

**BIOENERGETIKA.BIOMASSA ENERGIYASI//БИОЭНЕРГЕТИКА.
ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ//BIOENERGY. BIOMASS ENERGY.****QUYOSH KONSENTRATORLI GELIOPIROLIZ QURILMASI REAKTORIDA ISSIQLIK
ALMASHINUVI JARAYONLARINI TADQIQOT QILISH****Almardanov H.A.***Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, O'zbekiston*

Annotatsiya. Maqolada quyosh konsentratorli geliopiroлиз qurilmasi reaktorida kechadigan issiqlik almashinuvi jarayonlari tadqiqot qilingan. O'tkazilgan tajribalar asosida quyosh konsentratorli geliopiroлиз qurilmasining optimal parametrlari aniqlangan va hosil qilingan energiya quyosh konsentratorlarining aperturasiga bog'liqligi tadqiqot qilingan. Biomassa geliopiroлиз bo'yicha bajarilgan tajribalar natijalari asosida atrof-muhit parametrlarining reaktori ichidagi issiqlik almashinuvi jarayonlariga ta'siri aniqlangan. O'tkazilgan tajribalarga ko'ra atrof-muhit harorati va shamol tezligi reaktordagi issiqlik almashinuv jarayoniga ta'siri o'rganilgan. Tajribalarda geliopiroлиз jarayonining harorat rejimi parabolik konsentrator yordamida hosil qilingan. Reaktordagi harorat rejimi Teplovizor Snegir-700MT yordamida o'lchangan.

Tayanch so'zlar: geliopiroлиз, konsentrator, piroliz reaktori, biomassa, issiqlik miqdori, quyosh radiatsiyasi, issiqlik samaradorligi, muqobil yoqilg'i, harorat, vaqt.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕАКТОРЕ
ГЕЛИОПИРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ С СОЛНЕЧНОМ КОНЦЕНТРАТОРОМ****Алмарданов Х.А.***Каршинский инженерно - экономический институт, Карши, Узбекистан*

Аннотация. В статье исследуются процессы теплообмена в реакторе гелиопиролизной установки с солнечным концентратором. На основании проведенных экспериментов определены оптимальные параметры гелиопиролизной установки с солнечным концентратором и изучена зависимость вырабатываемой энергии от солнечных концентраторов. По результатам экспериментов по гелиопиролизу биомассы определено влияние параметров окружающей среды на процессы теплообмена внутри реактора. По проведенным экспериментам изучалось влияние температуры окружающего воздуха и скорости ветра на процесс теплообмена в реакторе. В экспериментах температурный профиль процесса гелиопиролиза создавался с помощью параболического концентратора. Температурный режим в реакторе измеряли с помощью тепловизора Снегирь-700MT.

Ключевые слова: гелиопиролиз, концентратор, пиrolизный реактор, биомасса, количество тепла, солнечное излучение, тепловой КПД, альтернативное топливо, температура, время.

**RESEARCH OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN THE REACTOR OF THE SOLAR
CONCENTRATOR HELIOPYROLISIS DEVICE****Almardanov X.A.***Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan*



Abstract. *In the article, the processes of heat exchange in the reactor of the heliopyrolysis device with a solar concentrator are studied. Based on the conducted experiments, the optimal parameters of the heliopyrolysis device with a solar concentrator were determined and the dependence of the generated energy on the aperture of the solar concentrators was studied. Based on the results of experiments on biomass heliopyrolysis, the influence of environmental parameters on heat exchange processes inside the reactor was determined. According to the conducted experiments, the effect of ambient temperature and wind speed on the heat exchange process in the reactor was studied. In the experiments, the temperature profile of the heliopyrolysis process was created using a parabolic concentrator. The temperature regime in the reactor was measured with the help of Teplovizor Snegir-700MT.*

Key words: *heliopyrolysis, concentrator, pyrolysis reactor, biomass, amount of heat, solar radiation, thermal efficiency, alternative fuel, temperature, time.*

KIRISH.

