

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/ФМ/Т.36.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ**

**МАДИЕВ РУСЛАН ХАЙИТКУЛОВИЧ**

**ШЎРТАН ГАЗ-КИМЁ МАЖМУАСИ ПОЛИЭТИЛЕН  
ЧИҚИНДИСИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА  
ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.06 – Юқори молекуляр бирикмалар**

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

**Тошкент - 2018**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Content of the abstract of doctor of philosophy dissertation (PhD)**

**Мадиев Руслан Хайиткулович**

Шўртан газ-кимё мажмуаси полиэтилен чиқиндисини комплекс  
қайта ишлаш технологияси ..... 3

**Мадиев Руслан Хайиткулович**

Комплексная технология переработки отхода полиэтилена шуртанского  
газохимического комплекса ..... 23

**Madiev Ruslan Khayitkulovich**

Over all technology for recycling polyethylene waste of shurtan gas - chemical  
complex ..... 43

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 46

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/ФМ/Т.36.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ**

**МАДИЕВ РУСЛАН ХАЙИТКУЛОВИЧ**

**ШЎРТАН ГАЗ-КИМЁ МАЖМУАСИ ПОЛИЭТИЛЕН  
ЧИҚИНДИСИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА  
ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.06 – Юқори молекуляр бирикмалар**

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

**Тошкент - 2018**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.4.PhD/Т966 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Полимерлар кимёси ва физикаси институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасига (polychemphys.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталига (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Кудышкин Валентин Олегович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Негматов Сайибжон Содиқович**  
техника фанлари доктори, профессор,  
ЎзР ФА академиги

**Содиқов Шухрат Гофурович**  
кимё фанлари номзоди

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент кимё-технология институти**

Диссертация химояси Полимерлар кимёси ва физикаси институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.K/FM/Т.36.01 рақамли Илмий кенгаш асосида бир марталик Илмий кенгашнинг 2018 йил, «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7<sup>б</sup>. Тел.:(+99871) 241-85-94, факс: (+99871) 241-26-60, e-mail: polymer@academy.uz)

Диссертация билан Полимерлар кимёси ва физикаси институти Ахборот-ресурс марказида (№\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган) танишиш мумкин, манзил: 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7<sup>б</sup>. Тел.:(+99871) 241-85-94.

Диссертация автореферати 2018 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ да тарқатилди  
(2018 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги №\_\_\_ рақамли тарқатиш баённомаси реестри).

**С.Ш.Рашидова**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш  
раиси, к.ф.д., профессор, академик

**А.А.Атаханов**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д., катта илмий ходим

**Т.М. Бабаев**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш  
ҳузуридаги Илмий семинар раиси,  
к.ф.д, профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Ҳозирги вақтда дунёда саноатнинг турли тармоқларида полимерларнинг қўлланилиши тобора ортиб бормоқда. Полиэтилен ишлаб чиқариш жараёнида катта миқдорда ҳосил бўладиган чиқиндиларни иккиламчи хом ашё сифатида қўллаш ва полиэтилен ишлаб чиқариш корхоналари самарадорлигини ошириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Шунга кўра, нефт-газ кимё корхоналарида полиэтилен ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган чиқиндиларни комплекс қайта ишлаш технологиясини яратиш ва амалиётга татбиқ қилиш муҳим амалий аҳамиятга эга.

Бугунги кунда жаҳонда ишлаб чиқариладиган барча полимерларнинг материалларини ярмини ташкил этувчи полиолефинларни ишлаб чиқариш ва улар асосида маҳсулотларга янги эксплуатацион хосса берувчи ингредиентлар синтез қилишга катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада амалга оширилган илмий тадқиқотлар натижасида полиэтиленни синтез қилиш ва уни модификациялаш жараёнлари исботланди, гетероген каталитик тизимлар иштирокида полиэтилен синтези самарадорлиги оширилди, нефт хом ашёсидан углеводородлар ажратиб олиш жараёнлари такомиллаштирилди. Таъкидлаш лозимки, полиолефинларни ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишда ресурсларни бошқаришнинг янги технологияларини яратиш ва амалдагиларини такомиллаштириш талаб этилмоқда. Шунга кўра, полиолефинларни ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган чиқиндиларни физик ва кимёвий усулларда қайта ишлаш, саноатнинг турли соҳаларида қўлланилиши мумкин бўлган янги эксплуатацион хоссаларга эга бўлган маҳсулотларни синтез қилиш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш муҳим ҳисобланади.

Республикамизда нефть, газ ва кимё саноати мажмуалари фаолиятини тобора кенгайтириш, ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ҳамда углеводородлардан самарали фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Айниқса, полиолефинларни ишлаб чиқаришнинг замонавий технологиялари углеводород хом ашёсидан рационал фойдаланилишига асосланиб, ресурсларининг ёпиқ циклда қўлланилиши ҳисобига атроф-муҳит ҳимояланишини таъминлашга эришилди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «...маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...» бўйича вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифадан келиб чиққан ҳолда, Шўртан газ-кимё мажмуасининг ациклик углеводородлар ва қуйи молекуляр полиэтилендан ташкил топган суяқ чиқиндисидан кимё саноати учун зарур бўлган маҳсулотларга янги эксплуатацион хосса берувчи ингредиентлар ишлаб чиқариш катта илмий-амалий аҳамиятга эга.

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3246-сон «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлари, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришнинг истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги ва 2016 йил 15 июндаги ПҚ-2547-сон «2016-2020 йилларда минерал хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш негизида экспортга йўналтирилган тайёр кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг «VII. Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дунё амалиётида қуйи молекуляр полиэтилен олишнинг бир неча асосий усулларини ажратиб кўрсатиш мумкин, хусусан улар қаторига Циглер-Натта катализаторлари иштирокида тўғридан-тўғри синтез қилиш, юқори молекуляр полиэтиленнинг термик деструкцияси усули ва полиэтиленни анион-координацион усулда қуйи босимда, шунингдек, радикал полимерланиш усулида юқори босимда олишнинг амалий технологик жараёнларида қуйи молекуляр полиэтиленни ёнаки маҳсулот сифатида ажратиб олиш киради. Олиниш усулидан қатъий назар, қуйи молекуляр полиэтилен суртмалар, лубрикантлар, қоғозга ишлов бериш учун компонентлар сифатида, асфальт ва гидроизоляция композициялари олишда қўлланилувчи қимматли маҳсулот ҳисобланади.

Полимерлар кимёси ва физикаси институтида, Тошкент кимё-технологияси институтида ва «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонасида (Ўзбекистон) полиолефинларни модификациялаш ва улар асосида композициялар олиш масалалари тадқиқ этилган.

Prashant S. Umare (Ҳиндистон) Циглер-Натта катализаторлари иштирокида қуйи молекуляр полиэтиленни синтезини тадқиқ этган бўлса, Бравая Н.М. (Россия) ҳамкасблари билан биргаликда металлорганик бирикмалар асосидаги юқори самарали гомоген каталитик тизимлар иштирокида қуйи молекуляр тармоқланган полиэтиленнинг синтезини амалга оширган. Randi Zhang (Хитой) қуйи молекуляр полиэтиленни синтез қилиш ва модификациялаш жараёнларини ўрганган. Claudio Pellecchia (Италия) ўта тармоқланган қуйи молекуляр полиэтиленни синтез қилган. Javier Bilbao (Испания), R.K. Singh (Ҳиндистон), R. Meijboomлар (ЖАР) қуйи

молекуляр полиэтиленни олишда юқоримолекуляр полиэтиленнинг деполимерланишига асосланган ёндашувни қўллаганлар. Кейинги йилларда қуйи молекуляр полиэтиленни синтез қилишда бошқариладиган полимерланиш механизмларидан фойдаланиш билан боғлиқ илмий ишлар сони кўпайди. Бундай тадқиқотлар К. Matyjaszewski (АҚШ), Christopher W. Bielawska (АҚШ), Wei Zhang (АҚШ), P. Zinck (Франция), Takeshi Shiono (Япония) томонларидан олиб борилмоқда. Галимов Р.А. (Россия) нефт хом ашёсидан парафин углеводородларини ажратиш олиш жараёнини ўрганган. Павлов А.В. ва Ермак А.А. (Белоруссия) қуйи молекуляр полиэтиленни амалий қўллаш масалалари билан шуғулланганлар. Хозин В.Г., Искандеров Р.А. (Россия) қуйи молекуляр полиэтилендан битум гидроизоляция материалларини модификациялашда фойдаланганлар. Ўзбекистонда полиолефинлар ва улар асосидаги тадқиқотлар академик Рашидова С.Ш., академик Жалилов А.Т., академик Негматов С.С. ва бошқа олимлар томонидан олиб борилмоқда.

Мазкур йўналишдаги тадқиқотларнинг кўплигига қарамай, ҳозирги вақтда чизикли полиэтилен ишлаб чиқариш саноати чиқиндиларидан қуйи молекуляр полиэтиленни ажратиш олиш технологияси муаммолари, унинг амалий хоссаларини тадқиқ этиш ва амалиётда қўллаш йўлларини аниқлаш масалалари ҳал этилмасдан қолмоқда.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот иши режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Полимерлар кимёси ва физикаси институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ДИТД ФА-А-6-Т-046 «Шўртан газ-кимё мажмуасини чиқиндисидан қуйи молекуляр полиэтиленни ажратиш олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2009-2011 йй.), ДИТД ФА-А-1-2-Т-010 «Полиолефин суперконцентратлари ишлаб чиқариш учун қуйимолекуляр полиэтилен олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014 йй.), 7 ФА-1-11335 «Шўртан газ-кимё мажмуаси чиқиндисидан қуйи молекуляр полиэтилен олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2013-2014 йй.) амалий ва инновация лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Шўртан газ-кимё мажмуасида чизикли полиэтилен олиш жараёнида ҳосил бўладиган таркибида қуйи молекуляр полиэтилен тутган суюқ чиқиндини комплекс қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари**

чиқиндидан қуйи молекуляр полиэтиленни ажратиш олиш усулини ишлаб чиқиш ва суспензияни центрифугалаш орқали тозалаш, қуйи молекуляр полиэтилен олишнинг асосий технологик параметрларини белгилаш;

чиқиндининг суюқ фракциясини оддий ҳайдаш усули билан паст ҳароратда қайновчи фракция ва куб қолдиғига ажратиш имкониятларини тадқиқ этиш;

полиэтилен ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлган чиқиндиларни қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотларининг физик-кимёвий хоссалари, техник тавсифларини ва амалиётда қўллаш йўлларини белгилаш;

полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини комплекс қайта ишлаш учун асосий технологик жиҳозларни танлаш бўйича тавсияномалар бериш;

Шўртан газ-кимё мажмуасида полиэтилен чиқиндисини комплекс қайта ишлаш қурилмасини лойиҳалаштириш учун дастлабки маълумотларни ишлаб чиқиш ва уларни келишиш.

**Тадқиқотнинг объекти** қуйи молекуляр полиэтиленнинг органик эритувчилардаги суспензиясидан иборат бўлган Шўртан газ-кимё мажмуасининг чизиқли полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндиси, шунингдек, қуйи молекуляр полиэтилен, паст ҳароратда қайновчи фракция ва куб қолдиғидан иборат бўлган чиқиндини қайта ишлаш маҳсулотлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** суспензияни ажратиш технологик жараёнлари, органик моддаларни ҳайдаш, полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини ажратиш маҳсулотларининг хоссалари ва маҳсулотларни амалиётда қўллаш йўлларини тадқиқ этишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида центрифугалаш, оддий ва вакуумда ҳайдаш технологик усуллари қўлланилди. Олинадиган маҳсулотларнинг хоссаларини тадқиқ этиш мақсадида реологик усуллар, суюқлик хроматографияси, термик таҳлил, рентгеноструктуравий таҳлил, шунингдек, эритмалар хоссаларини (қайнаш ҳарорати, зичлик, сувнинг массавий улуши ва ҳ.к.) аниқлашнинг аттестациядан ўтган усулларида фойдаланилди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагидан иборат:

илк бор учта янги маҳсулот – қуйи молекуляр полиэтилен, углеводородларнинг паст 130–210<sup>0</sup>С ҳароратда қайновчи фракцияси ва куб қолдиғини олган ҳолда полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлашнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган;

технологик жараёнларнинг моделларини шакллантириш орқали полиэтилен чиқиндисини қайта ишлашнинг асосий босқичлари аниқланган ва компонентларни ажратиш технологияси оптималлаштирилган;

чиқинди ва уни қайта ишлаш маҳсулотларининг эксплуатацион тавсифларини белгилаш имкониятини берувчи физик-кимёвий хоссалари аниқланган;

битум гидроизоляция материаллари ва лок-бўёқ маҳсулотлари ишлаб чиқаришда қўлланиладиган ёрдамчи пластификатор ва эритувчи олинган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагидан иборат:

саноат чиқиндисидан учта маҳсулот - қуйи молекуляр полиэтилен, эритувчининг паст ҳароратда қайновчи фракцияси ва куб қолдиғини ажратиш олиш технологияси ишлаб чиқилган;

