

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ТОХИРОВ МУРОДЖОН ИХТИЁР ЎҒЛИ

**ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР МАССАЛИ ТЕРМОРЕАКТИВ ФЕНОЛ-
ФОРМАЛЬДЕГИД ОЛИГОМЕРЛАРИНИНГ СИНТЕЗ ҚИЛИШ
ШАРОИТЛАРИНИ УЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ВА ТЕХНОЛОГИК
ХОССАЛАРИГА ТАЪСИРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАҢЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИНИНГ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2025

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори
(PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the doctor of
Philosophy (PhD) on technical sciences**

Тохиров Муроджон Ихтиёр ўғли

Юқори молекуляр массали терморреактив

фенол-формальдегид олигомерларининг

синтез қилиш шароитларини уларнинг

физик-кимёвий ва технологик

хоссаларига таъсири..... 3

Тохиров Муроджон Ихтиёр угли

Влияние условий синтеза высокомолекулярных

терморреактивных фенол-формальдегидных

олигомеров на их физико – химические

и технологические свойства..... 21

Tokhirov Murodjon Ihtiyor ugli

Influence of synthesis conditions of

high molecular weight thermoreactive

phenol-formaldehyde oligomers on

their physicochemical and

technological properties 39

Эълон қилинганишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published of works.....42

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ТОХИРОВ МУРОДЖОН ИХТИЁР ЎҒЛИ

**ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР МАССАЛИ ТЕРМОРЕАКТИВ ФЕНОЛ-
ФОРМАЛЬДЕГИД ОЛИГОМЕРЛАРИНИНГ СИНТЕЗ ҚИЛИШ
ШАРОИТЛАРИНИ УЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ВА ТЕХНОЛОГИК
ХОССАЛАРИГА ТАЪСИРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАҢЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИНИНГ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси
Ўзбекистон Республикаси олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги хузуридаги
Олий аттестация комиссиясида В2024.2.PhD/Т4594 рақам билан рўйхатдан ўтказилган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз тилида (резюме)) www.tkti.uz
манзили бўйича веб-саҳифада ва www.ziyonet.uz манзили бўйича «ZiyoNET» Ахборот-
таълим порталида жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: Алимухамедов Музафар Ганиевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Кодиров Тўлқин Жумаевич
техника фанлари доктори, профессор

Мадиев Руслан Хаиткулович
техника фанлари номзоди

Етакчи ташкилот: И. Каримов номидаги Тошкент Давлат техника
университети

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти хузуридаги илмий
даражалар берувчи DSc. 03/30.12.2019.Т.04.01 рақамли Илмий Кенгашнинг «17» 04
2025 йил соат «9:00» даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш.,
Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси, 32-уй. Тел.: (998-71) 244-79-20, факс: (998-71) 244-
79-17, e-mail: info@tkti.uz). Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-кават,
анжуманлар зали).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот-ресурс марказида
танишиш мумкин. (№ 7 - рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент ш.,
Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси, 32-уй. Тел.: (998-71) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2025 йил «15» 03 кунни тарқатилди.
(2025 йил «15» 03 даги № 7 рақамли рестр баённомаси).



С.М. Туробжонов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., академик

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

Г.Р. Раҳмонбердиев
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, к.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда полимерлар саноатининг ривожланишида физик-механик ва эксплуатацион хоссалари, жумладан зичлиги паст, юқори диэлектрик хусусиятли, экологик хавфсизлиги ва арзонлиги полимер композициялар ишлаб чиқариш муҳим ўрин тутади. Композицион материаллар чокланган ҳолатга ўтганда, материалда ички кучланишларни (зўриқишларни) келтириб чиқармайдиган, полимернинг ёрилиши ва нуқсонларини олдини олувчи мустаҳкам ва барқарор боғловчиларни аниқлаш, юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлари ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Дунёда мустаҳкам ва барқарор боғловчилар кўшиш юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлари олиш, таркиби турли тўлдирувчилар билан модификациялашган полимер композициялар ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада алифатик гидроксил сақлаган полиэфирполиоллар ва фенол спиртлар асосида композицион материаллар таркибини ишлаб чиқиш, уларнинг физик-кимёвий хоссаларини технологик ва эксплуатацион хусусиятларига боғлиқлигини аниқлаш, саноатда мақсадли фойдаланиш имконини берувчи материаллар ишлаб чиқариш технологияларини яратиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамызда иккиламчи маҳсулотлардан мустаҳкам ва барқарор боғловчиларни аниқлаш, композицион полимернинг хусусиятларини ўзгартириш, технологик ва эксплуатацион хусусиятларини тартибга солиш ва уни қайта ишлашнинг энергия ва ресурстежамкор тизимлардан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилиб, муайян илмий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «мавжуд имкониятларни тўлиқ ишга солган ҳолда маҳаллий саноат тармоқлари салоҳиятини янада ривожлантириш, ташқи бозор ва ҳалқаро талабларга жавоб берадиган стандартларни жорий этиш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, хоссалари олдиндан белгиланган маҳаллий хом ашёлар асосида махсус хусусиятларга эга юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерларини олиш, улар асосида материаллар ишлаб чиқариш технологиясини жадаллаштиришга йўналтирилган тадқиқотлар алоҳида аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, 2020 йил 2-мартдаги ПФ-5953-сонли «Илм, маърифат ва рақамли иқтисодиётни ривожлантириш йилида амалга оширишга оид Давлат дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сонли «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини ривожлантиришни янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3264-сон «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида» фармони

такомил-лаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 17 январдаги ПҚ-3479-сонли «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармонлари ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерларининг синтез қилиш шароитларини уларнинг физик-кимёвий ва технологик хоссаларига таъсири бўйича илмий-тадқиқот ишлари куйидаги олимлар томонидан олиб борилган. Xie J., Zeng N., Li N., Xiao M., Rao X., Wu Y., Варюхин В.В., Шишлов О.Ф., Трошин Д.П., Гоготов А.Ф., Варфоломеев А. А., Угрюмов С.А., Федотов А.А., Eter G., Застрочина О.Б., Швец Н.И., Постнов В.И., Серкова Е.А., Liu Sh., Dongsen W., Li X., Liu P., Kassebi F., Mammadov B., Francisco C., Виткалова И.А., Parameswaran P.S. ҳамда Республикамиздаги маҳаллий олимлар томонидан терморектив олигомерлар синтез қилиниб, физик-кимёвий хоссаларини яхшилаш, уларни қўллаш устида Магруппов Ф.А., Абдурашидов Т.Р., Джалилов А.Т., Негматов С.С., Рашидова С.Ш., Таджиходжаев З.А., Мухиддинов Б.Ф., Каримов М.К., Алимухамедов М.Г., Адиллов Р.И., Низамов Т.А., Жўраев А.Б. ва бошқалар илмий-амалий ишлар олиб боришган.

Ушбу олимлар фенол, карданол, фурфурол ва бошқа мономерлар асосида формальдегид ва катализаторлар иштирокида фенол-формальдегид олигомерларини синтез қилишнинг назарий ва амалий асосларини ўрганиб, уларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилдилар. Олинган олигомерларни боғловчи сифатида фойдаланиб, улар асосидаги пластмассаларнинг физик-механик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш имкониятларини аниқладилар.

Ҳозирда маиший техника ва кимё саноати учун полимер композит материалларни модификациялашнинг янги юқори самарали, экологик тоза ва иқтисодий самарадор технологияларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш ишлари олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг «ОТ-Ф7-13-Юқори молекулали терморектив олигомерлар ва уларни тикилган ҳолатга ўтиш қонуниятлари» (2018-2020 й.й.) мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлар ва улар асосида пресс материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

адипин кислота ва бир қатор гликолар асосида алифатик гидроксил сақловчи полиэфирполиоллар синтези, уларни физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш;

фенол ва формальдегид асосида фенол спиртларни синтез қилиш қонуниятларини тадқиқ қилиш;

алифатик гидроксил сақловчи полиэфирполиол ва фенол спирт асосида юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерларини синтез қилиш қонуниятларини тадқиқ қилиш ва технологиясини ишлаб чиқиш, унинг структура ва хоссаларини тадқиқ қилиш;

синтез қилинган юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлари асосида полимер композициялар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, техник-иқтисодий самарадорлиги ўрганиш ва олинган пресс материалларни физик-механик хоссаларини тадқиқ қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида адипин кислота, диэтиленгликол, фенол, формальдегид, катализаторлар (рух ацетат, натрий гидроксид, малеин ангидрид), полимер композициялар олиш учун дарахт уни, базальт кукуни, магний оксид, сажа ва стеарин кислоталар олинган.

Тадқиқотнинг предмети юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлари ҳосил бўлиш қонуниятлари ҳамда уларидан фойдаланиб композицион материаллар рецептураларини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида технологик ва эксплуатацион хусусиятларни аниқлаш учун стандартлаштирилган синов услублари - термомеханик, спектроскопик, турбидиметрик, дифференциал-термогравиметрик тадқиқотлар, шунингдек, олинган натижаларни статистик қайта ишлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйдагилардан иборат:

1:1,1 мол/мол нисбатида адипин кислота ва алифатик дигликоларнинг поликонденсацияланиш шароитлари аниқланиб, юқори молекуляр массали ($M_n=10\ 000$ г/мол) резол типдаги фенол-формальдегид олигомерлари учун мономерлар бўлишлиги асосланган;

фенол ва формальдегиднинг 1:1,5 мол/мол нисбати юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлар олиш учун мақбул нисбат эканлиги исботланган;

олигомер қовушқоқлиги, Уббеллоде бўйича томчи тушиш ҳарорати, ўртача ва вазний молекуляр массаси ортиши диэтиленгликол-адипинатолнинг икки томонига фенол спиртлар кимёвий боғланиши билан асосланган;

синтез қилинган юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерларининг қовушқоқлик бўйича молекуляр массаси аниқланиб, бу тизимлар учун Марк-Хувинк-Кун тенгламасининг коэффицентлари $K=1,0532$ ва $\alpha=0,103$ тенг эканлиги асосланган;

юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлар ва улар асосида иссиқбардош электр буюмлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйдагилардан иборат:

юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлари олиш мақбул параметрлари аниқланган;

юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомери асосида полимер композиция олиш технологияси ишлаб чиқилган;

юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомери асосида иссиқ бардош электр буюмлар олиш мақбул параметрлари аниқланган;

юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомери асосида ППФАВМФФО-1/80Б маркали полимер композиция олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги физик-механик ва кимёвий, турбидиметрик ва дифференциал термогравиметрик таҳлил усулларининг натижалари ушбу диссертацияда берилган илмий хулосалар, баҳолаш мезонлари ва ишлаб чиқариш синовлари натижаларининг адекватлиги, ишлаб чиқилган композицияларнинг ишлаб чиқариш циклига киритилиши билан исботланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерининг физик-механик хусусиятлари орасидаги боғлиқлик қонуниятларининг асосланганлиги, барқарор боғловчилар, тўлдирувчилар ва полимер композициялар ўртасидаги жараён механизмининг исботланганлиги, кўп компонентли махсус хусусиятларга эга терморектив полимер композициялар ишлаб чиқарилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти олдиндан белгиланган хусусиятларга эга ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлари асосида ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материаллар ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлар ва улар асосида пресс материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш натижасида:

ФАВМФФО-1/80 юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомери олиш технологияси «Акмал Умид Барака» МЧЖнинг «2025-2026 йиллардаги амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Uzeltexsanoat» уюшмасининг 2024 йил 19 июлдаги №04-3/1202 сонли маълумотномаси). Натижада ППФАВМФФО-1/80Б маркали полимер композиция асоси - импорт ПФ2А2-131 маркали олигомерни тўлиқ алмаштириш имконини берган;

ППФАВМФФО-1/80Б маркали полимер композиция олиш технологияси «Акмал Умид Барака» МЧЖнинг «2025-2026 йиллардаги амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Uzeltexsanoat» уюшмасининг 2024 йил 19 июлдаги №04-3/1202 сонли маълумотномаси). Натижада иссиқбардош электр буюлари ишлаб чиқариш ва импорт қилинувчи маҳсулотларни маҳаллийлаштириш имконини берган;

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 7 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, шундан, 3 та Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

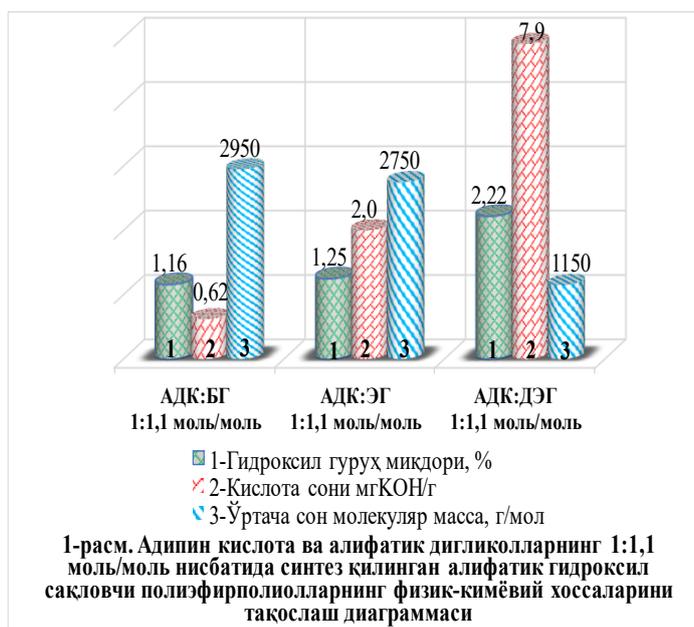
Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўрт боб, хулоса, 101 та фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан ташкил топган. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида мавзунинг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети, илмий янгилиги ва амалий аҳамияти, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, ўтказилган тадқиқотларнинг ишончлилиги, апробацияси ва натижаларнинг нашр қилинганлиги, диссертациянинг ҳажми, тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Фенол-формальдегид олигомерлари синтезининг кимёвий асослари, хоссаларини белгиловчи технологик омиллар ва уларни олиш имкониятлари**» деб номланган **биринчи** бобида мавзу бўйича хорижий ва маҳаллий адабиётлар умумлаштирилган ва илмий-таҳлилий хулосалар чиқарилган, ҳамда диссертация ишининг мақсади, вазифалари, долзарблиги ва муҳимлиги асосланган.

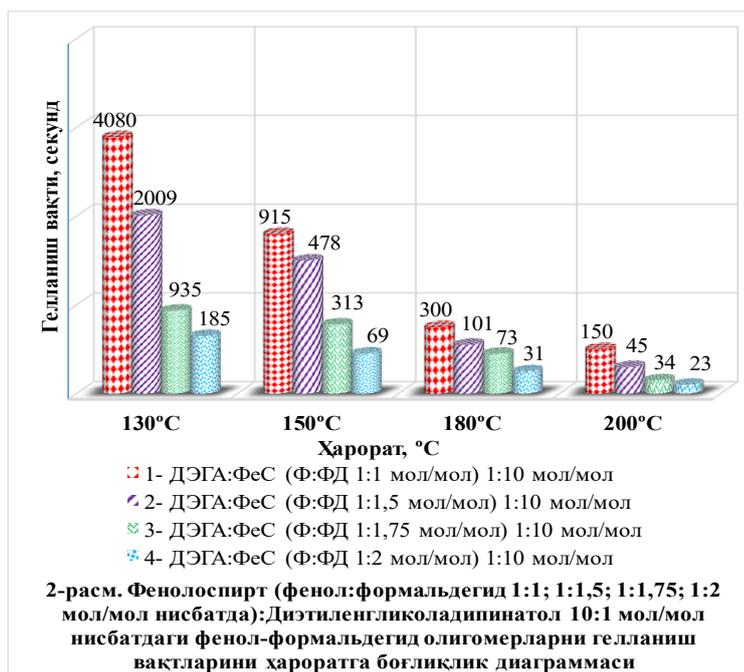
Диссертациянинг «**Юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерини синтез қилиш, уларнинг тадқиқот объектларини танлаш ва уларни ўрганиш усуллари**» деб номланган **иккинчи** бобида тадқиқотларни олиб бориш бўйича дастлаб хом-ашёлар, уларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари, дастлабки моддаларни, юқори



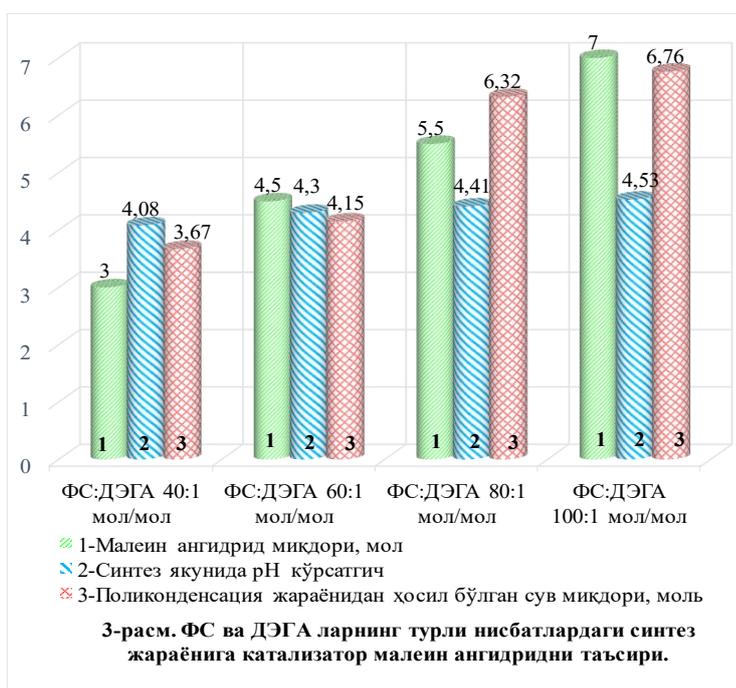
молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид соолигомерларини синтез қилиш методикалари, физик-кимёвий таҳлил, қотиш шароитлари ва технологик хоссаларини таҳлил қилиш усуллари, синтез қилинган мономерлар ва соолигомерларнинг тузилишининг таҳлил усулларининг баёни келтирилган. ФАВМФФО-1/80 маркали соолигомер асосида ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс композицияни лаборатория шароитида олиш ва олинган намуналарнинг физик-механик

кўрсаткичларини аниқлаш усуллари келтирилган.

Диссертациянинг «**Юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерлари синтези ва уларни тадқиқ қилишдан олинган натижаларнинг муҳокамаси**» деб номланган учинчи бобида адипин кислота ва алифатик дигликол (диэтиленгликоль (ДЭГ), этиленгликоль (ЭГ), бутиленгликоль (БГ)) ларнинг турли хил нисбатларида поликонденсацияланиш шароитлари ўрганилди. Синтез қилинган диэтиленгликоладипинатол, этиленгликоладипинатол ва бутиленгликоладипинатолларнинг физик-кимёвий хоссаларини таққослаб (1-расм) кислота сони ва гидроксил гуруҳ миқдори юқори, молекуляр массаси пастроқ бўлганда ҳам қовушқоқ суяқ ҳолатда бўладиган АДК ва ДЭГ нинг 1:1,1 мол/мол нисбатида синтез қилинган диэтиленгликоладипинатолни мономер сифатида танлаб олинди.



Тадқиқотларимизнинг кейинги босқичида, юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерларини ишлаб чиқариш талабларига мос келадиган фенол спиртларни синтез қилиш қонуниятларини ўрганилди. Фенол ва формальдегиднинг 1:1,5 мол/мол нисбатидаги фенол спиртлар юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерларини ишлаб чиқариш талабларига жавоб бериши кўрсатилди. (2-расм)

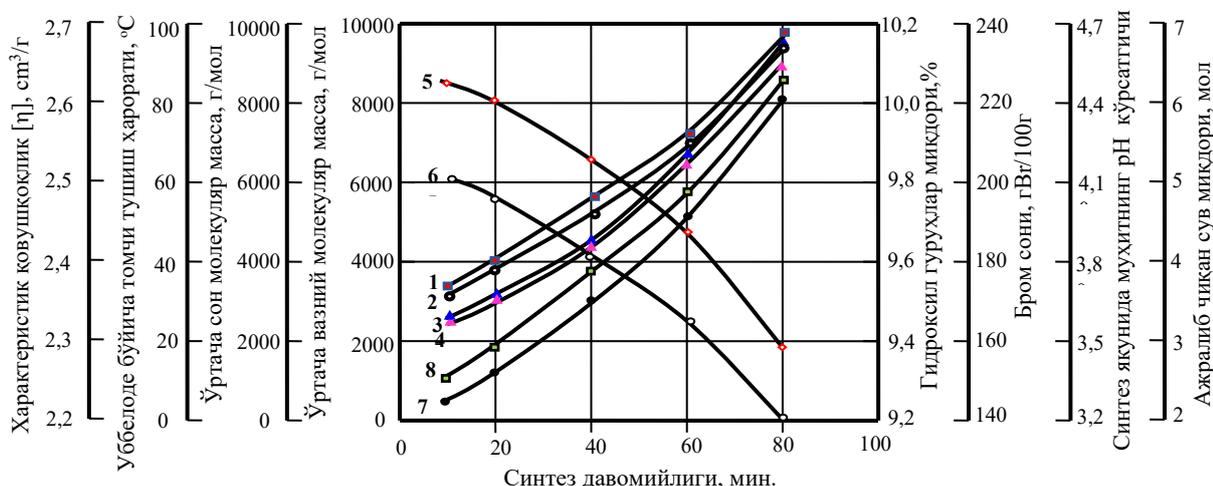


Тадқиқотларимизни давом эттириб, юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерларининг ҳосил бўлиш қонуниятларини ўрганилди. Бунда дастлаб якуний олигомерларни хоссаларига ДЭГА:ФС мол нисбатини таъсири ўрганилди. (3-расм)

Синтез учун олинган ДЭГанинг 1 молига ФСнинг 40, 60, 80 ва 100 мол нисбатларида таъсирлаштириш

орқали сополиконденсацияланиш жараёни олиб борилди. Синтез жараёнига қўшилаётган МА катализатори юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлари ҳосил бўлишида қатнашиб, олигомерларнинг молекуляр массасини ортишига хизмат қилмоқда.