So‘nggi yillarda respublikamizning iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohasida energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar amalga oshirilmoqda. Energiya resurslarini tejashda qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega. Qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan quyosh va biomassa energiyasining energetik potentsiali katta bo‘lib, ulardan amalda foydalanish energetik, ekologik va iqtisodiy jihatdan yuqori samara beradi. Hozirgi vaqtda quyosh energiyasidan yuqori harorat talab etadigan texnologik jarayonlarda foydalanish uchun quyosh konsentratorlarini qo‘llanishi muhim ahamiyatga ega. Jahonda va O‘zbekistonda ham keyingi yillarda quyosh energiyasidan turli texnologik jarayonlarda foydalanish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan va amaliy natijalarga erishilgan [1-3].

Quyosh energiyasidan foydalangan holda biomassa va organik chiqindilardan yoqilg‘i va energiya ishlab chiqarish birinchi navbatda kichik qishloq aholi turar joylari, fermer xo‘jaliklari va yakka tartibdagi uylar shaklida markazlashtirilgan energiya ta‘minoti tizimlarining avtonom va uzoq masofada joylashgan energiya iste‘molchilarini qiziqtiradi. Shu sababli yoqilg‘i, issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun o‘simlik biomassasini qayta ishlash asosan qishloq aholisini, ayniqsa, energiya yetishmaydigan hududlarni energiya bilan ta‘minlash muxim vazifa hisoblanadi.

So‘ngi yillarda biomassadan muqobil yoqilg‘i olishda piroliz qurilmasidan foydalanish bo‘yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqotlar ushbu sohada ahamiyatli darajadagi nazariy va amaliy natijalarga erishilganligidan dalolat beradi. Hozirgi kunda xorijlik olimlar tomonidan piroliz jarayonida quyosh konsentratorlaridan foydalanish bo‘yicha bir qator tadqiqotlar olib borilmoqda [4-7]. Respublikamizda mahalliy biomassadan piroliz usulida muqobil yoqilg‘ilar olish bo‘yicha G‘.N.Uzoqov, R.T.Rabbimov, X.A.Davlonov tomonidan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan [8]. G‘.N.Uzoqov, X.A.Davlonovlar tomonidan O‘zbekiston sharoitida mahalliy biomassadan muqobil yoqilg‘i olish uchun parabolasilindrik konsentratorli piroliz qurilmasining texnik sxemasi ishlab chiqilgan [9].

Ammo o‘tkazilgan tadqiqot natijalariga qaramay biomassadan muqobil yoqilg‘i olish uchun piroliz qurilmasining energiya samaradorligini oshirishda quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha yetarlicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmagan. Shu sababli, O‘zbekiston sharoitida asoslangan natijalar olinmagan. Tadqiqotning maqsadi quyosh konsentratorli geliopiroliz qurilmasi reaktorida issiqlik almashinuvi jarayonlarini tajribada tadqiq qilishdan iborat.

USLUB VA MATERIALLAR.

Piroliz qurilmalarida energiya sarfini kamaytirish asosiy muammolardan hisoblanadi. Chunki reaktorda harorat rejimini ta‘minlash uchun dastlab energiya (issiqlik) berilishi kerak. Odatda piroliz qurilmalarida amalga oshiriladigan jarayonlar ko‘mir, tabiiy gaz yoki elektr energiyasini sarflash hisobiga amalga oshiriladi. Sababi biomassa chiqindilarini parchalash uchun juda katta issiqlik energiyasi talab etiladi va biomassani qo‘shimcha qizdirish ortiqcha energiya sarfini talab qiladi [10].





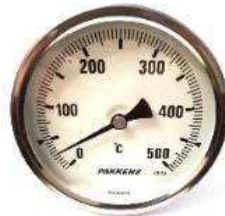
Quyosh konsentratori asosidagi geliopirroliz qurilmasi ekologiyaga zarar yetkazmaydi va jarayon uchun sarflanadigan energiya sarfini kamaytiradi. Jarayon uchun talab etiladigan harorat parabolik quyosh konsentratorlari orqali hosil qilinadi. Taklif etilgan usulning afzalliklari shundan iboratki, biomassa pirolizi jarayonida quyosh konsentratorlaridan foydalanib reaktorni quyosh energiyasi bilan doimiy qizdirish mumkin [11-16].