қуйи молекуляр полиэтиленни пластификатор сифатида ҳамда куб қолдиғини бетон ва металл юзаларни гидроизоляциялашда қўлланиладиган

битум материалларини ишлаб чиқаришда эритувчи сифатида амалий қўллаш йўллари аниқланган;

полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисининг паст ҳароратда қайновчи фракциясини лак-бўёқ саноатида Нефрас эритувчиси ўрнида қўллаш мумкинлиги исботланган;

паст ҳароратда қайновчи фракциянинг техник тавсифлари дизел ёқилғисига қўйиладиган талабларга мувофиқ эканлиги қайд этилган ва шу сабабли уни технологик циклда дизел ёқилғиси сифатида қўллаш мумкинлиги аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** технологик жараёнлар ва аппаратларнинг математик ҳисоблашлар билан асосланган, кўп сонли тажрибалар ҳамда олинган маҳсулотнинг замонавий ва аттестациядан ўтган тадқиқот усуллари ёрдамидаги синовлари билан тасдиқланган. Шунингдек, натижаларининг ишонччилигини олинган маҳсулотларнинг амалиётда қўлланилаётгани ҳам асослайди.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти барқарор тараққиётни таъминлаш мақсадида кимёвий технология йўли билан ҳал этиладиган ишлаб чиқариш шароитларини оптималлаштириш орқали чиқиндисиз ва энергия тежовчи технологиянинг яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти импорт ўрнини босувчи маҳсулот ассортиментининг кенгайиши ҳамда бозор эҳтиёжини қондирувчи ва лак-бўёқ маҳсулотлари, битум қопламалари ишлаб чиқарувчилар қаторида ўз истеъмолчиларига эга бўлган қимматли маҳсулотларни олиш технологиясини амалиётга жорий этилиши, ишлаб чиқилган технология Циглер-Натта катализаторлари иштирокида полиэтилен олиш борасида бошқа турдош корхоналарда фойдали маҳсулотларни олишда кенг қўлланилиш имкониятлари кўрсатилганлиги, чиқиндининг тўлиқ қайта ишланишига эришилиб, атроф-муҳитга чиқиндини ёндиришдан ҳосил бўладиган зарарли таъсир кузатилмаслиги ва полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлаш технологиясининг иқтисодий самарадорлиги ортиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Полиэтилен ишлаб чиқариш саноат чиқиндиларини қайта ишлашнинг чиқиндисиз комплекс технологиясини жорий этиш бўйича олинган натижалар асосида:

органик эритувчилардаги қуйи молекуляр полиэтилен суспензиясидан компонентларни ажратиб олиш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№IAP 04947, 2011 й.). Натижада полиэтилен ишлаб чиқариш саноат чиқиндисини утилизация қилиш ҳамда импорт ўрнини қопловчи ва экспортга йўналтирилган маҳаллий маҳсулотлар ассортиментини кенгайтириш имконини берган;

учта янги турдаги маҳсулот қуйи молекуляр полиэтилен, паст ҳароратда қайновчи фракция ва куб қолдиғини олган ҳолда полиэтилен чиқиндисини

қайта ишлаш технологияси «Wide Steel Round» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Шўртан газ-кимё мажмуаси» МЧЖнинг 2018 йил 17 октябрдаги 030/6188-сон маълумотномаси). Натижада битум гидроизоляция материаллари олиш ва техник тавсифлари билан НЕФРАС С4-130/210 эритувчисига қўйиладиган талабларга тўлиқ мувофиқ бўлган паст ҳароратда қайновчи фракцияни олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 5 та Республика ва 2 та халқаро анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, 1 таси Ўзбекистон Республикаси патенти, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, шу жумладан, 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми** Диссертация кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. 113 бетда баён этилган бўлиб, 18 та расм ва 18 та жадвални ўз ичига олади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертациянинг мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотларнинг объекти ва предмети кўрсатилган, тадқиқотларнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги белгиланган, уларнинг ишончлилиги асосланган, тадқиқот натижаларининг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти, уларни амалиётга жорий этилиши, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг «**Қуйи молекуляр полиэтиленнинг олиниши ва уни қўлланилиши**» деб номланган биринчи бобида қуйи молекуляр полиэтиленни синтез қилиш усуллари борасидаги муаммоларнинг ҳозирги ҳолати таҳлиliga бағишланган илмий адабиётлар муҳокама қилинади. Қуйи босимли полиэтилен ишлаб чиқаришда иккиламчи маҳсулот ҳисобланган қуйи молекуляр полиэтиленнинг ҳосил бўлиши, шу билан бирга, турли ёндашувлардан, жумладан, назорат қилинадиган полимерланиш реакцияси механизмидан фойдаланган ҳолда қуйи молекуляр полиэтилен (ҚМПЭ) ни маълум мақсадга йўналтирган ҳолда синтез қилиш масалалари муҳокама этилган. Шунингдек, ҚМПЭ ни амалда қўллаш мумкин бўлган соҳалар ҳақидаги адабиётлар таҳлили келтирилган. Бундан кўринадики, ҚМПЭ ни олишнинг бир неча асосий усулларимавжуд, хусусан, Циглер–Натта катализаторларида тўғридан-тўғри синтез қилиш, юқори молекуляр полиэтиленнинг термик деструкцияси ва полиэтилен олишнинг технологик жараёнининг ўзида анион-координацион полимерланиш йўли билан қуйи

босимда ёки радикал полимерланиш усули ёрдамида юқори босимда ҚМПЭ ни кўшимча маҳсулот сифатида ажратиб олиш мумкинлиги кўриб чиқилди. Олиниш усулларида қатъий назар суртма мойлари, лубрикантлар олишда, қоғозга ишлов бериш учун компонентлар, асфальт ва гидроизоляция (сув ўтказмайдиган) композицияларининг таркибий қисми сифатида қўлланилаётган ҚМПЭ қимматли маҳсулот ҳисобланади.

Диссертациянинг иккинчи «**Объектлар, чиқиндини қайта ишлаш маҳсулотларининг ажратиб олиниши ва тадқиқ этиш усуллари**» бобида Полиэтилен олиш чиқиндисидан компонентларни ажратиб олишда қўлланиладиган тажрибавий ёндашувлар, олинган намуналарни сифат кўрсаткичларини тадқиқ этишнинг физик-кимёвий усуллари келтирилган.

Диссертациянинг «**Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлаш маҳсулотларининг ажратиб олиниши ва уларнинг хоссалари**» номли учинчи бобида тадқиқотларнинг асосий натижалари муҳокама қилинган. Тадқиқотнинг асосий йўналишини белгилашда, амалдаги корхонани замон талабларига мувофиқ равишда такомиллаштириш бир тарафдан унинг атроф-муҳитга салбий таъсирини камайтиришга, бошқа томондан қатор истеъмолбоп сифатларга эга ва бозор эҳтиёжини қондирувчи янги турдаги маҳсулот олишга йўналтирилган бўлиши кераклигига эътибор қаратилди. Шу сабабли чиқиндини кўйимолекуляр полиэтилен ва суюқ фракцияга ажратишга қарор қилинди.

*Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини компонентларга ажратиш.* Суспензияларни ажратишнинг бир неча технологик усуллари мавжуд. Улардан асосийлари седиментация (чўктириш, тиндириш), фильтрация, центрифугалаш ҳисобланади. Суспензиядаги заррачалар ўлчами 6 мкм дан (бу ўлчамдаги зарралар энг кўп бўлиб, 80% ни ташкил қилади) 200 мкм гача бўлиши аниқланди. Заррачаларнинг ўртача ўлчами 37 мкм. Бундай заррача ўлчалари, умуман, суспензияларни ажратишда қўлланиладиган барча маълум бўлган усуллардан фойдаланиш имконини беради.

Мазкур ҳолатда чўктириш усули каттик ва суюқ фазалар зичликлари орасидаги унчалик катта бўлмаган фарқ мавжудлиги туфайли самарасиз ҳисобланади. Филтрлаш усулини қўллаш эса мумсимон бўлган ҚМПЭ нинг филтр тешиқларда тикилиб қолиб, филтрлаш жараёнини давом эттириш қийинлашиши сабабли имконсиз ҳисобланади. Шунинг учун центрифугалаш усулидан фойдаланилди. Ҳозирги вақтда мавжуд бўлган центрифуга моделлари асосан фильтрация принципида ишловчи – филтрлаш типидagi центрифугалар ёки чўктириш принципида ишловчи – сепараторлар ҳисобланади. Филтрлаш типидagi центрифугаларни суспензияни ажратишда қўллаш самарасиздир, чунки бу ҳолатда жараён филтрлашга бориб тақалади ва юқорида келтирилган сабабларга кўра улардан фойдаланиш мақбул ҳисобланмайди.

Суспензиядан ҚМПЭ ни ажратиш центрифугалаш усулида айланиш частотаси бошқариладиган MLW T23 центрифугасида олиб борилди. Центрифуга барабинининг радиуси 0,15 м ни ташкил этади. Ажратилган

ҚМПЭ намунаси оч-жигаранг тусли мумсимон моддани ташкил этади. ҚМПЭ нинг зичлиги пикнометрик усулда ГОСТ 15139 бўйича аниқланди. Ишчи суюқлик сифатида этил спиртидан фойдаланилди. ҚМПЭ нинг зичлиги  $840 \text{ кг/м}^3$  ни ташкил этди. Фугатнинг зичлиги ГОСТ 18481 бўйича ареометр ёрдамида аниқланди. Фугат зичлиги  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$  ни ташкил этади. Суспензиянинг кинематик қовушқоқлиги ВПЖ-4 вискозиметрида аниқланди. Кинематик қовушқоқлик (ҚМПЭ ҳажмий улуши 5% бўлганда)  $\mu = 3,35 \text{ мм}^2/\text{с} = 3,35 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  ни ташкил этади. Динамик қовушқоқлик  $\eta = \mu \rho = 3,35 \cdot 10^{-6} \cdot 800 = 2,68 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$  снни ташкил этади.

Центрифугада суспензияларни ажратиш жарёни фрудмезони (критерий) (Fr) деб номланувчи ажратиш фактори (омили) билан тавсифланади.

$$Fr = \omega^2 R / g.$$

Бу ерда:  $\omega$  –центрифуга айланишининг бурчак тезлиги, рад/с

R –центрифуга барабани радиуси, м.

g – эркин тушиш тезланиши,  $9,81 \text{ м/с}^2$

Марказдан қочма куч майдонида чўкиш тезлигини (U) тахминий ҳисоблаш учун эркин тушиш тезланиши ўрнига марказдан қочма майдондаги тезланиш қиймати  $\omega^2 R$  иштирок этадиган Стокс тенгламасини қўллаш мумкин:

$$U = \frac{2Frgr^2\Delta\rho}{9\eta}$$

Бу ерда: r –суспензиязарралари радиуси, м.

$\Delta\rho$  – ҚМПЭ ва фугат зичликлари орасидаги фарқ,  $\text{кг/м}^3$ .

1-жадвалда марказдан қочма майдонда суспензия заррачалари ўртача чўкиш тезлигининг ҳисоблаб топилган ва тажрибада аниқланган қийматларининг ажратиш фактори билан боғлиқликлари келтирилган. s – суюқликни тиниқлашган қисмининг баландлиги.

Центрифуга айланиш частотаси 2000 айл./дақ дан ортиқ бўлганда (Fr=670) 20 дақиқа давомида ҚМПЭ зарраларининг бутунлай чўкиши кузатилади. Центрифугалашининг тажрибавий тезлиги ҳисоблаб топилган назарий тезлигидан анча кичик қийматга эга.

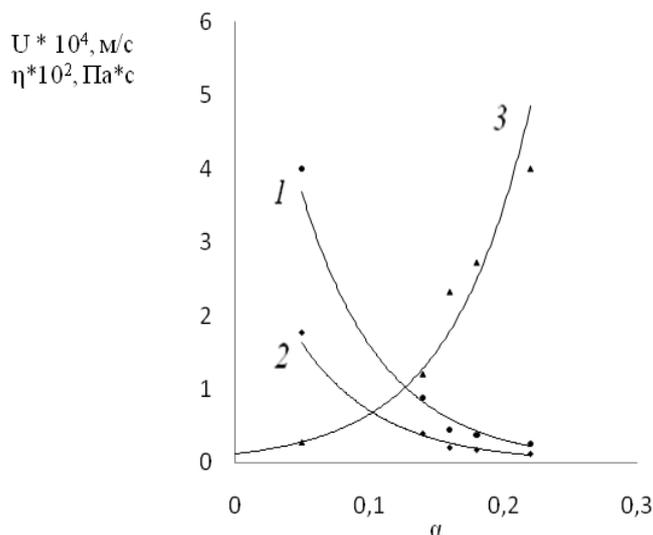
### 1-жадвал

**Ҳисоблаб топилган ва тажрибада аниқланган заррачалар чўкиш тезлиги қийматларининг ажратиш омили билан боғлиқликлари.**

Центрифугалаш вақти 20 дақиқа

Айланиш частотаси, айл./дақ.	$\omega$ , рад/с	Fr	$U \cdot 10^4$ , м/с		s, см
			Ҳисобл.	Тажр.	
1000	104,7	168	0,4	0,39	4,69
1500	157,1	377	1,0	0,44	5,32
2000	209,4	670	1,8	0,48	5,73
3000	314,2	1510	4,0	-	5,69
4000	418,9	2683	7,1	-	5,77

Бундай ҳолат юз беришининг сабаби шундан иборатки, центрифугалаш жараёнида ҚМПЭ заррачалари концентрацияси пробирка баландлиги бўйлаб ўзгаради, натижада ҚМПЭ чўктириляётган муҳитнинг қовушқоқлиги ҳам ўзгаради. Суспензия қовушқоқлигининг ҚМПЭ ҳажмий улушига боғлиқлиги экспоненциал характерга эга. 1-расмда чўктириш тезлигининг суспензиядаги ҚМПЭ ҳажмий улушига ҳисобий боғлиқликлари келтирилган.



