



CHIQUINDILARDAN VODOROD OLIISH USULLARINI TADQIQOT QILISH

Toshmamatov Bobir Mansurovich - katta o'qituvchi,
email: bobur160189@mail.ru
Valiyev Sunnatillaxon Toxir o'g'li - 4-bosqich talabasi.

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

Annotatsiya: Maqolada qattiq maishiy chiqindilarni (QMCh) atrof-muhitga ta'siri va uni qayta ishlash darajasi tahlil qilingan. QMChlarni piroliz usulida qayta ishlash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Olingan muqobil yoqilg'i namunalarning tarkibi aniqlangan. Mualliflar tomonidan shaxta shnek barabanli "piroliz+vodorod" qurilmasining issiqlik sxemasi ishlab chiqilgan va ratsional ish rejimi asoslangan. Qattiq maishiy chiqindilarni qayta ishlash natijasida olingan pirogazni termik qizdirish natijasida vodorod olish usulining samaradorligi 70÷80% ga baholangan va ishlab chiqarilgan vodorodning narxi 1500÷2000 so'm/kg ni tashkil qilishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: qattiq maishiy chiqindi, termik qayta ishlash, harorat rejimi, piroliz usuli, vodorod yoqilg'isi, yashil texnologiya, kelajak energiyasi.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ОТХОДОВ

Тoшмаматов Бoбир Мансурoвич – старший преподаватель,
email: bobur160189@mail.ru
Велиев Суннатиллахан Тахир угли – ученик 4 класса.

Каршинский инженерго-экономический институт, 180100, Карши, Узбекистан

Аннотация: В статье анализировано влияние твердых бытовых отходов (ТБО) на окружающую среду и степень их переработки. Рассмотрены возможности пиролизной переработки ТБО. Определен состав полученных образцов альтернативного топлива. Авторами разработана тепловая схема установки «пиролиз+водород» с шахтным шнековым барабаном и на ее основе обоснован рациональный режим работы. Эффективность способа получения водорода в результате термического нагрева пирогаза, полученного в результате переработки твердых бытовых отходов, оценивается в 70-80%, а цена получаемого водорода - 1500-2000 сум/кг.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, термическая переработка, температурный режим, метод пиролиза, водородное топливо, зеленые технологии, будущего энергии.

RESEARCH OF METHODS FOR OBTAINING HYDROGEN FROM WASTE

Toshmamatov Bobir Mansurovich – senior lecturer,
email: bobur160189@mail.ru
Veliyev Sunnatillakhan Tahir ugli - 4th grade student.

Karshi Engineering Economics Institute, 180100, Karshi, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the impact of municipal solid waste (MSW) on the environment and the level of its processing. Possibilities of pyrolysis processing of MSWs were considered. The composition of the obtained alternative fuel samples was determined. The thermal scheme of the "pyrolysis+hydrogen" device with a mine auger drum was developed by the authors and the rational mode of operation was based on it. The efficiency of the method of obtaining hydrogen as a result of





thermal heating of pyrogas obtained as a result of the processing of solid household waste is estimated at 70-80%, and the price of the produced hydrogen is 1500-2000 soums/kg.

Keywords: *solid household waste, thermal processing, temperature regime, pyrolysis method, hydrogen fuel, green technology, future energy.*

Kirish.

An'anaviy qazib olinadigan yoqilg'i zahiralarning kamayishi va uni yoqishning ekologik oqibatlari so'nggi yillarda dunyoning deyarli barcha rivojlangan mamlakatlarida qayta tiklanadigan energiya manbalari asosidagi chiqindisiz va yashil texnologiyalarga qiziqishning sezilarli darajada oshishiga olib keldi. Lekin, dunyo aholisining jadallik bilan o'sib borishi bilan birgalikda ularning turmush darajasining yaxshilanishi, iste'mol mahsulotlari turlarining kengayishi va ularni iste'mol qilishning ko'payishi qattiq maishiy chiqindilar miqdorining keskin ortishiga sabab bo'lmoqda, bu esa o'z navbatida insoniyat taraqqiyoti va ekologik barqarorlikka global tahdidir [1-5].

Energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish, qattiq maishiy chiqindilar inson salomatligi va ekologik barqarorlikka ta'sirini bartaraf qilish va mamlakat energetika mustaqilligi va uning eksport salohiyatini saqlashni ta'minlaydigan energiya va resurs tejankor hamda chiqindisiz yashil texnologiyalarni joriy etish O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirishning asosiy ustuvor yo'nalishi hisoblanadi [6,7].

