

ПИРОЛИЗ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ ТАҲЛИЛИ**¹Ҳатамов И.А., ²Ибрагимов У.Х.**

¹**Ҳатамов Иномжон Амруллоевич** – катта ўқитувчи, Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қарши ш., Ўзбекистон Республикаси, E-mail: hotamjon.88@mail.ru *RCID ID 0000-0003-2761-4777*

²**Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич** – т.ф.ф.д., доцент. , Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қарши ш Ўзбекистон., Республикаси, E-mail: ibragimov_u@rambler.ru *ORCID ID 0000-0002-8848-0971*

Аннотация: Ушбу мақолада биомассани қайта ишлаш ва ундан суюқ, қаттиқ ва газсимон ёқилғиларни олиш учун мўлжалланган пиролиз қурилмаларидан фойдаланишнинг долзарблиги, биомассанинг характеристикаси, турлари, элементар таркиби ва физик хусусиятлари, пиролиз қурилмаларнинг реакторларини турлари, уларда жараёни ташкил этишнинг технологик схемалари келтирилган.

Калим сўзлар: биомасса, пиролиз реактори, пиролиз қурилмалари, муқобил ёқилғи.

Abstract: This article presents the relevance of the use of pyrolysis plants designed for processing biomass and obtaining liquid, solid and gaseous fuels from it, characteristics, types, elemental composition and physical properties of biomass, types of reactors for pyrolysis plants, technological schemes for organizing the process.

Keywords: biomass, pyrolysis reactor, pyrolysis plants, alternative fuel.

Кириш. Дунёда аҳоли сонини тез ортиши ва технологияни ривожланиши билан энергияга бўлган талаб ҳам кескин ортиб бормоқда, бунга тескари равишда органик ёқилғили энергетик ресурслар камайиб бормоқда. Биомасса асосан углеводли бирикмалардан (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин ва кам миқдордаги бошқа органик моддалар) иборат бўлиб, улар углерод, водород ва кислороднинг элементлари сифатида аниқланади ҳамда катта миқдордаги энергияга эга [1, 2].

Биомассани пиролиз қилиш натижасида бионефть, пиролиз мойи, биоёқилғи, пиролитик мой каби моддалар олиниб [3, 4], улар асосан қора-кўнғир рангда бўлади [4-6]. Бионефтни таркибида юздан ортиқ органик бирикмалар мавжуд бўлиб, уларга алкан, хушбўй углеводородлар, фенол ва кетон, қайин эфир, оддий эфир, шакар, амин ва спиртларни киритиш мумкин [7, 8]. Бионефть кислородсиз муҳитда юқори ҳароратли пиролиз усулида ишлаб чиқарилади. 1-жадвалда бионефтни ишлаб чиқаришда биомассадан фойдаланишнинг бир нечта турлари ва уларда ишлатиладиган биомассанинг турлари келтирилган. Шунингдек ушбу мақолада биомассани характеристикаси, тез ва секин пиролиз учун реакторларнинг турлари таҳлили келтирилган.

Биомасса характеристикаси. Тез пиролизда биоёқилғини кўп чиқишига эришиш учун қаттиқ биомасса маҳсулотини шундай тайёрлаш керакки, ушбу массада иссиқлик узатиш тезлиги юқори бўлиши керак. Маълумки, пиролиз маҳсулотини ишлаб чиқариш учун энг кўп тарқалган маҳсулотларга ер усти биомассаларини, яъни рапс, кунгабоқар ва ўтларнинг қолдиқлар, бугдой, ғўза ва маккажўхори пояларини киритиш мумкин [9-11]. Элементар таркиби (C, H, O, N, S), қуллилиги, намлик миқдори ва юқори ёниш иссиқлиги биомассанинг юқори аҳамиятлилигини баҳолайди.

