

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01.РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМАТУЛЛАЕВ ФАЙЗУЛЛА НИҒМАТУЛЛАЕВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОНДА ҚАТТИҚ МАИШИЙ ЧИҚИНДИЛАРНИ
БОШҚАРИШ ВА ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ
ТИЗИМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори(PhD)диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Рахматуллаев Файзулла Ниғматуллаевич Ўзбекистонда қаттиқ маиший чиқиндиларни бошқариш ва зарарсизлантириш тизимини такомиллаштириш	3
Рахматуллаев Файзулла Ниғматуллаевич Усовершенствование системы управления и обезвреживания твёрдых бытовых отходов в республике Узбекистан	21
Рахматуллаев Файзулла Ниғматуллаевич Improvement of the system of management and neutralization of solid household waste in the Republic of Uzbekistan	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01.РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМАТУЛЛАЕВ ФАЙЗУЛЛА НИҒМАТУЛЛАЕВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОНДА ҚАТТИҚ МАИШИЙ ЧИҚИНДИЛАРНИ
БОШҚАРИШ ВА ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ
ТИЗИМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Техника фанлари бўйича фан доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/T1698 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетига бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий Кенгаш веб-саҳифаси (www.ik-kimyo.nuu.uz) ҳамда «Ziynet» ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: Садритдин Маҳаммаддинович Турабджанов
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Сайфутдинов Рамзиддин Сайфутдинович
техника фанлари доктори, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: А.Султонов номидаги Ўзбекистон кимё-фармацевтика
илмий-тадқиқот институти

Диссертация химияси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий Кенгашнинг «16» 12 2021 йил соат «11⁰⁰» даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш., Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32-уй. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz). Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (28 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: (100011, Тошкент ш., Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч.32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2021 йил «24» 11 кунни тарқатилди.
(2021 йил «24» 11 даги № 121 рақамли реестр баённомаси).



Г. Раҳмонбердиев
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгашга раиси,
к.ф.д., профессор

Х.И. Кадилов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

А. Икромов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги илмий
семинар раисли, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда аҳоли эҳтиёжларининг тез суръатларда ўсиши билан қаттиқ маиший чиқиндилар микдорининг кескин ортиши, зарарли кимёвий моддаларнинг атроф-муҳитга тарқалишига олиб келади ва уларни бартараф этишнинг экологик тоза усулларини яратиш устувор вазифаларидан ҳисобланади. Шу билан бирга инсон саломатлиги, атмосфера ва гидросферага зарар етказувчи қаттиқ маиший чиқиндиларни атроф-муҳитга таъсирини камайтириш, уларни бартараф этишда пиролиз технологиясини қўллаш, суюқ ёқилғи фракцияларини ажратиш ва қўлланилиш соҳаларини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда аҳоли сонининг ортиши билан қаттиқ маиший чиқиндиларни бошқариши ва зарарсизлантириш тизимини такомиллаштириш, уларнинг атроф-муҳитга салбий таъсирини бартараф этиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, чиқиндиларнинг математик статистика йўли билан морфологик таркибини аниқлаш, уларни йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда барта-раф этишда суюқ ёқилғилар аралашмаси ҳосил бўлувчи пиролиз технология-сидан фойдаланиш, пиролизатор ёрдамида анаэроб зарарсизлантириш, чиқувчи маҳсулотларда мақсадли фойдаланишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда қаттиқ маиший чиқиндилар ҳосил бўлиши йиллик ҳажми 7 - 7,1 млн тоннани ташкил этиб, аҳоли сонининг ўсиши ҳисобига ўртача 1,5 фоизга ортиши билан уларни зичлаш ва йиғиш учун янги полигонлар қурилишида, очиқ шароитда атмосфера ҳавосининг биогаз билан ифлосланишини (95 % дан ортиғи полигонларда кўмилади) ҳамда буғ газлари пайдо бўлишини олдини олишга алоҳида эътибор берилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017 - 2021 йил-ларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «республиканинг ша-ҳар ва туманларида, шунингдек қишлоқ аҳоли пунктларида санитария ва экологик ҳолатни яхшилаш»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада инсон саломатлиги, атмосфера ва гидросферага зарар етказувчи қаттиқ маиший чиқиндиларни йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда бартараф этиш, уларни зарарсизлантиришда пиролиз технологиясини яратиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 21 апрелдаги ПҚ-2916-сон «2017-2021 йилларда чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш тизимини тубдан такомиллаштириш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 17 апрел ПҚ-4291-сон «2019-2028 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасида қаттиқ маиший чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги, 2019 йил 3 апрелдаги №ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармон ва қарорлари

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бўлган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устивор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қаттиқ майший чиқиндиларни бартараф этиш ҳамда зарарсизлантиришга оид В. Stewart, M.Liest, C.Ochsenreiter, C.Walsh Daniel, E.Mbuligwe Stephen, R.Alam, K.Sugihiro, S.Mamoru, Schwetlick Wolfgang, J.Reich, П. Старцев, В.А. Безбородов, В.И. Теличенко, И.В. Ютин, В.В. Журкович, М.В. Киселева, Р.З. Магарил, А.Н. Сачков, Ф.А.Магруппов, С.М. Турабджанов, А.Б. Джураев, М.Н.Мусаев, М.О. Сафаев, Н. Салимов, О.Ш. Қодиров ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Улар томонидан, қаттиқ майший чиқиндиларни бошқариш тизими ва зарарсизлантириш усулини такомиллаштириш, органик йўл билан ҳосил бўлган турларини пиролиз усулларини қўллаш орқали бартараф этиш, муқобил энергия ташувчилар олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга, инсон саломатлиги, атмосфера ва гидросферага зарар етказувчи қаттиқ майший чиқиндиларни йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда бартараф этиш, кўп миқдорларда чиқиндилар ҳосил бўлувчи ҳудудлар учун пиролизатор яратиш, ҳосил бўлувчи пиролиз газларидан мақсадли фойдаланиш, уларни зарарсизлантиришда пиролиз технологиясини қўллашга оид илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот режасига мувофиқ №ПЗ-20170927346 «Оқава сувларни тозалаш учун поликонденсат турдаги янги ион алмашинадиган поли-мерларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2018 - 2020 йй.) ва №ЁОТ-Атех-2018-206 «Корхонада меҳнат хавфсизлигига таъсир этувчи салбий омилларни бартараф этиш бўйича чора-тадбирларни ишлаб чиқиш» (2018 - 2019 йй.) мавзусидаги фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қаттиқ майший чиқиндиларни бошқариш - йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда бартараф этиш ва зарарсизлантириш технологиясини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

чиқиндиларни йиғиш, ишлатиш, ташиш, сақлаш ва кўмиш орқали зарарсизлантириш тизимини тадқиқ қилиш;

қаттиқ майший чиқиндиларнинг морфологик таркибини аниқлаш ва таҳлил қилиш;

қаттиқ майший чиқиндилар бартараф этиш ва зарарсизлантириш тизимини такомиллаштириш;

углеродли қаттиқ маиший чиқиндиларни бартараф этишнинг пиролиз усули маҳсулотлари таркибини тадқиқ қилиш;

қаттиқ маиший чиқиндиларни пиролиз йўли билан қайта ишлаш жараёнининг техник-иқтисодий ҳисоблаш ва тажриба - экспериментал тадқиқотларни бажариш;

қаттиқ маиший чиқиндилар бартараф этиш ва зарарсизлантириш технологияларини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Тошкент шаҳрида мавжуд қаттиқ маиший чиқиндиларни бошқариш тизими, органик йўл билан ҳосил бўлган қаттиқ маиший чиқиндиларни зарарсизлантириш технологиялари олинган.

Тадқиқотнинг предмети Қаттиқ маиший чиқиндилар, пиролиз жараёнлари, пиролиз маҳсулотлари, суюқ ёқилғилар фракцияси, мураккаб органик бирикмалар таркиби, пиролитик деструкция маҳсулотлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда математик статистика ва моделлаштириш, газ-хроматографик ва ИК-спектроскопик таҳлил усуллари ва булардан ташқари физик-механик, технологик ва эксплуатацион хусусиятларини аниқлашда стандартлаштирилган синов услубларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

чиқиндиларнинг морфологик таркиби аниқланиб, бартараф этишда суюқ ёқилғилар аралашмаси ҳосил бўлувчи пиролиз технологиясидан фойдаланиш самараси исботланган;

қаттиқ маиший чиқиндиларни пиролизлаш жараёни 550 °С да кичик хажмлардаги пиролизаторларда анаэроб шароитларда амалга оширилиб, уч турдаги - пиролиз газы, суюқ ва қаттиқ углеродли маҳсулот ҳосил бўлиши исботланган;

пиролизлаш жараёни маҳсулотлари газ қисмидан қаттиқ маиший чиқиндиларни бартараф этишда ва суюқ фракцияси (зичлиги 920 - 980 кг/м³, ёниш ҳарорати 45 - 50 МЖ/кг, олтингугурт миқдори 0,1 - 1,0 %, нисбий ёпишқоқлиги 6,5 - 7,5 сСт)дан ёқилғи сифатида фойдаланиш асосланган;

қаттиқ маиший чиқиндиларни пиролизлаш жараёни углеродли қаттиқ маҳсулоти - техник кўмирни совутиш, ажратиш, брикетлаш тизими ишлаб чиқилиб, юқори калорияли ёқилғи (410 - 450 кг/м³, ёниш иссиқлиги 25 - 30 МЖ/кг, кул 10 - 15 %, қаттиқлиги 90 - 95 %, учувчи моддалар миқдори 20 - 25 %) сифатида фойдаланиш аниқланган;

қаттиқ маиший чиқиндиларни бошқариш, бартараф этиш ва зарарсизлантириш тизими такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

қаттиқ маиший чиқиндилар кўп ҳосил бўлувчи худудлар учун бошқаришнинг такомиллаштирилган схемаси ишлаб чиқилган;

қаттиқ маиший чиқиндиларни пиролиз технологиясининг мақбул шароитлари аниқланган;

пиролизатор ёрдамида қаттиқ маиший чиқиндиларни кислородсиз муҳитда анаэроб зарарсизлантириш тизими ва теримик бартараф этиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таҳлилда замонавий физик-кимёвий тадқиқот услублари, қаттиқ маиший чиқиндиларни йиғиш, ишлатиш, ташиш, сақлаш ва кўмиш орқали зарарсизлантириш тизимини такомиллаштирилиши, пиролиз орқали бартараф этиш ва арзонроқ ёнувчи газ (50% дан ортиқ) ва пиролиз конденсатини (25% дан ортиқ) ишлаб чиқариш технологияларини саноатга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қаттиқ маиший чиқиндилар таркибини математик статистика йўли билан морфологик тадқиқ қилиш орқали, газ ва суюқ фракцияларга кимёвий трансформациялаш механизмининг илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти кўп миқдорларда чиқиндилар ҳосил бўлувчи худудлар учун пиролизатор яратиш, ҳосил бўлувчи пиролиз газларидан мақсадли фойдаланиш, қаттиқ маиший чиқиндиларни зарарсизлантиришнинг пиролиз технологиясини яратишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қаттиқ маиший чиқиндиларни йиғиш, ишлатиш, ташиш, сақлаш ва кўмиш орқали бошқариш ва уларни зарарсизлантириш тизимини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

қаттиқ маиший чиқиндиларни йиғиш, ишлатиш, ташиш, сақлаш ва кўмиш орқали бошқариш тизими Тошкент шаҳри «МАХСУСТРАНС» ДУКда амалиётга жорий қилинган («O‘zbekiston Respublikasi ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo‘mitasi»нинг 2021 йил 25 июндаги 04-04/1-2109-сон маълумотномаси). Натижада, қайта ишлашга яроқсиз органик чиқиндиларни анаэроб шароитларда пиролиз қилиш орқали такомиллаштириш билан суюқ ёқилғи фракцияларини ажратиш ва полигонларга кўмилувчи чиқиндилар миқдорини 4 мартта камайтириш имконини берган;

қаттиқ маиший чиқиндиларни зарарсизлантириш тизими Тошкент шаҳри «МАХСУСТРАНС» ДУКда амалиётга жорий қилинган («O‘zbekiston Respublikasi ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo‘mitasi»нинг 2021 йил 25 июндаги 04-04/1-2109-сон маълумотномаси). Натижада, қаттиқ органик чиқиндиларни пиролитик қайта ишлаш, иккиламчи ва муқобил хом ашёлардан энергия ташувчилар ишлаб чиқариш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг асосий натижалари 5 та халқаро ва 2 та республика илмий-техник анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 6 та мақола, жумладан, 3 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 95 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзаблиги, мақсади ва вазифаларининг заруратлари, синов объектлари ва предмети тавсифланган. Диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикасида фан ва технология бўйича ривожланишининг устивор йўналишига мослиги кўрсатилган, илмий янгиликлар ва изланишларнинг амалий натижалари келтирилган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамиятлари ёритиб берилган, синов натижаларининг амалиётда тадбиқ қилинганлиги, ишнинг чоп этилганлиги ва диссертациянинг таркиби келтирилган.

Диссертациянинг **«Қаттиқ маиший чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш, қайта ишлаш ва утилизация қилиш муаммосининг ҳозирги ҳолати»** деб номланган **биринчи боб**да мавзу бўйича илмий тадқиқотлар натижалари шарҳи, хорижий ва маҳаллий адабиётлар ҳақида маълумотлар келтирилган. Маълумотлар умумлаштирилиб, илмий жиҳатдан таҳлил қилинган. Қаттиқ маиший чиқиндилар (ҚМЧ)нинг морфологик таркибини аниқлаш, уларни йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда бартараф билан боғлиқ тизимларни амалга ошириш ва қайта ишлашнинг зарарсизлантириш усуллари натижалари ёритилган. Келтирилган илмий адабиётлардаги маълумотларга асосланган ҳолда диссертация ишининг мақсади ва вазифалари белгилаб олинган.