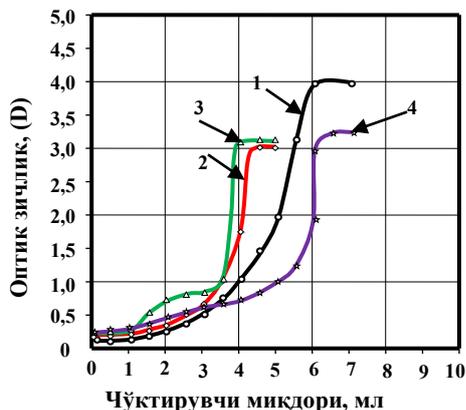
Реакцион массанинг физик-кимёвий хоссаларига синтез давомийлигининг таъсири ўрганилган(4-расм).



4 – расм. Фенолоспирт ва диэтиленгликоладипинатол (80:1 мол/мол) нисбатда соолигомерлари ҳосил бўлишига реакция давомийлигининг таъсири. 1 - Характеристик қовушқоқлик; 2 - Уббелодде бўйича томчи тушиш ҳарорати; 3 - Ўртача сон молекуляр масса; 4 - Ўртача вазний молекуляр масса; 5 - Гидроксил гуруҳлар миқдори; 6 - Бром сони; 7 - Синтез якунида муҳитнинг рН кўрсаткичи; 8 - Ажралиб чиққан сув

Синтез давомийлиги характеристик қовушқоқликни, Уббелодде бўйича томчи тушиш ҳароратларини, ўртача ва вазний молекуляр массани ва синтез жараёнида ажралаётган сув миқдорини ортишига сабаб бўлмоқда. Умуман олганда, синтез давомийлиги юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид соолигомерларининг ҳосил бўлишида асосий вазифани бажариши кўрсатилди.

Яқуний соолигомерларни тузилишини турбидиметрик титрлаш усули билан таҳлил қилдик. Асосий эритувчи сифатида диметилформамид, чўктирувчи сифатида дистилланган сув танланди. Барча намуналар натижалари асосида 5-расмдаги каби эгри чизикли график чизилди. Танланган технологик шароитларда ФС:ДЭГА моляр нисбатларидан қатъий назар, соолигомерлар ҳосил бўлиши кўрсатилди. Уларда диэтиленгликоладипинатолнинг ҳар икки томонига фенолоспиртлар кимёвий боғлар ёрдамида боғланади.

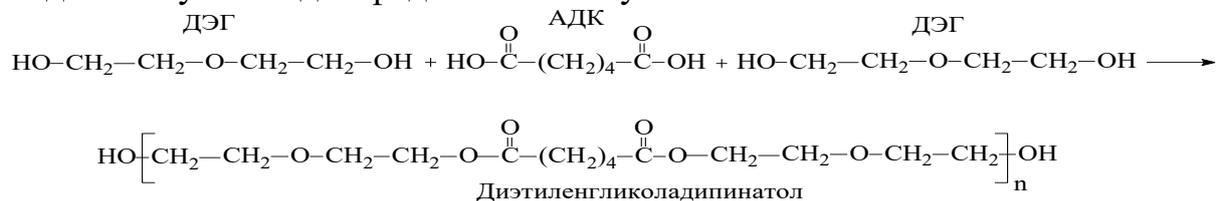


5 – расм. 1% ли олигомер эритмалари оптик зичлигининг чўктирувчи миқдорига боғлиқлиги. 1:40

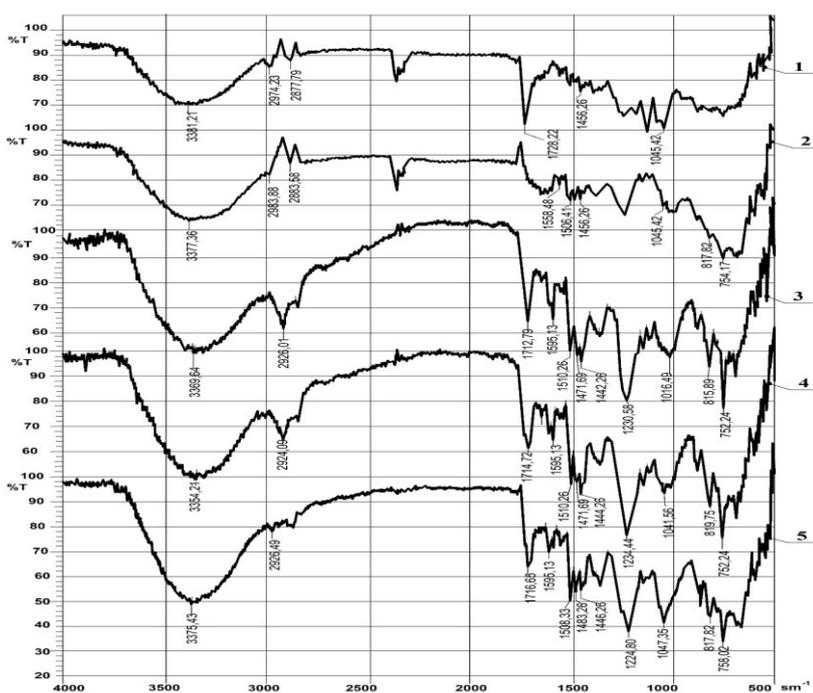
1-ДЭГА (диэтиленгликоладипинатол): эритувчи – диметилформамид, чўктирувчи - дистилланган сув.
 2-Фенолоспирт (фенол:формальдегид 1:1,5 мол/мол) асосида синтез қилинган резол типдаги аънавий оддий фенол-формальдегид олигомери (РТАОФФО): эритувчи – диметилформамид, чўктирувчи - дистилланган сув.
 3-РТАОФФО:ДЭГАнинг ўзаро 40:1 мол/мол нисбатидаги механик аралашмаси: эритувчи – диметилформамид, чўктирувчи - дистилланган сув.
 4-Фенолоспирт ҳамда диэтиленгликоладипинатолнинг 40:1 мол/мол нисбатда синтез қилинган юқори молекула массали терморреактив фенол-формальдегид соолигомерлари: эритувчи – диметилформамид, чўктирувчи - дистилланган сув.

Танланган технологик шароитларда ҳосил бўлаётган юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид соолигомерларининг тузилиши таҳлилларни янада аниқлаштириш мақсадида ИҚ ва ЯМР – спектроскопия таҳлиллари ўтказилди. (6 – расм)

Ушбу маълумотлар асосида диэтиленгликоладипинатол (ДЭГА)ни қуйидагича тузилишда ифодалашимиз мумкин:



2 – спектр фенол ва формальдегиднинг 1:1,5 мол/мол нисбатида синтез қилинган фенолоспиртнинг ИҚ-спектрларига тегишли бўлиб, диметилолфенол ва триметилолфеноллар ҳосил бўлаётганидан далолат берди. 3,4,5 – ўтказиш



чўққилари фенолоспирт ва диэтиленгликоладипинатолнинг 80:1 мол/мол нисбатида 20, 40 ва 80 дақиқа давомида синтез қилинган юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид соолигомерларининг ИҚ-спектрларида гидроксил гуруҳларига тегишли чўққилар (3369 см⁻¹, 3354 см⁻¹, 3375 см⁻¹ ва 1016 см⁻¹, 1041 см⁻¹, 1047 см⁻¹) мавжуд бўлиб, уларнинг интенсивлиги синтез давомийлиги ортиши билан камайди. Метилен гуруҳга тегишли чўққилар (2926 см⁻¹, 2924 см⁻¹, 2926 см⁻¹) ўзгармади. Синтез вақти ортиши билан 1442 см⁻¹,

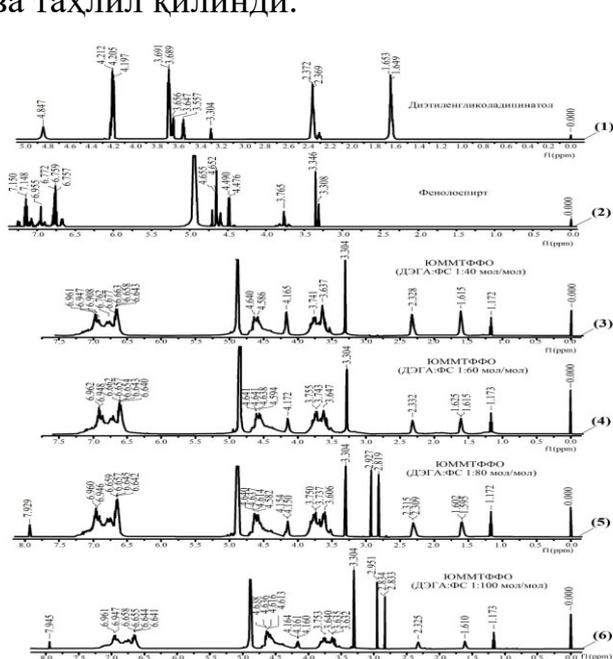
6 – расм. ДЭГА:ФеС ларнинг 1:80 мол/мол нисбатида синтез қилинган соолигомерларнинг ва синтез қилиш учун фойдаланилган мономерларнинг ИҚ- спектрлари:

1-Диэтиленгликоладипинатол; 2-Фенолоспирт; 3-ДЭГА:ФеС 1:80 мол/мол нисбат синтез давомийлиги 20 дақиқа; 4-ДЭГА:ФеС 1:80 мол/мол нисбат синтез давомийлиги 40 дақиқа; 5-ДЭГА:ФеС 1:80 мол/мол нисбат синтез давомийлиги 80 дақиқа.