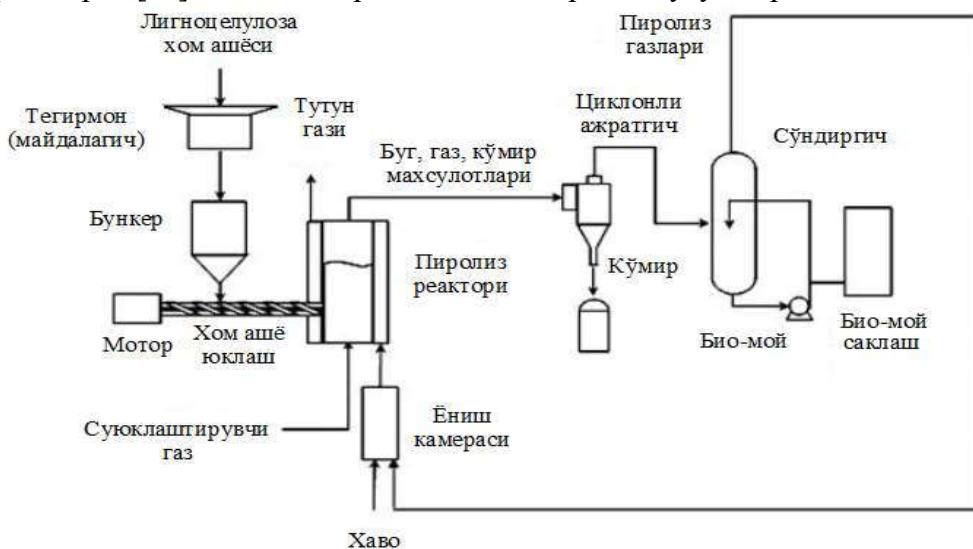
Биомассага дастлабки ишлов бериш. Кунья ва бошқаларни [12] фикрича биомассани биоёқилғига ўзгартиришдан олдин қайта ишлаш юқори сифатли маҳсулот олишни таъминлайди. Гидролиз жараёни 1 соат давомида атмосфера босимида 25 ёки 122 °C ҳароратда кислотали муҳитда ишлов бериш орқали амалга оширилади. Аслида кислотали ишлов беришда кислородга бой бирикмалар қисман чиқариб юборилиши ҳисобига кислород миқдори камайди [13].

Биомасса турлари

Биомасса тури	Реактор тури	Ҳарорат, °С	Биоёқилғи, %
Узум кунжути	Қўзғалмас қатламли реактор	550	27,6
Қаттиқ ва юмшоқ қарағай	Вакуумли пиролиз реактори	450	55
Коммунал, чорвачилик ва ёғоч чиқиндилари	Ички циркуляцияланувчи мавҳус қайнаш қатламли реактор	500	39,7
Кушқўнмас ўсимлиги	Қўзғалмас қатламли реактор	550	27,3
Картошка қобиғи	Қўзғалмас қатламли реактор	550	24,8
Гуруч қобиғи	Мавҳум қайнаш қатламли реактор	450	60
Шакар қамиш чиқиндилари	Қувурли қиздирувчи реактор	475	56
Ёғоч қириндиси	Циклонли реактор	650	74

Маҳсулот заррачаларининг ўлчами. Биомасса маҳсулоти заррачаларининг ўлчами қаттиқ ёқилғини қиздириш тезлигига сезиларли таъсир кўрсатиб, уни қуритиш ва бирламчи пиролиз вақтида тезликни назорат қилувчи муҳим параметр ҳисобланади [14]. Ишларда дастлабки маҳсулотнинг жуда йирик заррачалари пиролиз қилинганда суюқликни чиқиши энг кам эканлиги келтирилган. Масалан Ник-Азар ва бошқалар [14] ўтказган тажрибада заррачанинг ўлчами 53-63 мм дан 270-500 мм гача ортганда биоёқилғининг максимал чиқиши 53% дан 38% гача камайиши аниқланган.

Реакторларнинг турлари. Олдинги ишларда биоёқилғи қайнов қатламда [15], шнекли реакторда [16], қўзғалмас қатламли реакторда [5], барботажли қайнов қатламида [17], қатламли реакторда [17] ва ҳоказоларда каталитик крекинг усули ёрдамида олинган [16, 17].