O‘tkazilgan tajriba tadqiqotlarida quyosh konsentratori geliopirroliz qurilmasining optimal parametrlari aniqlandi va hosil qilingan energiya quyosh konsentratorlarining aperturasiga bog‘liqligi tadqiqot qilindi. Termodinamikaning birinchi qonuni jarayon uchun zarur bo‘lgan energiyani hisoblashning nazariy termodinamik yondashuv asosi bo‘lib xizmat qiladi. Biomassa geliopirrolizida zarur bo‘lgan energiya talabi ma’lum bir vaqtda biomassani qizdirish uchun quyosh konsentratorlarining yuzasiga, qurilmaning foydali ish koefitsientiga, sirtning nur qaytarish koefitsientiga, biomassa miqdoriga va haroratlar farqiga bog‘liq ekanligi aniqlandi [17].

Tajribada geliopirroliz jarayonining harorat rejimi parabolik konsentrator yordamida hosil qilinadi. Reaktordagi harorat rejimi Teplovizor Snegir-700MT (o‘lchash aniqliligi: ± 2 °C; o‘lchash diapazoni -20...+700 °C) orqali nazorat qilindi. Silindrsimon reaktorning balandligi bo‘yicha xarakterli nuqtalardagi haroratlar Mobile-CASSY 2 termometri hamda Bimetalik termometr (Pakkens $\varnothing 100\text{mm}$ / $T_{\text{max}}=500^\circ\text{C}$ / rezbasi 1/2" / Turkiya 711707292, o‘lchash aniqliligi: CL 2.0; o‘lchash diapazoni 0...+500 °C) yordamida qayd qilib borildi (1,2,3-rasmlar).



1-rasm. Mobile-CASSY 2 WiFi harorat o‘lchash asbobi.



2-rasm. Bimetalik termometr Pakkens harorat o‘lchash asbobi.



3-rasm. Teplovizor Snegir-700MT harorat o‘lchash asbobi.

Reaktorda biomassani termik usulda qayta ishlashda ma’lum miqdorda issiqlik talab qilinadi. Bu issiqlik reaktor harorat rejimini o‘rnatish va saqlash uchun sarf bo‘ladi. Biomassani termik qayta ishlash jarayonining energiya sig‘imini aniqlash uchun reaktorning issiqlik balansini tadqiqot qilish zarur. Geliopirroliz reaktoridan atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik miqdori reaktorda qayta ishlanayotgan biomassa harorati, tashqi atrof-muhit harorati, issiqlik almashinishi yuzasi, reaktor materialining issiqlik-fizik parametrlari va issiqlik uzatish koefitsientiga bog‘liq bo‘ladi hamda issiqlik uzatish tenglamasi orqali aniqlanadi [74]:

$$Q = k \cdot F_{\text{reak.yon}}(t_{\text{pir}} - t_{\text{at.m}}) \cdot \tau \quad (1)$$

Bu yerda, k – issiqlik uzatish koefitsienti, $Vt/m^2 \cdot ^\circ\text{C}$; $F_{\text{reak.yon}}$ – reaktorning yon sirlarining issiqlik almashinish yuzasi, m^2 ; t_{pir} – piroliz jarayoni harorati, °C; $t_{\text{at.m}}$ – atrof-muhit harorati, °C; τ - vaqt, sek.

Geliopirroliz reaktori uchun issiqlik uzatish koefitsiyenti quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_r}{\lambda_r} + \frac{1}{\alpha_k}} \quad (2)$$

Nurlanish usulida reaktor sirtidan yo‘qotilgan issiqlikni hisoblashda α_n quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\alpha_{\text{nur}} = \frac{\sigma \cdot \epsilon_r \cdot (T_{\text{pir}}^4 - T_{\text{atm}}^4)}{T_{\text{pir}} - T_{\text{atm}}} \quad (3)$$