1-расм. Айланиш частоталари 3000 айл./дақ. (1), 2000 айл./дақ. (2) бўлганда заррачаларнинг ҳисобий чўктириш тезликлари ва суспензия динамик қовушқоқлигининг (3) суспензиядаги ҚМПЭ ҳажмий улушига ( $\alpha$ ) боғлиқлиги

1-расмдан кўришиб турибдики, суспензияда ҚМПЭ ҳажмий улушининг ортиши билан унинг қовушқоқлиги ҳам сезиларли даражада ортади. Шу билан бирга, марказдан қочма майдонда заррачалар чўкиши тезлиги камайдди. Шундай қилиб, чиқиндини центрифугалаш усули билан ажратиш учун ажратиш фактори  $Fr = 700-1500$  бўлган центрифугалаш режими таъминланиши керак.  $Fr$  нинг мазкур қийматларида центрифугалаш вақти 20 дақиқани ташкил этади. Шу сабабли, ҚМПЭ суспензиясини самарали ажратиш учун даврий ҳаракатланувчи ( $Fr < 3000$  бўлган), чўктирувчи (тиндирувчи) турдаги, нормал центрифуга етарли бўлади. Бундан ташқари, ҚМПЭ суспензиясини ажратишнинг бошқа қурилмасидан фойдаланиш имкониятлари устида тўхталиш керак бўлади. Амалиётда бундай мақсадларда фильтр-пресс ускунасидан самарали фойдаланилмоқда. Центрифугалаш усулидан фарқли равишда, фильтр-прессда ажратиш усули суспензиянинг тўлиқ ажратилишини таъминлай олмайди.

Филтр прессда ишлов беришдан кейин суюқ фракцияда ҚМПЭ заррачаларининг қолдиқ миқдори кузатилади. Бироқ, кўп ҳолларда амалий мақсадлар учун бундай хомлаки ажратиш етарли ҳисобланади, шунинг учун бу усулни қабул қилиш мумкин, аммо у центрифугалашга нисбатан кам самарали эканлигини назарда тутиш керак бўлади.

ҚМПЭ ажратишдан кейин қолган суёқфракция кўп миқдордаги турли хил органик бирикмалардан иборат бўлиб, уларни соф ҳолда ажратиш олиш иқтисодий жиҳатдан ўринсиздир. Шунинг назарда тутган ҳолда уларни икки қисмга – паст ҳароратда қайновчи фракция ва куб қолдиғи қисмларига ажратишга қарор қилинди. Ҳар хил ораликдаги қайнаш ҳароратларига эга бўлган фракцияларнинг массавий улушлари 2-жадвалда келтирилган.

## 2-жадвал

### Оддий ҳайдаш режимлари ва фракцияларнинг ҳажмий улушлари

Фракцияларнинг қайнаш ҳароратлари, °С	Ҳажмий улуш, %	Фракцияларнинг қайнаш ҳароратлари, °С	Ҳажмий улуш, %
130-135	5,7	130-135	5,7
135-145	8,5	130-145	14,2
145-150	12,8	130-150	27,0
150-160	5,7	130-160	32,7
160-170	9,0	130-170	41,7
170-210	13,9	130-210	55,6

Шундай қилиб, полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисининг суёқ фракцияси оддий ҳайдаш усули орқали чиқиндининг деярли 55% ни ташкил этувчи, қайнаш ҳарорати 130-210°С бўлган пастҳароратда қайновчи фракция ва қайнаш ҳарорати 210°С ва ундан юқори бўлган куб қолдиғига ажратилди.

Келтирилган тадқиқот натижалари Шўртан ГKM полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилиши учун замин яратди. Таклиф этилган усулда чиқиндини учта қисмга - ҚМПЭ, паст ҳароратда қайновчи фракция ва куб қолдиғига ажратиш кўзда тутилган бўлиб, мазкур усулни кам сонли технологик қурилмалардан фойдаланган ҳолда осон амалиётга жорий этилиши мумкин. Кейинги тадқиқотлар чиқиндини қайта ишлаш маҳсулотларининг хоссаларини аниқлашга йўналтирилди.

*Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлаш маҳсулотларининг хусусиятлари.* Центрифугалашдан сўнг ШГKM чиқиндисидан олинган ҚМПЭ сарғиш-жигаранг тусли мумсимон модда кўринишида ажралади. ҚМПЭ хоссаларини тадқиқ этиш учун вакуумли қуритиш шкафида 120°С ҳароратда доимий оғирликка келгунигача қадар қуритилди.

Дастлабки ҚМПЭ нинг ИҚ спектрида 2860 ва 2930 см<sup>-1</sup> да СН<sub>2</sub> ва СН<sub>3</sub> гуруҳларига хос бўлган валент тебранишларини намоён қилувчи ютилиш соҳалари кўринади. СН<sub>2</sub> гуруҳи боғларининг деформацион тебранишларига хос ютилиш чизиқлари 1450 см<sup>-1</sup> да, маятниксимон тебранишларга хос ютилиш соҳалари эса 700 см<sup>-1</sup> да акс этади. Шунингдек, спектрда полиэтилен учун хос бўлмаган карбонил гуруҳлари мавжудлиги эҳтимолини ва масса таркибида аралашмалар бўлиши мумкинлигини кўрсатувчи 1720см<sup>-1</sup> даги ютилиш соҳаларини алоҳида таъкидлаш керак бўлади. Тозалаш жараёнидан

сўнг ҚМПЭ нинг ИҚ-спектрида интенсивлиги сезиларли даражада камайган  $1720\text{ см}^{-1}$  соҳадаги ютилиш соҳасидан ташқари юқорида санаб ўтилган барча ютилиш соҳалари кузатилади, мазкур натижа тозалаш жараёнида ёт қўшимчалар мавжуд эмаслигидан далолат беради.

Ажратилган намуналарнинг рентгеноструктуравий тадқиқотлари ҚМПЭ нинг юқори молекуляр полиэтиленга нисбатан кичик кристалланиш даражасига эга бўлиб, 16% – 22% атрофида эканлигини кўрсатди.

Реологик тадқиқот натижаларининг кўрсатишича, ҚМПЭ олигомерлар учун хос бўлган хусусиятларга эга бўлиб, улар жумласига тезлик градиентининг силжиш кучланишига боғлиқ ҳолда гистерезис эффектининг мавжуд эмаслиги ва қовушқоқ оқувчанлик фаолланиш энергиясининг кичик қийматларига эга эканлиги киради, бу эса силжиш майдонида кучсиз молекулалараро таъсир мавжудлигидан дарак беради. ҚМПЭ учун қовушқоқ оқувчанлик фаолланиш энергиясининг ( $E_a$ ) қиймати  $8,8 \pm 4,75$  кЖ/мол ташкил этади. Юқори молекуляр чизиқли полиэтилен суюқланмаси учун  $E_a$  қиймати 25-34 кЖ/моль дир, бу эса ҚМПЭ га қараганда анча юқори.

Келтирилган натижалар эритмалар ёки суюқланмалар ҳолидаги куйи молекуляр полиэтиленни амалий қўллаш учун технологик режимларни ишлаб чиқишда катта қизиқиш уйғотади.

Центрифугалашдан сўнг қолган чиқиндиларнинг суюқ қисми хусусиятлари ўрганилди. Дастлаб у қайнаш ҳароратига бўйича ажратилди. Бунинг учун оддий ҳайдаш усули амалга оширилди. Натижада, чиқиндининг суюқ қисми 2 фракцияга ажралди. Қайнаш ҳарорати  $125-210^\circ\text{C}$  бўлган паст ҳароратда қайновчи фракция зичлиги  $0,78\text{ г/см}^3$  ни ташкил этувчи шаффоф, осон ҳаракатланадиган суюқликдан иборат.

### 3-жадвал

#### Углеводородларнинг қайнаш ҳарорати $125-240^\circ\text{C}$ бўлган паст ҳароратда қайновчи фракциясининг хусусиятлари

№	Кўрсаткич номи	Қиймат
1	Сув миқдори, %	0
2	Хлорли тузларнинг миқдори, мг/дм <sup>3</sup>	9,4
3	Кислоталилик, мг КОН/100 мл	22,2
4	Механик қўшимчалар миқдори, %	0,018
5	Мис пластинкадаги коррозия е	1 а Синф
6	Меркаптан олтингугурти миқдори, %	0,0003
7	Умумий олтингугурт миқдори, %	0,032
8	ASTMD 3241 бўйича термооксидланиш барқарорлиги	1

Юқорида келтирилган қайнаш ҳароратлари оралиғи полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисининг паст ҳароратда қайновчи фракцияси НЭФРАС туридаги дизел ёқилғиси ва эритувчилар каби хусусиятларига эга бўлиши мумкинлигини кўрсатади. Шу сабабли билан ёқилғиси ва эритувчига хос

бўлган кўрсаткичлар бўйича синовлар ўтказилди. Олинган натижалар 3-жадвалда келтирилган. Куб қолдиғи таркибида оз миқдорда ҚМПЭ чўкиндиси тутган қорамтир рангли суюқликдан иборат. Куб қолдиғи оддий ҳайдаш усулида ажралмайдиган, қайнаш ҳарорати 210-240°C ва ундан юқори бўлган фракциядир. Унинг хоссалари 4-жадвалда келтирилган.

#### 4-жадвал

##### Куб қолдиғининг хоссалари

№	Кўрсаткич номи	Қиймат
1	Қайнаш ҳароратлари оралиғи, °C	210-280
2	ҚМПЭ миқдори	2% дан кам
3	Зичлик, г/см <sup>3</sup>	0,83
4	Кинематик қовушқоқлик, мм <sup>2</sup> /с	3,8
5	Динамик қовушқоқлик, Па с.	3,15 · 10 <sup>-3</sup>

Юқоридаги натижалардан кўришиб турганидек, куб қолдиғининг зичлиги ва қовушқоқлиги полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисининг айни кўрсаткичларига нисбатан бир оз юқори. Бунинг сабаби куб қолдиғининг оғирроқ углеводородлардан иборатлиги, енгил углеводородларнинг полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндиси суюқ фракциясига оддий ҳайдаш усули билан ишлов беришда ажралиб чиқиб кетганлиги билан боғлиқ. Айниқса, куб қолдиғини таркибида ҚМПЭ нинг мавжудлигига алоҳида тўхталиш керак. ҚМПЭ чиқиндидан центрифугалаш усули воситасида ажратилгандан сўнг, у кўринадиган ҚМПЭ қўшимчаларисиз бир жинсли суюқлик ҳолига келади. Бироқ паст ҳароратда қайновчи фракцияни оддий ҳайдаш усули билан ажратилганда куб қолдиғида яна оз миқдорда ҚМПЭ зарралари ҳосил бўлганлигини кўриш мумкин. Кўринадикки, бу ҳолат ҚМПЭ нинг чиқиндилар таркибида икки фазада мавжуд бўлганлиги сабабли юзага келади: Суспензиянинг қаттиқ зарралари кўринишида ва эритма ҳолида. Қаттиқ зарралар центрифугалаш вақтида ажралади. Бироқ, ҚМПЭ нинг баъзи концентрацияси эритмада қолмоқда. Ҳайдаш жараёнида паст ҳароратда қайновчи фракциянинг 55% ажралиб чиқади, шунинг учун куб қолдиғининг миқдори дастлабки чиқиндилар ҳажмидан 2 баробар камроқдир. Мос равишда, куб қолдиғидаги ҚМПЭ концентрацияси 2 баравар юқори бўлади. Бундан яққол кўринадикки, у ҚМПЭ нинг эрувчанлик чегарасидан юқори бўлади ва қаттиқ фазани ҳосил қилган ҳолда эритмадан ажралиб чиқиши кузатилади. Куб қолдиғининг амалиётда қўллаш соҳаларини белгилашда бу жиҳат эътиборга олиниши керак бўлади.