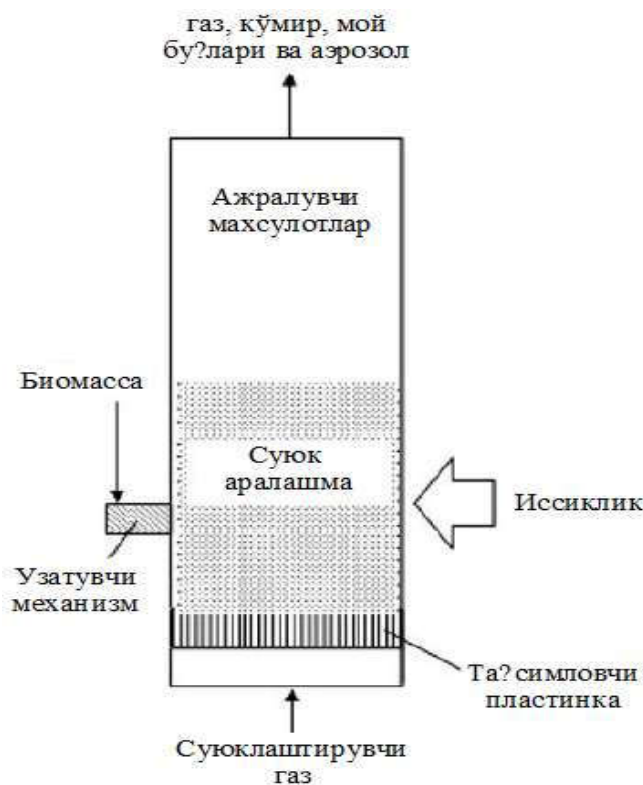


1-расм. Тез пиролиз тизими.

Тез пиролиз. Биомассани тез пиролизи – бу биомассани суюқ ёқилғига ўзгартиришнинг янги ва энг самарали усули ҳисобланиб, у орқали кислородсиз муҳитда органик бирикмаларни тез термик ажралишига эришилади ва суюқ, кўмир ва газ маҳсулотлари олинади. Тез пиролиз

учун зарур шароит куйидагича: махсулот етарлича курук (намлиги 10% дан кам), заррачалари жуда майда (3 мм дан кичик), реакторда туриш вакти жуда кам (0,5-2 с), юқори ҳарорат (400-500°C). Тез пиролиз натижасида олинадиган махсулотлар: биосуюқлик 60-70%, кўмир 12-15% ва газ 13-25%. Бу жуда қулай жараён бўлиб, уни атмосфера босимида ва юқори ҳароратда амалга ошириш мумкин. Биомассани тез пиролиз қилиш учун мавҳум қайнаш қатламли реакторли тизимнинг схемаси 1-расмда кўрсатилган. Унинг таркибига газни узатиш блоки, газ киздиргич, мавҳум қайнаш қатламли реактор, конденсатор, фильтрлар, сарф ўлчагич ва газни йиғиш блокини киритиш мумкин.

Пуфакчали мавҳум қайнаш қатлами. Барботажли мавҳум қайнаш қатламли реакторлар нефть ва кимё саноатида анча йиллардан буён қўлланилиб келади. Ушбу реакторнинг конструкцияси бир хил ҳароратли қатламли иссиқлик узатиш тезлигини юқорилиги билан характерлидир, бу эса тез пиролизда жуда қўл келади. Маълумки қатламдаги ишчи ҳарорат 500-500°C бўлганда суюқликни максимал чиқишига эришилади. Барботажли қатламнинг принципи “ўз-ўзини тозаловчи” ҳисобланиб, бу йўлдош махсулот сифатидаги ярим коксни реактордан газсимон ва буғли махсулот билан чиқариб юборилишидир. Бу ярим кокснинг зичлиги мавҳум қайновчи қатлам муҳитининг зичлигидан кичик бўлиб, ярим кокс қатламнинг юқори қисмида жойлашади. Мавҳум қайнаш қатламли жараённинг схемаси 2-расмда кўрсатилган.

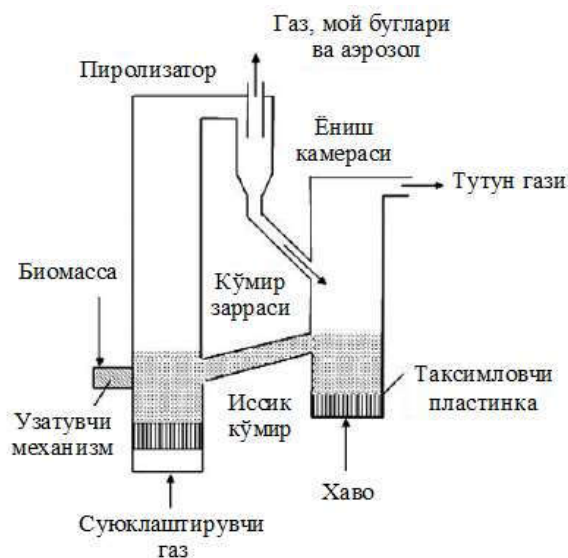


2-расм. Барботажли мавҳум қайнаш қатламли жараённинг схемаси.