Konvektiv usulda reaktordan havoga yo‘qotilgan issiqlikni hisoblashda α_k quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Nu = \frac{\alpha_k \cdot l_r}{\lambda_h} \quad (4)$$

$$\alpha_k = Nu \cdot \frac{\lambda_h}{l_r} \quad (5)$$

Reaktor devori va atrof-muhit orasidagi issiqlik almashinuv jarayonida Nu sonini hisoblash muhim sanalib, u quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi [18]:

$$Nu = 0,4 + 0,54 \cdot Re^{0,52} \quad (6)$$

Issiqlik almashinuv jarayonida shamol tezligini inobatga olsak, u holda Re sonini aniqlash zarur bo'ladi :

$$Re = \frac{\omega_{sh} \cdot l_r}{\nu_h} \quad (7)$$

NATIJALAR VA MUNOZARA

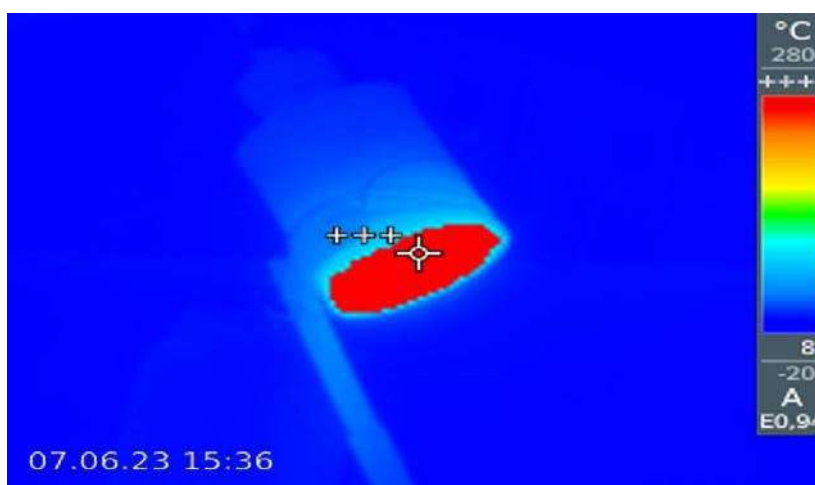
Biomassa geliopirrolizi bo'yicha bajarilgan tajribalar natijalari asosida atrof-muhit parametrlarining reaktori ichidagi issiqlik almashinuvi jarayonlariga ta'siri aniqlandi. Biomassa pirolizi bo'yicha tashqi muhit parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tashqi muhit parametrlari (Qarshi shahri).

Parametrlar nomlanishi	Belgilanishi	Birligi	Qiymati
Atrof-muhit harorati.....	t_a	$^{\circ}C$	30
Shamolning o'rtacha tezligi.....	ω_{sh}	m/s	2,0÷4,0
Havoning namligi	φ_h	%	30÷40
Havoning dinamik qovushqoqligi.....	μ_h	$mkN \cdot s/m^2$	18,1
Havoning kenimatik qovushqoqligi...	ν_h	mkm^2/s	15,06
Havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.....	λ_h	$Vt/(m \cdot ^{\circ}C)$	0,0257

Geliopirroliz reaktori sirtining harorati Teplovizor Snegir-700MT asbobi yordamida qayd qilib borildi. O'lchov natijalari 4-5-rasmlarda keltirildi.



4-rasm. Reaktor tubidagi harorat.



5-rasm. Reaktorning tashqi sirtidagi harorat.



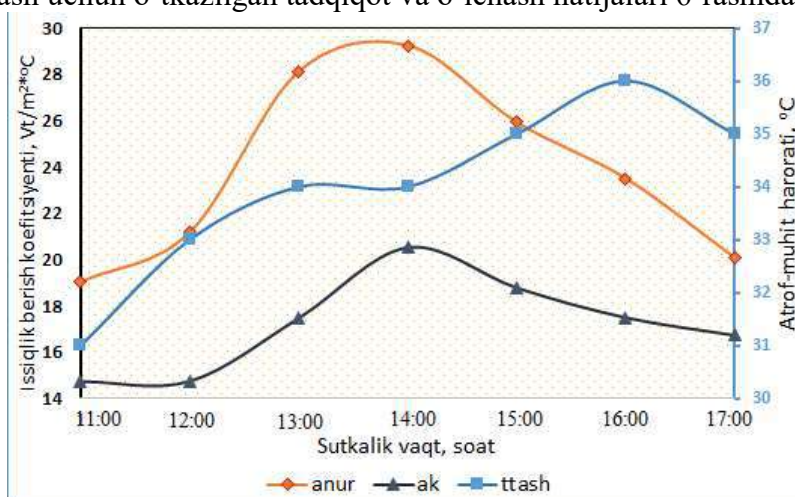
O'tkazilgan tajribalarga ko'ra atrof-muhit harorati va shamol tezligi reaktordagi issiqlik almashinuv jarayoniga ta'siri o'rganildi. Tajriba natijalari 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

Geliopiroliz reaktordagi issiqlik almashinuv jarayoni tadqiqot natijalari.