Иккинчи боб «Тадқиқот объекти ва бошқариш тизимининг умумий таҳлили, қаттиқ маиший чиқиндиларни зарарсизлантириш» деб номланиб, тадқиқот объекти сифатида республикада мавжуд ҚМЧ билан боғлиқ ишларни амалга ошириш тизими ва Ўзбекистон Республикаси бўйича потенциали миллионлаб тоннани ташкил этувчи дастлабки хом ашёни термик ишлов бериш билан тавсифланган мураккаб органик молекулаларни пиролизтик деструкцияси жараёнини қўллаган ҳолда органик чиқиндиларни зарарсизлантириш технологияси танлаб олинган.

1-жадвалдан кўриниб турибдики, республика худудида йилига 80949,0 минг т кўмилган ҚМЧлар умумий майдони 1493,2 га бўлган 221,0 полигон ишлайди, ҳосил бўладиган чиқиндилар умумий ҳажмининг 50 - 51 % Тошкент шаҳри ва Тошкент вилояти, 2,0 - 2,5 % Қорақалпоғистон Республикаси улушга тўғри келади.

Учинчи боб «Қаттиқ маиший чиқиндиларни морфологик таркибини ўрганиш натижалари ва уларни қайта ишлаш усуллариининг самарадорлигини баҳолаш» деб номланган.

ҚМЧ билан боғлиқ ишларни амалга ошириш - жаҳон амалиётидаги устувор йўналишлардан биридир. Чунки, чиқиндиларнинг фуқаролар ҳаётига, шунингдек, атроф-муҳитга зарарли таъсири нафақат экология, балки аҳоли саломатлигига ҳам ҳақиқий хавф туғдиради. Чиқиндиларни йиғиш, ишлатиш, ташиш, сақлаш ва кўмиш орқали бошқаришни тўғри йўлга қўйиш зарурати аҳоли

сонининг кўпайиши ва чиқиндилар миқдорининг ошиши билан боғлиқ. Бир кунда ҳар бир фуқаро учун 0,6 кг, йилига эса 200 кг қаттиқ майший чиқиндилар тўғри келади. Марказий шаҳарларда бу кўрсаткич 0,87 кг ва йилига 300 кг ни ташкил қилади. 2017 йилда республика ҳудудида 7 млн тоннадан ортиқ ҚМЧ ҳосил бўлди. 3,9 млн тонна ёки 46 % қаттиқ чиқиндилар Тошкент шаҳри (1,1 млн. т ёки 11 %), Фарғона (2 млн т ёки 22 %) ва Самарқанд (799,7 минг т ёки 7 %) вилоятлари улушига тўғри келади.

1-жадвал

Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги чиқинди полигонлари ҳақида маълумот

Т/Р	Худуд	ҚМЧ кўмилган полигонлар сони	Майдони (га)	Чиқиндилар миқдори (минг тонн)
1	Тошкент шаҳри ва Тошкент вилояти	19,0	183,3	40589,0
2	Андижон	16,0	47,0	4150,2
3	Бухоро	20,0	120,3	3189,4
4	Жиззах	14,0	112,7	1188,0
5	Самарқанд	16,0	92,9	7436,3
6	Сурхандарё	20,0	203,4	2277,3
7	Сирдарё	10,0	49,5	853,10
8	Наманган	15,0	76,2	4868,1
9	Навойи	12,0	76,8	2457,0
10	Фарғона	20,0	138,5	3297,5
11	Хоразм	10,0	60,2	3149,3
12	Қашқадарё	18,0	156,9	5504,2
13	Қорақалпоғистон Республикаси	31,0	175,7	1988,8

Чиқиндиларни бошқариш тизимининг барча босқичларида қисман саралаш амалга оширилади. Бу чиқиндиларни қайта ишлашга ихтисослашган тадбиркорлар учун иккиламчи хом ашё бўлган металл, қоғоз, пластмасса (полипропилен, полиэтилен), озиқ-овқат чиқиндилари (муддати ўтган ун маҳсулотлари, овқат қолдиқлари, сабзавотлар) каби чиқиндилар танлади. Қисман саралаш манфаатдор шахслар томонидан амалга оширилади ва давлат томонидан назорат қилинмайди.

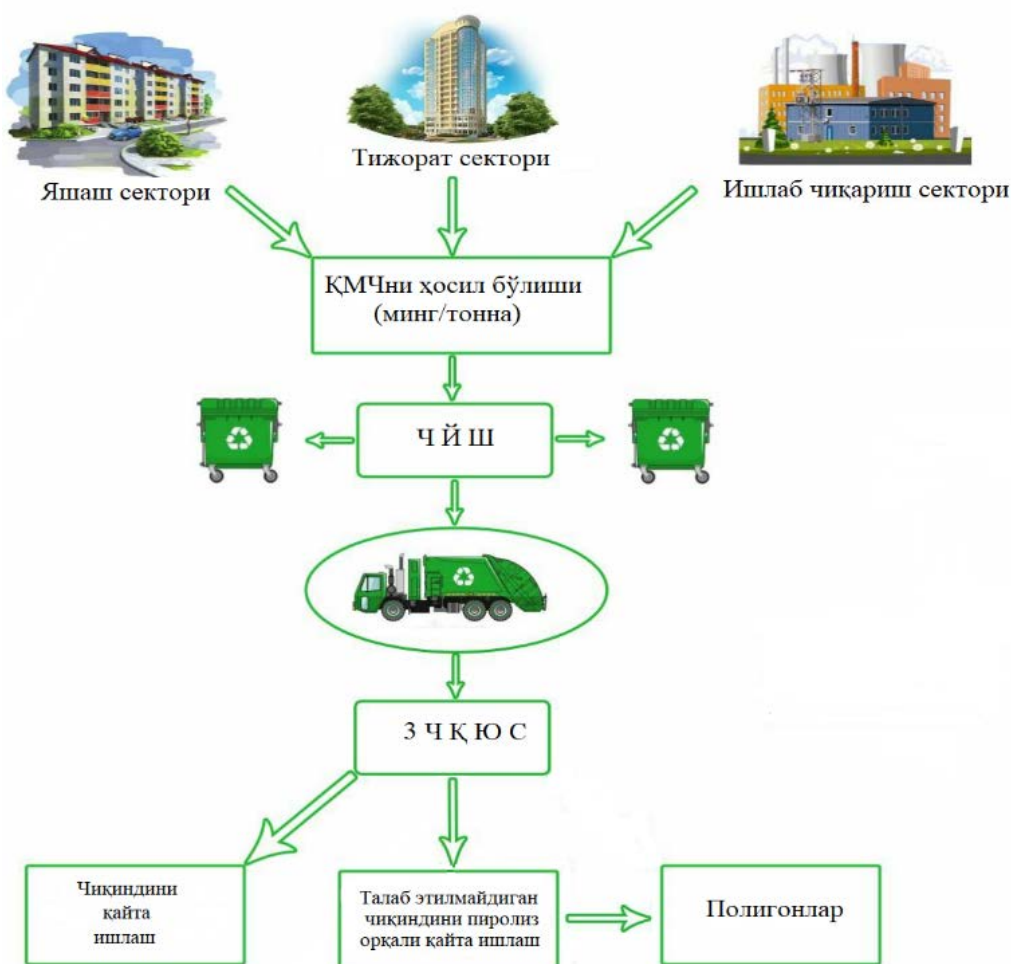
Бу турдаги чиқиндилар айрим талаблар қўйилади. Шу билан бирга, шаҳар аҳолисининг ҳаётий фаолиятидан келиб чиққан ҳолда талаб қилинмайдиган чиқиндилар ҳосил бўлиб, чиқинди йиғиш пунктларига тушади ва кейинчалик уларни мураккаб аралаш морфологик таркиби сабабли қайта ишлаш ва бартараф этиш мумкин бўлмаган полигонга олиб келинади.

Талаб этилмайдиганлари орасида ҳар қандай аралаш органик чиқиндилар катта қизиқиш уйғотади. Органик ҚМЧни қайта ишлаш экологик тоза чиқиндиларни бошқариш ва қайта ишлаш сифатида муҳим бошқарув афзалликларига эга, бу эса ҚМЧ билан боғлиқ ишларни амалга ошириш, шу

жумладан, иссиқхона газлари чиқиндиларининг атроф-муҳитга таъсирини сезиларли даражада камайишига олиб келади.

Шу билан, биз Тошкент шаҳрида ҚМЧ билан боғлиқ ишларни амалга оширишнинг такомиллаштирилган схемасини таклиф қиламиз. Ушбу схема полигонларга келиб тушадиган қайта ишлашга яроқсиз бўлган талаб этилмай-диган аралаш органик чиқиндилар юкларини камайтиради.

Ушбу схемада (1-расм) бугунги кунда талаб этилмайдиган аралаш органик чиқиндиларни қайта ишлашнинг қўшимча босқичини жорий қилиш билан амалда қўлланилаётган анъанавий ишларни амалга ошириш модели қабул қилинган. Талаб этилмайдиган аралаш органик чиқиндиларни қайта ишлаш - қаттиқ органик чиқиндиларни термал ва термохимёвий қайта ишлаш, кейинчалик эса узлуксиз циклда газли ва суюқ углеводородларни олиш учун тавсия этилган қурилмадан (пиролиз қурилмаси) фойдаланишда мужассамланади. Мазкур қурилма талаб этилмайдиган аралаш органик чиқиндиларни келиб тушиши билан бирга кўп жиҳатдан полигон жойлашган ҳудудда атроф-муҳит ҳолатини яхшилаш муаммосини ҳал қилишга имкон беради.



1-расм. Тошкент шаҳрида қаттиқ маиший чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга оширишнинг такомиллаштирилган схемаси

Пиролизни ўз ичига олган термал усуллар - чиқиндиларни бартараф қилишнинг кенг тарқалган технологиялари ҳисобланади. Хом ашёни термал қайта ишлаш нафақат ёнувчи газни олиш, балки атроф-муҳитнинг ифлосланиши ва мелиорация билан боғлиқ экологик муаммони ҳал қилиш имконини беради.

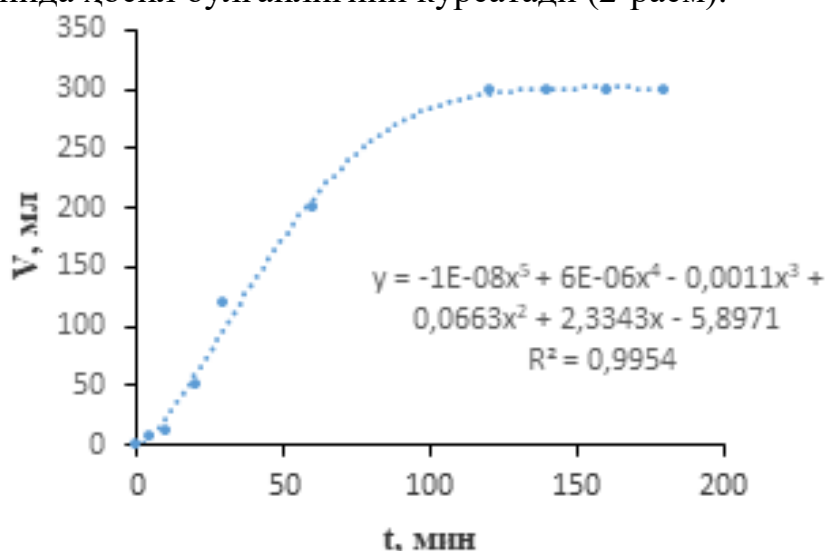
ҚМЧни пиролиз ёрдамида қайта ишлаш самарадорлигини ошириш мақсадида пиролиз газларининг чиқиши ва таркибига бир қатор параметрларнинг (дастлабки хом ашёнинг намлиги, ҚМЧ таркиби ва б.) таъсирини баҳолаш учун бу жараёни экспериментал тарзда ўрганиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

2-жадвал

Тошкент шаҳрида ҚМЧлар компонентларининг умумий элементар кимёвий таркиби

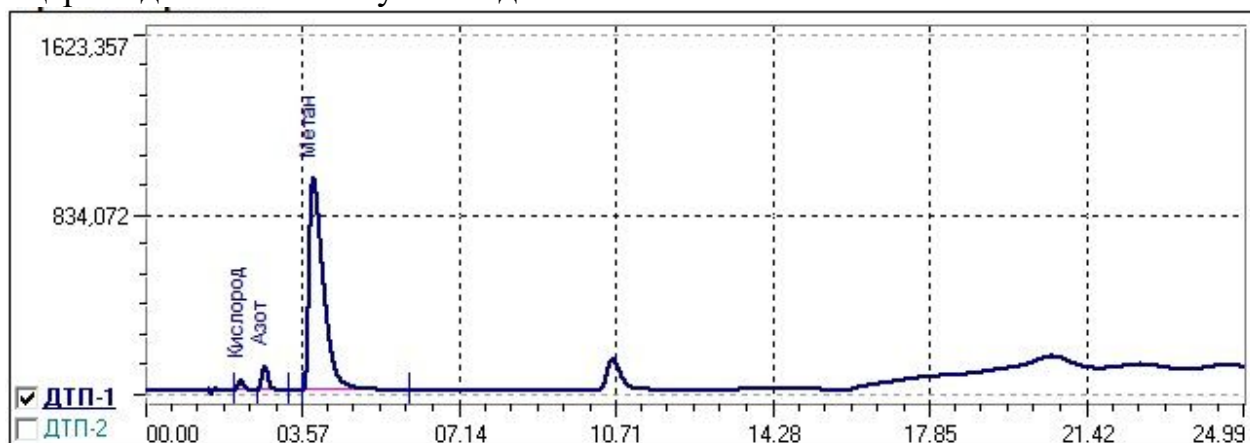
№	ҚМЧнинг таркибий қисми	Элементар таркиби, %								Учувчан элементлар, %	Ёниш иссиқлиги, Q_h^p
		C	H	O	N	S	Cl	Қолдиқ, А	Намлилиги W		
1.	Қоғоз	11,1	1,5	11,2	0,1	0,08	0,02	6,0	10,0	31,8	910
2.	Озиқ-овқат маҳсулотлари	4,1	0,6	2,6	0,3	-	-	1,4	23	20,8	280
3.	Енгил саноат	1,8	0,2	1,0	0,2	-	-	0,4	0,9	3,8	170
4.	Ёғоч	1,3	0,1	1,0	-	-	-	-	0,6	2,0	100,0
5.	Пластмасса	1,8	0,2	0,5	-	-	-	0,3	0,2	2,4	170,0
6.	Тери, резина	1,3	0,1	0,3	-	-	-	0,2	0,1	1,0	120,0

Пиролиз пайтида вақт жиҳатидан чиқаетган газлар ҳажми газсимон маҳсулотларнинг кўпчилик қисми тажриба бошланганидан биринчи 15 - 20 дақиқа мобайнида ҳосил бўлганлигини кўрсатади (2-расм).