Qayd etish joizki, dunyoning barcha mamlakatlarida chiqindi solingan konteynerning asosiy komponentini oziq-ovqat chiqindilari, qog'oz va polietilen chiqindilari tashkil qiladi.

Aholining o'sishi, urbanizatsiya, iste'mol va iste'mol mahsulotlari turlarining kengayishi natijasida qattiq maishiy chiqindilarni boshqarish, tashish, to'plash, yo'q qilish, utilizatsiya va qayta ishlash masalasi global ahamiyat kasb etmoqda.

Bugungi kunda chiqindi muammosi nafaqat O'zbekistonda balki butun dunyo mamlakatlarida eng dolzarb ekologik, ijtimoiy, iqtisodiy, energetik, uy-joy va kommunal muammolardan biriga aylangan [8,9,10].

O'zbekiston uchun bu muammo ayniqsa dolzarbdir, chunki barcha turdagi chiqindilarning yillik to'planishi juda katta va ularni qayta ishlatish darajasi 30% dan oshmaydi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-noyabrdagi "Maishiy chiqindi poligonlarida hosil bo'ladigan chiqindi gazidan muqobil elektr energiyasini ishlab chiqarishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-335-sonli qarorida Mamlakatimizda qattiq maishiy chiqindilar bilan bog'liq ishlarni amalga oshirish sohasini yanada takomillashtirish, "Nol chiqindi" tamoyili asosida yangi hosil bo'layotgan chiqindilarni poligonlarga yo'naltirmasdan, maksimal darajada qayta ishlash yoki kuydirish, sohaga aylanma iqtisodiyot amaliyotini joriy etish, shuningdek, yangi ish o'rinlari yaratish borasida ustuvor vazifalar belgilab berilgan. Xususan, 2023-yil davomida chiqindilarni yig'ib olish miqdorini 95% gacha, ularni qayta ishlash miqdori 40%gacha yetkazish vazifasi qo'yilgan [11].

So'ngi yillarda qattiq maishiy chiqindilardan arzon xom-ashyo manbai sifatida, energetik maqsadda foydalanib muqobil energiya birliklarini ishlab chiqarishga katta ahamiyat qaratilmoqda, xususan chiqindilarni qayta ishlash orqali vodorod olish tadqiqotchilarda katta qiziqish uyg'otmoqda [12-15].

Mamlakatimizning 2035-yilgacha bo'lgan Energetika strategiyasida vodoroddan foydalanishni o'z ichiga olgan toza energetik texnologiyalarga alohida e'tibor qaratilgan [5]. Bugungi kunda vodorodning asosiy iste'molchilari kimyo va neft-kimyo sanoatidir. Biroq, keyingi o'n yillikda vodorod uglevodorodli birikmalar bilan raqobatlashishi mumkin, bu esa yangi "vodorod energetikasi" ning shakllanishiga yordam beradi.

Bugungi kunda vodorod kimyo va neft-kimyo sanoatining turli tarmoqlarida faol qo'llaniladi. Vodorod ammiak sintezida, yog'larni, ko'mir, moy va uglevodorodlarni gidrogenlashda ishlatiladi. Bundan tashqari, vodorod ko'mir va mazutni gidrogenlash orqali suyuq yoqilg'i ishlab chiqarish uchun zarurdir. Afsuski, vodorod sof shaklda tabiatda deyarli topilmaydi, shuning uchun uni ishlab chiqarish, konsentratsiyalash va aralashmalardan tozalash vazifalari katta ahamiyatga ega [16].

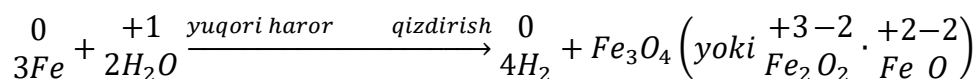
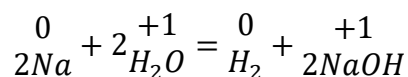
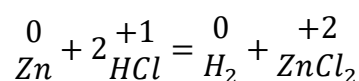
**Materiallar va usullar.**

Vodorod eng istiqbolli va ekologik toza energiya manbalaridan biri bo'lib, kelajakdagi energetika tarmog'ining asosiy tarkibiy qismlaridan biriga aylanishi mumkin.