Sutkalik vaqt	Shamol tezligi, m/s	Reaktor uzunligi, m	Havoning kinematik qovushqoqligi, $mkN \cdot s/m^2$	Atrof muhit harorati, K	Havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $Vt/(m \cdot ^\circ C)$	Reynolds soni	Nusselt soni	Konvektiv issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot K)$	Nuriy issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot K)$
11:00	2,2	0,2	16,1	304,15	0,0268	27329,1	109,906	14,72746	19,0441
12:00	2,2	0,2	16,3	306,15	0,027	26993,8	109,205	14,74277	21,18834
13:00	3,05	0,2	16,4	307,15	0,0271	37195,1	128,942	17,4717	28,1379
14:00	4,16	0,2	16,4	307,15	0,0271	50731,7	151,456	20,52234	29,25684
15:00	3,5	0,2	16,5	308,15	0,0272	42424,2	138,042	18,7738	25,93483
16:00	3,05	0,2	16,6	309,15	0,0273	36746,9	128,134	17,49039	23,50715
17:00	2,8	0,2	16,5	308,15	0,0272	33939,3	122,963	16,72299	20,08168

Bajarilgan tajriba tadqiqotlari natijalari tahlili shuni ko'rsatadiki, atrof-muhit harorati va shamol tezligi reaktorga berilayotgan issiqlikka sezilarli ta'siri aniqlandi. 2-jadvalda keltirilgan tajriba natijalaridan ko'rinadiki, atrof muhit harorati 31 °C dan 36 °C gacha ortganda shamol tezligi 2,2 dan 4,16 m/s ga oshganda Reynolds soni mos ravishda 27329,1 dan 50731,7 gacha, Nusselt soni 109,906 dan 151,456 gacha ortishi bilan uzunligi 0,2 m bo'lgan reaktordan yo'qotilgan issiqlik 11,8 MJ dan 14,75 MJ ga, ya'ni 20% ga ortdi. Bu hodisani shamolni tezligi va atrof muhit harorati bilan izohlash mumkin. Quyosh konsentratorli geliopiroliz qurilmasi reaktorida issiqlik almashinuv jarayonlarini aniqlash uchun o'tkazilgan tadqiqot va o'lchash natijalari 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. Quyosh konsentratorli geliopiroliz qurilmasi reaktorida issiqlik almashinuv jarayonini sutkalik vaqt hamda atrof-muhit haroratiga bog'liqlik grafiqi.

XULOSA.

Quyosh konsentratorli geliopiroliz qurilmasi reaktoridagi issiqlik almashinuv jarayonlarini tadqiqot qilish natijasida atrof-muhit parametrlarining reaktori ichidagi issiqlik almashinuv jarayonlariga ta'siri aniqlandi. Tajribalar aperturasining yuzasi 2,54 m² li parabolik quyosh