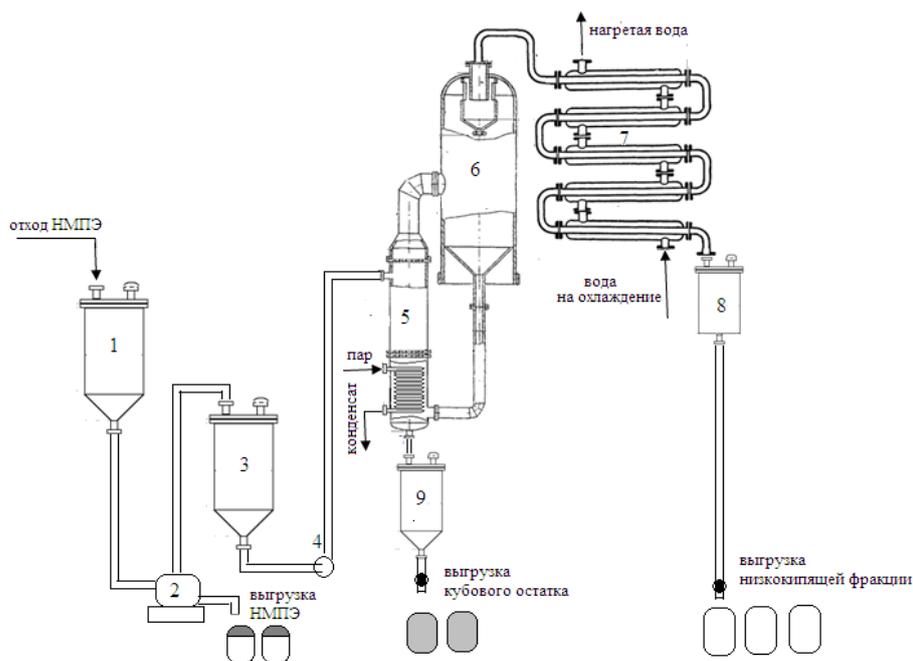
Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар натижасида чиқиндидан ажратилган ҚМПЭ кристаллик даражаси паст бўлган этилен олигомеридан иборат эканлиги аниқланди. Яъни аслида у полиэтилен мумидан иборат. Унинг реологик хусусиятлари куйи молекуляр моддалар учун хосдир. Бу мазкур маҳсулотнинг пластиклаштирувчи қўшимчалар, лубрикантлар (мойлаш материаллари), ташқи суртмалар сифатида ва озик-овқат

маҳсулотлари билан боғлиқ бўлмаган, полиэтилен муми ишлатилиши мумкин бўлган бошқа жабҳаларда қўлланилиши истиқболлини очади.

Паст ҳароратда қайновчи фракция - углеводородларнинг, асосан циклоалканларнинг аралашмасидир. Қайнаш ҳароратлари оралиғи ва мураккаб таркибга эга эканлиги уни эритувчилар ва дизел ёқилғиси олишда дастлабки хом-ашё сифатида истиқболли қўллаш соҳаларини белгилаш имконини берди.

Куб қолдиғи анча оғир углеводородларнинг аралашмасидан иборат. Юқори қайнаш ҳароратига ва таркибидаги ҚМПЭ сабабли маълум пластикловчи таъсирга эга бўлганлигидан (эритилган шаклда ва алоҳида фаза ҳолида) куб қолдиғи маълум бир пластиклаштирувчи таъсирга эга бўлган, юқори ҳароратда қайновчи эритувчи сифатида қўлланилиш имкониятига эга.

Бу хусусиятлардан битумлар асосида гидроизоляция (сув ўтказмайдиган) материалларини ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин. Шулардан келиб чиққан ҳолда кейинги босқичларда ишлаб чиқилган технологияни амалиётга татбиқ этиш бўйича изланишлар натижалари кўрсатилади. 2-расмда полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлашнинг технологик схемаси келтирилган.



2- расм. Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини комплекс қайта ишлаш технологик схемаси

Технологик жараён қуйидаги тарзда амалга оширилади. Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндиси дастлаб тўплаш идишига (1), сўнгра ажратувчи центрифугага (2) боради. Чиқиндиларни центрифугалаш усули билан ажратиш учун ажратиш омили  $Fr = 700-1500$  га тенг бўлган центрифугалаш режими таъминланиши керак. При таких значениях  $Fr$  нинг мазкур қийматларида центрифугалаш вақти 20 дақиқани ташкил этади. Шу жиҳатдан, ҚМПМ суспензиясини самарали ажратиш учун даврий ҳаракатланувчи ( $Fr < 3000$  бўлган), чўктирувчи (тиндирувчи) турдаги, нормал центрифуга етарли бўлади.

Узлуксиз центрифугалаш жараёнида чиқинди фугатга ва чўкма қисмга ажралади. Чўкмали қисм - қуйи молекуляр полиэтилен қадоклашга жўнатилади. Фугат центрифугалашдан сўнг сақлаш идишида (3) йиғилади. Сўнгра сақлаш идишидан (3) насос (4) орқали оддий ҳайдаш қурилмаси қозонига (5) юборилади. Аралашма, бурама иситиш найчаси воситасида 240<sup>0</sup>С ҳароратгача иситилади. Ҳарорат кўтарилгач, суюқлик фазаси билан мувозанатли бўлган буғлар миқдори кўпайиб кетиб буғ-сув аралашмаси қозонни тарк этади дефлегматор идишига йўналади. Мазкур идиш ичи бўш цилиндрдан иборат бўлиб, унинг ёрдамида буғ фаза суюқ қисмдан ажратилади. Қайнаш ҳарорати 120-240<sup>0</sup>С бўлган паст ҳароратда қайновчи фракция совутгичда (7) совутилади ва йиғиш учун мўлжалланган идишга (8) йўналади, қайнаш ҳарорати 240<sup>0</sup>С бўлган куб қолдиғи эса яна бир йиғиш идишига (9) тушади. Қуйи молекуляр полиэтилен қопларга қадокланади. Қоплар вакуум буғлатувчининг бўшатиш учун мўлжалланган туйнугига бириктирилган бўлади. Зулфин очилади ва қоп тўлдирилади. Ҳар бир қадок қопига маҳсулот учун меъёрий ҳужжат талабларига мувофиқ равишда маълумотлар киритилган ёрлик бириктирилади. Қадокланган қоплар омборга юборилади. Қуйи молекуляр полиэтиленни пластмасса бочкаларга қадоклашга йўл қўйилади. Бочкалар ҳажми истеъмолчи билан келишилган ҳолда белгиланади.

Йиғиш ва сақлаш идишидаги (8) эритувчиларнинг паст ҳароратда қайновчи фракцияси цистерналарга солинади ва маълум миқдорга етгач, истеъмолчига чиқариб юборилади.

Яна бир йиғиш ва сақлаш идишидаги (9) куб қолдиғи пластмассадан тайёрланган зич ёпилувчи бочкаларга қўйилади.

Кейинги тадқиқотлар таклиф этилган технология бўйича полиэтилен олиш чиқиндиларини қайта ишлаш маҳсулотларни амалда қўллашга йўналтирилган.

*Қуйи молекуляр полиэтилен ва куб қолдиғининг сув ўтказмайдиган гидроизоляция материалларни ишлаб чиқаришда қўлланилиши.* Битумли сув ўтказмайдиган гидроизоляция материалларни ишлаб чиқаришда парафин-нафтенли углеводородлар, смолалар ва асфалтенлар қўлланилади. Битумни модификациялаш учун унинг таркибига кўшимча равишда ҚМПЭ киритилди. Бундай модификатордан мўтадил қўллаш ҳароратларида битумнинг механик параметрларини яхшилаш ва технологик ҳароратнинг юқори қийматларида қовушқоқликни камайтириш мақсадида фойдаланилади. Шунингдек битум гидроизоляция аралашмаларининг эритувчиси сифатида чиқиндиларнинг суюқ қисмини ҳайдаш жараёнида ҳосил бўлган куб қолдиғидан фойдаланишга қарор қилинди. Мазкур куб қолдиғининг таркибида 1 - 2% миқдорда қуйи молекуляр полиэтиленнинг мавжудлиги битум аралашмасининг фазовий дисперс структурасини бошқаришга имкон яратади. ҚМПЭ хомашёнинг дисперс муҳитида тарқалиб олинган битум аралашмасининг хусусиятларига таъсир кўрсатади. Куб қолдиғининг 30% концентрациясида, ҚМПЭ молекулалари янги мустақил

фазовий структура ҳосил қилади, бу қўллаш технологиясини қулайлаштиради, шунингдек битумнинг мустаҳкам ва пластик структураси шаклланади. ҚМПЭ ва куб қолдиғи саноат миқёсида том ёпишга мўлжалланган «Пример» гидроизоляция материални ишлаб чиқаришда қўлланилди. Технология қиздириладиган реакторга битум, ҚМПЭ, куб қолдиғи ва минерал тўлдирувчини кетма-кет киритиш, уни гомогенлаштириш ва рулон ҳолидаги гидроизоляция материални шакллантиришдан иборат.

#### 5-жадвал

### Шўртан ГKM полиэтилен олиш чиқиндисини қайта ишлаш маҳсулотлари асосида олинган Праймер гидроизоляция материалнинг эксплуатацион тавсифлари.

Кўрсаткич номи	Меъорий ҳужжат бўйича талаблар	Олинган натижалар
Шартли мустаҳкамлик, МПа	Камида 0,2	0,27
Узилишдаги нисбий узайиш, %	Камида 100	170
Асос билан боғланиш мустаҳкамлиги, МПа	Камида 0,1	0,22
Қатламлар аро боғланиш мустаҳкамлиги, МПа	Камида 0,1	0,19
Елимли бирикманинг силжишга мустаҳкамлиги, МПа	Камида 0,1	0,20
25 <sup>0</sup> С ҳароратда шартли қотиш (қаттиқлашиш) ҳарорати, соат.	Кўпи билан 14	10
Иссиқликка чидамлик, <sup>0</sup> С	Камида 100	105
24 соат давомидаги сув ютувчанлик, %	Кўпи билан 2	0,3
25 <sup>0</sup> С ҳароратда игнини кириш чуқурлиги, 0,1 мм	25-35	33
Ҳалқа ва шар бўйича юмшаш ҳарорати, <sup>0</sup> С	80-95	83
Эгилувчанликка синовлар	Намунанинг юзасида ёриқлар бўлмаслиги керак	Ёриқлар мавжуд эмас

Олинган материал маҳсулот учун амал қилувчи меъорий ҳужжат талабларига мувофиқлиги бўйича синовдан ўтказилди. Келтирилган натижалардан (5-жадвал) кўриниб турибдики, ҚМПЭ ва Шўртан ГKM чиқиндиси куб қолдиғи асосида олинган Праймер гидроизоляция материали техник тавсифлари бўйича меъорий ҳужжат талабларига тўлиқ мувофиқдир. Шунингдек, ҚМПЭ қўшимчаси композициянинг технологик хоссаларини яхшилаб, ассоциацияланишга мойиллик ва дисперсион муҳитнинг максимал даражада катта ҳажмини иммобилизациялаш талабларини қондиради, дисперс муҳитда тез ва яхши эрийди. Битум юқори ва паст ҳароратларда ҳам

мустаҳкамлик ва эластикликни сақлаб қолади, нисбатан арзон нархга эга бўлиб, технологик материал ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда йилига 200 тонна миқдордаги «Пример» материални ишлаб чиқариш технологияси «Wide Steel Round» МЧЖда жорий этилиб, муваффақиятли тарзда қўлланилмоқда.

*Паст ҳароратда қайновчи фракция лак-бўёқ саноати эритувчиси сифатида.* Қуйи молекуляр полиэтиленни центрифугалаб, сўнг 130-210 °С оралиғида ҳайдаш натижасида олинadиган паст ҳароратда қайновчи фракцияни лак-бўёқ саноатида эритувчи сифатида қўллаш имкониятлари ўрганилди. Эритувчининг техник тавсифлари 6-жадвалда Нефрас С<sub>4</sub> 130/210 туридаги нефть асосли эритувчи билан солиштирилган ҳолда келтирилади. Келтирилган натижалар – физик-кимёвий тавсифлардан кўринадик, биз олган эритувчининг техник тавсифлари билан Нефрас С<sub>4</sub> 130/210 туридаги эритувчига ўхшаш.

**6 -жадвал.**

**Эритувчининг Нефрас С<sub>4</sub> 130/210 туридаги нефть асосли эритувчига нисбатан солиштира техника тавсифлари**

Кўрсаткичлар номи	Эритувчига хос кўрсаткичлар	Нефрас С <sub>4</sub> 130/210 нефть асосли эритувчисига хос кўрсаткичлар .	Назорат усули
1. Ташқи кўриниши	Таркибида ёт кўшимчалар, муаллақ заррачалар тутмаган шаффоф суюқлик	Таркибида ёт кўшимчалар, муаллақ заррачалар тутмаган шаффоф суюқлик	Визуал тарзда
2. Ранги	Рангсиз	Рангсиз тусдан сарғиш тусгача	Визуал тарзда
3. Ҳиди	Ўткир, органик	Ҳиди керосинни эслатади	Органолептик тарзда
4. Механик кўшимчалар миқдори	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас	ГОСТ 3131 3.3 б. ГОСТ 6370
5. (20±2)°С ҳароратдаги зичлиги, г/см <sup>3</sup>	0,783	0,754-0,820	ГОСТ 3900
6. Ёпиқ тигелда ўт олиш ҳарорати, °С	27	28	ГОСТ 6356
7. Ксилол бўйича учувчанлик	4,1	2,0-4,5	ГОСТ 3134 3.2 б.
8. Кислота сони, мг КОН/г	2,2	2,0-2,5	ГОСТ 23955

Паст ҳароратда қайновчи фракциянинг алкид эмаллари асосий эксплуатацион кўрсаткичларига таъсири синовдан ўтказилди. Синалаётган эритувчининг эмаллар таркибига киритилиши уларнинг физик-кимёвий кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатмаслиги аниқланди, ишлов берилгандан 5 сутка ўтгач ўлчанган «Ялтироқлик» кўрсаткичи қийматининг пасайиши эса нефрасга нисбатан кичикроқдир.