1444 см⁻¹, 1446 см⁻¹ чўққилари пайдо бўлиб, бу чўққилар метилен кўпригига (Ar-CH₂-Ar) тегишли эканлиги аниқланди. Диметилен эфир гуруҳлари 1230 см⁻¹, 1234 см⁻¹, 1224 см⁻¹ чўққиларида намоён бўлди, бу (Ar-CH₂-O-CH₂-Ar) ҳосил бўлишини кўрсатади. Мураккаб эфир гуруҳлари 1712 см⁻¹, 1714 см⁻¹, 1716 см⁻¹ чўққиларида пайдо бўлди. Бензол ҳалқадаги –C=C– гуруҳига тегишли чўққилар (1595 см⁻¹, 1510 см⁻¹), 1,2,4-триалмашган (815-819 см⁻¹) ва 1,2,6-триалмашган (752-758 см⁻¹) бензол ҳалқаларга тегишли чўққилар ўзгармади.

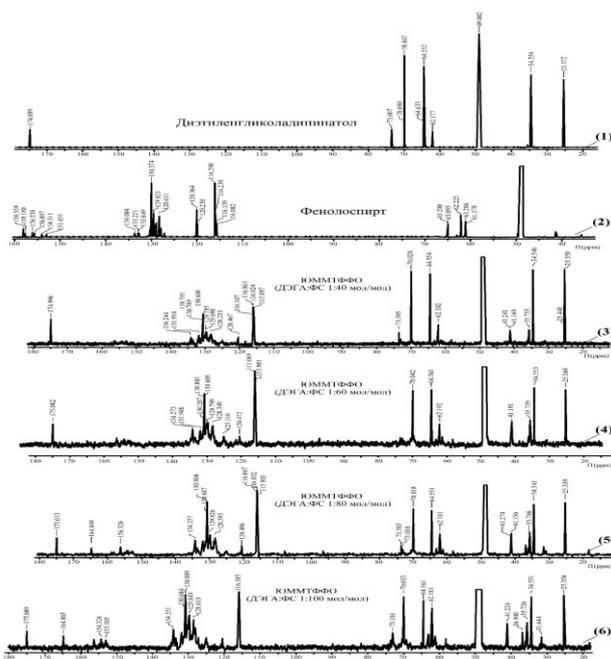
ДЭГА:ФС 1:80 мол/мол нисбатдаги соолигомер мисолида таҳлил қилинган ИҚ-спектрлар барча нисбатлардаги соолигомерларнинг тузилиш структураси

бир хил эканлигини кўрсатади. ИҚ-спектр маълумотларини янада аниқроқ тушуниш учун 7-расмда ЯМР ^1H ва 8-расмда ЯМР ^{13}C спектрлари тасвирланди ва таҳлил қилинди.



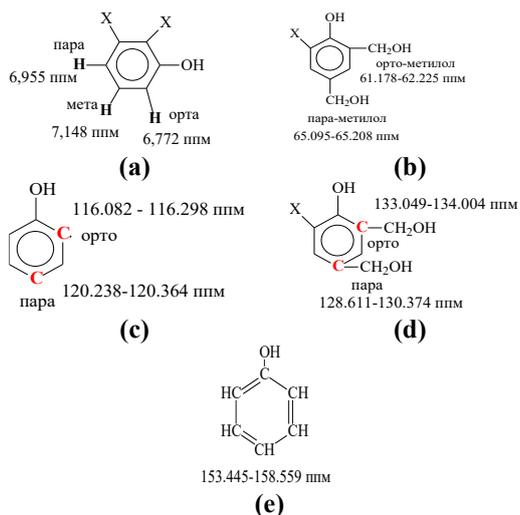
7-расм. ДЭГА:ФС ларнинг 1:40, 1:60, 1:80 ва 1:100 мол/мол нисбатларида синтез қилинган якуний ЮММТФФ олигомерларнинг ва синтез қилиш учун фойдаланилган мономерларнинг ^1H ЯМР-спектрлари:

1-Диэтиленгликоладипинатол; 2-Фенолоспирт;
3-ДЭГА:ФС 1:40 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
4-ДЭГА:ФС 1:60 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
5-ДЭГА:ФС 1:80 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
6-ДЭГА:ФС 1:100 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер.



8-расм. ДЭГА:ФС ларнинг 1:40, 1:60, 1:80 ва 1:100 мол/мол нисбатларида синтез қилинган якуний ЮММТФФ олигомерларнинг ва синтез қилиш учун фойдаланилган мономерларнинг ^{13}C ЯМР-спектрлари:

1-Диэтиленгликоладипинатол; 2-Фенолоспирт;
3-ДЭГА:ФС 1:40 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
4-ДЭГА:ФС 1:60 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
5-ДЭГА:ФС 1:80 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер;
6-ДЭГА:ФС 1:100 мол/мол нисбатда синтез қилинган олигомер.



9 - расм. Ароматик ҳалқадаги ^1H протонларини ва ароматик ҳалқадаги ^{13}C углерод атомларини ЯМР кимёвий силжишларда жойлашиш стурктураси

7 ва 8-расмнинг 1-спектрида ЯМР ^1H ва ЯМР ^{13}C кимёвий силжишлар диэтиленгликоладипинатол (ДЭГА) мономериға тегишли. ЯМР ^1H кимёвий силжишлари: $-\text{CH}-$ протонлар, $-\text{CH}_2-$ метилен гуруҳ протонлари, карбонил гуруҳ ёнидаги метилен гуруҳлар, диэтиленгликолдаги оддий эфир протонлари ва $-\text{CH}_2-\text{OH}$ бирламчи гидроксил гуруҳ протонлари аниқланди. ЯМР ^{13}C ПМР маълумотларини тасдиқлайди.

2-спектрида тасвирланган. ЯМР ^1H ва ЯМР ^{13}C таҳлили ФСда қуйдаги бирикмалар борлигини кўрсатди.(9-расм)

Фенол ва формальдегиднинг 1:1,5 мол/мол нисбатида синтез қилинган фенолоспирт (ФС)нинг ЯМР ^1H ва ЯМР ^{13}C кимёвий силжишлари 7-ва 8 – расмларнинг

ДЭГА:ФС ларнинг 1:40, 1:60, 1:80 ва 1:100 мол/мол нисбатларида синтез қилинган якуний маҳсулотларнинг ЯМР ^1H , ^{13}C спектрларида 1,17-1,62 ppm ораликдаги кимёвий силжиш ($-\text{CH}=\text{CH}-$) протонлари билан боғлиқ. Бу, малеин ангидриднинг поликонденсация жараёнида иштирок этишини ва молекуляр массани оширишини кўрсатади. 2,309-2,332 ppm ораликдаги кимёвий силжиш ($-\text{CH}_2-$) метилен гуруҳининг протонларига тегишли, бу барча олигомерларда мавжуд. 2,819-2,951 ppm ораликдаги узун кимёвий силжиш фақат 5- ва 6-спектрларда кўринади. Бу фенолоспирт миқдори кўпроқ бўлган олигомерларда ароматик ҳалқаларни боғлайдиган метилен кўприклар ($\text{Ar}-\text{CH}_2-\text{Ar}$) ҳосил бўлишини кўрсатади. 3,304 ppm узун кимёвий силжиш 3,4,5,6-спектрларда кўринади, бу метилен кўприклари миқдорининг ортишига ишора қилади. 3,60-3,75 ppm ораликдаги кимёвий силжишлар ($-\text{CH}_2-\text{O}-$) таркибидаги протонларга, 4,15-4,17 ppm ораликдаги кимёвий силжишлар ($-\text{O}-\text{C}(\text{O})-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(\text{O})-\text{O}$) таркибидаги протонларга, 4,58-4,64 ppm ораликдаги кимёвий силжишлар оддий эфир ($-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$) таркибидаги протонларга ва 6,64-6,96 ppm ораликдаги кимёвий силжишлар ароматик ҳалдаги орто ва пара ҳолатдаги алмашмаган протонларга тегишли эканлиги аниқланди.

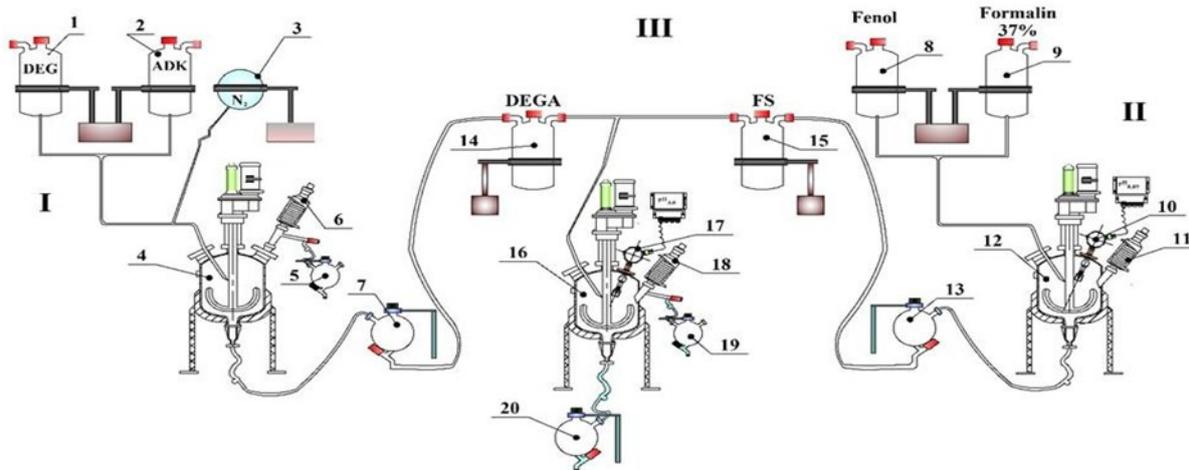
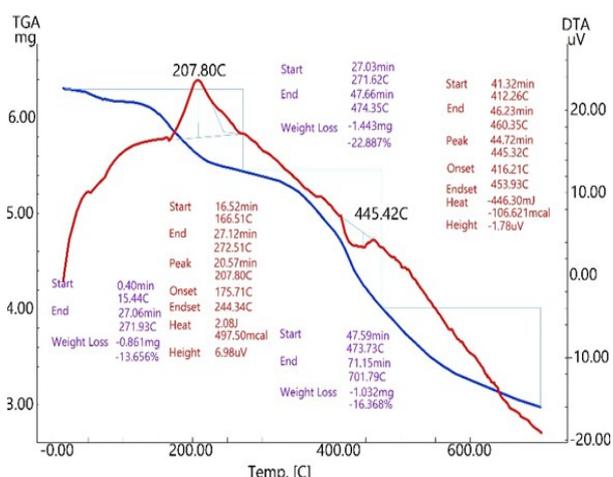
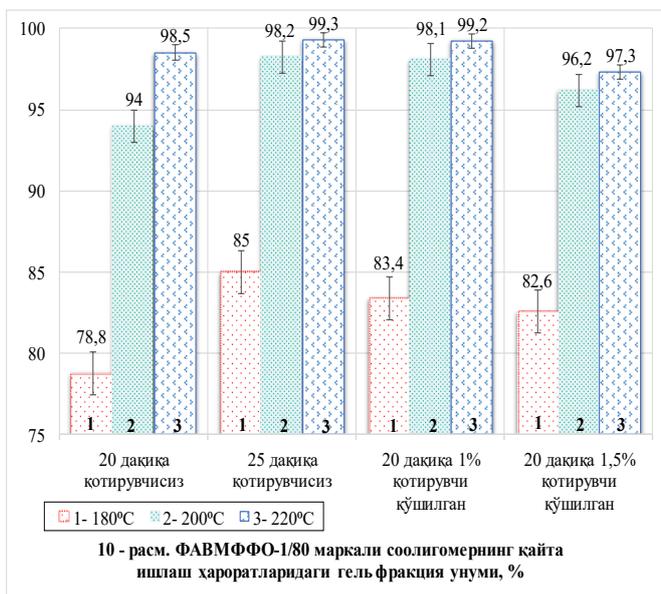
ИҚ- ва ПМР-спектроскопик анализларнинг натижаларини якуний маҳсулотларнинг ЯМР ^{13}C спектрлари тасдиқлайди.