2-расм. Вақт ўтиши билан чиқинди газнинг миқдори

Тажрибанинг бошланғич босқичида 120 дақиқада метан миқдори умумий ҳажмининг 53 % гача етади ва пиролиз жараёни тўлиқ тугагунига қадар газ чиқариш давомийлиги кузатилади.



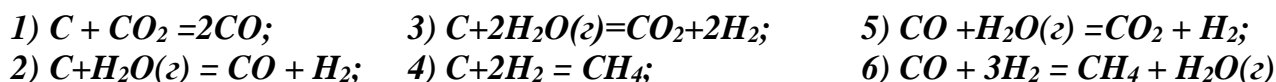
3-расм. Газсимон маҳсулотнинг хроматограммаси

Хроматографик тадқиқотларга кўра, аралаш характерли ҚМЧларнинг қаттиқ пиролизи натижасидаги газсимон маҳсулотлар таркибидаги метан, этан, пропан, бутан ва гептан асосий углеводородлар ҳисобланади. Пиролиз газининг таркибидаги бу углеводородларнинг мавжудлиги унинг иссиқлик чиқариш қобилиятини аниқлайди (3-расм).

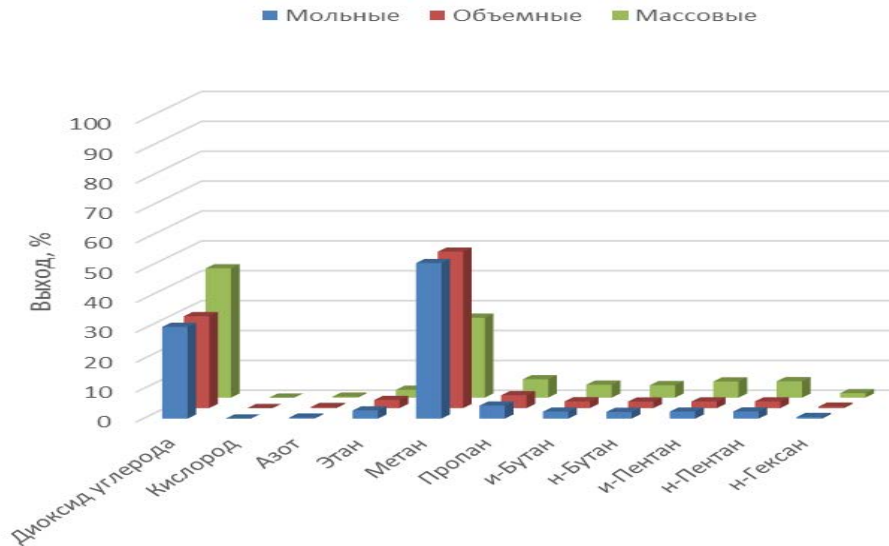
Қаттиқ қолдиқ, суюқ фракция ва газсимон маҳсулотлар массасига ҳароратнинг таъсири шуни кўрсатадики, 450 - 550 °С оралиқдаги ҳарорат мақбул пиролиз ҳисобланади. Намуналар учун 40 °С дан 100 °С гача бўлган ҳарорат оралиғида боғлиқ сувнинг физик ва кимёвий жиҳатдан йўқотилиши билан боғлиқ бўлган сув буғининг пайдо бўлиши кузатилган.

Яқуний маҳсулотларда юқори фоизда газ олишдан ташқари, пиролиз ва буғ-ҳавони газлаштиришда ҳароратнинг ошиши билан водород чиқиши ошади. ҚМЧ намунаси учун 450 - 550 °С гача бўлган ҳарорат оралиғида учувчан маҳсулотларнинг деструкцияси ва жадал шаклланиши билан боғлиқ бўлган самарали ажралиши кузатилади.

Ўрганилган манбаларда газсимон пиролиз маҳсулотларининг таркибига таъсир қилувчи энг содда иккиламчи реакциялар келтирилган:

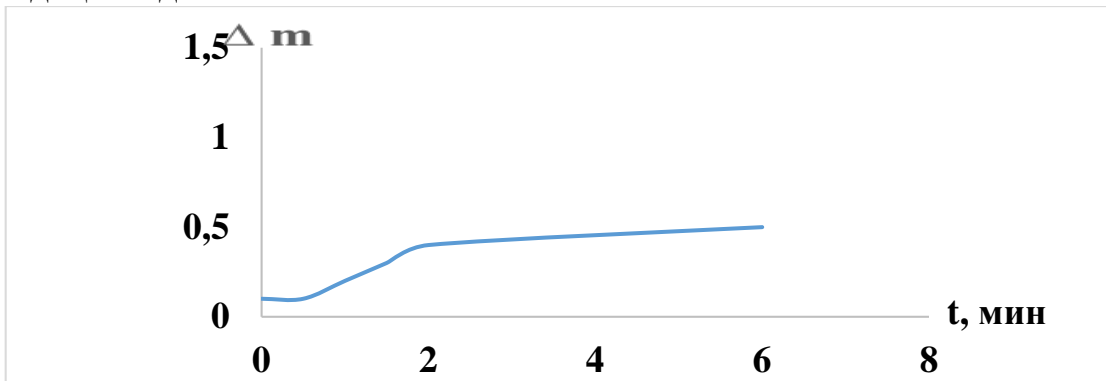


Синтез-газ асосан CO₂ и CH₄ кичик улуши билан CO ва H₂ дан (85 % бир-галикда) ташкил топган. Бизнинг ҳолатимизда аралаш ҚМЧдан фойдаланиш C₁ – C₅ углеводород компонентининг ўсишини оширади, бу эса газсимон пиролиз маҳсулотлари умумий ёниш иссиқлигининг ошишига олиб келади (4-расм).

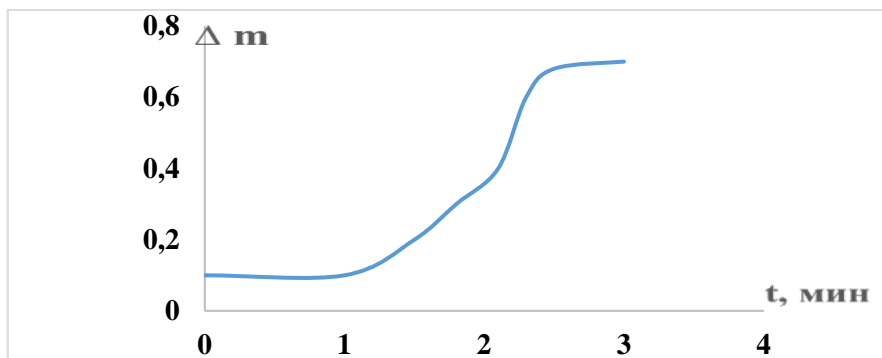


4-расм. Газсимон маҳсулотлар таркибининг концентрацияга боғлиқлиги

Ҳарорат жараёнининг $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ дан ошиши олинган газсимон аралашманинг умумий ёниш иссиқлигининг ошишига олиб келмайди. Буни пиролиз вақтида чиқинди газларнинг таркиби ҚМЧларнинг морфологик таркибига боғлиқлиги билан тасдиқланади.

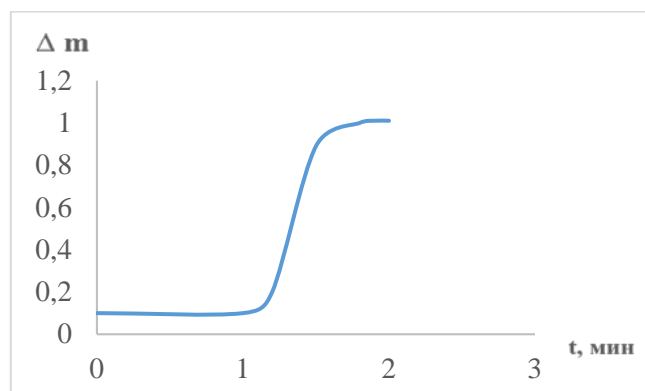


5-расм. Вақт оралиғида $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ да ҚМЧ массасини ўзгариш графиги



6-расм. Вақт оралиғида $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳароратда ҚМЧ массасини ўзгариш графиги

Иситиш тезлиги, пиролизнинг юқори ҳарорати ва мавжудликнинг қисқа вақти газ чиқишини максимал даражада оширади. Пиролиз қурилмадаги тажрибалар 400, 550 ва 700 °С ҳароратларда ўтказилган. Ҳар бир ҳароратда ҚМЧ массасининг йўқотилишини вақтга боғлиқлиги ўрганилди.



7-расс. Вақт оралиғида 700 °С ҳароратда ҚМЧ массасини ўзгариш графиги

Реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус тенгламасида акс этади:

$$k(T) = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

бу ҳолда, К-реакция тезлик константаси;

α - эмпирик доимий, олдинги экспоненциал омил, у ҳам $T \rightarrow \infty$ тезлик константасига тенг, яъни реакцияда иштирок этувчи молекулалар орасидаги тўқнашувлар сони;

E_a - фаоллаштириш энергияси;

T – ҳарорат;

P - газ доимийси.

Актив зиддиятларнинг назарий ҳисобини қуйидагича топиш мумкин:

$$A = a \cdot \sqrt{T}$$

Фаоллаштирилган комплекс назарияси доирасида Аррениус дифференциал формуласи ўзига хос боғлиқлиги, яъни A га ҳароратга боғлиқ ўзгариши натижасида қуйидагича кўринади:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}$$

ёки фаоллаштириш энергияси, агар барча қийматлар аниқ бўлса, аналитик тарзда ҳисобланиши мумкин:

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{RT} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \ln A = \ln k + \frac{E_a}{RT}$$

Пиролиз жараёнининг реакциясини фаоллашув энергиясини ҳисоблашда хатоликни камайтириш учун биз доимий тезликнинг $1/T$ га боғлиқлиги графигини чизамиз (8-расм). Юқоридаги тенгламага мувофиқ бу муносабатлар чизиқли характерга эга ва қуйидаги формула билан тавсифланади:

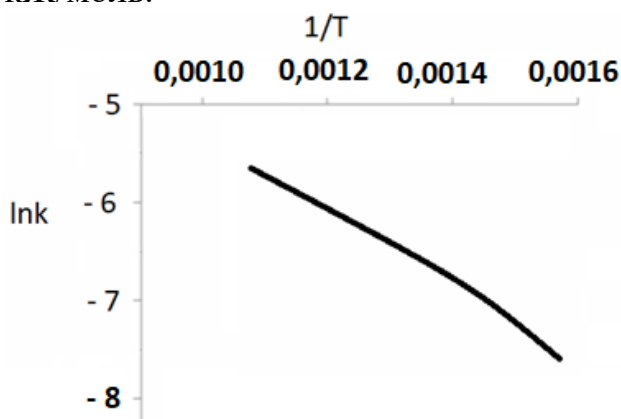
$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

3-жадвал

Пиролиз жараёнининг константа тезлигининг йиғиндиси

Пиролиз ҳарорати, К	Тескари ҳарорат ($1/T$)	Пиролиз жараёнининг константа тезлиги	Константа тезлиги натурал логарифми
673	0,0014859	0,0004458	-7,71564014
823	0,0012151	0,0011786	-6,74342799
973	0,0010278	0,0036792	-5,60505994

Шундай қилиб, лабораторияда ўтказилган тажрибалар натижаларидан олинган маълумотлар асосида Аррениус тенгламасини ишлаб чиқишда пиролизнинг ўртача қийматли термохимёвий узлуксизлиги аниқланди. 400, 550 ва 700 °С ҳароратларда пиролиз жараёни тезлигининг доимий қийматлари мос равишда $0,0004458 \text{ с}^{-1}$, $0,0011786 \text{ с}^{-1}$, $0,0036792 \text{ с}^{-1}$, жараённинг фаоллиниш энергияси $E_a = 71,27 \text{ кЖ/моль}$.



