

**BIOENERGETIKA.BIOMASSA ENERGIYASI//БИОЭНЕРГЕТИКА.
ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ//BIOENERGY. BIOMASS ENERGY.****ПРОИЗВОДСТВО БИОТОПЛИВА ИЗ НЕКОНДИЦИОННЫХ СЕМЯН
ХЛОПКА - ОТХОДОВ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННЫХ ЗАВОДОВ**

Умидиллаев Дж. Х.¹, Якубов С.И.², Турдиев М.Ш.², Алмарданов Х.А.¹

¹Каршинский инженерно-экономический институт, 180100, Карши, Узбекистан

²Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Ташкент, Узбекистан

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.

**PAHTA URUG'LARI- NEFT EKSTRAKSIYA ZAVODLARI
CHIQUINDILARIDAN BIOYOQILG'I ISHLAB CHIQUARISH**

Umidillayev J.X.¹, Yoqubov S.I.², Turdiev M.Sh.², Almardanov X.A.¹

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, 180100, Qarshi, O'zbekiston

²O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent,
O'zbekiston

Annotatsiya: O'sib borayotgan energiya talablari asosan qazib olinadigan yoqilg'ilardan foydalanish hisobiga qondiriladi, bu esa atrof-muhitga energiya yuklamasini oshiradi. Bu muammoni ekologik va energiya xavfsizligini ta'minlash hamda resurslarni tejash orqali hal qilish mumkin. Ushbu jarayonlarni amalga oshirishda sanoat chiqindilarini qayta ishlash va muqobil energiya ishlab chiqarish alohida ahamiyatga ega bo'lgan noan'anaviy qayta tiklanadigan energiya yetakchi o'rin tutadi. Jumladan, yog'-moy zavodlari chiqindilari.

Kalit so'zlar: yog'-moy sanoati, yog'li urug'larni qayta ishlash, piroliz, piroliz texnologiyasi, yog'-moy korxonalarini chiqindilarini piroliz qilish, muqobil yoqilg'i, piro-gaz, piro-suyuqlik, koks qoldig'i, muqobil yoqilg'i resurslaridan foydalanish.

**PRODUCTION OF BIOFUEL FROM SUB-CONDITIONAL COTTON SEEDS
- WASTE OF OIL EXTRACTION FACTORIES**

Umidillaev J. Kh.¹, Yakubov S.I.², Turdiev M.Sh.², Almardanov Kh.A.¹





¹Karshi Engineering Economic Institute, 180100, Karshi, Uzbekistan

²Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Growing energy demands are met mainly through the use of fossil fuels, which increases the energy burden on the environment. This problem can be solved by ensuring environmental and energy security and resource conservation. The leading role in the implementation of these processes belongs to non-traditional renewable energy, with the processing of industrial waste and the production of alternative energy acquiring particular importance. Including waste from oil and fat factories.

Keywords: oil and fat industry, oil seed processing, pyrolysis, pyrolysis technology, pyrolysis of waste from oil and fat enterprises, alternative fuel, pyro-gas, pyro-liquid, coke residue, use of alternative fuel resources.

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 энергетика. 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.

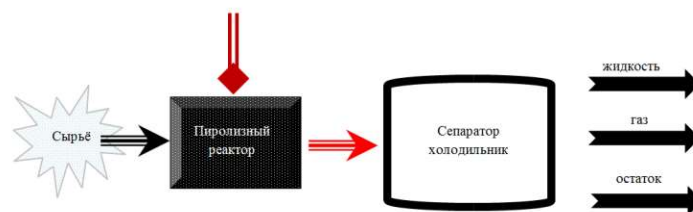


Рис. 1. Принципиальная блок-схема для пиролиза некондиционных хлопковых семян с использованием электрической энергии

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.	Время					Продукты пиролиза		
		начало	2	10	15	20	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%.

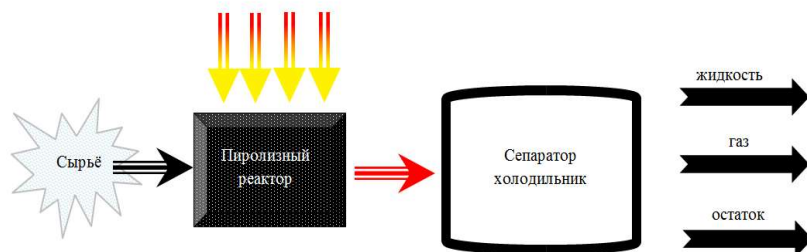


Рис. 2. Принципиальная блок-схема пиролиза некондиционных семян хлопчатника с использованием солнечной энергии.

 Солнечная излучение  продукты термопиролиза

А что касается использования термопиролиза с нагревом энергии солнечного излучения, можно привести некоторые исследования [15-20], где успешно реализованы гелиогибридные технологии и получены оригинальные экспериментальные результаты подтверждающие эффективности, экологичности, 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 [10-22]. 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, <i>t</i> , °C	Среднее падающее солнечное излучение вт/м ²	Средняя температура в реакторе <i>t_r</i> , °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 *МДж/м³*.

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 топливные ресурсы пригодные для использования как альтернативное топливо.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. 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 .
2. 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.
3. 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.
4. 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>.
5. 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> .
6. 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>.
7. 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 .
8. 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](http://oai.generic.eprints.org:5344/core1451).
9. 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.
10. Uzakov G.N., Toshmamatov B.M., Qodirov I.N. Device for thermal processing of solid household waste. Muqobil energetika 2 (01), 100-104.
11. Kodirov D., Tursunov O., Ahmedov A., Khakimov R., Rakhmataliev M. Economic efficiency in the use of solar energy: A case study of Agriculture in Uzbekistan, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 614, 012031 (2020).
12. Uzakov G.N., Efficiency of joint operation of greenhouses and solar greenhouses, Applied Solar Energy 46(4), 319–320 (2010).
13. Joardder M.H., Halder P.K., Rahim A., Paul N. Solar assisted fast pyrolysis: a novel approach of renewable energy production, J. Eng. 2014 9, (2014).
14. Zeng K., Minh P, Gauthier D., Weiss-Hortala E., Nzihou A., Flamant G. The effect of temperature and heating rate on char properties obtained from solar pyrolysis of beech wood, Bioresour. Technol. 182, 114-119 (2015).
15. Zeaiter J., Ahmad M.N., Rooney D., Samneh B., Shammass E.. Design of an automated solar concentrator for the pyrolysis of scrap rubber. Energy Convers. Manag. 101, 118-125 (2015).
16. Uzakov G.N., Davlonov H.A., Holikov K.N., Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters, Applied Solar Energy 54, 481 - 484 (2018).



17. Almardanov X.A., Khatamov I.A., Turaev Z.B., Yusupov R.E., Application of solar concentrators to obtain alternative fuel through a heliopyrolysis device, *Universum: Technical Sciences* 8-12 (2021).
18. Davlonov X.A., Almardanov X.A., Khatamov I.A., A program for modeling and calculating the exergic balance of a heliopyrolysis device to obtain alternative fuels from biomass (DGU 10337, Tashkent, 2021).
19. 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>.
20. Uzakov G.N., Almardanov X.A., Kodirov I.N. and Aliyarova L.A. 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>.
21. Frid S.E., Lisitskaya N.V., and Muminov Sh.A. 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 .
22. 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.