Барботажли мавҳум қайнаш қатламли тизимнинг бир нечта конструктив хусусиятлари мавжуд, масалан иссиқлик мавҳум қайнаш қатламига турлича усулларда узатилиши мумкин. Буғларни туриш вакти газ сарфини ростлаш билан амалга оширилади. Бунда биомасса заррачаларининг ўлчами 2-3 мм дан кичик бўлиши керак. Чунки ушбу жараёнда олинган кўмир буғли крекинг реакциясини тезлаштириб юбориши мумкин, шунинг учун кўмирни тезда қатламдан чиқариб олиш зарур.

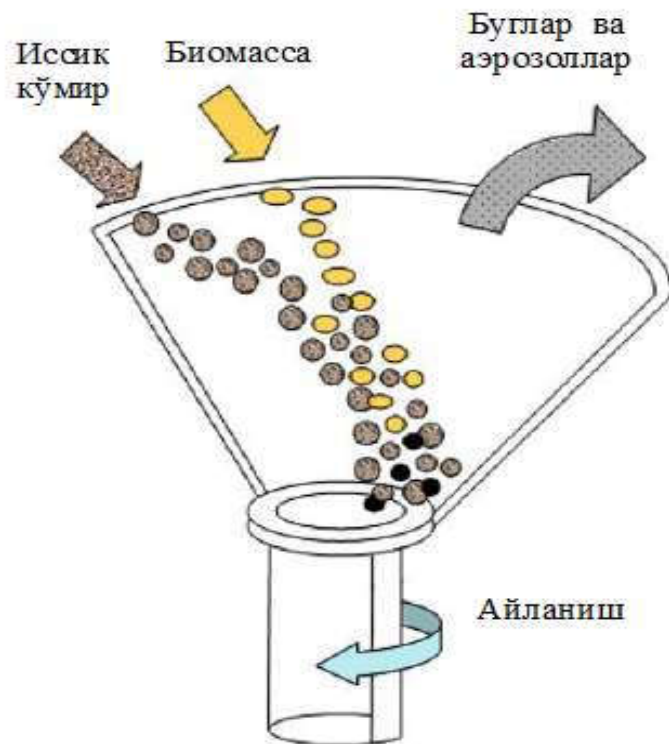
Циркуляцион мавҳум қайнаш қатламли реактор. Реакторнинг ушбу конструкцияси ҳам юқори иссиқлик узатиш тезлиги ва буғларни туриш вақтини камлиги билан характерлидир. Бу жараён мавҳум қайнашда иштирок этувчи кўп миқдордаги муҳитларни аралаштиришни қийинлиги билан ажралиб туради. Қайноқ муҳит ёниш камераси ва

пиролизатор орасида циркуляцияланади. Бу турдаги пиролиз тизимининг схемаси 3-расмда кўрсатилган.



3-расм. Циркуляцияланувчи мавҳум қайнаш қатламли жараён схемаси.

Циркуляцияланувчи қатламли тизим учун биомасса заррачасининг ўлчами барботажли қатламда ишлатиладиган заррачаларнинг ўлчамидан ҳам кичик бўлиши керак. Бундай турдаги реакторда заррачани юқори иссиқлик узатишли пиролиз зонасида туриш вақти 0,5-1 с бўлиб, кейин улар кўмирни ёқил секциясига чиқарилади. Заррачаларни тизим бўйича циркуляцияли ҳаракати кўмир маҳсулотини майдаланишини таъминлайди. Тўлиқ пиролизга учрамаган катта заррачалар ярим коксни ёқиш камерасига киритилади, у ерда тўлиқ ёқилади. Заррачаларнинг ўлчами 1-2 мм бўлиши энг мақбул ҳисобланади.