ШГКМ полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисидан олинган паст ҳароратда қайновчи фракция мойли ва алкидли эмалларни ишлаб чиқаришда уларнинг физик-кимёвий хусусиятларини ёмонлаштирмаган ҳолда қўлланилиши мумкин.

Шундай қилиб, ШМКМ полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини қайта ишлашнинг танланган усули қуйидаги сабабларга кўра энг мақбул ва истиқболли ҳисобланади:

- ишлаб чиқилган усул чиқиндиларни тўлиқ қайта ишлашни назарда тутлади;

- ушбу усул билан қайта ишлаш технологияси энг кам аппарат талаб қилиши билан тавсифланади;

- ушбу технология асосида олинган маҳсулотлар ўз истеъмолчисига эга бўлиб, ички бозорда битумни гидроизоляция материаллари ва лак-бўёқ саноати учун эритувчилар ишлаб чиқаришда рақобатбардош маҳсулот ҳисобланади.

## ХУЛОСА

1. Шўртан газ-кимё мажмуасида саноат миқёсида полиэтилен ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндини қайта ишлашнинг комплекс технологияси тавсия этилди. Технология орқали суспензияни центрифугалаш ва оддий ҳайдаш усули билан уч қисмга ажратган ҳолда қуйи молекуляр полиэтилен, паст 130-210<sup>0</sup>С ҳароратда қайновчи углеводородлар фракцияси ва куб қолдиғини олиш имконияти яратилди.

2. Қуйи молекуляр полиэтиленнинг физик-кимёвий хусусиятлари тадқиқ этилган ва намуналар паст кристалланиш даражасига эга бўлиши, реологик хусусиятлари бўйича молекуляр массаси 1000 га яқин бўлган қуйи молекуляр бирикмалар эканлиги кўрсатилди. Суспензиянинг суюқ қисми органик бирикмалар аралашмасидан иборат бўлиб, уларнинг асосий қисмини циклоалканлар ташкил этади.

3. Углеводородларнинг паст ҳароратда қайновчи фракцияси дизел ёқилғиси ишлаб чиқаришда мойли ва алкидли эмалларни ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин. Бундан ташқари, мазкур фракция бўяш олдидан тайёр эмаллар ва бўёқларни зарур қовушқоқликкача етказишда ва жиҳозларни бўяшда фойдаланилган материаллар, бўяш асбоблари ва бошқаларни тозалашда эритувчилар сифатида қўлланишга тавсия этилди.

4. Чиқиндиларнинг суюқ фракциясини ҳайдашдан ҳосил бўлган куб қолдиғи ва қуйимолекуляр полиэтилен битум аралашмалари эритувчиси

сифатида қўлланилган, натижада битумнинг мустаҳкам ва пластик структураси ҳосил бўлиши кўрсатилди. Куб қолдиғи гудроннинг дисперс муҳитида деструкциясиз тез ва яхши эрувчи, юқори ва қуйи ҳароратларда мустаҳкамлик ва эластикликни структура ҳосил қилувчи, арзон технологик материал сифатида тавсия этилди.

5. Тадқиқотлар асосида ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси ва технологик жиҳозларга бўлган талаблар ишлаб чиқилди. Полиэтилен ишлаб чиқариш чиқиндисини комплекс қайта ишлаш қурилмасини лойиҳалаш учун дастлабки маълумотлар тасдиқланган ва йилига 1000 тоннагача чиқиндини қайта ишлаш қувватига эга бўлган қурилмани ўрнатиш бўйича техник-иқтисодий ҳисоблар олиб борилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
DSc.27.06.2017.К/ФМ/Т.36.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ  
СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ**

---

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ**

**МАДИЕВ РУСЛАН ХАЙИТКУЛОВИЧ**

**КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
ОТХОДА ПОЛИЭТИЛЕНА ШУРТАНСКОГО  
ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**02.00.06 – Высокомолекулярные соединения**

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

**Ташкент – 2018**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2018.4.PhD/T966**

Диссертация выполнена в Институте химии и физики полимеров.

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

**Научный руководитель:**

**Кудышкин Валентин Олегович**  
доктор химических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Негматов Сайибжан Садыкович**  
доктор технических наук, профессор, академик АН РУз

**Садыков Шухрат Гафурович**  
кандидат химических наук

**Ведущая организация:**

**Ташкентский химико–технологический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года в \_\_\_\_ часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета DSc.27.06.2017.K/FM/T.36.01 при Институте химии и физики полимеров (Адрес: 100128, г.Ташкент, ул.Абдулла Кадыри, 7<sup>б</sup>, Тел.: (+99871)241-85-94, факс: (+99871)241-26-60, e-mail:polymer@academy.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института химии и физики полимеров за № \_\_\_\_ (Адрес: 100128, г.Ташкент, ул.Абдулла Кадыри, 7<sup>б</sup>, Тел.:(+99871) 241-85-94).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.  
(протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.)

**С.Ш.Рашидова**

Председатель научного совета по присуждению  
учёной степени, д.х.н., профессор, академик

**А.А. Атаханов**

Учёный секретарь научного совета  
по присуждению ученой степени,  
д.т.н., старший научный сотрудник

**Т.М. Бабаев**

Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени,  
д.х.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В последние годы наблюдается рост применения полимеров в различных отраслях промышленности. Применение отходов, образуемых в достаточно большом количестве в процессе производства полиэтилена, в качестве вторичного сырья и связанное с этим повышение эффективности предприятий является актуальной задачей. Поэтому разработка технологии комплексной переработки отходов производства полиэтилена в газо-химических предприятиях и внедрение ее в практику имеет важное значение.

В настоящее время в мире уделяется большое внимание производству полиолефинов, которое составляет половину всех производимых в мире полимеров, а также синтезу ингредиентов, придающих продуктам новые эксплуатационные свойства. В данном направлении в результате научных исследований, доказаны процессы получения полиэтилена и его модификации, повысилась эффективность синтеза полиэтилена в присутствии гетерогенных каталитических систем, усовершенствована технология получения углеводородов из нефтяного сырья. Следует подчеркнуть, что при повышении эффективности производств полиолефинов требуется создание новых и развитие действующих технологий управления ресурсами. Следовательно, переработка физико-химическими методами отходов производства полиолефинов, синтез продукции с новыми эксплуатационными свойствами и внедрение их в практику имеет важное значение.

В Республике особое внимание уделяется поэтапному расширению комплексов нефтегазовой, химической промышленности, локализации производства, а также эффективному использованию углеводородов. Особенно современные технологии производства полиолефинов основываются на рациональном использовании углеводородного сырья, которые обеспечивает защиту окружающей среды за счет использования ресурсов в замкнутом цикле. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>1</sup> намечены задачи по «...производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...». Исходя из поставленных задач производство ингредиентов, придающих новые эксплуатационные свойства продукции, необходимой в химической промышленности на основе переработки жидкого отхода Шуртанского газо-химического комплекса, состоящего из ациклических углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена, имеет высокое научно-практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, поставленных Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлениями Президента Республики Узбекистан от 29 августа 2017 года № ПП-3246 «О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности», от 26 декабря 2016 года «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017–2019 годы», от 15 июня 2016 года № ПП-2547 «О мерах по увеличению производства готовой экспортноориентированной химической продукции на основе глубокой переработки минерально-сырьевых ресурсов на 2016–2020 годы», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан в рамках программы: VII «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В мировой практике можно выделить несколько основных путей получения низкомолекулярного полиэтилена, а именно, прямой синтез на катализаторах Циглера-Натта, термическая деструкция высокомолекулярного полиэтилена и выделение низкомолекулярного полиэтилена как побочного продукта в реальных технологических процессах получения полиэтилена как при низком давлении путем анионно-координационной полимеризации, так и методом радикальной полимеризации при высоком давлении. Независимо от способа получения, низкомолекулярный полиэтилен является ценным продуктом, который находит свое практическое применение в качестве смазок, лубрикантов, компонентов для пропитки бумаги, асфальтных и гидроизоляционных композициях.

Исследования вопросов модификации полиолефинов и получения композиций на их основе проводятся также в Институте химии и физики полимеров АН РУз, Ташкентском химико-технологическом институте и ГУП Фан ва Тараккиет (Узбекистан).

Prashant S. Umare (Индия) исследовал синтез низкомолекулярного полиэтилена на катализаторах Циглера Натта, Бравая Н.М. (Россия) с сотрудниками осуществляли синтез низкомолекулярного разветвленного полиэтилена в присутствии высокоэффективных гомогенных каталитических систем на основе металлоорганических соединений. Randi Zhang (Китай) Изучал процессы синтеза и модификации низкомолекулярного полиэтилена. Claudio Pellicchia (Италия) синтезировал сверхразветвленный низкомолекулярный полиэтилен. Javier Bilbao (Испания), R.K. Singh (Индия), R. Meijboom (ЮАР), использовали для получения низкомолекулярного полиэтилена подход, основанный на деполимеризации высокомолекулярного полиэтилена. В последние годы возросло число работ, связанных с применением для синтеза низкомолекулярного полиэтилена механизмов

контролируемой полимеризации. Такие исследования проводят К. Matyjaszewski (США), Christopher W. Bielawska (США), Wei Zhang (США), P. Zinck (Франция), Takeshi Shiono (Япония). Галимов, Р.А. (Россия) изучал процессы выделения парафиновых углеводородов из нефтяного сырья, Павлов А.В., Ермак А.А. (Беларусь) занимались вопросами практического использования низкомолекулярного полиэтилена. Хозин В.Г., Искандеров Р.А. (Россия) использовали низкомолекулярный полиэтилен для модификации битумных гидроизоляционных материалов. В Узбекистане исследования полиолефинов и композиций на их основе проводятся академиком Рашидовой С.Ш., академиком Джалиловым А.Т., академиком Негматовым С.С. с сотрудниками.

Несмотря на значительный объем исследований в данном направлении, в настоящее время остаются нерешенными проблемы технологии выделения низкомолекулярного полиэтилена, получаемого из промышленных отходов производства линейного полиэтилена, исследование его прикладных свойств и поиск путей его практического применения.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.**

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и инновационного проектов Института химии и физики полимеров по темам: ГНТП ФА-А-6-Т-046 «Разработка технологии выделения низкомолекулярного полиэтилена из отхода Шуртанского Газохимического комплекса» (2009-2011 гг.), ГНТП ФА-А-1-2-Т-010 «Разработка технологии получения низкомолекулярного полиэтилена для производства полиолефиновых суперконцентратов» (2012-2014 гг.), 7 ФА-1-11335 «Разработка технологии выделения низкомолекулярного полиэтилена из отхода Шуртанского газохимического комплекса» (2013-2014 гг.).

**Целью исследования** является разработка комплексной технологии переработки жидкого отхода производства линейного полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса, содержащего низкомолекулярный полиэтилен.

#### **Задачи исследования**

разработка способа выделения низкомолекулярного полиэтилена из отхода и его очистка с использованием центрифугирования суспензии, установление основных технологических параметров выделения низкомолекулярного полиэтилена;

исследование возможности разделения жидкой части отхода методом простой перегонки на низкокипящую фракцию и кубовый остаток;

установление физико-химических свойств, технических характеристик и путей практического применения продуктов переработки отхода при производстве полиэтилена

выдача рекомендаций по подбору основного технологического оборудования для комплексной переработки отхода производства полиэтилена;

разработка и согласование исходных данных на проектирование установки комплексной переработки отхода производства полиэтилена на Шуртанском газохимическом комплексе.

**Объектом исследования** является отход производства линейного полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса, который представляет собой суспензию низкомолекулярного полиэтилена в органических растворителях, а также продукты переработки отхода, включая низкомолекулярный полиэтилен, низкокипящую фракцию растворителей и кубовый остаток.

**Предметом исследования** являются технологические процессы разделения суспензий, перегонка органических веществ, исследование свойств продуктов разделения отхода низкомолекулярного полиэтилена и путей их практического применения.

**Методы исследования.** В процессе исследования применялись технологические приемы центрифугирования, простой и вакуумной перегонки. Для исследования свойств получаемых продуктов использовали реологические методы, жидкостную хроматографию, термический анализ, рентгеноструктурный анализ, а также аттестованные методы определения свойств растворов (температура кипения, плотность, массовая доля воды и др.).