Диссертациянинг «**Юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомерлари асосида полимер композициялар ишлаб чиқиш, олинган пресс материалларни тажриба синовлари ва техник иқтисодий самарадорлиги**» деб номланган тўртинчи бобда дастлаб синтез шароитларини технологик хоссаларга таъсири ўрганилган. ДЭГА ва ФС асосида юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомерлари ишлаб чиқариш технологияси ишлаб чиқилган.

Синтез қилинган ФС:ДЭГА 40:1, 60:1, 80:1 ва 100:1 мол/мол нисбатлардаги юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид соолигомерларининг технологик хоссалари ўрганилди. Тикилган ҳолга ўтиш шароитлари ГОСТ Р 57779-2017 (ИСО 8987:2005) бўйича 130°C, 150°C, 180°C ва 200°C ҳароратларда ўрганилди. Синтез вақтлари ортиши билан гелланиш вақтлари камайиб бормоқда. Сополиконденсатларнинг термореактивлиги молекуляр массаларининг ошиши билан ортиб боради.

ДЭГА:ФС 1:40, 1:60, 1:80 ва 1:100 мол/мол нисбатлардаги юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид соолигомерларидан 4 таси танлаб олинди ва улар ФАВМФФО-1/40, ФАВМФФО-1/60, ФАВМФФО-1/80 ва ФАВМФФО-1/100 деб номланди. Уларнинг гель фракцияси ГОСТ Р 59112-2020 (ИСО 10147:2011) бўйича ўрганилди. 150°C, 180°C ва 200°C ҳароратларда 10 дақ., 30 дақ., 1 соат, 5 соат ва 10 соат давомида қотирилган. Натижада, гель фракция унумдорлиги >98 % дан юқори бўлди. ФАВМФФО-1/80 маркали соолигомерни пресс композициялар учун танлаб олинди. 180°C, 200°C ва 220°C ҳароратларда қотирувчи ZnCl_2 нинг 1-1,5% қўшиб ва қотирувчи қўшмасдан гель фракция унумдорлиги ўрганилди. (10-расм) Пресс композицион материаллар учун энг мақбул намуна 200°C ҳароратда 1% қотирувчи қўшилганда 20 дақиқада гель фракция унуми 98,1 % бўлган намуна танлаб

олинди. ФАВМФФО-1/80 маркали соолигомернинг юқори ҳароратларга барқарорлигини ўрганиш мақсадида дифференциал термогравиметрик таҳлил (ДТА) ўтказилди. Олинган дериватограмма 11-расмда тасвирланган. Таҳлил натижалари соолигомернинг 470°C ҳароратгача барқарорлигини кўрсатди.



I- Диэтиленгликоладипинатол (ДЭГА) синтез қилиш бўлими;

II-Фенолоспирт синтез қилиш бўлими;

III-Юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомери синтез қилиш бўлими.

1-Диэтиленгликол учун дозаловчи идиш; 2-Адипин кислотаси учун дозаловчи идиш; 3-Инерт муҳит қилиш учун азотли шар; 4-Диэтиленгликоладипинатол (ДЭГА) синтез қилиш учун шишали реактор; 5,19-поликонденсация маҳсулотларини вакуум остида сўриб олувчи идиш; 6,11,18-Сув билан совутгич; 7-Синтез қилинган диэтиленгликоладипинатол (ДЭГА)ни оралик йиғувчи идиш; 8-Тоза фенол учун идиш; 9-Формалин эритмасини сақловчи идиш; 10,17-pH метр; 12-Фенолоспирт синтез қилиш учун шишали реактор; 13-Синтез қилинган Фенолоспиртни оралик йиғувчи идиш; 14,15-хом-ашё сақловчи идишлар; 16-Юқори молекуляр массали фенол-формальдегид олигомери синтез қилиш учун шишали реактор; 20-Тайёр ФАВМФФО-1/80 маркали олигомер сақловчи идиш.

ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекула массали термореактив фенол-формальдегид олигомерини ишлаб чиқариш технологик жараёни 3 босқичдан иборат.

I-босқич. АДК:ДЭГ 1:1,1 мол/мол нисбатда ДЭГА (диэтиленгликоладипинатол) синтез қилиш;

II–босқич. Фенол:формальдегид 1:1,5 мол/мол нисбатда ФС (фенол спирт) синтез қилиш;

III–босқич. ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекула массали терморектив фенол-формальдегид олигомерини синтез қилиш.

ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерини синтез қилиш технологик жараёни 12-расмдаги технологик схема асосида амалга оширилди.

ТКТИ ва «Акмал Умид Барака» МЧЖ томонидан синтез қилиб олинган ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерини бошқа аналоглари билан физик – кимёвий ва технологик хоссаларини солиштирдик. Солиштириш 3–жадвалда берилган.

3 – жадвал

ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморектив фенол-формальдегид олигомерини саноат аналоглари билан физик – кимёвий ва технологик хоссаларини солиштирма жадвали

№	Кўрсаткичлар	ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекула массали терморектив фенол-формальдегид олигомери	РС-Н (ВИАМ) резол:наволак 1:1 мол/мол (Россия)	СФ-340А ГОСТ 18694-80 (Россия)
1.	Ташқи кўриниш	Ўткир тўқ сариқ рангли, майдаланувчан қаттиқ	Суюқ ҳолда	Порошок ҳолда сариқ рангли қаттиқ
2.	Эркин фенол микдори, %	2,31%	5%	4%
3.	Уббелоде бўйича томчи тушиш ҳарорати, °С	95	35	90-110
4.	Ўртача молекуляр масса, г/мол	9600	480	750
5.	130°С да желатинланиш вақти, секунд	316	300	60-100
6.	Гель фракция унуми, %	200°С да 25 дақиқа қотирилган 98,2%	140°С да 3 соат қотирилган 94,7%	-

3–жадвалдан кўриниб турибдики, синтез қилинган ФАВМФФО-1/80 маркали олигомер саноат аналогларидан бир қанча хоссаларидан бўйича устунлигини кўришимиз мумкин.

ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материаллар ишлаб чиқариш технологияси 13-расмда келтирилган.

ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материаллар ишлаб чиқариш учун дастлаб, 4- ва 5- жадвалдаги рецептуралар асосида хом-ашё моддалар тоза ҳолатда ГОСТ нормалари асосида тоза ҳолатда (1) идишларга жойланади. (1) идишлардан хом-ашё моддалар бир марта юклаб олиш микдорича (2) тарозида тортиб олинади.

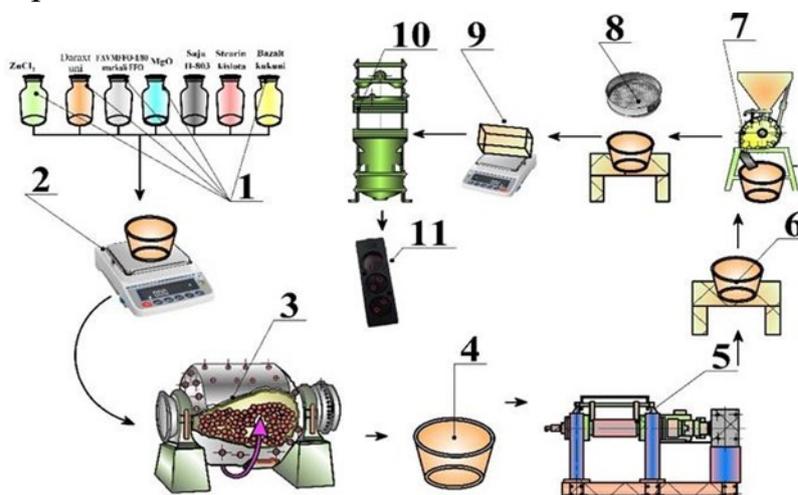
ППФАВМФФО-1/80 маркали пресс материал тайёрлаш учун рецептура

№	Компонентларнинг номи	Компонентларнинг вазифаси	Микдор, 100 м.к.	1000 кг пресс материал
1.	ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомери	Боғловчи	48	480 кг
2.	Дарахт уни, 160 маркали	Тўлдирувчи	46	460 кг
3.	Сажа П-803 маркали	Бўёвчи модда	1,5	15 кг
4.	Магний оксид MgO, таҳлил учун соф (ч.д.а.) ОКП 26 1121 0472 09	Тўлдирувчи	3	15 кг
5.	Стеарин кислота, 1865 маркали	Мойловчи модда	1,5	20 кг
Жами:			100	1000 кг

ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материал тайёрлаш учун рецептура

№	Компонентларнинг номи	Компонентларнинг вазифаси	Микдор, 100 м.к.	1000 кг пресс материал
1.	ФАВМФФО-1/80 маркали юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомери	Боғловчи	46	460 кг
2.	Рух хлорид ZnCl ₂ , А маркали	Қотирувчи	1	10 кг
3.	Дарахт уни, 160 маркали	Тўлдирувчи	30	300 кг
4.	Базальт кукуни, МП-1 маркали	Тўлдирувчи	17	170 кг
5.	Сажа П-803 маркали	Бўёвчи модда	2,5	25 кг
6.	Магний оксид MgO, таҳлил учун соф (ч.д.а.) ОКП 26 1121 0472 09	Тўлдирувчи	1,5	15 кг
7.	Стеарин кислота, 1865 маркали	Мойловчи модда	2	20 кг
Жами:			100	1000 кг

Тайёрланган хом-ашё моддалар (3) шарли тегирмонга юкланади. (3) Шарли тегирмонга бир марта юклашда хом-ашё моддалар умумий ҳажми 20 % ташкил қилиши шарт. (3) шарли тегирмонда ҳарорат 30°C да 25 дақиқа давомида 60-100 айл/мин. тезлик билан айланади. Шарларнинг ҳаракати туфайли ярим фабрикаат майдаланиб гомоген холга келади.