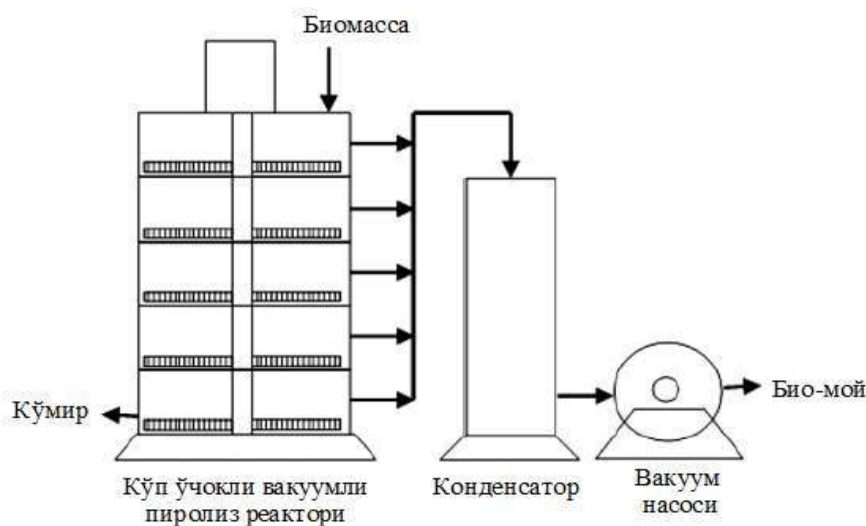
4-расм. Айланувчи конусли пиролизнинг технологик схемаси.

Айланувчи конусли пиролиз. Айланувчи конусли пиролиз реактори Голландияда 1990 йилларнинг бошида Твенте университетида ишлаб чиқилган. Бу технология кўзгалувчи

қатламли (циркуляцияланувчи мавҳум қайнаш қатламли) технологияга жуда ўхшаш бўлиб, унда қайноқ қатлам дастлабки масса билан бевосита аралашади. Бу технологиянинг асосий фарқи шундаки, бунда ташиш учун газдан эмас айланувчи конус орқали ҳосил қилинадиган марказдан қочма куч таъсирида амалга оширилади (4-расм). Биомассани ва қайноқ муҳит айланувчи конуснинг асосига киритилади, бу вақтда айланиш марказдан қочма кучни ҳосил қилади ва қаттиқ жисм конус четлари бўйлаб юқорига кўтарилади. Қаттиқ заррачалар конус четларидан чиқарилади, пиролиз буғлари эса конденсаторга юборилади. Кўмир ва қайноқ муҳит ёкиш камерасига киритилади, у ерда қайноқ муҳит янги биомасса ёрдамида қайтадан қиздирилади.

Ушбу таклиф этилган конструкциянинг иккита афзаллиги мавжуд: маҳсулотларни ажратиш осон ва заррачаларни майдаланиши билан боғлиқ муаммо йўқ. У ихчам конструкцияга эга ва пиролиз учун ташувчини талаб этмайди.

Вакуумли пиролиз. Канадада биомассани суюқликка ўзгартириш учун вакуумли пиролиз жараёни ишлаб чиқилди. Бу секин пиролиз жараёни бўлишига қарамасдан у кимёвий ўхшаш суюқлик олиш имконини беради. Бироқ қиздириш тезлигининг пастлиги ҳисобига биосуёқликни чиқиши 30-45% гача камаяди. Пиролиз жараёнини тезлаштириш учун реакторнинг ичига аралаштиргичлар ўрнатилади. Вакуумли пиролиз қурилмасининг схемаси 5-расмда кўрсатилган.



5-расм. Вакуумли пиролиз жараёнининг схемаси.

Хулоса. Биоёқилғи нефть асосидаги ёқилғининг ўрнини босадиган келажак ёқилғиси ҳисобланади. Бироқ тадқиқот ва йирик кўламда ишлаб чиқариш жараёнлари ҳалича чегараланган. Тадқиқотларнинг асосий қисми лаборатория шароитида амалга оширилган бўлиб, олинган биоёқилғининг таркиби ҳам тўлиқ тадқиқот қилинмаган. Биоёқилғининг параметрлари нефть асосидаги ёқилғи билан солиштирилиши керак. Реакторларнинг конструкциялари ҳам ҳалича кенг ишлаб чиқаришга жорий этилмаган. Бундан кўриниб турибдики, пиролиз қурилмаларини такомиллаштириш, биоёқилғини чиқиш даражасини ошириш ва биоёқилғининг сифатини яхшилаш бўйича амалга ошириладиган ишлар ушбу соҳада кўп сонли тадқиқотлар мавжудлигини кўрсатади.