Sanoatda sof vodorod olishning asosiy usullari suvni elektroliz qilish va koks yoki metandan olishdir. Bundan tashqari, vodorodni neft-kimyxo sanoatidagi turli jarayonlarda ishtirok etayotgan turli gaz aralashmalaridan ajratib olish va konsentratsiyalash yo'li bilan ham olinadi.

Tabiiy sharoitida vodorod asosan kimyoviy bog' hosil qilgan holatda bo'ladi. Uning ko'pgina birikmalari bizga ma'lum. Jumladan, H₂O, HCl, HF va boshqalar. Bu birikmalarda vodorod +1 oksidlanish darajasiga ega, chunki uning elektron manfiyligi (2,2) kislorod (3,44), xlor (3,16) va fluor (3,98)nikidan kam [17-20].

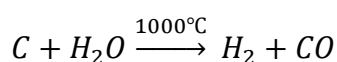
Agar vodorod +1 oksidlanish holatida bo'lsa, u ko'plab elementlardan elektronni olishi mumkin - ayniqsa elektronlarini berishga moyil bo'lgan metallar. Shuning uchun vodorod ishlab chiqarish usullari ko'pincha metallning vodorod birikmalaridan biri bilan reaksiyaga kirishishiga asoslanadi, masalan [21-23]:



Rux va vodorod xloridning suvli eritmasi (xlorid kislotasi) o'rtasidagi reaksiya ko'pincha laboratoriyada vodorod ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

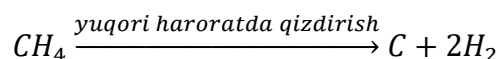
Rux o'rniga boshqa metallar (qanday bo'lmasa ham) HCl bilan reaksiyada ishlatilishi mumkin - masalan, temir, qalay, magniy va boshqalar.

Bundan tashqari metallmaslar ham ushbu turdagi reaksiyalarga kirishadi [22]. Masalan,

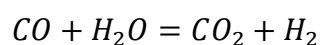
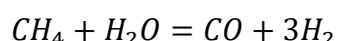


Bu reaksiya sanoat jarayonida sodir bo'ladi. Suv bug'i issiq koks (ko'mir havosiz muhitda qizdiriladi) orqali o'tkaziladi. Natijada uglerod oksidi va vodorod aralashmasi paydo bo'ladi.

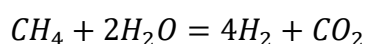
Vodorodni metanni kuchli qizdirish orqali ham hosil qilish mumkin.



Shuning uchun sanoat miqyosida metanga yuqori haroratlarda qizdirilgan suv bug'ini qo'shish orqali ko'p miqdorda vodorod olinadi.



Umuman olganda, bu jarayonni quyidagi tenglama shaklida yozamiz.





Vodorodni olishning yana bir usullaridan eng samaralisi piroliz jarayonidir.

Piroliz bu organik moddalar va uglevodorodli birikmalarning yuqori haroratlarda havosiz muhitda parchalanishining termokimyoviy jarayonidir. Bu jarayonda murakkab molekular oddiyoqlarga, shu jumladan vodorod molekulariga parchalanadi. Shunday qilib, piroliz natijasida vodorodning katta miqdorini olish mumkin, keyinchalik u turli sohalarda ishlatilishi mumkin [23].