8-расм. $\ln k$ нинг тескари ҳароратга боғлиқлиги $T = 673 - 973 \text{ К}$ да $E_a = 71268,17 \text{ Ж/моль}$

Лаборатория тадқиқотлари давомида олиб борилган бир неча турдаги пиролиз натижалари бўйича умумий оғирлиги билан солиштирган ҳолда олинган маҳсулотларнинг чиқиши 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

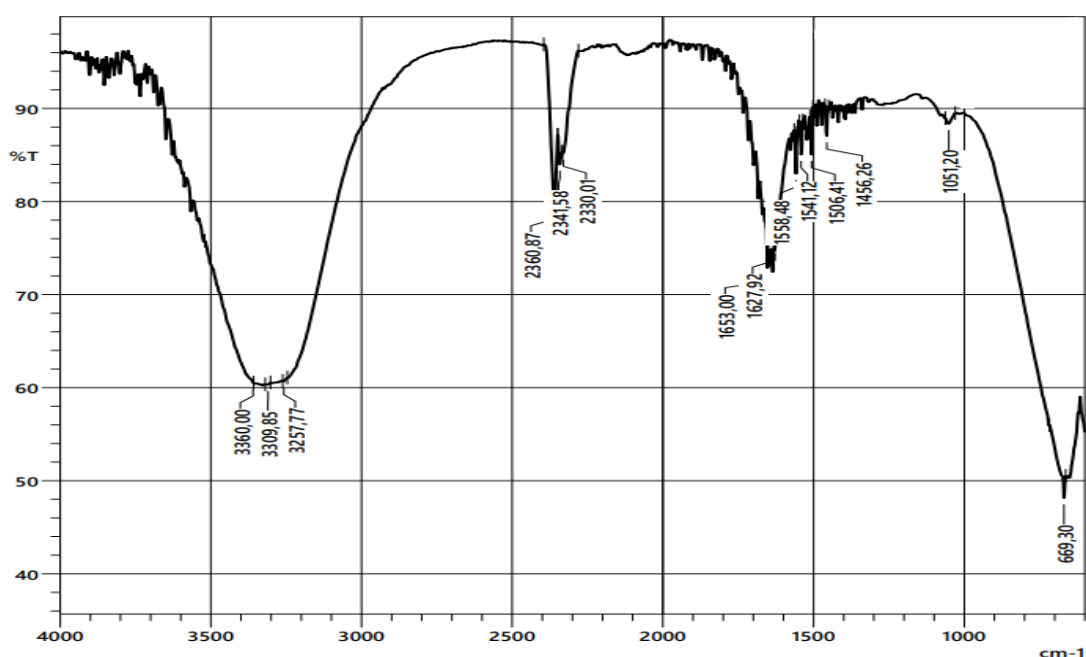
Турли пиролиз ҳароратдаги маҳсулотларнинг чиқиши

№	Маҳсулот	Пиролиз, °С		
		400	550	700
1.	Пирогаз, масс.%	10	15	50
2.	Суюқлик, масс.%	75	80	49
3.	Қаттиқ қисми, масс.%	15	5	1

Қаттиқ маиший чиқиндилар пиролизда асосан уч турдаги маҳсулотлар олинади - пиролиз газы, суюқ ва қаттиқ углеродли маҳсулот. Пирогаз асосан ёнувчи SO, N₂, CH₄, C₂H₆ ва бошқа турдаги газлардан иборат. Қаттиқ чиқиндилар пиролизи жараёни кам кислородли еки кислородсиз муҳитда амалга оширилади, чунки ортиқча кислородли муҳитда у тўлиқ карбонат ангидрид ва сувга айланади.

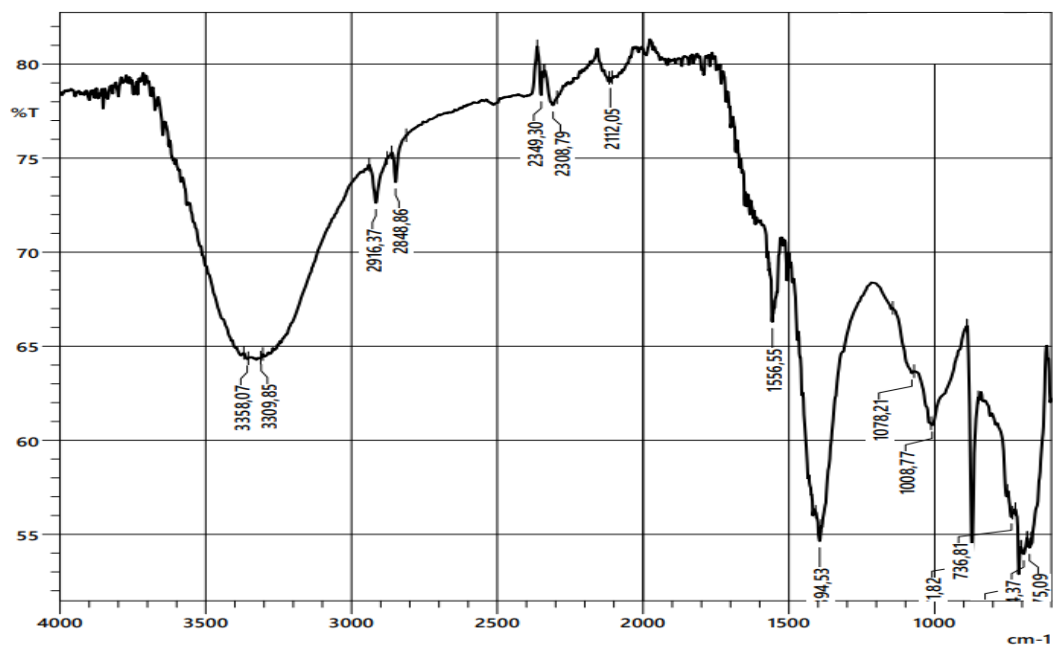
Пиролиз жараёнида ҳосил бўлган газ реакторда пиролиз жараёнини иссиқлик билан таъминлаш учун ёндирилади, ортиқча газ эса машъалда ёндирилади ёки бошқа истеъмолчига етказилади. Бундан ташқари, ортиқча пиролиз газы электр энергияси ишлаб чиқариш учун газгенераторда ишлатилиши мумкин.

Суюқ пиролиз маҳсулотларини иссиқхоналарга иситиш ёқилғиси сифатида юборилади. Қўшимча қайта ишлаш орқали суюқ маҳсулотлар (бензин, дизел ёқилғиси, мой, қатронлар ва б.) сифатли маҳсулотга айлантирилиши мумкин. ҚМЧ таркиби ва пиролиз жараёнининг ҳарорати, шунингдек, олинган суюқ пиролиз маҳсулотининг зичлиги ўртача 920 - 980 кг/м³, ёниш ҳарорати 45 - 50 МЖ/кг, олтингугурт миқдори 0,1 - 1,0 %, нисбий ёпишқоқлиги 6,5-7,5 сСт.



9-расм. ҚМЧ пиролиздан олинган суюқ фракциялар ИҚ-спектри

Бу ИҚ-спектроскопия тадқиқот маълумотларига кўра, 1460 см⁻¹ диапазондаги деформация тебранишлари С–Н алоқа мавжудлигини тасдиқлайди, 3374 - 3287 см⁻¹ оралиғида валент тебранишлари С=C–CH₂–ОН бирламчи спиртлар гуруҳига киради ҳамда 1650-1500 см⁻¹ диапазонида амин, амид R–C(O)–NH₂ ва нитро-нитрил R–NO₂ гуруҳларини кўрсатувчи кескин кучланишлар учрайди.



10-расм. Пиролиз жараёнининг қаттиқ қисмини ИҚ-спектри

Углеродли қаттиқ маҳсулот совутилади, магнит ажратгичдан ўтказилади ва истеъмолчининг хошишига кўра брикет ёки кукун шаклида қадокланади. Углеродли қаттиқ пиролиз маҳсулоти каучук муҳандислигида тўлдирувчи сифатида, шунингдек юқори калорияли ёқилғи сифатида ишлатилиши мумкин. Техник кўмирининг зичлиги 410 - 450 кг/м³, ёниш иссиқлиги 25 - 30 МЖ/кг, кул 10 - 15 %, қаттиқлиги 90 - 95 %, учувчи моддалар миқдори 20 - 25 %ни тшқил этади.

ИҚ-спектроскопия маълумотларига кўра чиқиндилар пиролизидан кейинги қаттиқ қисми 2500 - 3500 см⁻¹ оралиғида карбоксил (-COOH) гуруҳларига эга. 2240-2260 см⁻¹ диапазонидаги кескин кучланишлар R-C≡N мавжудлигини тасдиқлайди, шунингдек гидроксил гуруҳларини ўз ичига олган алкенлар (C=C-CH₂-OH) пиролиз маҳсулотининг қаттиқ қисмини функционал гуруҳлар бўлганлиги учун адсорбент сифатида ишлатишга имкон беради.

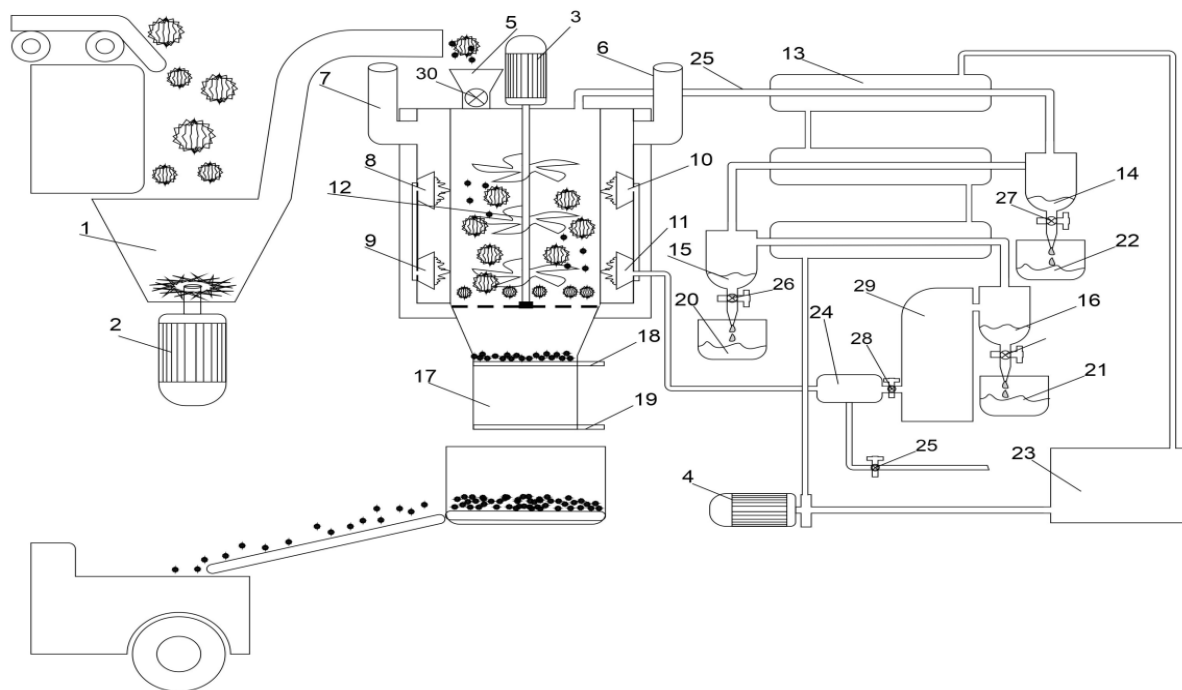
Шундай қилиб, ҚМЧларни бартараф этиш бўйича ишлаб чиқилган усул юқори даражадаги газни (50 % дан кўпроғи) олиш ва уни муқобил энергия сифатида тозалангандан кейин фойдаланиш имконини беради. Шунингдек, қурилмада кислородсиз муҳитда ёниб бўлгандан кейин қора, қаттиқ қисмини брикетлаш учун хом ашё сифатида ёки асфальт таркибига қўшимча сифатида ишлатиш мумкин. Тажриба маълумотлари бўйича ҳар иккала ҳолатда ҳам олинган натижалар шуни кўрсатадики, бу усул ҚМЧни бартараф этиш учун жуда содда усул ҳисобланади.

Олиб борилган тадқиқот натижаларига кўра, кўп миқдордаги суюқлик фракциясини олиш учун оптимал ҳароратни танлашда 550 °С да аниқланди.

Диссертациянинг «Углеродли ҚМЧларни зарарсизлантириш учун кўрилаётган пиролиз усулини қўллаш самарадорлигини ишлаб чиқиш ва таҳлил қилиш» деб номланган тўртинчи бобида, қаттиқ маиший

чиқиндилардан фойдаланган ҳолда газсимон, суюқ ва қаттиқ фракцияларни олишнинг такомиллашган технологик линияси ишлаб чиқилган.

Газли, суюқ ва қаттиқ углерод олишнинг технологик схемаси 11-расмда кўрсатилган.



11-расм. Пиролиз қурилмасининг таклиф қилинатеган технологик схеммаси

1-ҚМЧ майдалагич; 2,3,4-двигателлар; 5-реакторга жойлаш бункери; 6,7-тутун чиқиш жойи; 8,9,10,11-қиздирувчи элемент; 12- эшакли қурилмалари; 13- сув билан совутиш тизими; 14,15,16-суюқлик учун сиғим; 17-тўш камераси; 18,19-ёпғич; 20,21,22- суюқлик учун сиғим; 23-сув учун сиғим; 24- газ редуктори; 25-газ ҳаракати учун қувур; 26,27,28,29-шарикли кранлар; 30-газ йиғич; 31-юклаш жойи; 32-тешикли тўсиқ

Ишлаб чиқилган технологик схема бўйича қаттиқ маиший чиқиндилар МАХСУСТРАНС юклаш станциясига автотранспорт ёрдамида олиб келинади. Олиб келинган чиқиндилар намликдан 90 % гача қурилади ва майдалагич бункерига (1) қуйилади, пичоқ майдалагич ердамида масса заррачалари 2 - 5 см бўлгунга қадар майдаланади (3). Майдаланган массани бункердан (2) тасмали транспортер орқали реакторга (3) (реактор сиғими 2 тн) етказилади. Реакторнинг ўртасида ҚМЧларни аралаштириш учун эшакли қурилмалари бўлган кўзгатувчи (4) мавжуд бўлиб, у пиролиз жараёнини тезлаштириш учун ҳар бир чиқинди заррачасининг ҳароратига бир хил таъсир кўрсатишга хизмат қилади (5). Ён томондан реактор газли нозуллар ёрдамида 550 °С га қадар қиздирилади. 10 минут мобайнида реактордан намлик ажралиб, сўнг пирогазага ўтади.

Чиқарилган пирогаз газ қувурида (6) ҳаракатланади ва сув билан совутиш орқали, бу жараенда пирогаз конденсат ҳолатига ўтади ва суюқлик сақлаш қурилмасида (7,8,9) йиғилади ва ажралаётган пирогаз тўлиқ қуримагунча бу жараён давом этирилади. Қуритилган пирогаз газ коллекторида йиғилади (10).

