентратора. При этом в определенные промежутки времени направление гелиоконцентратора корректируется в зависимости от положения Солнца на горизонте [26,27]. Продукты пиролиза разделяются на газовые и жидкие компоненты.

Экспериментальные данные, полученные при пиролизе некондиционных хлопковых семян методом гелиотермопиролиза, сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты полученные при пиролизе некондиционных хлопковых семян методом гелиотермопиролиза

Тип загружаемого сырья	Масса загружаемого сырья, <i>g</i>	Исходная влажность загружаемого сырья, %	Начальная температура загружаемого сырья, $t, ^\circ\text{C}$	Среднее падающее солнечное излучение $\text{Вт/м}^2$	Средняя температура в реакторе $t_r, ^\circ\text{C}$	Время процесса, <i>мин</i>	Продукты пиролиза, <i>g</i>		
							жидкий	газовый	остаток
ОТХОДЫ семян хлопка	500	30	30	900	375	100	7	100	393

Как видно из таблицы процесс пиролиза при использовании гелиогибридной установки потребовал 100 *мин* времени для переработки некондиционных семян хлопчатника. Естественно, объём реактора при этом возмещал 500 *г*. сырья и солнечные лучи не охватывали полезную поверхность теплообмена реактора. Еще одним важным фактором была исходная влажность сырья. Полученные продукты практически идентичны по номенклатуре, но различны по балансу. Если соотношение газ/сырьё при обычном



термопиролизе составляло 0,318, а при гелиогибридном варианте это соотношение составляло 0,2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно полученным данным рассмотренные варианты термопиролизной переработки некондиционных семян хлопчатника позволяют получить альтернативный вид топлива порядка 0,2-0,318 кг/кг. Традиционный метод реализуется при условии наличия внешнего тепла, подаваемого за счет энергии ископаемого топлива, и требует постоянных финансовых затрат на реализацию процесса пиролиза. Удельный выход альтернативного топлива с одной тонны сырья составил 318 кг (или в объемном выражении  $490 \text{ м}^3 \div 375 \text{ м}^3$ ), при низшей теплоте сгорания  $7,3 \text{ МДж/м}^3$ .

Таким образом, утилизация отходов масложировых предприятий позволяет использовать дополнительные инновационные технологические возможности для разработки альтернативных топливных ресурсов, их использования в технологической линии, в частности сушки семян, и как экономии традиционной энергии, так и топливные ресурсы.

Утилизация путем термического пиролиза в последнее время наиболее широко используется в различных отраслях экономики во многих странах, позволяя получить газообразное, жидкое и твердое топливных ресурсов пригодные для использования как альтернативное топливо.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Масложировая промышленность в Узбекистане.  
<https://fayllar.org/maslojirovaya-promishlennoste-v-uzbekistane.html>  
дата обращения 29.11.2023.
2. Смычагин Е.О., Мустафаев С. К. Анализ состава отходов очистки масличных семян и способов их утилизации и переработки. Научный журнал КубГАУ, Краснодар, Россия, 2016, №120(06), с. 1-13 .
3. Беляев Н.М., Кисель А.А. Новые способы и потенциальные возможности применения отходов производства пищевой продукции. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности». Екатеринбург, 2019, с. 162-166.
4. Что такое Пиролиз? Знакомство с технологией пиролиза.  
<https://pyroliz.ru/blog/piroliz-cto-eto-znakomstvo-s-tehnologiyey> дата обращения 29.11.2023
5. Пиролиз. ООО «Пиролиз-Экопром».  
<https://piroliz-ecoprom.ru/%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7/>  
дата обращения 29.11.2023.
6. Pyrolysis. Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrolysis> дата обращения 29.11.2023.
7. . Uzakov G.N., Toshmamatov B.M., Davlonov Kh.A., Khatamov I.A. Solar installation for thermal processing of solid waste. Utility model patent of the Republic of Uzbekistan No. FAP 20200171.
8. Juping Liu, Xu Chen, Wei Chen, Mingwei Xia, Yingquan Chen, Hanping Chen, Kuo Zeng, Haiping Yang. Biomass pyrolysis mechanism for carbon-based high-value products.  
<https://doi.org/10.1016/j.proci.2022.09.063>.