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые разработана эффективная технология переработки отхода производства полиэтилена с получением трех новых продуктов – низкомолекулярного полиэтилена, низкокипящей фракции углеводородов 130-210 °С и кубового остатка;

путем построения моделей технологических процессов установлены основные стадии переработки отхода, что позволило оптимизировать технологию разделения компонентов;

установлены физико-химические свойства отхода и продуктов его переработки, что позволило определить их эксплуатационные характеристики;

получены пластификатор и растворитель для применения в производстве битумных гидроизоляционных материалов и лакокрасочной продукции.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология выделения из промышленного отхода производства полиэтилена трех продуктов – собственно низкомолекулярный полиэтилен, низкокипящая фракция растворителя и кубовый остаток;

определены пути практического применения низкомолекулярного полиэтилена в качестве пластификатора и кубового остатка как растворителя

для производства битумных материалов, применяемых для гидроизоляции бетонных и металлических поверхностей;

доказана возможность применения низкокипящей фракции отхода при производстве полиэтилена в лакокрасочной промышленности в качестве заменителя растворителя Нефрас;

установлено, что технические характеристики низкокипящей фракции практически соответствуют требованиям, предъявляемым к дизельному топливу, в связи с этим, показана возможность использования в технологическом цикле производства дизельного топлива.

**Достоверность результатов исследования** обоснована математическими расчетами технологических процессов и аппаратов, подтверждена многочисленными экспериментами и испытаниями полученной продукции современными и аттестованными методами исследования. Также достоверность результатов основывается на практическом применении получаемых продуктов.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в создании безотходной и энергосберегающей технологии, путем оптимизации условий производства, решаемых химической технологией в интересах устойчивого развития.

Практическая значимость результатов заключается в расширении ассортимента импортозамещающих продукции и реализации технологии с получением ценных продуктов, востребованных на рынке и имеющие своего потребителя среди производителей лакокрасочной продукции, гидроизоляционных битумных покрытий. Разработанная технология может иметь широкое применение с целью получения полезных продуктов, используемых в других аналогичных производствах полиэтилена на катализаторах Циглера-Натта. При этом обеспечивается полная переработка отхода производства полиэтилена, исключается вредное воздействие на окружающую среду при сжигании отхода, повышается эффективность и доходность технологии переработки отхода производства полиэтилена.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по комплексной безотходной технологии переработки промышленных отходов производства полиэтилена:

Получен патент (IAP 04947, 2011 г.) Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на способ выделения компонентов из суспензии низкомолекулярного полиэтилена в органических растворителях. В результате появилась возможность утилизации промышленного отхода производства полиэтилена и расширения ассортимента импортозамещающей и экспортоориентированной отечественной продукции;

Внедрена технология переработки отхода производства полиэтилена с получением трех новых видов продукции – низкомолекулярного полиэтилена, низкокипящей фракции и кубового остатка на ООО «Wide Steel Round» (справка Шуртанского газо-химического комплекса №030/6188 от 17

октября 2018 года). В результате появилось возможность получения битумных гидроизоляционных материалов и низкокипящей фракции соответствующей требованиям, предъявляемым к растворителю НЕФРАС С4 – 130/210.

**Апробация результатов исследования** Результаты исследования апробированы на 5 Республиканских и 2 Международных конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, из них 1 патент Республики Узбекистан, 5 статей, из них 3 в Республиканских и 2 в Международных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторской диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Изложена на 113 страницах и содержит 18 рисунков и 18 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, выявлены объекты и предметы исследования, определено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, обоснованы их достоверность, изложены научная новизна и практическое значение результатов исследований, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов и внедрения их в практику, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Получение низкомолекулярного полиэтилена и его применение**» обсуждены литературные данные, посвященные анализу современного состояния вопроса о способах синтеза низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ). Обсуждены вопросы образования Низкомолекулярного полиэтилена как побочного продукта производства полиэтилена низкого давления, а также направленного синтеза НМПЭ с использованием различных подходов, в том числе, и по механизму контролируемой полимеризации. Также, приведены литературные данные о возможных областях практического применения НМПЭ. Приведенный обзор литературы показывает, что можно выделить несколько основных путей получения НМПЭ, а именно, прямой синтез на катализаторах Циглера – Натта, термическая деструкция высокомолекулярного полиэтилена и выделение НМПЭ как побочного продукта в реальных технологических процессах получения полиэтилена как при низком давлении путем анионно-координационной полимеризации, так и методом радикальной полимеризации при высоком давлении. Независимо от способа получения, НМПЭ является ценным продуктом, который находит свое практическое применение в качестве смазок, лубрикантов, компонентов для пропитки бумаги, асфальтных и гидроизоляционных композициях.

Во второй главе диссертации **«Объекты и методы получения и исследования продуктов переработки отхода производства полиэтилена»** приводятся экспериментальные подходы, используемые для выделения компонентов из отхода, определение их качественных показателей, физико-химические методы исследований полученных образцов.

В третьей главе **«Получение и свойства продуктов переработки отхода производства полиэтилена»** диссертации приведено обсуждение основных результатов исследований. Основная стратегия исследования заключалась в том, что модернизация действующего производства должно осуществляться таким образом, чтобы с одной стороны снизить его негативное влияние на окружающую среду, а с другой стороны получить новые виды продукции, обладающие рядом ценных потребительских качеств и востребованных на рынке. В связи с этим, было принято решение разделить отход на низкомолекулярный полиэтилен и жидкую фракцию.

*Разделение отхода производства полиэтилена.* Известен ряд технологических приемов разделения суспензий. К основным из них относится отстаивание, фильтрация, центрифугирование. Установлено, что размер частиц суспензии колеблется от 6 мкм (таких частиц больше всего 80%) до 200 мкм. Средний размер частиц 37 мкм. Такие размеры частиц позволяют в принципе использовать все известные методы для разделения суспензии.

Метод отстаивания в данном случае оказался неэффективен из-за небольшой разницы в плотностях жидкой и твердой фаз. Метод фильтрации оказался неприемлем, поскольку фильтр быстро забивался воскоподобным НМПЭ и фильтрация становилась невозможной. В связи с этим, нами был использован метод центрифугирования. Существующие в данное время модели центрифуг по существу работают или по принципу фильтрации – центрифуги фильтрующего типа и по принципу осаждения – сепараторы. Применение центрифуг фильтрующего типа для разделения суспензии неэффективно, поскольку процесс по существу сводится к фильтрации и неприемлем по вышеназванным причинам. Поэтому для разделения суспензии приемлемы являются только центрифуги осадительного типа – сепараторы.

Выделение НМПЭ из суспензии осуществляли методом центрифугирования на центрифуге MLW T23 с регулируемой частотой вращения. Радиус барабана центрифуги 0,15 м. Выделенный НМПЭ представляет собой воск светло-коричневого цвета. Плотность НМПЭ определяли пикнометрическим методом по ГОСТ 15139. В качестве рабочей жидкости использовали этиловый спирт. Плотность НМПЭ составила 840 кг/м<sup>3</sup>. Плотность фугата определяли ареометром по ГОСТ 18481. Плотность фугата  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Кинематическую вязкость суспензии определяли вискозиметром ВПЖ4. Кинематическая вязкость  $\mu = 3,35$  мм<sup>2</sup>/с =  $3,35 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с (при объемной доле НМПЭ 5%). Динамическая вязкость  $\eta = \mu \rho = 3,35 \cdot 10^{-6} \cdot 800 = 2,68 \cdot 10^{-3}$  Па с.

Процесс разделения суспензий на центрифуге характеризуют фактором разделения, называемом критерием Фруда (Fr)

$$Fr = \omega^2 R / g.$$

Где:  $\omega$  – угловая скорость вращения центрифуги, рад/с

$R$  – радиус барабана центрифуги, м.

$g$  – ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>

Для приближенного расчета скорости осаждения в центробежном поле ( $U$ ) применимо уравнение Стокса, где вместо ускорения свободного падения подставляется ускорение в центробежном поле  $\omega^2 R$

$$U = \frac{2Frgr^2\Delta\rho}{9\eta}$$

Где:  $r$  – радиус частиц суспензии, м.

$\Delta\rho$  – разница плотности между НМПЭ и фугатом, кг/м<sup>3</sup>.

В табл. 1 приведены зависимости расчетной и экспериментально определенной средней скорости осаждения частиц суспензии в центробежном поле.  $s$  – высота осветленной части жидкости.

При частоте вращения центрифуги выше 2000 об/мин ( $Fr=670$ ) за 20 мин. происходит полное осаждение частиц НМПЭ. Экспериментальная скорость центрифугирования оказывается существенно ниже, чем рассчитанная теоретически.

**Таблица 1**

**Зависимости экспериментальной и расчетной скорости осаждения частиц от фактора разделения.**

Время центрифугирования 20 мин.

Частота вращения, об/мин	$\omega$ , рад/с	Fr	$U \cdot 10^4$ , м/с		s, см
			Расч.	Эксп.	
1000	104,7	168	0,4	0,39	4,69
1500	157,1	377	1,0	0,44	5,32
2000	209,4	670	1,8	0,48	5,73
3000	314,2	1510	4,0	-	5,69
4000	418,9	2683	7,1	-	5,77

Причина этого заключается в том, что в процессе центрифугирования происходит изменение концентрации частиц НМПЭ по высоте пробирки, а следовательно, изменяется и вязкость среды, в которой осаждается частица НМПЭ. Зависимость вязкости суспензии от объемной доли НМПЭ имеет

экспоненциальный характер. На рис.1. приведены расчетные зависимости скорости осаждения от объемной доли НМПЭ в суспензии.

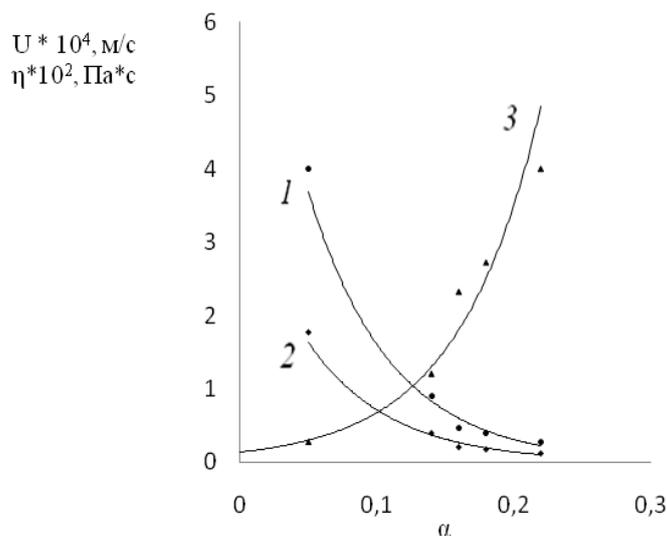


Рис. 1. Зависимость расчетной скорости осаждения частиц при 3000 об/мин (1), 2000 об/мин (2) и динамической вязкости суспензии (3) от объемной доли НМПЭ в суспензии ( $\alpha$ ).

Из рисунка 1 видно, что с увеличением объемной доли НМПЭ в суспензии вязкость ее существенно возрастает. Одновременно с этим, снижается скорость осаждения частиц в центробежном поле. Таким образом, для разделения отхода методом центрифугирования необходимо обеспечить режим центрифугирования с фактором разделения  $Fr = 700-1500$ . При таких значениях  $Fr$  время центрифугирования составляет 20 мин. Следовательно, для эффективного разделения суспензии НМПЭ достаточно нормальной центрифуги ( $Fr < 3000$ ), отстойного типа периодического действия.

Отдельно следует остановиться на возможности использования другого оборудования для разделения суспензии НМПЭ. На практике неплохо зарекомендовало себя использование фильтр-пресса. В отличие от процесса центрифугирования, фильтр пресс не способен обеспечить полное разделение суспензии. В жидкой фракции после фильтр – пресса наблюдается остаточное содержание частиц НМПЭ. Однако, зачастую, для практических целей такого грубого отделения вполне достаточно и поэтому этот метод можно также считать приемлемым, хотя он безусловно менее эффективен по сравнению с центрифугированием.

Жидкая фракция, остающаяся после выделения НМПЭ состоит из большого числа различных органических соединений, что делает экономически нецелесообразной попытку выделения этих органических соединений в чистом виде. С учетом этого, нами было принято решение разделить их на 2 фракции – низкокипящую фракцию и кубовый остаток. В

таблице 2 приведены массовые доли фракций с различным диапазоном температур кипения.

Таблица 2

**Режимы простой перегонки и объемные доли фракций:**

Фракция с температурами кипения, °С	Объемная доля, %	Фракция с температурами кипения, °С	Объемная доля, %
130-135	5,7	130-135	5,7
135-145	8,5	130-145	14,2
145-150	12,8	130-150	27,0
150-160	5,7	130-160	32,7
160-170	9,0	130-170	41,7
170-210	13,9	130-210	55,6

Таким образом, жидкая фракция отхода методом простой перегонки разделяется на низкокипящую фракцию с температурами кипения 130-210 °С, составляющую примерно 55 % жидкой фракции отхода и кубовый остаток с температурой кипения выше 210 °С.

Приведенные результаты исследований заложили основу разработки технологии переработки отхода производства полиэтилена Шуртанского ГХК. Предложенный способ, заключающийся в разделении отхода на три фракции – НМПЭ, низкокипящую фракцию углеводородов и кубовый остаток может быть легко реализован при наличии минимума технологического оборудования. Дальнейшие исследования были направлены на установление свойств полученных продуктов переработки отхода.