Газ коллекторидан кейин газ редуктори (11) ўрнатилади, унинг вазифаси реакторни (12) қиздириш учун нозулларга бир хилда газ етказиб беришдан иборат.

Реакторнинг пастки қисмида тешили тўсиқ (13) жойлашган, у орқали пирокарбон (14) тушириш камерасига қуйилади, у ердан пирокарбон (15) учун идишга чиқарилади. Тасмали транспортер ёрдамида идишдан машинага юкланади ва брикетлаш учун юборилади. Жараён цикл билан амалга оширилади. 162 соатлик ишдан сўнг, профилактик ишлар учун қурилма 12 соатга тўхтатилади.

ХУЛОСА

1. Тошкент шаҳри мисолида ҚМЧни бошқариш - йиғиш, ташиш, сақлаш ҳамда бартараф этишнинг такомиллашган технологияси ишлаб чиқилди.

2. Математик статистика йўли билан қаттиқ маиший чиқиндиларнинг морфологик таркибини аниқланиб, қайта ишлаш ва бартараф этишнинг пиролиз жараёнини қамраб олувчи мақбул технологиялари тавсия этилди.

3. ҚМЧ пиролизлаш жараёни 550 °С да кичик хажмлардаги пиролизаторларда анаэроб шароитларда амалга оширилиши тавсия этилиб, уч турдаги - пиролиз газ, суюқ ва қаттиқ углеродли маҳсулот ҳосил бўлиши тадқиқ қилинди.

4. ҚМЧ пиролизлаш жараёни маҳсулотлари таркиби тадқиқ қилиниб, газ қимидан ҚМЧ бартараф этишда ва суюқ фракцияси (зичлиги 920 - 980 кг/м³, ёниш ҳарорати 45-50 МЖ/кг, олтингугурт миқдори 0,1 - 1,0 %, нисбий ёпишқоқлиги 6,5 - 7,5 сСт)дан ёқилғи сифатида фойдаланиш тавсия этилди.

5. ҚМЧ пиролизлаш жараёни углеродли қаттиқ маҳсулотлари техник кўмирни совутилиш, ажратиш, брикетлаш тизими ва юқори калорияли ёқилғи (410 - 450 кг/м³, ёниш иссиқлиги 25 - 30 МЖ/кг, кул 10 - 15 %, қаттиқлиги 90 - 95 %, учувчи моддалар миқдори 20 - 25 %) сифатида фойдаланиш тавсия этилди.

6. ҚМЧни бошқариш тизимини пиролиз технологиясини қўллаб такомиллаштиришнинг техник - иқтисодий самардорлиги Тошкент шаҳри мисолида аниқланиб, йилига 10,84 млрд. сўм соф фойда кўриш мумкинлиги ҳисоблаб чиқилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc03/30.12.2019.Т.04.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

РАХМАТУЛЛАЕВ ФАЙЗУЛЛА НИГМАТУЛЛАЕВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В
РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН**

02.00.14 - Технология органических веществ и материалы на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан заномером B2021.1.PHD/T1698

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.tkti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.uz

Научный руководитель: Турабджанов Садриддин Махаммадинович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Сайфутдинов Рамзиддин Сайфутдинович
доктор технических наук, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
доктор технических наук, профессор


Ведущая организация: Химико - фармацевтический научно-исследовательский институт Узбекистана имени А.Султанова


Защита диссертации состоится «16» 12 2021 г. в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.


Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №_28_ с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре (100011, г. Ташкент, Шайхонтаурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.)

Автореферат диссертации разослан «28» 11 2021 года.
(протокол рассылки № 121 от «22» 11 2021 года).




Г. Рахмонбердиев
Председатель Научного совета по присуждению
ученой степени доктора наук, д.т.н., профессор


Х.И. Кадилов
Учѐный секретарь Научного совета по
присуждению учѐной степени доктора наук,
д.т.н., профессор


А. Икрамов
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учѐной степени доктора
наук, д.т.н., профессор

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. При быстром росте потребительских нужд населения в мире наблюдается резкое увеличение количества твердых бытовых отходов, которые приводят к распространению вредных химических веществ в окружающую среду, а предотвращение данного явления путем созданием экологически чистых методов является одной из приоритетных задач. В то же время, имеет важное значение применение технологии пиролиза, разделения и использования фракций жидкого топлива в целях снижения воздействия твердых бытовых отходов на окружающую среду, наносящих ущерб здоровью человека, атмосфере и гидросфере.

Наряду с увеличением численности населения в мире ведутся научные исследования по совершенствованию системы управления и обезвреживания твердых бытовых отходов и устранению их негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, особое внимание уделяется определению морфологического состава твердых бытовых отходов с помощью математической статистики, их сбору, транспортировке, хранению и переработке отходов с использованием технологии пиролиза, которая создает смесь жидких топлив, анаэробной нейтрализации с помощью пиролизатора, целевому использованию отходящих продуктов.

В республике прогноз годового объема образования твердых бытовых отходов оценивается в пределах 7-7,1 млн тонн, а динамика роста населения в среднем на 1,5 процента дает определенные результаты в строительстве новых полигонов для уплотнения и складывания их в открытых условиях (при этом более 95% образующихся отходов подвергаются захоронению на полигонах), что приводит к загрязнению атмосферного воздуха биогазом, а также к возникновению парниковых газов. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены такие важные задачи, как «улучшение санитарного и экологического состояния в городах и районах, а также сельских населенных пунктах республики»¹. В связи с этим, создание технологии пиролиза имеет важное значение при сборе, транспортировке, хранении, а также обезвреживании твердых бытовых отходов, отрицательно влияющих на здоровье человека, атмосферу и гидросферу.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № УП-2916 от 21 апреля 2017 года «О мерах по кардинальному совершенствованию и развитию системы обращения с отходами на 2017-2021 годы», № УП-4291 от 17 апреля 2019 года «Об утверждении Стратегии по обращению с твердыми бытовыми отходами в Республике Узбекистан на период 2019-2028 годов», № УП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению

¹ Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, касающихся данной деятельности.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики IV. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Научные исследования, посвященные уничтожению и обезвреживанию твердых бытовых отходов, велись такими учеными как: В.Stewart, M.Liest, C.Ochsenreiter, C.Walsh Daniel, E.Mbuligwe Stephen, R.Alam, K.Sugihiro, S.Mamoru, Schwetlick Wolfgang, J.Reich, П. Старцев, В.А.Безбородов, В.И.Теличенко, И.В.Ютин, В.В.Журкович, М.В. Киселева, Р.З.Магарил, А.Н.Сачков, Ф.А.Магруппов, С.М.Турабджанов, А.Б. Джураев, М.Н.Мусаев, М.О.Сафаев, Н.Салимов, О.Ш. Қодиров и другие.

Ими разработаны технологии получения альтернативных энергоносителей, совершенствования системы управления и способа обезвреживания твердых бытовых отходов, образовавшихся органическим путем с применением методов пиролиза, их утилизации.

Вместе с этим, проводятся научные исследования по сбору, транспортировке, хранению и обезвреживанию твердых бытовых отходов, оказывающих вредное воздействие здоровью человека, атмосфере и гидросфере, созданию пиролизаторов для регионов с большим количеством отходов, целевому использованию образующихся пирогазов, применению технологии пиролиза при их обезвреживании.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ университета, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета ПЗ 20170927346 по теме: «Разработка технологии получения новых ионообменных полимеров поликонденсационного типа для очистки сточных вод» (2018 - 2020 гг.), а также фундаментальных и прикладных проектов ЁОТ-Атех-2018-206 по теме: «Разработка мер по устранению негативных факторов, влияющих на безопасность труда на предприятиях» (2018 - 2019 гг.).

Целью исследования является совершенствование технологии управления твердых бытовых отходов - сбор, транспортировка, хранение, утилизация и обезвреживание.

Задачи исследования:

исследование системы сбора, использования, транспортировки, хранения и захоронения путем их обезвреживания;

определение и анализ морфологического состава твердых бытовых отходов;

совершенствование системы утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов;

исследование состава продуктов пиролизной переработки углеродсодержащих твердых бытовых отходов;

технико-экономический расчет и выполнение опытно-экспериментальных исследований процесса переработки, путем пиролиза твердых бытовых отходов; совершенствование технологий утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов.

Объектами исследования являются существующая система управления твердыми бытовыми отходами в городе Ташкенте, технология обезвреживания твердых бытовых отходов органического происхождения.

Предметом исследования являются твердые бытовые отходы, процессы пиролиза, продукты пиролиза, фракции жидкого топлива, состав сложных органических соединений, продукты пиролитической деструкции.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы математическая статистика и моделирование, газохроматографические и ИК-спектроскопические методы анализа; кроме этих, использовались стандартизированные методы испытаний по определению физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определением морфологического состава твердых бытовых отходов, доказана эффективность применения технологии пиролиза при утилизации, протекающей с образованием жидких топлив;

осуществив процесс пиролиза твердых бытовых отходов в пиролизаторе малого объема в анаэробных условиях при температуре 550 °С, доказано образование пирогаза, жидких и твердых углеродсодержащих продуктов;

обоснованно, использование газовой части продуктов пиролиза при утилизации твердых бытовых отходов и жидкой фракции (плотность 920 - 980 кг/м³, температура сгорания 45 - 50 МДж/кг, содержание серы 0,1 - 1,0 %, относительная вязкость 6,5 - 7,5 сСт.) в качестве горючих топлив;

разработана система охлаждения, разделения, брикетирования твердой части углеродсодержащего продукта пиролиза бытовых отходов, определено использование технического угля (410 - 450 кг/м³, температура сгорания 25 - 30 МДж/кг, зола 10 - 15 %, твердость 90 - 95 %, количество летучих веществ 20 - 25 %) в качестве высококалорийного горючего топлива;

усовершенствована технология управления, утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

усовершенствована схема управления твердых бытовых отходов в регионах с наибольшим количеством образования;

определены оптимальные условия технологии пиролиза твердых бытовых отходов;

разработана технология системы анаэробного обезвреживания и термической утилизации твердых бытовых отходов в бескислородной среде с помощью пиролизатора.

Достоверность результатов исследования объясняется внедрением в промышленность современной физико-химической методики исследования, совершенствования системы сбора, транспортировки, хранения и

обезвреживания путем захоронения твердых бытовых отходов, технологий пиролизной утилизации и разработки получения более дешевого горючего газа (более 50%) и пиролизного конденсата (более 25%).

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования характеризуется научным обоснованием механизма химической трансформации газа и жидких фракций через морфологическое изучение состава твердых бытовых отходов путем математической статистики.

Практическая значимость результатов исследования основана на создании пиролизатора для регионов с большим образованием отходов, целевом использовании образующихся пиролизных газов и технологии пиролиза для обезвреживания твердых бытовых отходов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по управлению сбором, использованием, транспортировкой, хранением и утилизацией твердых бытовых отходов и совершенствованию системы их обезвреживания:

внедрена в практику система управления сбора, использования, транспортировки, хранения и утилизации твердых бытовых отходов на Государственном унитарном предприятии «Махсустрас» ГУП в городе Ташкент (справочный номер 04-04/1-2109 «Государственной охраны окружающей среды Республики Узбекистан» от 25 июня 2021 года). Результат предоставил возможность разделить фракции жидкого топлива и сократить количество отходов, захороненных на свалках, в 4 раза за счет улучшения пиролиза перерабатываемых органических отходов в анаэробных условиях;

внедрена система обезвреживания твердых бытовых отходов в практику на государственном унитарном предприятии «Махсустрас» ГУП в городе Ташкент (справочный номер 04-04/1-2109 «Государственного департамента экологии и охраны окружающей среды Республики Узбекистан» от 25 июня 2021 года). Результатом стала пиролитическая переработка твердых органических отходов, которая позволила производить энергоносители из вторичного и альтернативного сырья.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного научного исследования обсуждались на 5 международных и 2 республиканских научно - технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, 6 статей опубликованы в журналах, рекомендованных к публикации Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 95 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении описываются актуальность темы, цель и важность задач, объекты испытания и предмет диссертации. Тема диссертации указана в соответствии с приоритетным направлением развития науки и техники в Республике Узбекистан, представлены результаты научных новостей и исследований, освещена теоретическая и практическая значимость результатов, результаты испытаний внедрены в практику, приведены сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

Первая глава диссертации под названием **«Современное состояние проблемы проведения, переработки и утилизации работ, связанных с твердыми бытовыми отходами»** содержит обзор результатов научных исследований по данной теме, информацию о зарубежной и местной литературе. Данные обобщены и научно проанализированы. Освящены вопросы связанные с определением морфологического состава, сбора, транспортировки, хранения и утилизации твердых бытовых отходов, а также результаты методов обезвреживания переработки. На основе данных, приведенных в научной литературе определили цель и задачи диссертационной работы.

Глава вторая, озаглавленная **«Общий анализ объекта исследования и системы управления, обезвреживание твердых бытовых отходов»**, объектом исследования является взаимосвязь существующей в нашей стране системы ТБО и выбранной технологии обезвреживания органических отходов с использованием процесса пиролизической деструкции сложных органических молекул, характеризующейся термической обработкой первичного сырья с потенциалом в сотни миллионов тонн в Республике Узбекистан.

Из таблицы 1 видно, что на территории республики действует 221,0 полигон общей площадью 1493,2 га и захоронением 80949,0 тыс. тонн в год твердых бытовых отходов, 50-51% от общего объема отходов образующихся в Ташкенте и Ташкентской области, а 2,0-2,5% в Республике Каракалпакстан

Глава третья называется **«Результаты исследования морфологического состава твердых бытовых отходов и оценка эффективности методов их переработки»**.