9. Mamta Devi, Sachin Rawat, Swati Sharma. A comprehensive review of the pyrolysis process: from carbon nanomaterial synthesis to waste treatment. Oxford Open Materials Science, Volume 1, Issue 1, 2021, itab014, <https://doi.org/10.1093/oxfmat/itab014>.
10. Kenneth B. Medlock III, Rachel A. Meidl. The Advanced Carbon Economy: A Sustainable Hydrogen Pathway. 2021, Rice University's Baker Institute for Public Policy <https://doi.org/10.25613/v58t-pm38>.
11. Suprabhat Seal, Achyut K. Panda, Sachin Kumar, and R.K. Singh. Production and characterization of bio oil from cotton seed. March 2015, Environmental Progress & Sustainable Energy. DOI:10.1002/ep.12011.
12. Pyrolysis of cotton seed and characterization of the liquid product. A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of BACHELOR OF TECHNOLOGY. Submitted by Suprabhat Seal, Supervisor: Dr. R.K Singh, Department of Chemical Engineering National Institute of Technology, ROURKELA, 2013, oai:generic.eprints.org:5344/core1451.
13. Najaf Ali, Mahmood Saleem, Arshad Chughtai, Khurram Shahzad. Fast pyrolysis of Pakistani cotton stalks in fluidized bed reactor: design and preliminary results. International Conference on Applied Energy, ICAE 2013, Jul 1-4, 2013, Pretoria, South Africa, paper ID: ICAE2013-664.
14. By Nita Bhalla. Fuel Made From Cotton Seeds Improves Agriculture in Drought-Ridden Kenya. From Thomson Reuters Foundation June 6, 2019. <https://www.globalcitizen.org/en/content/cotton-waste-biofuel-agriculture-kenya/#:~:text=Fuel%20Made%20From%20Cotton%20Seeds%20Improves%20Agriculture%20in%20Drought%20Ridden%20Kenya&text=KITUI%2C%20Kenya%2C%20June%206%20%E2%80%93,pump%20fueled%20by%20cotton%20waste>. дата обрац. 27.11.2023.
15. G. N. Uzakov, B.M. Toshmamatov, I.N Qodirov. Device for thermal processing of solid household waste. Muqobil energetika 2 (01), 100-104.
16. D. Kodirov, O. Tursunov, A. Ahmedov, R. Khakimov, M. Rakhmataliev, Economic efficiency in the use of solar energy: A case study of Agriculture in Uzbekistan, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 614, 012031 (2020).
17. G. N. Uzakov, Efficiency of joint operation of greenhouses and solar greenhouses, Applied Solar Energy 46(4), 319–320 (2010).
18. M. H. Joardder, P. K. Halder, A. Rahim, N. Paul, Solar assisted fast pyrolysis: a novel approach of renewable energy production, J. Eng. 2014 9, (2014).
19. K. Zeng, D. P. Minh, D. Gauthier, E. Weiss-Hortala, A. Nzihou, G. Flamant, The effect of temperature and heating rate on char properties obtained from solar pyrolysis of beech wood, Bioresour. Technol. 182, 114-119 (2015).
20. J. Zeaiter, M. N. Ahmad, D. Rooney, B. Samneh, E. Shammass. Design of an automated solar concentrator for the pyrolysis of scrap rubber. Energy Convers. Manag. 101, 118-125 (2015).
21. G. N. Uzakov, H. A. Davlonov, K. N. Holikov, Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters, Applied Solar Energy 54, 481 - 484 (2018).
22. X. A. Almardanov, I. A. Khatamov, Z. B. Turaev, R. E. Yusupov, Application of solar concentrators to obtain alternative fuel through a heliopyrolysis device, Universum: Technical Sciences 8-12 (2021).
23. X. A. Davlonov, X. A. Almardanov, I. A. Khatamov, A program for modeling and calculating the exergetic balance of a heliopyrolysis device to obtain alternative fuels from biomass (DGU 10337, Tashkent, 2021).



24. Xayrulla Davlonov, Xamidulla Almardanov, Inomjon Khatamov, Sadridin Urunboev, Palvan Kalandarov, and Orif Olimov. Study on Heat and Material Balance of Heliopyrolysis Device. Department of Renewable Energy Sources, Karshi Engineering Economics Institute, AIP Conf. Proc. 2686, 020023 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0111855>.
25. G N Uzakov, X A Almardanov, I N Kodirov and L A Aliyarova. Studying the temperature regime of the heliopyrolysis device reactor. E3S Web Conf. Volume 411, 2023 VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341101040>.
- 26 S. E. Frid, N. V. Lisitskaya, and Sh. A. Muminov. The Optimal Angle of Inclination of Photovoltaic Modules to the Horizon. Applied solar energy. Volume. 59, No. 1, 2023, p. 26-30. DOI: 10.3103/S0003701X23600662 .
27. Yo. A. Yo. A. Yusupova, O. H. Otaqulovb, S. F. Ergashev, and A. A. Kuchkarov. Automated Stand for Measuring Thermal and Energy Characteristics of Solar Parabolic Trough Concentrators. Applied solar energy. Volume. 57, No. 3, 2021, p. 216-223 DOI: 10.3103/S0003701X21030117.