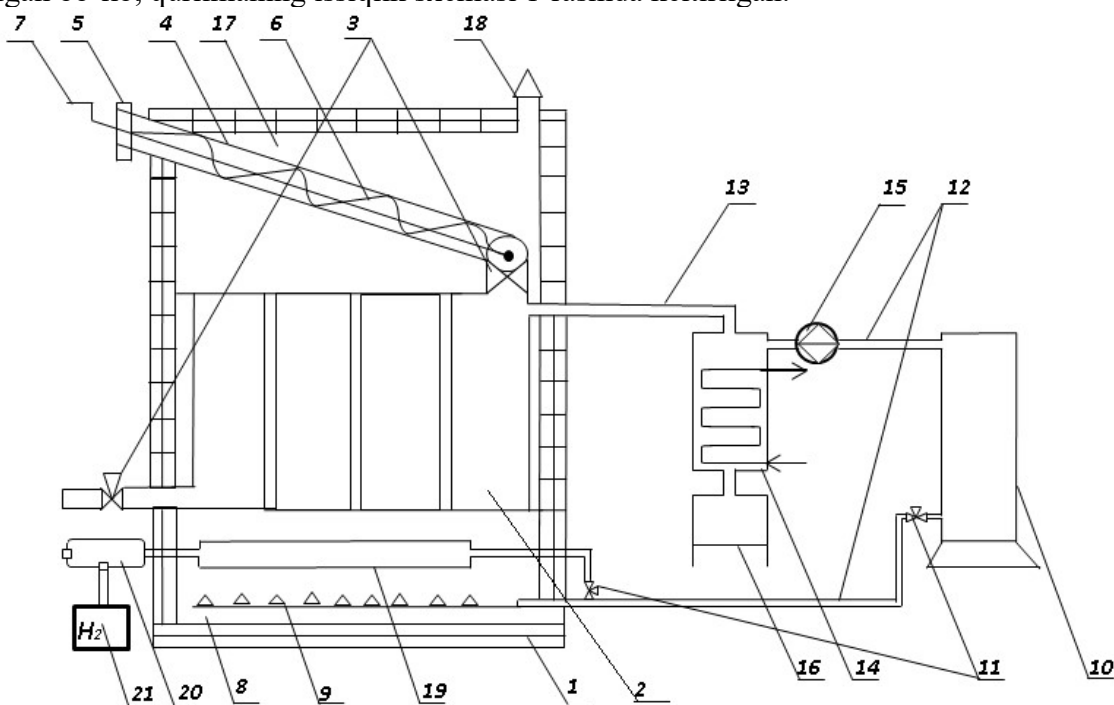
Piroliz jarayoni asosida vodorodni olishning bir necha samarali usullari mavjud bo'lib, ularning har biri o'ziga xos xususiyatlarga va afzalliklarga ega. Ulardan biri termoliz usuli bo'lib, organik moddalar yuqori haroratlarda suv bug'lari atmosferasida parchalanadi. Yana bir usul - gazlashtirish bo'lib, u katalizatorlar yordamida yuqori haroratda organik moddalarni parchalaydi. Uchinchisi pirogaz bo'lib, organik va uglevodorodli birikmalarni termokimyoviy qayta ishlash natijasida hosil bo'ladi.

Piroliz jarayonida biomassa xom-ashyosi, maishiy va organik chiqindilar hamda uglevodorodli birikmalar turli harorat oralig'ida qayta ishlanishi natijasida pirogaz, suyuq smola, ko'mir yoki o'tin kuliga termik parchalanishi sodir bo'ladi.

Natija va muhokamalar.

Chiqindilardan to'g'ridan-tog'ri va ularni qayta ishlash natijasida olingan pirogazdan ham vodorod olishning eng yaxshi ilg'or texnologiyasini tanlashda iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy jihatlarni hisobga olgan holda ko'rib chiqilayotgan texnologiyalarni yaxlit baholashdan kelib chiqish kerak. Chiqindilardan va har xil turdagi biomassalardan vodorod ishlab chiqarish muammosining dolzarbligi ushbu mavzu bo'yicha ko'plab tadqiqot ishlari va ixtirolarga patentlar mavjudligi bilan ham ifodalanadi [24].

Mualliflar tomonidan qattiq maishiy chiqindilarni temik qayta ishlash va vodorod olish uchun mo'ljallangan shaxta shnek barabanli "piroliz+vodorod" qurilmasining issiqlik sxemasi ishlab chiqilgan bo'lib, qurilmaning issiqlik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Shaxta shnek barabanli "piroliz+vodorod" qurilmasi sxemasi.

1-rasmda tasvirlangan qattiq maishiy chiqindilarni temik qayta ishlash va vodorod olish uchun mo'ljallangan shaxta shnek barabanli "piroliz+vodorod" qurilmasi quyidagilardan tarkib topgan. 1-shaxta, 2-quvurli piroliz reaktori, 3-zadvijka, 4-shnek barabanli quritgich, 5-qopqoq, 6-shnek, 7-val, 8-yonish kamerasi, 9-gorelka, 10-gazgolder, 11-ventil, 12-gaz quvuri, 13-bug'-gaz quvur, 14-spiralsimon issiqlik almashinuv qurilmasi, 15-filtr, 16-suyuq yoqilg'i baki, 17-utilizatsiya kamerasi, 18-tutun mo'ri, metanator qizdirgich, 20-adsorbsion katalizator, 21-vodorod saqlagich.