*Свойства продуктов переработки отхода производства полиэтилена.* НМПЭ из отхода ШГХК после центрифугирования выделяется в виде воскообразной массы желто-коричневого цвета. Для исследования свойств НМПЭ его высушивали в вакуум сушильном шкафу при 120°С до постоянной массы.

В ИК – спектре исходного НМПЭ проявляются полосы поглощения при 2860 и 2930 см<sup>-1</sup>, характеризующие валентные колебания связей СН<sub>2</sub> и СН<sub>3</sub> групп. Полоса поглощения деформационных колебаний связей СН<sub>2</sub> групп проявляется при 1450 см<sup>-1</sup>, а маятниковых при 700 см<sup>-1</sup>. Особо следует отметить наличие полосы поглощения при 1720 см<sup>-1</sup>, которая может свидетельствовать о наличии карбонильных групп, что не характерно для полиэтилена и может свидетельствовать о наличии примесей. В ИК-спектре НМПЭ после очистки наблюдаются все перечисленные выше полосы поглощения за исключением полосы поглощения при 1720 см<sup>-1</sup>,

интенсивность которой существенно снижена, что свидетельствует о удалении посторонних примесей в процессе очистки.

Проведены рентгеноструктурные исследования выделенных образцов которые показали, что НМПЭ обладает низкой степенью кристалличности в отличие от высокомолекулярного полиэтилена. Степень кристалличности составляет 16%– 22%.

Реологические исследования показали, что НМПЭ обладает свойствами характерными для олигомеров – отсутствием гистерезисного эффекта в зависимости градиента скорости от напряжения сдвига и низкими значениями энергии активации вязкого течения, свидетельствующие о слабом межмолекулярном взаимодействии в сдвиговом поле. Величины энергии активации вязкого течения ( $E_a$ ) для НМПЭ составляют  $8,8 \pm 4,75$  КДж/моль. Для расплава высокомолекулярного линейного полиэтилена величина  $E_a$  составляет 25-34 КДж/моль, что существенно выше, чем у НМПЭ. Данные результаты представляют интерес для разработки технологических режимов практического применения низкомолекулярного полиэтилена в виде растворов или расплавов

Были проведены исследования свойств жидкой части отхода, оставшейся после центрифугирования. Предварительно ее разделяли по температурам кипения. Для этого использовали метод простой перегонки. В результате жидкую часть отхода разделяли на 2 фракции. Низкокипящая фракция с температурами кипения 125-210<sup>0</sup>С представляет собой прозрачную подвижную жидкость с плотностью 0,78 г/см<sup>3</sup>.

**Таблица 3**

**Свойства низкокипящей фракции углеводородов с температурой кипения 125-240<sup>0</sup>С**

№	Наименование показателя	Значение
1	Содержание воды, %	0
2	Содержание хлористых солей, мг/дм <sup>3</sup>	9,4
3	Кислотность, мг КОН/100 мл	22,2
4	Содержание механических примесей, %	0,018
5	Коррозия на медной пластинке	Класс 1 а
6	Содержание меркаптановой серы, %	0,0003
7	Содержание общей серы, %	0,032
8	Термоокислительная стабильность по ASTM D 3241	1

Приведенный выше диапазон температур кипения свидетельствует о том, что низкокипящая фракция отхода может обладать свойствами, присущими дизельному топливу и растворителям типа НЕФРАС. В связи с этим, были проведены испытания по эксплуатационным показателям, которые характерны для топлив и растворителя. Результаты приведены в таблице 3. Кубовый остаток представляет собой жидкость темного цвета с наличием небольшого содержания осадка НМПЭ. Кубовый остаток это

фракции с температурой кипения выше 210-240<sup>0</sup>С, которые не удаляются при простой перегонке. Свойства приведены в таблице 4.

**Таблица 4**

**Свойства кубового остатка**

№	Наименование показателя	Значение
1	Диапазон температур кипения, <sup>0</sup> С	210-280
2	Содержание НМПЭ	Менее 2%
3	Плотность г/см <sup>3</sup>	0,83
4	Кинематическая вязкость мм <sup>2</sup> /с	3,8
5	Динамическая вязкость, Па с.	3,15 10 <sup>-3</sup>

Как видно из приведенных результатов, плотность и вязкость кубового остатка несколько выше, чем таковые показатели у отхода. Это связано с тем, что он состоит из более тяжелых углеводородов, так как более легкие отделяются при простой перегонке. Особо следует остановиться на появлении НМПЭ в кубовом остатке. После отделения НМПЭ из отхода методом центрифугирования жидкая фракция отхода представляет собой однородную жидкость без видимых включений НМПЭ. Однако, после отделения низкокипящей фракции методом простой перегонки в кубовом остатке вновь наблюдается появление небольшого количества НМПЭ. По-видимому, это вызвано тем, что в отходе НМПЭ имеется в двух фазах. В виде твердых частиц суспензии и в растворенном виде. Твердые частицы отделяются при центрифугировании. Но в растворе остается некоторая концентрация НМПЭ. При перегонке, отделяется 55% низкокипящей фракции, следовательно, объем кубового остатка более чем в 2 раза меньше, чем объем исходного отхода. Соответственно и концентрация НМПЭ становится в кубовом остатке в 2 раза выше. При этом, очевидно она превышает предел растворимости НМПЭ и происходит его выделение из раствора с образованием твердой фазы. Этот момент необходимо учитывать при практическом применении кубового остатка.

Таким образом, приведенные исследования показали, что НМПЭ, выделенный из отхода представляет собой олигомер этилена с, обладающей низкой степенью кристалличности. То есть, по существу, он представляет собой полиэтиленовый воск. Его реологические свойства характерны для низкомолекулярных веществ. Это открывает его перспективу для применения в качестве пластифицирующей добавки, лубриканта, внешней смазки и других областях, где может применяться полиэтиленовый воск, исключая получение продукции, контактирующей с пищей.

Низкокипящая фракция – смесь углеводородов, в основном, циклоалканов. Диапазон температур кипения и сложный состав позволил определить перспективные области применения ее в качестве растворителей и исходного сырья для получения дизельного топлива

Кубовый остаток – смесь более тяжелых углеводородов. Обладая высокой температурой кипения и определенным пластифицирующим эффектом, связанным с наличием в нем НМПЭ (как в растворенном виде, так и в виде отдельной фазы) он может использоваться в качестве высококипящего растворителя, обладающего определенным пластифицирующим эффектом. Эти свойства можно использовать в производстве гидроизоляционных материалов на основе битумов. В связи с этим, далее будут показаны результаты исследований по практической реализации разработанной технологии. На рис. 2 показана технологическая схема переработки отхода производства полиэтилена.

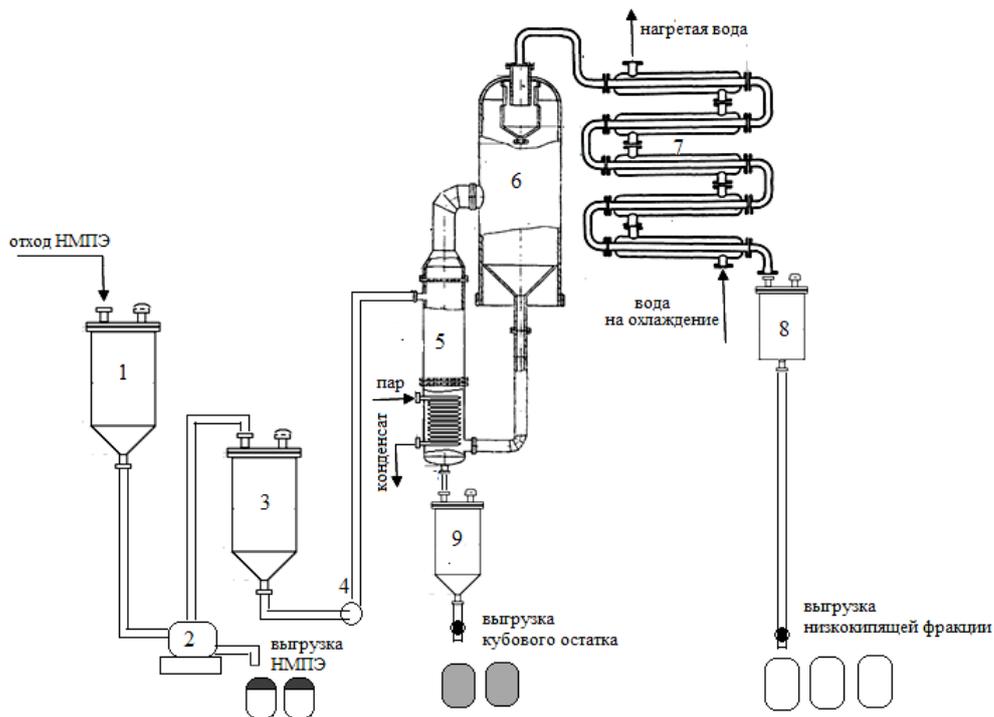


Рис. 2 Технологическая схема комплексной переработки отхода производства полиэтилена

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Отход поступает в емкость – накопитель (1), а затем в центрифугу сепарационного типа(2). Для разделения отхода методом центрифугирования необходимо обеспечить режим центрифугирования с фактором разделения  $Fr = 700-1500$ . При таких значениях  $Fr$  время центрифугирования составляет 20 мин. Следовательно, для эффективного разделения суспензии НМПЭ достаточно нормальной центрифуги ( $Fr < 3000$ ), отстойного типа периодического действия. При непрерывном процессе центрифугирования происходит разделение отхода на фугат и осадок. Осадок - низкомолекулярный полиэтилен отправляется на упаковку. Фугат после центрифуги накапливается в емкости – накопителе (3). Из емкости – накопителя (3) он при помощи насоса (4) подается в кипятильник установки для простой перегонки (5). Смесь нагревается в змеевике подогревателя до температуры  $240^{\circ}\text{C}$ . По мере повышения температуры образуется все больше паров,

которые находятся в равновесии с жидкой фазой, парожидкостная смесь покидает кипятильник и поступает в емкость - дефлегматор. Последний представляет собой пустотелый цилиндр, в котором паровая фаза отделяется от жидкой. Низкокипящая фракция с температурой кипения 120-240<sup>0</sup>С охлаждается в холодильнике (7) и поступает в накопительную емкость (8), а кубовый остаток с температурой кипения выше 240<sup>0</sup>С в накопительную емкость (9). Низкомолекулярный полиэтилен упаковывается в п/э мешки. Мешки прикрепляют к выгрузному отверстию вакуумного испарителя. Открывают задвижку и наполняют мешок. На каждый мешок прикрепляется этикетка с реквизитами согласно требований нормативных документов на продукцию. Упакованные мешки отправляют на склад. Допускается упаковка низкомолекулярного полиэтилена в пластмассовые бочки. Объем бочек по согласованию с потребителем.

Низкокипящая фракция растворителей из емкости-накопителя 9 поступает в цистерны и по мере их накопления отпускается потребителю.

Кубовый остаток из емкости – накопителя 9 переливается в пластмассовые герметично закрывающиеся бочки.

Дальнейшие исследования направлены на практическое применение продуктов переработки отхода по предложенной технологии.

*Применение низкомолекулярного полиэтилена и кубового остатка в получении гидроизоляционных материалов.* Для получения битумных гидроизоляционных материалов используются парафино-нафтеновые углеводороды, смолы и асфальтены. Для модификации битума в него дополнительно добавляли НМПЭ. Назначением такого модификатора является улучшение механических параметров битума в сфере умеренных температур использования и снижение вязкости при высоких значениях технологических температур. Нами предпринята попытка также использовать в качестве растворителя битумных гидроизоляционных смесей кубовый остаток, образующийся при перегонке жидкой фракции отходов. Данный кубовый остаток содержит в своем составе 1 – 2% низкомолекулярного полиэтилена, что эффективно для регулирования пространственной дисперсной структуры битумной смеси. НМПЭ распределяется в дисперсионной среде сырья и влияет на свойства полученной битумной смеси. При концентрациях кубового остатка 30%, молекулы НМПЭ создают новую самостоятельную пространственную дисперсную структуру, которая приводит к межструктурной пластификации, что выражается в большей технологичности применения битума, а также формируется прочная и пластичная структура битума. НМПЭ и кубовый остаток были применены в промышленном масштабе при производстве гидроизоляционного кровельного материала «Праймер». Технология производства заключалась в последовательном введении в обогреваемый реактор битума, НМПЭ, кубового остатка и минерального наполнителя, ее гомогенизации и последующим формированием рулонного гидроизоляционного материала.