АДАБИЁТЛАР

1. Tsai W.T., Lee M.K., Chang Y.M. Fast pyrolysis of rice straw, sugarcane bagasse and coconut shell in an induction-heating reaction. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 2006, №76. – pp. 230–237.
2. Kim S.S., Kim J., Park Y.H., Park Y.K. Pyrolysis kinetics and decomposition characteristic of pine trees. *Bioresource Technology* 2010, №1001. – pp. 9797–9802.
3. Bridgwater A.V. Biomass fast pyrolysis. *Thermal Sciences* 2004, №8. – pp.21–49.

4. Czernik S., Bridgwater A.V. Overview of applications of biomass fast pyrolysis oil. *Energy & Fuels* 2004, №18. – pp. 590–598.
5. Ozbay N., Apaydin-Varol E., Uzun B.B., Putun A.E. Characterization of bio-oil obtained from fruit pulp pyrolysis. *Energy* 2008, №33. – pp. 1233–1240.
6. Islam M.R., Tushar M.K., Haniu H. Production of liquids fuels and chemicals from pyrolysis of Bangladeshi bicycle/rickshaw tire wastes. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 2008, №82. – pp. 96–109.
7. Wu L., Guo S., Wang C., Yang Z. Production of alkanes (C7–C29) from different part of poplar tree via direct deoxy-liquefaction. *Bioresource Technology* 2009, №100. – pp. 2069–2076.
8. Qiang L., Wen-Zhi L., Xi-Feng Z. Overview of fuel properties of biomass fast pyrolysis oils. *Energy Conversion and Management* 2009, №50. – pp. 1376–1383.
9. Sanchez M.E., Lindao E., Margaleff D., Martinez O., Mora A. Pyrolysis of agricultural residues from rape and sunflowers: production and characterization of bio-oils and biochar soil management. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 2009, №85. – pp. 142–144.
10. Wang P., Zhan S., Yu H., Xue X., Hong N. The effects of temperature and catalyst on the pyrolysis of industrial wastes (herb residue). *Bioresource Technology* 2010, №101. – pp. 3236–3241.
11. Guo X., Wang S., Wang Q., Guo Z., Luo Z. Properties of bio-oil from fast pyrolysis of rice husk. *Chinese Journal of Chemical Engineering* 2011, №19. – pp. 116–121.
12. Cunha J.A., Pereira M.M., Valente L., de la Piscina P.R., Homs N., Santos M. Waste biomass to liquids: low temperature conversion of sugarcane bagasse to bio-oil. The effect of combined hydrolysis treatments. *Biomass and Bioenergy* 2011, №35. – pp. 2106–2116.
13. Kumar P., Barrett D.M., Delwiche M.J., Stroeve P. Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 2009, №48. – pp. 3713.
14. Nik-Azar M., Hajaligol M.R., Sohrabi M., Dabir B. Effects of heating rate and particle size on the products yields from rapid pyrolysis of beech-wood. *Fuel science & technology international* 1996, №14. – pp. 479–502.
15. Zhang H.Y., Xiao R., Wang D.H., Zhong Z.P., Song M., Pan Q.W., et al. Catalytic fast pyrolysis of biomass in a fluidized bed with fresh and spent fluidized catalytic cracking (FCC) catalysts. *Energy & Fuels* 2009, №23. – pp. 6199–6206.
16. Алмарданов Х.А., Хатамов И.А., Тураев З.Б., Эшонкулов М.Н., Жовлиев С.М., Юсупов Р.Э. Применение солнечных концентраторов для приема альтернативного топлива через устройство гелиопиролиза. //Universum: технические науки, (3-4 (84)), 8-11, 2021 - cyberleninka.ru
17. Давлонов, Х. А., Рахматов, О. И., Хатамов, И. А. (2021). Пиролиз иситиш курилмали куёш иссиқхоналариди иссиқлик энергияси утилизатори–сувли аккумуляторнинг оптимал ўлчамларини ҳисоблаш. *Инновацион технологиялар*, (1 (41)), 23-26.