Qattiq maishiy chiqindilarni termik qayta ishlash uchun piroliz qurilmasi quyidagi tartibda ishlaydi:

Saralanmagan qattiq maishiy chiqindilar shaxta (1) ichiga oʻrnatilgan quvurli piroliz reaktori (2)ga zadvijka (3) ni ochib, shnek barabanli quritgich (4) ning qopqogʻi (5) orqali yuklanadi. Shnek (6) val (7)ga kavsharlangan boʻlib, uchi oʻtkir shaklda tayyorlangan. Val (7) qoʻl mehnati bilan aylantirilishi natijasida unga kavsharlangan shnek (6) barabanli quritgich (4) ichida aylanuvchi spiralsimon harakatni hosil qiladi va qattiq maishiy chiqindilarni shnek barabanli quritgich (4) boʻylab harakatlanishini, oʻtkir uchlari esa qattiq maishiy chiqindilarni maydalanishini taʼminlaydi. Maydalangan qattiq maishiy chiqindilar quvurli piroliz reaktori (2) ga tushadi. Quvurli piroliz reaktori (2) va shnek barabanli quritgich (4)ga qattiq maishiy chiqindi yuklangandan soʻng, zadvijka (3) va qopqogʻ (5) mahkamlanadi.

Piroliz jarayoni borishi uchun, yonish kamerasi (8)ga oʻrnatilgan gorelka (9) orqali gazgolder (10)dan ventil (11) ni ochib, gaz quvuri (12) orqali gʻazsimon yoqilgʻi beriladi. Yonish jarayonida hosil boʻlgan yuqori haroratli tutun gazlari issiqligi 850 °C dan 1200 °C ni tashkil qiladi. Kameraga oʻrnatilgan metanator qizdirgichga ventil (11) orqali berilgan pirogaz qizdiriladi va yuqoriga harakatlanib, quvurli piroliz reaktori (2)ga yuklangan qattiq maishiy chiqindilarni butun yuza boʻylab bir xil qizdiradi va quvurli iroliz reaktorida bugʻ-gaz aralashmasi hosil boʻladi. Hosil boʻlgan bugʻ-gaz aralashmasi bugʻ-gaz quvuri (13) orqali spiralsimon issiqlik almashinuv qurilmasi (14) ga oʻtadi. Spiralsimon issiqlik almashinuv qurilmasi (14)da bugʻ-gaz aralashmasini piroliz (suyuq va pirogaz) yoqilgʻilarga ajratish uchun sovuq suv beriladi va bugʻ-gaz aralashmasi issiqlik almashinishi natijasida kondensatsiyalanib pirogazga va suyuq yoqilgʻiga ajraladi. Spiralsimon issiqlik almashinuv qurilmasi (14) da ajralgan pirogaz filtr (15) orqali suv bugʻlari, karbonat angidrid CO₂, azot N₂, ammiak NH₃ va vodorod sulfid H₂S lardan tozalanib, gaz quvuri (12) orqali gazgolder (10) ga, suyuq yoqilgʻi esa suyuq yoqilgʻi baki (16) da yigʻiladi. Hosil boʻlgan pirogazning 40% qismi qurilmaning xususiy ehtiyoji uchun sarflanadi. Quvurli piroliz reaktoridan 120 °C dan 150 °C gacha harorat oraligʻida chiqqan tutun gazlari, utilizatsiya kamerasi (17)ga oʻtadi va unga 45^o burchak ostida oʻrnatilgan shnek barabanli quritgich (4) ga namligi 35 % dan 40% gacha boʻlgan, saralanmay yuklangan qattiq maishiy chiqindilarning namligini 5% dan 10 % gacha issiqlik oʻtkazuvchanlik asosida quritadi, bu esa tutun gazlarini utilizatsiya qilib (tutun gazlarining issiqligidan qoʻshimcha foydalanish hisobiga), atmosferaga yuqori haroratli tutun gazlarini chiqib ketishini oldini oladi, qurilmaning energiya samaradorligini oshirishga olib keladi. Harorati 25 °C dan 35 °C gacha pasaygan tutun gazlari tutun moʻrisi (18) orqali atmosferaga chiqib ketadi. 180 minutdan 240 minutgacha boʻlgan vaqt oraligʻida piroliz jarayoni tugaydi va qoldiq massa quvurli piroliz reaktori (2)ning pastki qismiga oʻrnatilgan zadvijka (3) orqali chiqarib yuboriladi va sikl shu tariqa davom ettiriladi. Metanator qizdirgich (19)da yuqori haroratda qizigan pirogaz adsorbsion katalizator (20)da uglerod ushlab qolinadi va ajralgan vodorod vodorod saqlagich (21)da saqlanadi. Olingan vodorod texnologik jarayon uchun uzatiladi.