Выполнение работ, связанных с твердыми бытовыми отходами является одним из приоритетных направлений в мировой практике. Потому что, вредное воздействие отходов на жизнь граждан, а также на окружающую среду представляет реальную угрозу не только для экологии, но и для здоровья населения. Необходимость надлежащего управления сбором, использованием, транспортировкой, захоронением отходов связана с увеличением численности населения и увеличением количества отходов. На каждого гражданина в день приходится 0,6 кг, а за год 200 кг твердых бытовых отходов. В центральных городах этот показатель составляет 0,87 кг и 300 кг в год. В 2017 году на территории республики было произведено более 7 млн. тн твердых бытовых отходов. В городе Ташкенте было произведено 3,9 млн. тн или 46% твердых отходов (1,1 млн.тн или 11 %), Фергане (2 млн.тн или 22 %) и Самарканде (799,7 тыс.тн или 7 %) составили долю регионов.

Информация о полигонах отходов в Республике Узбекистан

Г/Р	Регион	Количество полигонов, захороненные ТБО	Площадь (га)	Количество отходов (тыс. тонн)
1	Ташкент и Ташкентская область	19,0	183,3	40589,0
2	Андижан	16,0	47,0	4150,2
3	Бухара	20,0	120,3	3189,4
4	Джиззак	14,0	112,7	1188,0
5	Самарканд	16,0	92,9	7436,3
6	Сурхандарья	20,0	203,4	2277,3
7	Сырдарья	10,0	49,5	853,10
8	Наманган	15,0	76,2	4868,1
9	Навои	12,0	76,8	2457,0
10	Фергана	20,0	138,5	3297,5
11	Харезм	10,0	60,2	3149,3
12	Кашкдарья	18,0	156,9	5504,2
13	Республика Каракалпакстан	31,0	175,7	1988,8

Частичная сортировка осуществляется на всех этапах системы управления отходами. Для предпринимателей, специализирующихся на переработке этих отходов, выбраны отходы в качестве вторичного сырья, такие как металл, бумага, пластик (полипропилен, полиэтилен), пищевые отходы (просроченные хлебобулочные изделия, помои, овощи). Этот частичный отбор осуществляется заинтересованными сторонами и не контролируется государством.

К этому виду отходов предъявляются определенные требования. В то же время ненужные отходы образуются в результате жизнедеятельности городского населения, которые попадают в пункты сбора мусора, а затем попадают на свалку, которую невозможно переработать и утилизировать из-за сложного смешанного морфологического состава.

Большой интерес представляют любые смешанные органические отходы из числа невостребованных. Утилизация органических твердых бытовых отходов имеет важные управленческие преимущества, такие как экологически безопасное обращение с отходами и их переработка, что приводит к значительному снижению воздействия на окружающую среду при обращении с твердыми отходами, включая выбросы парниковых газов.

В то же время мы предлагаем усовершенствованную схему внедрения системы управления твердыми бытовыми отходами в городе Ташкент. Эта схема снижает нагрузку смешанных невостребованных органических отходов, непригодных для вторичной переработки, поступающих на свалки.

На этой схеме (рис. 1) принята традиционная модель работы, применяемая на практике с введением дополнительной стадии переработки смешанных

органических отходов, которая на сегодняшний день неостребованная. Переработка неостребованных смешанных органических отходов - это термическая и термохимическая переработка твердых органических отходов с последующим использованием рекомендованного устройства (пиролизного устройства) для производства газообразных и жидких углеводородов в непрерывном цикле. Данная установка позволит решить проблему улучшения экологической обстановки на территории полигона, во многом за счет поступления неостребованных смешанных органических отходов.

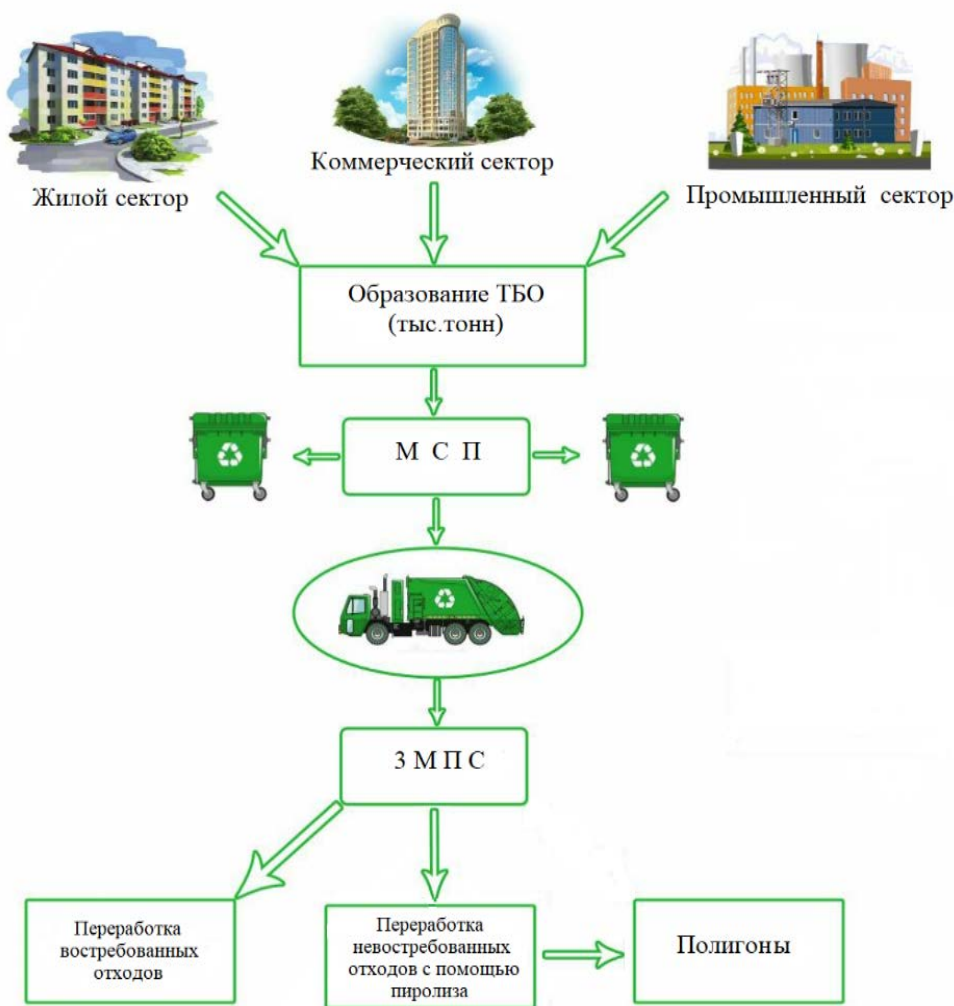


Рис.1. Усовершенствованная схема выполнения работ, связанных с твердыми бытовыми отходами в городе Ташкент

Термические методы, включающие пиролиз, являются широко распространенными технологиями утилизации отходов. Термическая обработка сырья позволяет не только получить горючий газ, но и решить экологическую проблему, связанную с загрязнением и мелиорацией окружающей среды.

В целях повышения эффективности пиролизной переработки твердых бытовых отходов, изучение этого процесса экспериментальным путем является одним из актуальных вопросов для оценки влияния ряда параметров (влажность сырья, состав ТБО и др.) на выход и состав пиролизных газов.

Общий элементный химический состав компонентов твердых бытовых отходов в городе Ташкент

№	Составная часть ТБО	Элементарный состав, %								Летучие элементы, %	Тепло горения, Q_h^p
		C			N	S	Cl	Зольность, А	Влажность, W		
1.	Бумага	11,1	1,5	11,2	0,1	0,08	0,02	6,0	10,0	31,8	910
2.	Пищевые продукты	4,1	0,6	2,6	0,3	-	-	1,4	23	20,8	280
3.	Текстиль	1,8	0,2	1,0	0,2	-	-	0,4	0,9	3,8	170
4.	Дерево	1,3	0,1	1,0	-	-	-	-	0,6	2,0	100,0
5.	Пластмасса	1,8	0,2	0,5	-	-	-	0,3	0,2	2,4	170,0
6.	Кожа, резина	1,3	0,1	0,3	-	-	-	0,2	0,1	1,0	120,0

Объем газов, выделяемых при пиролизе, показывает, что большая часть газообразных продуктов образуется в течение первых 15-20 минут после начала эксперимента (рис. 2).

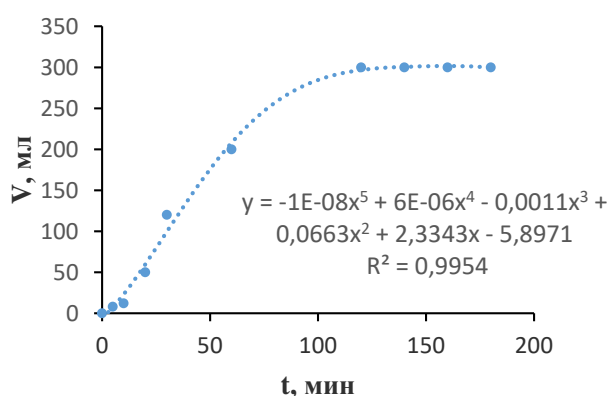


Рис.2. Количество выхлопных газов с течением времени

На начальном этапе эксперимента содержание метана за 120 минут достигает 53% от общего объема, а продолжительность газовыделения наблюдается до завершения процесса пиролиза.

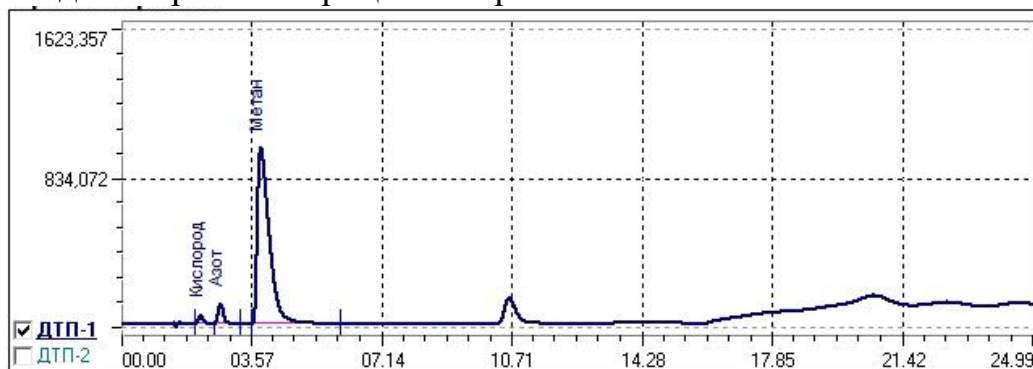


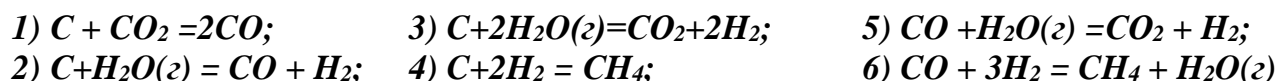
Рис.3. Хроматограмма газобразного продукта

Согласно хроматографическим исследованиям, метан, этан, пропан, бутан и гептан являются основными углеводородами в газообразных продуктах, образующихся в результате твердого пиролиза смешанных твердых бытовых отходов. Наличие этих углеводородов в пиролизном газе определяет его способность рассеивать тепло (рис. 3).

Влияние температуры на массу твердого остатка, жидкой фракции и газообразных продуктов указывает на то, что температура в диапазоне 450-550°C является оптимальной для пиролиза. Для образцов наблюдалось образование водяного пара в диапазоне температур от 40°C до 100°C, что связано с физическими и химическими потерями попутной воды.

Помимо получения высокого процентного содержания газа в конечных продуктах, выделение водорода увеличивается с повышением температуры при пиролизе и парогазификации. Для образца твердых бытовых отходов наблюдается эффективное разделение, связанное с разрушением и ускоренным образованием летучих продуктов в интервале температур 450-550°C.

В изученных источниках представлены простейшие вторичные реакции, влияющие на содержание газообразных продуктов пиролиза:



Синтез-газ состоит в основном из CO и H₂ (вместе 85%) с небольшим процентом CO₂ и CH₄. В нашем случае использование смешанных твердых бытовых отходов увеличивает рост углеводородной составляющей C₁-C₅, что приводит к увеличению общей теплоты сгорания газообразных продуктов пиролиза (рис. 4).

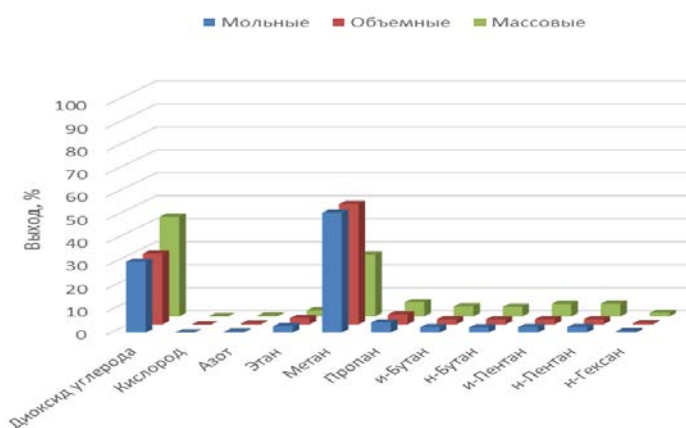


Рис.4. Зависимость состава газообразных продуктов от концентрации

Повышение температуры процесса выше 550°C не приводит к увеличению общей температуры сгорания образующейся газовой смеси. Это подтверждается тем, что состав отходящих газов при пиролизе зависит от морфологического состава твердых бытовых отходов.