13 – расм. Юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлари асосидаги ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материаллар ишлаб чиқаришнинг ярим саноат технологик схемаси. 1-Жараёнда ишлатиладиган хом-ашё ва қўшимчаларни сақлаш учун идишлар; 2-Хом-ашёларни ўлчаш учун тарози; 3-Шарли тегирмон; 4-Шарли тегирмондан ярим фабрикаатни бўшатиб олиш учун идиш; 5-Қиздириб пластификацияловчи вальс; 6-Вальсдан чиқан пресс композиция бўлакларини совутиш учун идиш; 7-Кукуни қилиш учун майдалагич; 8-Майдаланган кукуни элаш учун элак(сито); 9-Пресс материални массасини ўлчаб, қолибга солиш учун тарози; 10-Пресс материални пресслаш учун гидравликпресс; 11-ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО- 1/80Б маркали пресс материаллардан олинган намуна.

Кейинги боскичда (3) шарли тегирмонда майдаланган ярим фабрикатни (4) идишга бўшатиб олинади. Бўшатиб олинган ярим фабрикат 130°C гача олдиндан қиздириб олинган (5) пластицияловчи вальсни юқори қисмидан (4) идиш ёрдамида берилади. (5) Пластицияловчи вальсинг айланиш тезлиги 100-120 айл/мин. бўлиш керак. Пластициялаш жараёни 3 дақиқа давомида олиб борилади. (5) пластицияловчи вальсинг таг қисмидаги йиғувчи қисмидан гомогенлашган бўлакларни (6) совитувчи идишга ўтказилади, хона ҳароратига тушириб олинади.

6-жадвал

Пресс намуналарни физик-механик, иссиқлик ва диэлектрик кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар номлари	ППФАВМФ ФО-1/80 маркали пресс материал асосидаги намуна	ППФАВМФ ФО-1/80Б маркали пресс материал асосидаги намуна	PF2A2- 131 маркали пресс материал асосидаги намуна	Синов усули
Физик кўрсаткичлари				
Ранг	Кулранг	Қора	Қора	ГОСТ5689-79
Сув шимувчанлиги, %	3,53	1,83	3,51	ГОСТ4650-2014
Намлик ва учувчан моддаларнинг масса улуши, %	0	0	0	ГОСТ 28804-90
Оқувчанлик, мм	115	143	136	ГОСТ28804-90
Зичлик, г/см ³	1,77	1,91	1,85	-
Механик кўрсаткичлари				
Эгилишга бўлган мустаҳкамликни Динстат типли асбобда синаш, МПа	0,3093	0,470	0,408	DIN 53435:2018-09
Зарбий ковушқоқликни Динстат типли асбобда синаш, Ж/м ²	16,298	16,231	14,434	DIN 53435:2018-09
Статик эгилишга синаш, МПа	78,5	90,2	86,3	ГОСТ 14019- 2003
Қаттиқлик, МПа	264,25	301,61	279,13	-
Иссиқлик кўрсаткичи				
Иссиқлик бардошлик Мартенс бўйича, °С	184 °С	195 °С	185 °С	ГОСТ 21341- 2014
Диэлектрик кўрсаткичлари				
Солиштира ҳажмий электр қаршилиги, Ом.	1·10 ¹¹	1·10 ¹²	1·10 ¹¹	ГОСТ 6433.2-71
Солиштира сирт электр қаршилиги, Ом.	1·10 ¹²	1·10 ¹³	1·10 ¹¹	ГОСТ 6433.2-71
Электр мустаҳкамлиги, кВ/мм,	10	14	11	ГОСТ 6433.3-71
50 Гс частотадаги диэлектрик йўқотишлар бурчагининг тангенци	0,08	0,09	0,08	ГОСТ 6433.4-71
50 Гс частотада диэлектрик ўтказувчанлик	7,5	8,9	8,1	ГОСТ 6433.4-71

Хона ҳароратигача туширилган ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс композициялар (7) майдаловчи жиҳозда кукун холига келтириб олинади. Кукун холига келган ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс композицияларни яна бир бор (8) элакда эланади. Элакдан ўтган ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс композициялар (9) тарозида пресс қолиб ҳажмига мос қилиб тортилади. Керакли буюн учун олинган қолиб гидравликпрессда пресслашдан 200°С да 1 соат олдин қиздириб олинади. Қиздирилган буюм қолипига пресс композиция солинади. (10) гидравлик пресс пресслаш учун ёпилади ва 12 МПа босимда 15-20 дақиқа давомида прессланади. Подресовка вақти 5 дақиқани ташкил қилади. 15-20 дақиқадан сўнг қолиб очилиб ичидан буюм чиқариб олинади.

Юқори молекуляр массали терморреактив фенол-формальдегид олигомерлари асосида ишлаб чиқилган пресс материаллардан «Акмал Умид Барака» МЧЖ корхонасидаги мавжуд технологик линияда намуналар олинди. Олинган пресс намуналарни физик-механик, иссиқлик ва диэлектрик кўрсаткичлари ГОСТ 5689-79 бўйича 6-жадвалда келтирилган.

6-жадвалдан кўриниб турибдики, ППФАВМФФО-1/80 маркали намунанинг технологик кўрсаткичлари паст бўлгани учун, ППФАВМФФО-1/80Б маркали материалдан олинган намуна Хитойдан импорт қилинадиган PF2A2-131 маркали пресс материалдан устунлиги аниқланди. Ушбу намуна иссиқлик бардошлилиги, сув шимувчанлиги, зарбий қовушқоқлиги, эгилишга мустаҳкамлиги, электр қаршилиги ва диэлектрик ўтказувчанлик бўйича яхшироқ кўрсаткичларга эга.

Тадқиқот натижалари асосида синтез қилинган ФАВМФФО-1/80 маркали олигомер асосида пресс материаллар ишлаб чиқариш учун иқтисодий самарадорлигини баҳолашда таннархлари импорт қилинаётган шу турдаги PF2A2-131 маркали пресс материалларининг таннархлари билан ўзаро таққосланди. (7-жадвал)

1 тонна ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материал ишлаб чиқариш учун 29 833 минг сўм сарф-харажатлар талаб этилади.

7 – жадвал

ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материал ишлаб чиқаришнинг иқтисодий самарадорлиги

Қўлланиладиган композиция	ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материал учун (махаллий)	PF2A2-131 маркали пресс материал учун (импорт)
«Акмал Умид Барака» МЧЖ корхонаси бўйича кутилаётган ишлаб чиқариш, тонна	5	5
Бир тоннасининг нархи, минг сўм	29 833	50 600
Йиллик нархи, минг сўм	149 165	253 000
Иқтисодий самарадорлик, минг сўм	103 835	

Импорт қилинадиган PF2A2-131 маркали пресс материалнинг бир тоннаси 4 000 АҚШ долларига тенг. АҚШ долларининг курси бир доллар учун 12 650 сўм бўлганда, бу бир тонна учун 50 600 минг сўмни ташкил қилади. Маҳаллий ишлаб

чиқарилган ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материалнинг бир тоннаси учун 29 833 минг сўмни ташкил этади. Нархлар ўртасидаги фарқ бир тонна учун $50\ 600 - 29\ 833 = 20\ 767$ минг сўмни ташкил этади.

«Акмал Умид Барака» МЧЖ корхонаси йилига четдан импорт қилаётган 5 тонна пресс материалнинг ўрнига маҳаллий ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материални қўллаш натижасида йилига 103 835 минг сўмлик иқтисодий самарага эришади.

Хулоса:

1. Алифатик гидроксил сақловчи полиэфирполиолларнинг синтез қилиш қонуниятлари ўрганилди. Тадқиқотлар натижасида хона ҳароратида ҳам суёқ агрегат ҳолда бўладиган, молекуляр массаси 1100 г/моль, гидроксил гуруҳ миқлори 2,2 % ва кислота сони 8 мгКОН/г бўлган АДК ва ДЭГ нинг 1:1,1 моль/моль нисбатида синтез қилинган диэтиленгликоладипинатолни дастлабки мономер сифатида танлаб олинди.

2. Юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомерларини ишлаб чиқариш талабларига жавоб берадиган фенол спирт синтез қилиш қонуниятлари ўрганилди. Синтез қилинган фенол спиртлар ичидан олигомерларининг қайта ишлаш вақтида ўртача қотадиган ва эритувчиларда яхши эрийдиган фенол:формальдегид 1:1,5 моль/моль нисбатда синтез қилинган фенол спиртни дастлабки мономер сифатида танланди.

3. Синтез қилинган ДЭГА ва ФС асосида юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомерларининг ҳосил бўлиш қонуниятлари ўрганилди.

4. Олигомерларнинг физик-кимёвий, технологик хоссалари аниқланиб, тузилиши замонавий ИҚ ва ЯМР –спектрлари билан таҳлил қилинган.

5. Марк-Хувинк-Кун тенгламасининг K, α коэффицентлари топилди. Молекуляр массаси 5127 г/мольдан 10689 г/мольга тенг юқори молекуляр массали термореактив фенол формальдегид олигомерлари синтез қилинди.

6. Синтез шароитларини юқори молекуляр массали олигомерларнинг технологик хоссаларига таъсири ўрганилди. Олинган технологик хоссалар натижасида юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомери ишлаб чиқаришнинг технологияси ишлаб чиқилди ва синтез қилинган ФАВМФФО-1/80 маркали олигомерини саноат аналоглари билан физик – кимёвий ва технологик хоссаларини солиштирилди;

7. Синтез қилинган юқори молекуляр массали термореактив фенол-формальдегид олигомерлари асосида полимер композиция ишлаб чиқариш рецептураси ва технологияси ишлаб чиқилди. Полимер композиция асосида тажриба синов намуналари олиниб синовдан ўтказилди.

8. Тадқиқот натижаларига кўра, маҳаллий ППФАВМФФО-1/80Б маркали пресс материални «Акмал Умид Барака» МЧЖ корхонасига четдан импорт қилинадиган PF2A2-131 маркали пресс материал билан иқтисодий самарадорлини таққосланди. Натижада корхона бир тонна пресс материал учун 20 767 минг сўм тежайди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К.Т.04.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТОХИРОВ МУРОДЖОН ИХТИЁР УГЛИ

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ
ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ФЕНОЛ-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ
ОЛИГОМЕРОВ НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

02.00.14 - Технология органических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент - 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером В2024.2.PhD/T4594.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.tcti.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziynet.uz.