Quyidagi 1-jadvalda turli biomassa xom ashyolari va chiqindilardan olingan biogazning tarkibi keltirilgan.

1-jadval.

Biomassa xom ashyolari va chiqindilardan olingan biogazning tarkibi.

Komponent	Biomassa xom ashyosi	Kanalizatsiya suvi	QMCh
Metan, CH ₄	50-70%	55-65%	55-60%
Karbonat angidrid, CO ₂	25-40%	30-40%	30-40%
Azot, N ₂	<3%	<4%	5-15%
Ammiak, NH ₃	7·10 ⁻⁵ % gacha	-	-
Vodorod sulfid, H ₂ S	4·10 ⁻³ % gacha	1·10 ⁻³ % gacha	0,03·10 ⁻³ ± 0,3·10 ⁻³ % gacha
Siloksanlar	-	<6 mg/m ³	-





Xulosa.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti “Muqobil energiya manbalari” innovatsion oligonida yaratilgan turli iroliz qurilmalarida QMChlarni termik qayta ishlash natijasida quyidagi natijalar olingan:

- chiqindilarni morfologik tarkibi, fizik-issiqlik, fizik-mexanik, fizik-kimyoviy va kinetik xususiyatlarini tadqiqot qilish asosida termokimyoviy usulda (piroliz usulida), 450÷550°C harorat oralig‘ida qayta ishlash natijasida muqobil yoqilg‘i (pirogaz, tarkibiy jihatdan-CH₄, C₂H₆, C₃H₈, suyuq va qattiq yoqilg‘i) olish ko‘rsatkichlari aniqlandi;

- qurilmaning tajriba-sanoat nusxasida turli tarkibli chiqindilarni qayta ishlash natijasida muqobil yoqilg‘i namunalari (1 tonna QMCHni qayta ishlash orqali 400 m³ kub pirogaz, 200 kg suyuq yoqilg‘i va 400 kg qattiq yoqilg‘i) olingan va qurilmaning ratsional ish rejimi ishlab chiqildi;

- qattiq maishiy chiqindilarni qayta ishlash natijasida olingan pirogazni termik qizdirish natijasida vodorod olish usulining samaradorligi 70÷80% ga baholandi va ishlab chiqarilgan vodorodning narxi 1500÷2000 so‘m/kg ni tashkil qilishi aniqlandi.

Natijada bir vatning o‘zida chiqindilarni inson salomatligi va ekologik barqarorlikka salbiy ta‘siri bartaraf qilinadi hamda vodorod yoqilg‘isi olinishga erishiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Узakov Г. Н., Базаров О. Ш., Давланов Х. А., Тошмаматов Б. М. Научно-инновационные разработки Каршинского инженерно-экономического института по использованию возобновляемых источников энергии. Беларусь-Узбекистан: Формирование рынка инновационной продукции. Сборник материалов научно-практической конференции (Минск, 14–15 марта 2023 г., стр. 353-356.
2. Toshmamatov, B. (2022). Solar energy application in municipal solid waste: experience, results and efficiency. *Muqobil Energetika*, 1 (04), 84–96. Retrieved from
3. Muradov, I., Toshmamatov, B.M., Kurbanova, N.M., Baratova, S.R., Temirova, L. (2019). Development of A Scheme For The Thermal Processing of Solid Household. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology* Vol. 6, Issue 9, September 2019, India, 10784-10787 pp.
4. Uzakov, G.N., Toshmamatov, B.M., Shomuratova, S.M., Temirova, L.Z. (2019). Calculation of energy efficiency of the solar installation for the processing of municipal solid waste. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology* Vol. 6, Issue 12, December 2019.
5. Toshmamatov, B. M, Uzakov, G. N, Kodirov, I. N & Khatamov, I. A. (2020). Calculation of the heat balance of the solar installation for the thermal processing of municipal solid waste. *International Journal of Applied Engineering Research and Development (IJAERD)* ISSN (P): 2250–1584; ISSN (E): 2278–9383 Vol. 10, Issue 1, Jun 2020, 21–30.
6. Uzakov, G.N., Davlonov, H.A., Holikov, K.N. (2018). Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters. *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)*, 2018, 54(6), стр. 481–484.
7. Toshmamatov, B., Davlonov, Kh., Rakhmatov, O., Toshboev, A. (2021). Recycling of municipal solid waste using solar energy. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 1030 (2021) 012165. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012165.
8. Aliyarova, L.A., Uzakov, G.N., Toshmamatov, B.M. (2021). The efficiency of using a combined solar plant for the heat and humidity treatment of air. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 723 (2021) 052002. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052002.
9. Uzakov, G.N., Shomuratova, S.M. and Toshmamatov, B.M. (2021). Study of a solar air heater with a heat exchanger – accumulator. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 723 (2021) 052013. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052013.