Таблица 5

**Эксплуатационные характеристики гидроизоляционного материала  
Праймер, полученного на основе продуктов переработки отхода  
производства полиэтилена Шуртанского ГХК.**

Наименование показателя	Требование по нормативному документу	Полученные результаты
Условная прочность, МПа	Не менее 0,2	0,27
Относительное удлинение при разрыве, %	Не менее 100	170
Прочность сцепления с основанием, МПа	Не менее 0,1	0,22
Прочность сцепления между слоями, МПа	Не менее 0,1	0,19
Прочность на сдвиг клеевого соединения, МПа	Не менее 0,1	0,20
Условное время отверждения при 25 °С, час.	Не более 14	10
Теплостойкость, °С	Не менее 100	105
Водопоглощение в течение 24 часов, %	Не более 2	0,3
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	25-35	33
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	80-95	83
Испытания на гибкость	На поверхности образца должны отсутствовать трещины	Трещины отсутствуют

Полученный материал был испытан на соответствие требованиям действующего нормативного документа на продукцию. Как видно из приведенных результатов (табл.5), гидроизоляционный материал Праймер, изготовленный на основе композиции НМПЭ и кубового остатка отхода Шуртанского ГХК по техническим характеристикам полностью соответствует требованиям нормативного документа. Более того, добавка НМПЭ улучшает технологические свойства композиции, удовлетворяет таким требованиям как: склонность к ассоциации и способность иммобилизовывать максимально больший объем дисперсионной среды; быстро и хорошо растворяется в дисперсионной среде без деструкции. Битум сохраняет прочность и эластичность при высоких и низких температурах; имеет относительно низкую стоимость и является технологичным материалом.

В настоящее время производство материала Праймер успешно внедрено и используется на ООО «Wide Steel Round» в объеме 200 т/год.

*Низкокипящая фракция как растворитель в лакокрасочной промышленности.* Низкокипящая фракция, получаемая в результате центрифугирования отхода производства полиэтилена и последующей перегонки в интервале 130-210<sup>0</sup>С была испытана на предмет использования в лакокрасочной промышленности. Технические характеристики растворителя приведены в таблице 6 в сравнении с нефтяным растворителем типа Нефрас С<sub>4</sub> 130/210. Из приведенных результатов видно, что по приведенным физико – химическим характеристикам полученный нами растворитель соответствовал техническим характеристикам растворителя типа Нефрас С<sub>4</sub> 130/210.

**Таблица 6**

**Технические характеристики растворителя в сравнении с нефтяным растворителем типа Нефрас С<sub>4</sub> 130/210.**

Наименование показателей	Значение для растворителя	Значение для растворителя нефтяного Нефрас С <sub>4</sub> 130/210.	Метод испытаний
1. Внешний вид	Прозрачная жидкость не содержащая посторонних примесей взвешенных частиц	Прозрачная жидкость не содержащая посторонних примесей взвешенных частиц	визуально
2. Цвет	бесцветный	От бесцветного до слегка желтоватого	визуально
3. Запах	Резкий органический	Запах напоминает керосин	органолептически
4. Содержание механических примесей	отсутствие	отсутствие	ГОСТ 3131 п.3.3 ГОСТ 6370
5. Плотность при температуре (20±2) <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup>	0,783	0,754-0,820	ГОСТ 3900
6. Температура вспышки в закрытом тигле, <sup>0</sup> С	27	28	ГОСТ 6356
7. Летучесть по ксилолу	4,1	2,0-4,5	ГОСТ 3134 п.3.2
8. Кислотное число, мг КОН/г	2,2	2,0-2,5	ГОСТ 23955

Проверено влияние низкокипящей фракции на основные эксплуатационные показатели алкидных эмалей. Физико механические

свойства эмалей при введении испытуемого растворителя не ухудшаются. А значение показателя «Блеск», измеренное после 5 суток показывает меньшее его падение, чем при применении Нефраса -43

Низкокипящая фракция, выделенная из отхода производства полиэтилена ШГХК может применяться при производстве масляных и алкидных эмалей без ухудшения их физико – химических свойств.

Таким образом, выбранный способ переработки отхода производства полиэтилена ШГХК является наиболее рациональным и перспективным по следующим причинам:

- разработанный способ предусматривает полную переработку отхода;
- технология переработки по данному способу будет характеризоваться минимумом аппаратных средств;
- продукты, полученные по данной технологии имеют своего потребителя и востребованы на рынке в производствах битумных гидроизоляционных материалов и растворителей для лакокрасочной промышленности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Предложена комплексная технология переработки промышленного отхода производства полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса. Технология предусматривает разделение отхода на три части методом центрифугирования и простой перегонки с получением низкомолекулярного полиэтилена, низкокипящей фракции углеводородов 130-210<sup>0</sup>С и кубового остатка.

2. Исследованы некоторые физико-химические характеристики низкомолекулярного полиэтилена установлено, что образцы имеют низкую степень кристалличности и по своим реологическим свойствам ведут себя как низкомолекулярные вещества примерная молекулярная масса которых около 1000. Жидкая часть суспензии представляет собой смесь большого числа органических соединений, в основном различных циклоалканов.

3. Низкокипящая фракция углеводородов может применяться в качестве сырья для производства дизельного топлива, а также в качестве растворителя при производстве масляных и алкидных эмалей. Также рекомендован в качестве разбавителя готовых эмалей и красок, для доведения до рабочей вязкости перед окрашиванием и для замывки использованного при окраске оборудования, материалов, окрасочного инвентаря и др.

4. Кубовый остаток, образующийся при перегонке жидкой фракции отходов и низкомолекулярный полиэтилен применены в качестве растворителя битумных смесей, в результате показано что, формируется прочная и пластичная структура битума. Кубовый остаток быстро и хорошо растворяется в дисперсионной среде без деструкции, образует такую структурную сетку, которая сохраняет прочность и эластичность при

высоких и низких температурах. Он является технологичным материалом и имеет низкую стоимость.

5. На основании проведенных исследований разработана технологическая схема производства, сформулированы требования к технологическому оборудованию. Утверждены Исходные данные на проектирование установки комплексной переработки промышленного отхода и проведены технико-экономические расчеты, которые показали целесообразность строительства установки по переработке отхода мощностью до 1000 т/год.

**ONE TIME SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC  
COUNCIL FOR AWARING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.27.06.2017.K/FM/T.36.01 AT THE INSTITUTE  
OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS**

---

**INSTITUTE OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS**

**MADIEV RUSLAN KHAYITKULOVICH**

**OVER ALL TECHNOLOGY FOR RECYCLING  
POLYETHYLENE WASTE OF SHURTAN  
GAS - CHEMICAL COMPLEX**

**02.00.06 – high molecular compounds**

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

**Tashkent – 2018**

**Subject of dissertation of the doctor of philosophy (PhD) is registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2018.4.PhD/T966**

The dissertation was carried out at the Institute of Polymer Chemistry and Physics.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the website of the Scientific Council (polchemphys.uz) and on the website of "ZiyoNET" information-educational portal (www.ziynet.uz.)

**Scientific supervisor:**

**Kudyshkin Valentin Olegovich**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Negmatov Sayibjan Sadykovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Academic

**Sadykov Shukhrat Gafurovich**  
Doctor of Philosophy on Chemical Sciences

**Leading organization:**

**Tashkent Institute of chemical technology**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 at «\_\_\_» o'clock at a meeting of the one-time scientific council based on the Scientific council DSc.27.06.2017.FM/K/T.36.01 at the Institute of Polymer Chemistry and Physics (Address: 100128, Tashkent city, Abdulla Kadiri str., 7<sup>6</sup>, Tel.: (998-71)-241-85-94; fax: (998-71) 241-26-61; e-mail: polymer@academy.uz)

The dissertation can be reviewed at the Informational Resource Centre of Institute of Polymer Chemistry and Physics (registration number \_\_\_\_\_) (Address: 100128, Tashkent city, Abdulla Kadiri str., 7<sup>6</sup>, Ph.: (998-71)-241-85-94).

The abstract of the dissertation sent out on «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018  
(mailing report № \_\_\_\_\_ as of «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018)

**S.Sh.Rashidova**  
Chairman of scientific council for  
awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science  
Professor, Academician

**A.A.Atakhanov**  
Scientific secretary of scientific council  
on award of scientific degrees,  
Doctor of Technical Science, Senior researcher

**T.M.Babaev**  
Chairman of scientific Seminar under Scientific  
council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science, professor

## INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy dissertation)

**The aim of the research work.** Development of complex technology of low-molecular weight polyethylene industrial waste of Shurtan gas chemical complex processing. At the same time, the necessary condition was the completeness of waste processing to produce products which are demand on the market.

**The object of the research work.** The waste of production of linear polyethylene which is a suspension of low molecular weight polyethylene in organic solvents, as well as products of waste processing, including low molecular weight polyethylene, low boiling solvent fraction and bottoms residue.

### **Scientific novelty of the research work:**

For the first time, a simple and effective technology for the use of low molecular weight polyethylene waste with the production of three new products is proposed. The technology provides for the separation of the suspension by centrifugation with production of the solid fraction-low molecular weight polyethylene. The liquid fraction is subjected to simple distillation to obtain a low-boiling fraction of 130-210°C hydrocarbons and a bottoms residue. The technological processes of centrifugation and distillation were studied in detail, which allowed to develop the initial data for the design of technological equipment. It was found that the liquid part of the suspension is a mixture of a large number of organic compounds, mainly various cycloalkanes. The composition and boiling point of fractions were established, which allowed to reveal the ways of their practical application

**Implementation of the research results.** Based on obtained results, 3 products were isolated from the industrial waste – actually low-molecular weight polyethylene, low-boiling solvent fraction and bottoms residue. The ways of practical application were determined. Low molecular weight polyethylene and bottoms residue are used for the production of bituminous materials used for waterproofing of beton and metal surfaces. In this case, low molecular weight polyethylene plays the role of a plasticizer. The bottoms residue in the production of bitumen composition is used as a solvent. When using these components, a strong and plastic structure of the composition is formed and its application is ensured. The low-boiling fraction of the waste of low-molecular weight polyethylene was tested for its use in the paint industry as a solvent for paintwork materials. It should also be noted that the technical characteristics of the low-boiling fraction practically meet the requirements for diesel fuel, in this regard, it can be used in the production cycle of diesel fuel.

**The structure and volume of the thesis.** Structure of dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the thesis is 113 pages. Dissertation contents 18 pictures and 18 tables

## **ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**

### **Список опубликованных работ**

#### **List of published works**

#### **I бўлим (I част; part I)**

1. Холмуминов А.А., Кудышкин В.О., Футорянская А.М., Мадиев Р.Х., Авазова О.Б., Рашидова С.Ш.. Реологические свойства низкомолекулярного полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса // ДАН РУз. 2012. №3 с.38-40. (02.00.00. № 8)
2. Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Технологические параметры разделения отхода низкомолекулярного полиэтилена// ДАН РУз. 2016. №2 с.35-38. (02.00.00. №8)
3. Кудышкин В.О., Карасева Л.И., Мадиев Р.Х., Сарымсаков А.А., Футорянская А.М., Мансуров Б.М., Рашидова С.Ш. «О применении жидкой фракции отхода низкомолекулярного полиэтилена в качестве растворителя лакокрасочной продукции»// Узбекский журнал нефти и газа. 2015, № 1, с. 37-39. (02.00.00. №7)
4. Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Переработка отхода производства линейного полиэтилена// Химия в интересах устойчивого развития 23 (2015) 247-251. (02.00.00. № 23)
5. Патент РУз IAP 04947 // Способ выделения компонентов из суспензии низкомолекулярного полиэтилена в органических растворителях//Рашидова С.Ш., Султанов А.С., Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Сарымсаков А.А., Мансуров Б.М.//Расмий ахборотнома. - 2011. №8.

#### **II бўлим (II част; part II)**

6. Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Иванова Е.К., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Технология разделения компонентов отхода производства линейного полиэтилена// Известия ВУЗов. Химия и химическая технология 2015. Т.58, Вып. 12. С. 51-54.
7. Кудышкин В.О., Футорянская А.М., Мадиев Р.Х. Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Комплексная технология переработки отхода низкомолекулярного полиэтилена В сб. Физико-химия полимеров. Синтез, свойства, применение. Тверь 2013. С. 313-317.
8. Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Футорянская А.М. Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Комплексная технология переработки отхода низкомолекулярного полиэтилена// Межд. научно-практическая конф.: «Актуальные проблемы науки о полимерах», 5-7 ноября, 2013, Ташкент, ИХФП АНРУз, Сборник тезисов, -С. 29-31.
9. Кудышкин В.О., Мадиев Р.Х., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Комплексная переработка отхода низкомолекулярного полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса// Межд. конф.: «Наука о

- полимерах: Вклад в инновационное развитие экономики», 8-10 ноября, 2011, Ташкент, ИХФП АН РУз, Сборник тезисов, -С. 54-56.
10. Мадиев Р.Х., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Переработка отхода низкомолекулярного полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса// Республиканская конференция: «Углубление интеграции науки о полимерах и образования в инновационном развитии отраслей экономики», 10 ноября, 2017, Ташкент, ИХФП АН РУз, Сборник тезисов, С. 24-25.
  11. Мадиев Р.Х., Кудышкин В.О., Ирназаров И.Ш., Назирбеков М.Х., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Низкомолекулярный полиэтилен Шуртанского газохимического комплекса// Республиканская Научно-практическая конференция: «Актуальные проблемы химии, физики и технологии полимеров», 9-10 ноября, 2009, Ташкент, ИХФП АН РУз, Сборник тезисов, -С. 65-67.

Автореферат Тошкент кимё технология институтининг “Кимё ва кимё  
технологияси” журнали тахририятида тахрирдан  
ўтказилди

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. “Times New Roman” гарнитура рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма №45.

“Тошкент кимё-технология институти” босмаҳонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.