Научный руководитель:

Алимухамедов Музафар Ганиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Кодиров Тулкин Жумаевич
доктор технических наук, профессор

Мадиев Руслан Хаиткулович
кандидат технических наук

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова

Защита диссертации состоится «17» 04 2025 г. в 9⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 по присуждению ученых степеней при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навоий, 32. Тел: (998-71) 244-79-20, факс: (998-71) 244-79-17, e-mail: info@tcti.uz, www.tcti.uz). Административное здание Ташкентского химико-технологического института, 2 этаж, конференц-зал).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 7 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А. Навои, 32. Тел: (998-71) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «15» 03 2025 года.
(протокол рассылки №7 от «15» 03 2025 года).



С.М. Туробжонов

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., академик

Х.И. Кодиров

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Г.Р. Рахмонбердиев

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время важную роль в развитии полимерной промышленности играет производство полимерных композиций с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, в частности, с низкой плотностью, высокими диэлектрическими характеристиками, экологической безопасностью и экономичностью. При переходе композиционных материалов в сшитое состояние важное значение имеет поиск прочных и стабильных связующих, которые не вызывают внутренние напряжения в материале, предотвращают растрескивание и образование дефектов полимера, а также производство высокомолекулярных терморезистивных фенол-формальдегидных олигомеров.

В мире ведутся научные исследования по получению терморезистивных высокомолекулярных фенольно-формальдегидных олигомеров путем поиска прочных и стабильных связующих, производству полимерных композиций, модифицированных различными наполнителями. В этой связи особое внимание уделяется разработке составов композиционных материалов на основе алифатических гидроксилсодержащих полиэфирполиолов и фенолоспиртов, выявлению зависимости между физико-химическими свойствами и технологическими и эксплуатационными характеристиками, созданию и испытанию технологий производства материалов, обеспечивающих их целевое применение в промышленности.

В нашей республике особое внимание уделяется синтезу доступных и стабильных связующих из вторичных продуктов, изменению свойств композиционного полимерного материала регулированию технологических и эксплуатационных свойств и использованию энерго-и ресурсосберегающих систем его переработки, и достигнуты определенные научные результаты. В стратегии развития Нового Узбекистана определены важные задачи по «дальнейшему развитию потенциала местных отраслей промышленности с полным использованием имеющихся возможностей, внедрению стандартов, отвечающих требованиям внешнего рынка и международным требованиям»². В связи с этим особое значение имеют исследования, направленные на получение высокомолекулярных терморезистивных фенолформальдегидных олигомеров со специальными свойствами на основе местного сырья с заранее заданными свойствами, ускорение технологии производства материалов на их основе.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах и Постановлениях Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП-5953 от 2 марта 2020 года «О Государственной программе по реализации в Год развития науки, просвещения и цифровой экономики», ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию развития химической промышленности в Республике Узбекистан», ПП-3264 от 29 августа 2017 года «О мерах по

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности», ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по влиянию условий синтеза высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров на их физико-химические и технологические свойства проводились следующими учеными. Xie J., Zeng N., Li N., Xiao M., Rao X., Wu Y., Варюхин В.В., Шишлов О.Ф., Трошин Д.П., Гоготов А.Ф., Варфоломеев А.А., Угрюмов С.А., Федотов А.А., Eter G., Застрочина О.Б., Швец Н.И., Постнов В.И., Серкова Е.А., Liu Sh., Dongsen W., Li X., Liu P., Kassebi F., Mammadov B., Francisco C., Виткалова И.А., Parameswaran P.S., а также учеными Республики, такими как, Магруппов Ф.А., Абдурашидов Т.Р., Джалилов А.Т., Негматов С.С., Рашидова С.Ш., Таджиходжаев З.А., Мухиддинов Б.Ф., Каримов М.К., Алимухамедов М.Г., Адиллов Р.И., Низамов Т.А., Жураев А.Б. и другими проводились научно-практические работы, были синтезированы термореактивные олигомеры, улучшены их физико-химические свойства, проведены исследования по их применению.

Эти ученые изучили теоретические и практические основы синтеза феноло-формальдегидных олигомеров из фенола, карданола, фурфурола и других мономеров и формальдегида в присутствии катализаторов, а также изучили их физико-химические свойства. Используя полученные олигомеры в качестве связующих выявлены возможности улучшения их физико-механических и эксплуатационных свойств пластмасс на их основе.

В настоящее время ведутся работы по разработке и исследованию новых высокоэффективных, экологически чистых и экономически эффективных технологий модификации полимерных композитных материалов для бытовой техники и химической промышленности.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках фундаментального проекта Ташкентского химико-технологического института «ОТ-Ф7-13-Высокомолекулярные термореактивные олигомеры и закономерности их перехода в сшитое состояние» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров и прессованных материалов на их основе.

Задачи исследования:

синтез алифатических гидроксилсодержащих полиэфирполиолов на основе адипиновой кислоты и ряда гликолей, исследование их физико-химических свойств;

исследование закономерностей синтеза фенолоспиртов на основе фенола и формальдегида;

исследование закономерностей и разработка технологии синтеза высокомолекулярных термореактивных фенольно-формальдегидных олигомеров на основе алифатического гидроксилсодержащего полиэфирполиола и фенолоспирта, исследование его структуры и свойств;

разработка технологии получения полимерных композиций на основе синтезированных высокомолекулярных термореактивных фенолоформальдегидных олигомеров, изучение технико-экономической эффективности и исследование физико-механических свойств полученных прессованных материалов.

Объектами исследования являются адипиновая кислота, диэтиленгликоль, фенол, формальдегид, катализаторы (ацетат цинка, гидроксид натрия, малеиновый ангидрид), древесная мука для получения полимерных композиций, базальтовый порошок, оксид магния, сажа и стеариновая кислота.

Предметом исследования являются закономерности образования высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров и разработка рецептур композиционных материалов с их использованием.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы стандартизированные методы испытаний для определения технологических и эксплуатационных свойств термомеханические, спектроскопические, турбидиметрические, дифференциально-термогравиметрические исследования, а также методы статистической обработки полученных результатов.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

определены условия поликонденсации адипиновой кислоты и алифатических дигликолей в соотношении 1:1,1 моль/моль и обосновано существование мономеров для высокомолекулярных ($M_n=10\ 000$ г/моль) фенолформальдегидных олигомеров резольного типа;

доказано оптимальное соотношение фенола и формальдегида для получения высокомолекулярных термореактивных фенольно-формальдегидных олигомеров в соотношении 1:1,5 моль/моль;

увеличение вязкости олигомера, температуры капле падения по Уббеллоде, средней и массовой молекулярной массы обусловлена химически связыванием фенолоспиртов диэтиленгликоль-адипинатом;

определена молекулярная масса синтезированных высокомолекулярных термореактивных фенолоформальдегидных олигомеров по изменению вязкости, определены коэффициенты уравнения Марка-Хувинка-Куна для этих систем: $K=1,0532$ и $\alpha=0,103$;

разработана технология получения высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров и термостойких электрических изделий на их основе.

Практические результаты исследования:

определены оптимальные параметры получения высокомолекулярных терморезистивных фенолформальдегидных олигомеров;

разработана технология получения полимерной композиции на основе высокомолекулярного терморезистивного фенолформальдегидного олигомера;

определены оптимальные параметры получения термостойких электрических изделий на основе высокомолекулярного терморезистивного олигомера фенолформальдегида;

разработана технология получения полимерной композиции марки ППФАВМФФО-1/80Б на основе высокомолекулярного терморезистивного фенолформальдегидного олигомера.

Достоверность результатов исследования обоснована результатами физико-механических и химических, турбидиметрических и дифференциальных термогравиметрических методов анализа, научными выводами, представленными в данной диссертации, адекватностью критериев оценки и результатами производственных испытаний, внедрением разработанных композиций в производственный цикл.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении фундаментальной зависимости строения свойства для высокомолекулярных терморезистивных фенолформальдегидных олигомеров, механизма их образования разработке многокомпонентных терморезистивных полимерных композиций со специальными свойствами.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии производства пресс-материалов марки ППФАВМФФО-1/80Б на основе высокомолекулярных терморезистивных фенолформальдегидных олигомеров марки ФАВМФФО-1/80.

Внедрение результатов исследования. Результате разработки технологии получения высокомолекулярных терморезистивных фенолформальдегидных олигомеров и прессовых материалов на их основе:

Технология получения высокомолекулярного терморезистивного фенолформальдегидного олигомера ФАВМФФО-1/80 включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в практику на 2025-2026 годы» ООО «Акмал Умид Барака» (справка Ассоциации «Узэлтехсаноат» № 04-3/1202 от 19 июля 2024г.). В результате полимерная композиция марки ППФАВМФФО-1/80Б позволила полностью заменить импортный олигомер марки ПФ2А2-131;

Технология получения полимерной композиции марки ППФАВМФФО-1/80Б включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в практику в 2025-2026 годах» ООО «Акмал Умид Барака» (согласно справке Ассоциации «Узэлтехсаноат» № 04-3/1202 от 19 июля 2024 года). В результате стало возможным производить жаропрочные электрические изделия и локализовать импортную продукцию;

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены в виде докладов на 7 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них 6 журнальных статей, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 101 наименования и приложения. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

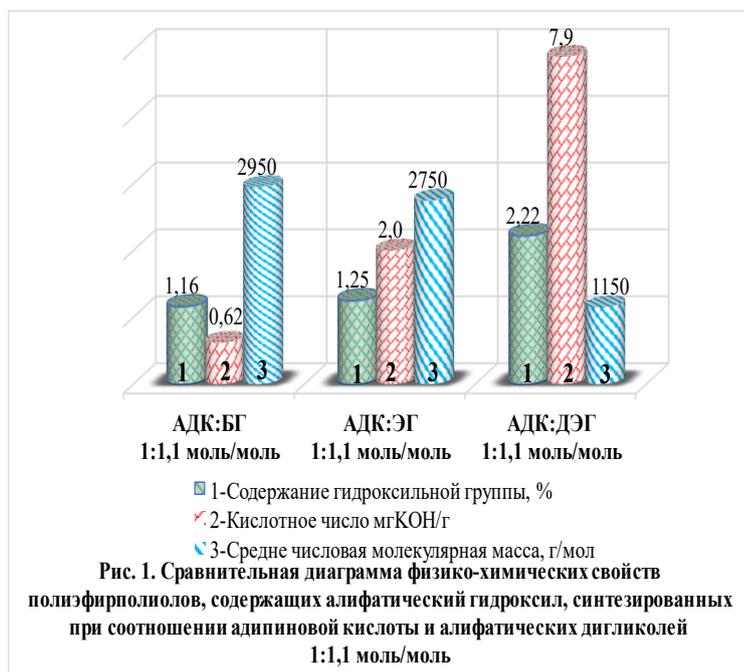
Во введении приведены сведения об актуальности и востребованности темы, цели и задачи исследования, объекте и предмете, научной новизны и практической значимости, внедрении результатов исследования в практику, достоверности проведенных исследований, апробации и публикации результатов, объеме и структуры диссертации.