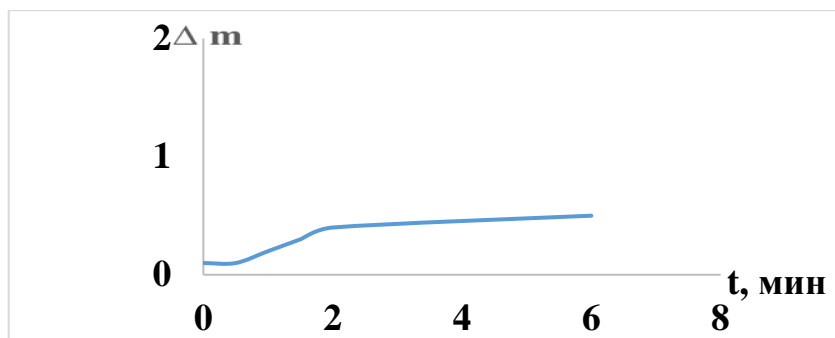


Рис.5. График изменения массы твердых бытовых отходов при температуре 400°C в интервале времени

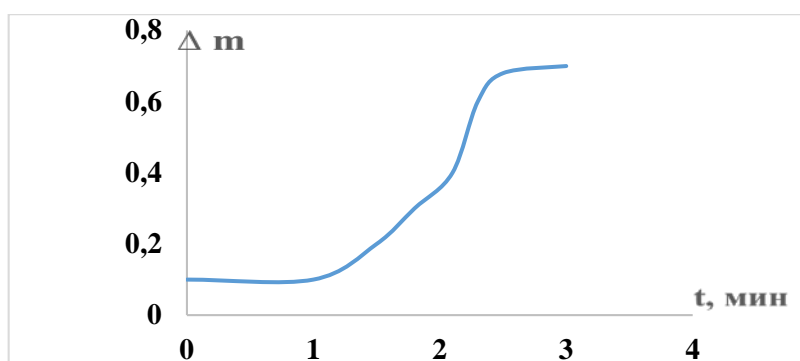


Рис.6. График изменения массы массы в твердых бытовых отходах при температуре 550°C в интервале времени

Скорость нагрева, высокая температура пиролиза и короткая продолжительность его присутствия максимально увеличивают выход газа. Эксперименты на пиролизном устройстве проводились при температурах 400°C, 550°C и 700°C. Исследована зависимость потери массы твердых бытовых отходов от времени при каждой температуре.

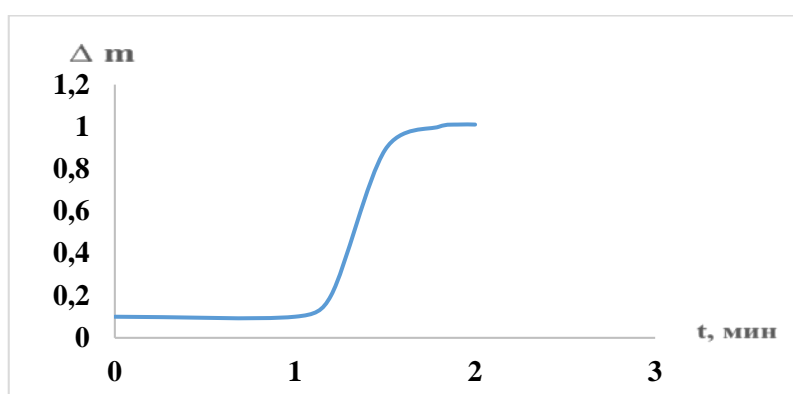


Рис.7. График изменения массы твердых бытовых отходов при температуре 700°C в интервале времени

Зависимость скорости реакции от температуры отражена в уравнении Аррениуса:

$$k(T) = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

где, К-константа скорости реакции;

α -эмпирическая константа, предыдущий экспоненциальный множитель, который также равен $t \rightarrow \infty$ равной константе скорости, т. е. участвуя в реакции количество столкновений между молекулами;

E_a - энергия активации;

T - температура;

R - газовая постоянная.

Теоретическое объяснение активных противоречий можно найти следующим образом:

$$A = a \cdot \sqrt{T}$$

В рамках теории активированного комплекса специфическая зависимость дифференциальной формулы Аррениуса, т.е. изменение A в зависимости от температуры, выглядит следующим образом:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}$$

или энергия активации, если все значения точны, может быть рассчитана аналитически:

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{RT} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \ln A = \ln k + \frac{E_a}{RT}$$

Для уменьшения погрешности расчета энергии активации реакции процесса пиролиза, построим график зависимости постоянной скорости от $1/T$ (рис. 8). Согласно приведенному выше уравнению, эта зависимость носит линейный характер и характеризуется следующей формулой:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Таблица-3

Сумма скорости константы пиролизного процесса

Температура пиролиза, К	Обратная температура $1/T$	Скорость константы процесса пиролиза	Натуральный логорифм скорости константы
673	0,0014859	0,0004458	-7,71564014
823	0,0012151	0,0011786	-6,74342799
973	0,0010278	0,0036792	-5,60505994

Таким образом, на основании данных, полученных по результатам лабораторных экспериментов, при построении уравнения Аррениуса было определено среднее значение термодинамической непрерывности пиролиза. Постоянные значения скорости процесса пиролиза при температурах 400°C , 550°C , 700°C равны $0,0004458 \text{ с}^{-1}$, $0,0011786 \text{ с}^{-1}$, $0,0036792 \text{ с}^{-1}$ соответственно, энергия активации процесса $E_a = 71,27 \text{ кДж/моль}$.

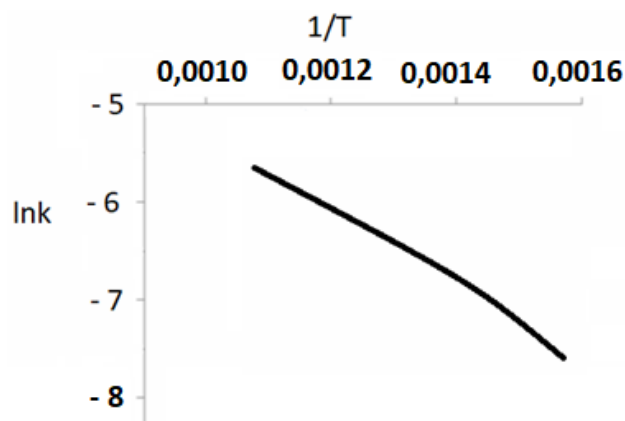


Рис.8. Зависимость $\ln k$ на обратную температуру $1/T$ при $T = 673 - 973$ К $E_a = 71268,17$ Ж/моль

Выход получаемых продуктов в сравнении с их общим весом по результатам нескольких видов пиролиза, проведенных в ходе лабораторных исследований, представлен в таблице 3.

Таблица-3

Выход продуктов при различной теплоте пиролиза

№	Продукт	Пиролиз, °С		
		400	550	700
1.	Пирогаз, масс.%	10	15	50
2.	Жидкость, масс.%	75	80	49
3.	Твердая часть, масс.%	15	5	1

При пиролизе твердых бытовых отходов получают три основных вида продуктов - пиролизный газ, жидкий и твердый углеродный продукт. Пирогаз состоит в основном из горючих газов SO , N_2 , SN_4 , S_2N_6 и других газов. Процесс пиролиза твердых отходов происходит в среде с малым или бескислородным содержанием, поскольку в среде с избытком кислорода они полностью превращаются в углекислый газ и воду.

Газ, образующийся в процессе пиролиза, сжигается в реакторе для обеспечения тепла для процесса пиролиза, а избыточный газ сжигается в горелке или доставляется другому потребителю. Кроме того, избыток пиролизного газа можно использовать в газогенераторе для выработки электроэнергии.

Жидкие продукты пиролиза отправляются в теплицы в виде топочного мазута. За счет дополнительной обработки жидкие продукты (бензин, дизельное топливо, масло, смолы и т.д.) могут быть преобразованы в качественные продукты. Состав и температура процесса пиролиза, а также плотность образующегося жидкого продукта пиролиза в среднем составляли $920-980$ кг/м³, температура горения $45-50$ МДж/кг, содержание серы $0,1-1,0\%$, относительная вязкость $6,5-7,5$ сСт.

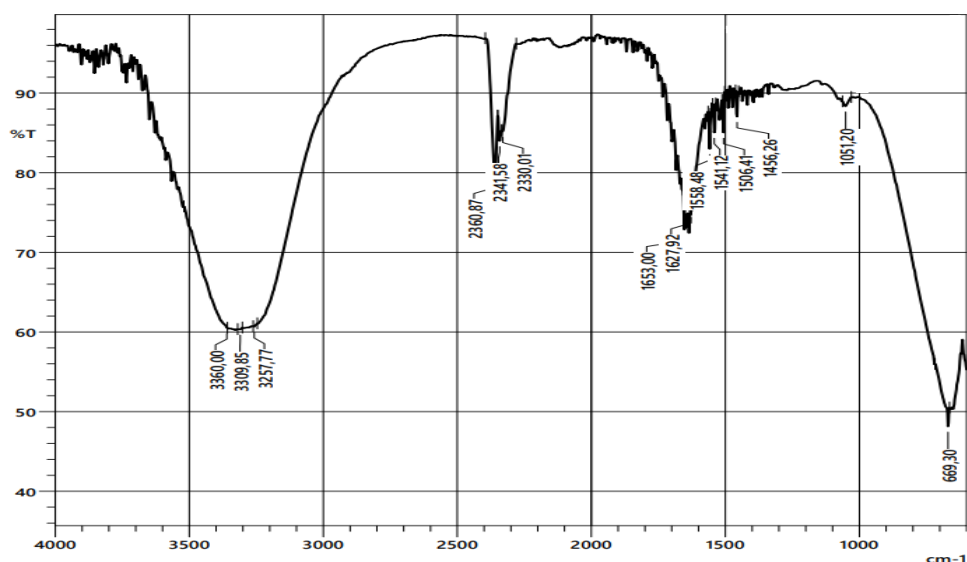


Рис.9. ИК-спектр жидких фракций, полученных в результате пиролиза твердых бытовых отходов

Согласно этому ИК-спектроскопическому исследованию, деформационные колебания в диапазоне 1460 см^{-1} подтверждают существование связи С-Н. Колебания валентности в диапазоне $3374\text{-}3287\text{ см}^{-1}$ относятся к группе первичных спиртов $\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$. Также в диапазоне $1650\text{-}1500\text{ см}^{-1}$ есть резкие напряжения, указывающие на аминные, амидные $\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{NH}_2$ и нитронитрильные $\text{R}-\text{NO}_2$ группы.

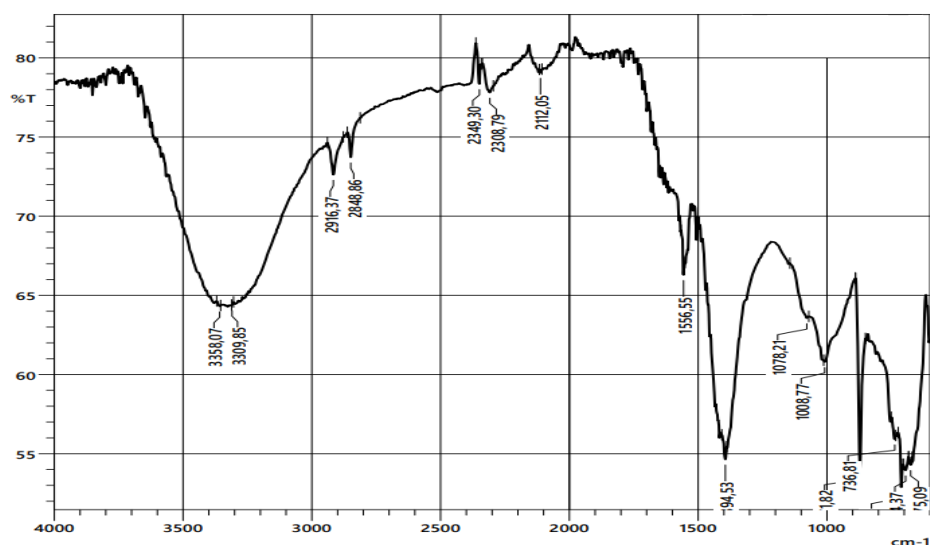


Рис.10. Ик-спектр твердой части пиролизного процесса

Углеродный твердый продукт охлаждается, пропускается через магнитный сепаратор и упаковывается в виде брикетов или порошка по усмотрению потребителя. Твердый углеродный продукт пиролиза может использоваться как наполнитель в резинотехнике, а также как высококалорийное топливо. Плотность технического угля $410\text{-}450\text{ кг/м}^3$, теплота сгорания $25\text{-}30\text{ МДж/кг}$, зольность $10\text{-}15\%$, твердость $90\text{-}95\%$, содержание летучих веществ $20\text{-}25\%$.

По данным ИК-спектроскопии, твердая часть после пиролиза отходов имеет карбоксильные (-COOH) группы в диапазоне 2500-3500 см⁻¹. Резкие напряжения в диапазоне 2240–2260 см⁻¹ подтверждают присутствие R-C≡N, а также наличие алкенов, содержащих гидроксильные группы (C=C-CH₂-OH), позволяет использовать твердую часть продукта пиролиза в качестве адсорбента потому что это функциональные группы.

Таким образом, разработанный метод устранения твердых бытовых отходов позволяет получить высокий уровень газа (более 50%) и использовать его после очистки в качестве альтернативной энергии. Его также можно использовать в устройстве в качестве сырья для брикетирования черной твердой детали после сжигания в бескислородной среде или в качестве добавки к асфальту. Результаты, полученные в обоих случаях на основе экспериментальных данных, показывают, что этот метод является очень простым методом устранения твердых бытовых отходов.

По результатам исследований, при выборе оптимальной температуры для получения большого количества жидкой фракции было определено значение 550°C.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «Разработка и анализ эффективности применения метода пиролиза для обезвреживания углеродистых твердых бытовых отходов», разработана усовершенствованная технологическая линия получения газообразных, жидких и твердых фракций с использованием твердых бытовых отходов.

Технологическая схема получения газообразного, жидкого и твердого углерода показана на рисунке 11.