konsentratori fokusiga hajmi 0,003 m³ bo'lgan reaktoriga biomassa va organik chiqindilar yuklash orqali amalga oshirildi. O'tkazilgan tajribalarga ko'ra atrof-muhit harorati va shamol tezligi reaktordagi issiqlik almashinuv jarayoniga ta'siri o'rganildi. O'tkazilgan tajribalar tahlili shuni ko'rsatadiki, atrof-muhit harorati va shamol tezligi reaktorga berilayotgan issiqlikka sezilarli ta'sir etishi aniqlandi. Tajribalarga ko'ra atrof muhit harorati 30 °C dan 40 °C gacha ortganda shamol tezligi 2 dan 5 m/s gacha ortishi bilan reaktordan yo'qotilgan issiqlik 11,8 MJ dan 14,75 MJ ga, ya'ni 20-25 % ga ortganligi kuzatildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Abdurakhmanov A., Kuchkarov A.A., Holov Sh. R., Abdumuminov A. Calculation of optical-geometrical characteristics of parabolic-cylindrical mirror concentrating systems // European science review. 2017. Vol. 2. P. 201-204.
2. Klychev Sh.I., Zakhidov R.A., Bakhramov S.A., Dudko Yu.A., Khudoikulov A.Ya., Klychev Z.Sh., and Khudoiberdiev I.A. Parameter optimization for paraboloid-cylinder-receiver system of thermal power plants // Applied Solar Energy. Applied Solar Energy. 2009. Vol. 45. No. 4. P. 281–284.
3. R.R. Avezov, N.R. Avezova, N.A. Matchanov, Sh.I. Suleimanov, R.D. Abdukadirova. History and State of Solar Engineering in Uzbekistan. Applied Solar Energy, 2012, Vol. 48, No. 1, pp. 14–19
4. 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 (2015) 114-119.
5. Szymon Sobek, Sebastian Werle. Solar pyrolysis of waste biomass: Part 1 reactor design. Renewable Energy. Volume 143, December 2019, Pages 1939-1948.
6. Kuo Zeng, Rui Li, Doan Pham Minh, Elsa Weiss-Hortala, Ange Nzihou, Xiao He. Solar pyrolysis of heavy metal contaminated biomass for gas fuel production. Energy 187 (2019) 116016.
7. Ayala-Cortés A., Arancibia-Bulnes C.A., Villafán-Vidales H.I., Lobato-Peralta D.R., Martínez-Casillas D., Cuentas-Gallegos A.K. Solar pyrolysis of agave and tomato pruning wastes: insights of the effect of pyrolysis operation parameters on the physicochemical properties of biochar. In: A Paper Presented at the SolarPACES Conference in Morocco, 2018.
8. G'N. Uzoqov, X.A. Davlonov. Gelioussiqxonalarining energiya tejamkor isitish tizimlari // Monografiya. Toshkent, Voris-nashriyoti, 143 b.
9. Uzakov, G.N., Davlonov, H.A. & Holikov, K.N. Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters. Appl. Sol. Energy 54, 481–484 (2018). <https://doi.org/10.3103/S0003701X18060178>
10. Uzakov G.N., Novik A.V., Davlonov X.A., Almardanov X.A., Chuliev S.E. Heat and Material Balance of Heliopyrolysis Device. ENERGETIKA. Proceedings of CIS higher education institutions and power engineering associations. 2023; 66(1):57-65. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-1-57-65>
11. Xayrulla Davlonov, Xamidulla Almardanov, Inomjon Khatamov, Sadridin Urunboev, Palvan Kalandarov, and Orif Olimov, "Study on heat and material balance of heliopyrolysis device", AIP Conference Proceedings 2686, 020023 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0111855>
12. Almardanov, H. and Chuliyev, S. 2022. Biomassadan geliopiroliz usulida yoqilg'i olish tajriba qurilmasining parametrlarini asoslash. Innovatsion texnologiyalar. 1, 4 (Nov. 2022), 92–96.
13. Алмарданов Хамидулла Абдиганиевич, Хатамов Иномжон Амруллаевич, Тураев Зухриддин Баходирович, Эшонкулов Мансур Насим Угли, Жовлиев Сарвар Мустафо Угли, Юсупов Рустам Эшпулатович. Применение солнечных концентраторов для приема альтернативного топлива через устройство гелиопиролиза // Universum: технические науки. 2021. №3-4 (84).





14. Sh.B. Imomov, X.A. Alimardonov. Heat mode solar heating systems based on flat reflectors, sets on the north side of the building. Молодой ученый, 2015, 335-336 ст.
15. Т. Я. Хамраев, Х. А. Алмарданов. Режим работы установок для получения биогаза из сельскохозяйственных отходов. Молодой ученый. — 2020. — № 25 (315). — С. 49-52.
16. Davlonov X.A., Almardanov H.A., Toshboyev A.R., Umirov F.B. Method of Thermal Processing of Biomass With Heliopyrolysis Device. 2021, International Journal of Human Computing Studies, 3(2), 149-151.
17. Давлонов Х.А., Алмарданов Х.А., Гадоев С.А., Шаймарданов И.З. Исследование теплового режима процесса гелиопиролиза биомасса // Универсум: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 4(85) 5-8 ст. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11550>
18. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977. 344 с.