10. Toshmamatov B.M., Shomuratova S.M., Mamedova D.N., Samatova S.H.Y., Chorieva S. 2022 Improving the energy efficiency of a solar air heater with a heat exchanger – Accumulator. 1045(1), 012081.
11. Kodirov I.N., Toshmamatov B.M., Aliyarova L.A., Shomuratova S.M., Chorieva S. 2022 Experimental study of heliothermal processing of municipal solid waste based on solar energy. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1070(1), 012033.
12. . Uzakov G.N, Shomuratova S.M. and Toshmamatov B.M. 2021 Study of a solar air heater with a heat exchanger – accumulator IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 723 (2021) 052013. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052013.
13. Faiziev T.A. and Toshmamatov B.M. 2021 Mathematical model of heat accumulation in the substrate and ground of a heliogreenhouse IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 723 032006. doi:10.1088/1755-1315/723/3/032006.
14. Узаков Г.Н., Темирова Д.У. Преимущества использования водоугольного топлива в системах альтернативного топливоснабжения. Альтернативная энергетика. Научно – технический журнал. №8 31.03.2023 г. Стр. 109-114.
15. Узаков Г.Н., Давланов Х.А., Тошмаматов Б.М., Камалов Б.И. Анализ гибридных систем отопления жилых зданий, использующих ВИЭ. Альтернативная энергетика. Научно – технический журнал. №8 31.03.2023 г. Стр. 7-13.
16. Toshmamatov B, Davlonov Kh, Rakhmatov O, Toshboev A, Rakhmatov A 2023 Modeling of thermal processes in a solar installation for thermal processing of municipal solid waste. AIP Conference Proceedings 2612 050027
17. Sattorov B., Davlonov Kh., Toshmamatov B. and Arziev B. Increasing energy efficiency combined device solar dryer-water heater with heat accumulator. BIO Web of Conferences , 71 024 71 024 (2023)
18. Toshmamatov B., Kodirov I. and Davlonov Kh.. 2023 Determination of the energy efficiency of a flat reflector solar air heating collector with a heat accumulator. E3S Web of Conferences 402, 05010.
19. Toshmamatov B., Shomuratova S., Safarova S.. 2023 Improving the energy efficiency of a solar air heater with heat accumulator using flat reflectors. E3S Web of Conferences 411, 01026.
20. Nosov V, Tindova M, Zhichkin K and Mirgorodskaya M 2019 Application development for accidental pollution assessment on chemical manufacturers (pollution from chemical waste). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 337(1) 012014
21. Flaksman A S, Mozgovoy A I, Lopatkin D S, Dikikh V A, Shamsov I S, Romanova J A, Morkovkin D E and Bovtrikova E V 2021 Prospects for the development of alternative energy sources in the world energy. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 723(5) 052040
22. Sidorov A, Abdullozoda R, Sadullozoda S, Saifiddinzoda O and Abdullozoda I 2021 Method for determining the state of an grounding device. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 808 012005
23. Filippova I A, Ermakova A M, Gabdrakhmanova L N, Bogdanova J Z , Cherepanova V N, Abramova S V 2019 Innovative approach to assessing natural resources. International Journal of Recent Technologi and Engineering 6 998-1004