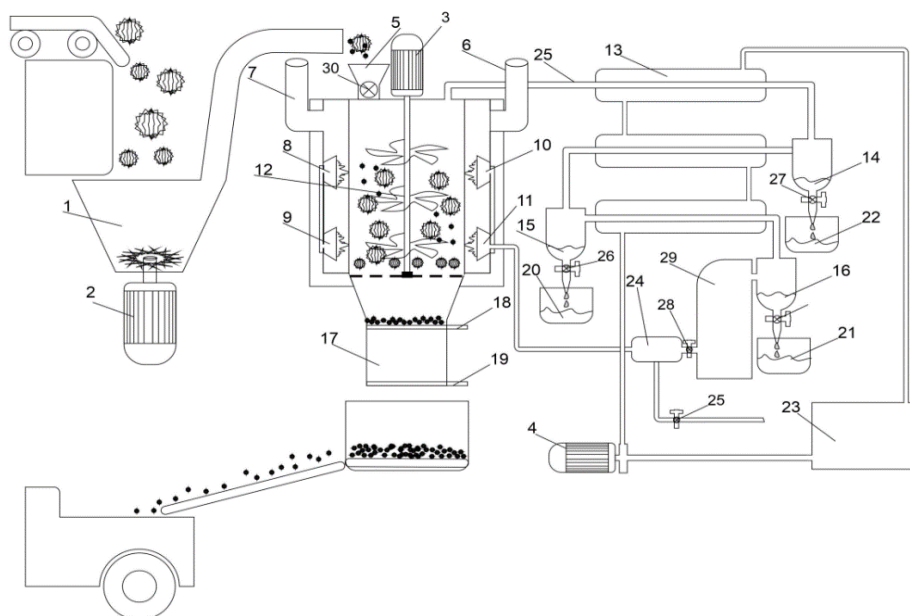


Рис.11. Предлагаемая технологическая схема пиролизного устройства

1-измельчитель ТБО; 2,3,4-двигатели; 5-бункер для укладки реактора; 6,7-дымоотвод; 8,9,10,11-нагревательный элемент; 12 - гребные устройства; 13 - система водяного охлаждения; 14,15,16-емкость для жидкости; 17-камера выгрузки; 18,19-эпигон; 20,21,22-емкость для жидкости; 23-емкость для воды; 24-газовый редуктор; 25-труба для движения газа; 26,27,28,29-шаровые краны; 30-газовый коллектор; 31-Узел загрузки; набор из 32 отверстий

По разработанной технологической схеме твердые бытовые отходы доставляются автотранспортом на станцию погрузки МАХСУСТРАНС. Полученные отходы сушат до влажности 90% и выливают в бункер дробилки (1), который измельчают с помощью ножевого измельчителя до тех пор, пока частицы массы не станут 2-5 см (3). Измельченная масса транспортируется из бункера (2) в реактор (3) (емкость реактора 2тн) по ленточному конвейеру. В середине реактора находится возбудитель (4) с лопастными устройствами для перемешивания твердых бытовых отходов, которые служат для того же воздействия на температуру каждой частицы отходов для ускорения процесса пиролиза (5). Сбоку реактор нагревается до 550°C с помощью газовых форсунок. Влага выходит из реактора в течение 10 минут, а затем передается пирогазу.

Извлеченный пирогаз движется по газовой трубе (6) и при охлаждении водой в этом процессе пирогаз конденсируется и накапливается в устройстве для хранения жидкости (7,8,9), и этот процесс продолжается до тех пор, пока отделенный пирогаз не станет полностью сухим. Осушенный пирогаз собирается в газосборнике (10). После газового коллектора устанавливается газовый редуктор (11), функция которого заключается в подаче однородного газа в форсунки для нагрева реактора (12).

Внизу реактора находится перфорированная перегородка (13), через которую пироуглерод (14) наливается в разрядную камеру, откуда он выгружается в емкость для пироуглерода (15). Его загружают из контейнера в машину с помощью ленточного конвейера и отправляют на брикетирование. Процесс выполняется в цикле. После 162 часов работы устройство останавливается на 12 часов для профилактического обслуживания.

ВЫВОД

1. Разработана усовершенствованная технология управления – сбора, транспортировки, хранения и утилизации твердых бытовых отходов на примере города Ташкента.

2. Путем математической статистики определен морфологический состав твердых бытовых отходов, рекомендованы приемлемые технологии, охватывающие переработку и пиролизный процесс утилизации.

3. Рекомендовано выполнение процесса пиролиза в малых пиролизаторах при температуре 550°C в анаэробных условиях, изучено образование трех типов пиролизного газа, жидких и твердых продуктов.

4. Изучен состав продуктов процесса пиролиза твердых бытовых отходов, рекомендована утилизация твердых бытовых отходов от газовой части и использование в качестве топлива жидкой фракции (плотность 920-980 кг/м³, температура сгорания 45-50 МДж/кг, содержание серы 0,1-1,0%, относительная вязкость 6,5-7,5 сСт).

5. Рекомендована система охлаждения технического угля, сепарации, брикетирования в процессе пиролиза твердых бытовых отходов и использование в качестве высококалорийного топлива (410-450 кг/м³, температура сгорания 25-

30 МДж/кг, зола 10-15%, твердость 90-95%, количество летучих веществ 20-25%).

6. Технико-экономическая эффективность совершенствования системы управления твердыми бытовыми отходами с применением технологии пиролиза определена на примере города Ташкента, рассчитана чистая прибыль в размере 10,84 млрд. сумов в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 AT
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

RAKHMATULLAEV FAYZULLA NIGMATULLAYEVICH

**IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT AND DISPOSAL
OF SOLID WASTE IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

02.00.14 – Technology of organical compounds and materials on their base

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
OF TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2021

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan by B2021.1.PHD/T1698 number

Dissertation was carried out at Tashkent state technical university .

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.tkti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal www.ziyo.net.uz.

- Research supervisors:** **Turabjanov Sadritdin Maxamatdinovich**
doctor of technical sciences, professor
- Official opponents:** **Sayfutdinov Ramziddin Sayfutdinovich**
doctor of technical sciences, professor
- Nabiyeva Iroda Abdusamatovna**
doctor of technical sciences, professor
- Leading organization:** **Chemical – pharmaceutical scientific research institute of Uzbekistan named after A.Sultanov**

The defence dissertation will take place on « 16 » « 12 » 2021 at 11⁰⁰ o'clock at the meeting of the Scientific Council DSc.30/03.12.2019.T.04.01 at the Tashkent Chemical Technological Institute (Address: 100011, Tashkent, st.Navoi, 32, tel.: (99871) 244-79-20, fax: (99871) 244-79-17, E-mail: info_tkti@mail.uz

The dissertation has been registered at the Information Resource Center (IRC) of the Tashkent Chemical Technological Institute under № 28 (Address Navoi str., 32, Tashkent 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, tel. (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on « 22 » « 11 » in 2021 y.
Protocol at the register № 121 dated « 22 » « 11 » in 2021 y.



G. Rakhmonberdiev
Chairman of the scientific council for
awarding the scientific degree,
doctor of chemical sciences, professor

Kh.I.Kodirov
Scientific Secretary of the scientific Council for
awarding the scientific degrees
Doctor of Chemical Sciences, professor

A. Ikramov
Chairman of the academic seminar under scientific
council for awarding the scientific degree,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work improvement of solid waste management technology - collection, transportation, storage, disposal and injection.

The objects of the research are the existing solid waste management system in the city of Tashkent, the technology for neutralizing solid household waste of organic origin.

The scientific novelty of the dissertational research are:

- the effect of using pyrolysis technology, which creates a mixture of liquid fuels, during the disposal of morphologically defined waste has been proven;

- the process of pyrolysis of solid household waste in anaerobic conditions in a pyrolysis of small volume at a temperature of 550 ° C with the formation of three types - pyrolysis gas, liquid and solid carbon products;

- it is recommended to use a liquid fraction as a fuel (density 920-980 kg / m³, combustion temperature 45-50 MJ / kg, sulfur content 0.1-1.0%, relative viscosity 6.5-7.5 sSt) and disposal solid household waste from the gas part of the products of the pyrolysis process of solid household waste.

The solid part of the products of the pyrolysis process of solid domestic waste was recommended to be used as industrial coal, a system for cooling, separation, briquetting and obtaining a high-calorie hot (410-450 kg / m³, combustion temperature 25-30 MJ / kg, ash 10-15%, hardness 90-95%, amount of volatiles 20-25%).

The technology of management, destruction and neutralization of solid household waste has been created.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the management of collection, use, transportation, storage and disposal of solid household waste and improving the system for their disposal:

- implemented into practice a management system for the collection, use, transportation, storage and disposal of solid household waste at the State Unitary Enterprise «Maxsustrans» SUE in the city of Tashkent (reference number 04-04 / 1-2109 «State Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan» dated June 25 2021). The result provided an opportunity to separate fractions of liquid fuel and reduce the amount of waste buried in landfills by 4 times by improving the pyrolysis of processed organic waste under anaerobic conditions;

- implemented a system for the neutralization of solid household waste into practice at the State Unitary Enterprise «Maxsustrans» SUE in the city of Tashkent (reference number 04-04 / 1-2109 of the «State Department of Ecology and Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan» dated June 25, 2021). The result was the pyrolysis processing of solid organic waste, which made it possible to produce energy from secondary and alternative raw materials.

The structure and the volume of the thesis. The dissertation consists of the introduction, four chapters, the conclusion, the bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 97 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I бўлим (I часть; I part)

1. Rakhmatullayev F.N., Safaev M., Mukhamedjanov M., Ibragimov N., Rakhimova L., Turgunov A., Rakhmatullayeva N., Isanova R., Shakhakimova A., Mukhtorova N. Sorption and Catalytic Method of Cleaning of Gas Emissions from Heterocyclic Connections - Products of Incomplete Oxidation // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology // Vol. 6, Issue 4, April 2019. –P. 8808-8811. (05.00.00; №8)

2. Rakhmatullayev F.N., Safaev M., Mukhamedjanov M., Ibragimov N., Rakhimova L., Turgunov A., Rasuleva P., Isanova R. Petrol Fuel Compositions with Improved Ecologic-Operational Properties for Internal Combustion Engines. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology // Vol. 6, Issue 4, April 2019. –P. 8874-8878. (05.00.00; №8) (05.00.00; №8)

3. Raxmatullayev F.N., Turabjanov S.M., Abdullaev U.S., Ponamaryova T.V., Rakhimova L.S. Investigation of morphological composition and evaluation of the effectiveness of municipal solid waste recycling methods in Uzbekistan // Technical science and innovation № 2 (04) // 2020. –P. 51-58. (05.00.00; №16)

4. Рахматуллаев Ф.Н., Турабджанов С.М., Тургунов А.А. Пути обезвреживания и дальнейшее утилизация твёрдых бытовых отходов // Экология хабарномаси №10 октябрь (231) // 2020. –С. 40-43. (04.00.00; №1)

5. Raxmatullayev F.N., Turabjanov S.M. Clearance of solid household waste with the reception of alternative types of energy carriers // Technical science and innovation №4 (04) // 2020. –P. 46-50. (05.00.00; №16)

6. Рахматуллаев Ф.Н., Турабджанов С.М., Рахимова Л.С., Кабилов Н.М. Процесс пиролизной переработки твёрдых бытовых отходов и установка для его реализации // UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ. Научный журнал Выпуск: 5(83) Май 2021 // Москва-2021. –С. 22-27. (02.00.00; №2)

II бўлим (II часть; II part)

1. Рахматуллаев Ф.Н., Абдуллаев У.Ш., Турабджанов С.М., Понамарёва Т.В. Экологические аспекты обращения с твердыми бытовыми отходами // VIII Всероссийская конференция “Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды” // Чебоксары. 16-17 апреля 2020. –С. 110.

2. Рахматуллаев Ф.Н., Абдуллаев У.Ш., Турабджанов С.М., Понамарёва Т.В. Экологическая и экономическая перспектива перехода к переработки твердых бытовых отходов во вторичное сырье // VII Международная заочная научно-практическая конференция, посвященная Всемирному дню охраны окружающей среды. «Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов» // Минск. 5 июня 2020. –С. 129-130.

3. Рахматуллаев Ф.Н., Турабджанов С.М., Арипов А.А., Рахимова Л.С. Поэтапный переход от захоронения твердых бытовых отходов к современным методам их переработки // VII Международная заочная научно-практическая конференция, посвященная Всемирному дню охраны окружающей среды. «Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов» // Минск. 5 июня 2020. –С. 131-132.

4. Рахматуллаев Ф.Н., Азимов Б.Г. Қаттиқ маиший чиқинди ҳолатида шаклландуви материя қолдиқларини синфлаш усулининг моҳияти ва улардан фойдаланишнинг инновацион технологиялари // “Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами 2-жилди // Тошкент-2020 17-19 сентябрь. –С. 424-428.

5. Рахматуллаев Ф.Н., Азимов Б.Г. Мураккаб карантин шароитида республиканинг макроиктисодий барқарорлигини таъминлашнинг инновацион назарияси ва уни жорий этиш шартлари // “Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами 2-жилди // Тошкент-2020. 17-19 сентябрь. –С. 446-448.

6. Рахматуллаев Ф.Н., Ибрагимов Н.И. Қаттиқ маиший чиқиндиларни саралашни турли хил тизимлари ва амалиётда қўллашда чет эл тажрибаси // Профессор-ўқитувчилар ва ёш олимларнинг илмий-амалий анжумани материаллари “Кимёнинг долзарб муаммолари” // Тошкент. 4-5 февраль 2021. – С. 387-388.

7. Рахматуллаев Ф.Н., Тургунов А.А. Усовершенствование системы управления ТБО и их утилизации с целью улучшения экологического состояния полигонов и уменьшения затрат на транспортировку // Халқаро он-лайн илмий-амалий анжуман мақолалар ва тезислари тўплами “Саноат иқтисодиёти: Муаммо ва ечимлар” // Тошкент. 2021. –С. 677-679.

Автореферат «Кимё ва кимё технологияси» журнали таҳририятида
таҳрир қилинди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 18/21.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.