В первой главе диссертации «Химические основы синтеза фенольно-формальдегидных олигомеров, технологические факторы, определяющие их свойства и возможности их получения» подробно освещен анализ зарубежной и отечественной литературы по теме диссертации. Обобщены данные и сделаны научно-аналитические выводы, а также представлены обзоры цели, задач, актуальности и важности диссертационной работы на основе сведений из научной литературы.

Во второй главе диссертации «Синтез высокомолекулярного терморезистивного фенолоформальдегидного олигомера, выбор объектов их исследования и методы их исследования» для проведения исследований представлены исходные сырьевые материалы, их основные физико-химические свойства, методы синтеза исходных веществ, высокомолекулярных терморезистивных фенол-формальдегидных сополимеров, физико-химический анализ, методы анализа условий отверждения и технологических свойств, описание методов анализа структуры синтезированных мономеров и сополимеров.

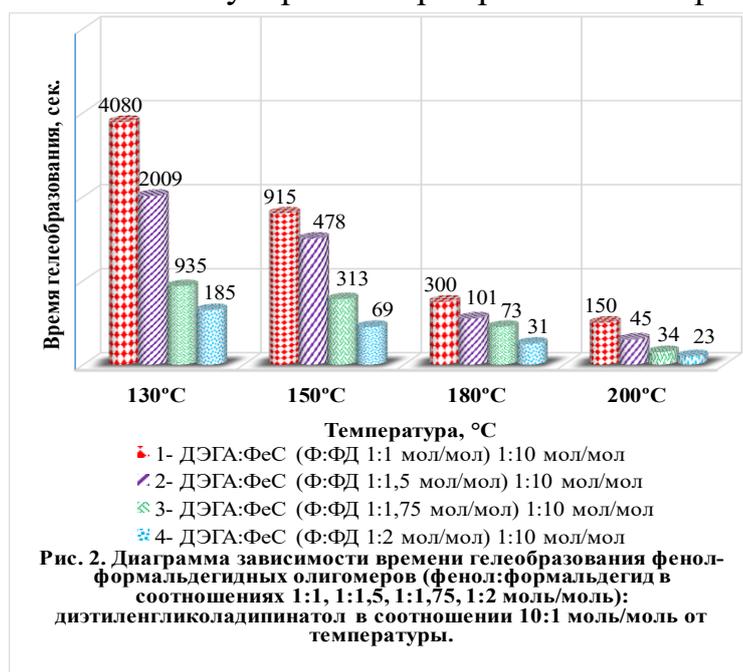
Приведены методы получения прессконпозиции марки ППФАВМФФО-1/80Б на основе сополимера марки ФАВМФФО-1/80 в лабораторных условиях и определения физико-механических показателей полученных образцов.

В третьей главе диссертации «Синтез высокомолекулярных терморезистивных фенолоформальдегидных олигомеров и обсуждение



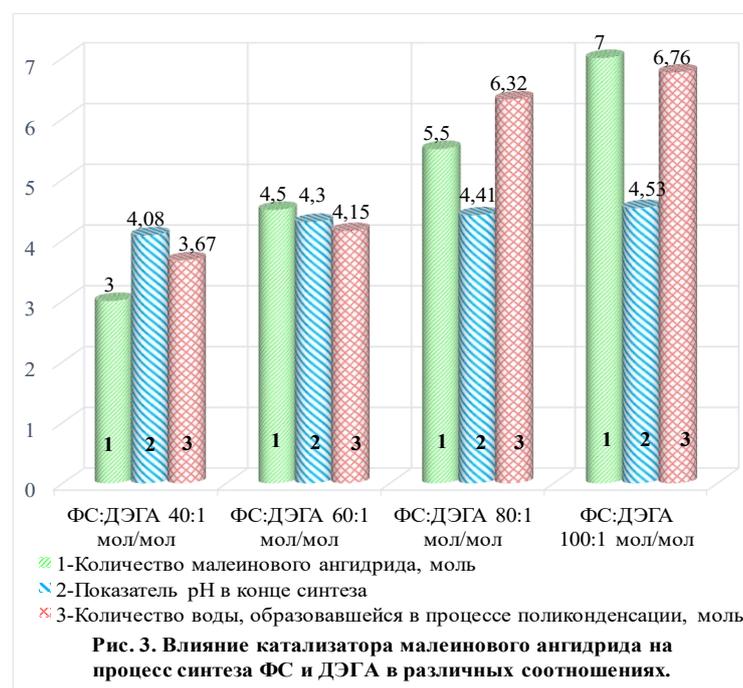
полученных результатов исследований» изучены условия поликонденсации при различных соотношениях адипиновой кислоты и алифатического дигликоля (диэтиленгликоля (ДЭГ), этиленгликоля (ЭГ), бутиленгликоля (БГ)). Сравнивая физико-химические свойства синтезированных диэтиленгликоладипинатола, этиленгликоладипинатола и бутиленгликоладипинатола (рис.1), в качестве мономера был выбран диэтиленгликоладипинатол, синтезированный при соотношении АДК и ДЭГ 1:1,1 моль/моль, который находится в вязкожидком состоянии при высоком кислотном числе и низком содержании гидроксильных групп, а также низкой молекулярной массе.

На следующем этапе наших исследований были изучены закономерности синтеза фенол спиртов, соответствующих требованиям производства высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров.



Показано, что фенолоспирты в соотношении фенола и формальдегида 1:1,5 моль/моль отвечают требованиям производства высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров. (рис. 2)

В продолжение наших исследований изучены закономерности образования высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров. При этом было изучено влияние мольного соотношения ДЭГА:ФС на свойства конечных олигомеров (рис. 3)



Процесс сополиконденсации был проведен путем воздействия на 1 моль ДЭГА 40, 60, 80 и 100 моль ФС, в ходе синтеза. Катализатор МА, добавляемый в процесс синтеза, участвует в образовании высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров и способствует увеличению

молекулярной массы олигомеров.

Изучено влияние продолжительности синтеза на физико-химические свойства реакционной массы (рис. 4).

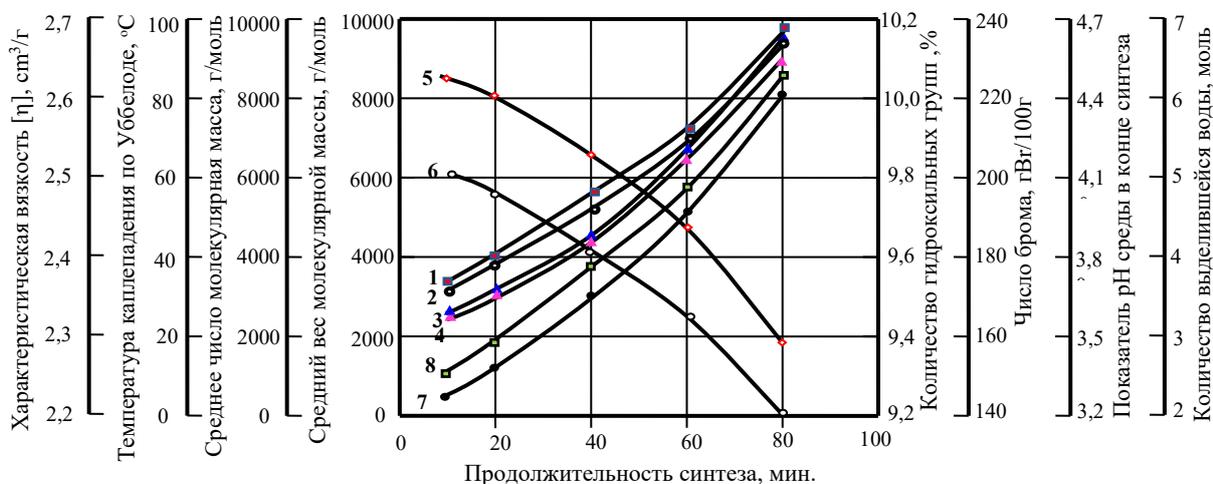


Рис. 4. Влияние продолжительности реакции на образование соолигомеров фенолспирта и диэтиленгликоладипинатола (80:1 моль/моль). 1 - Характеристическая вязкость; 2 - Температура каплепадения по Уббеллоде; 3 - Среднее число молекулярная масса; 4 - Средний вес молекулярной массы; 5 - Количество гидроксильных групп; 6 - Число брома; 7 - Показатель pH среды в конце синтеза; 8 - Количество выделившейся воды.

Продолжительность синтеза приводит к увеличению характеристической вязкости, температуры каплепадения по Уббеллоде, средней весовой молекулярной массы, а также количества воды, выделяющейся в процессе синтеза. В целом показано, что продолжительность синтеза играет ключевую роль в образовании высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных соолигомеров.

СООЛИГОМЕРЫ мы проанализировали методом турбидиметрического титрования. В качестве основного растворителя был выбран диметилформамид, а в качестве осадителя дистиллированная вода. На основе результатов всех образцов был построен криволинейный график, как показано на рисунке 5. Показано, что в выбранных технологических условиях независимо от молярных соотношений ФС:ДЭГА образуются соолигомеры. В них диэтиленгликоладипинатол связывается с фенол спиртами с обеих сторон при помощи химических связей.

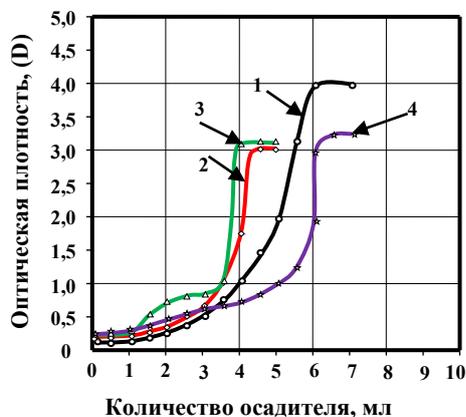


Рис. 5. Зависимость оптической плотности 1%-ных растворов олигомеров от величины осадителя. 1:40

1-ДЭГА (диэтиленгликоладипинатол): растворитель - диметилформамид, осаждающий - дистиллированная вода. 2-Традиционный простой фенол-формальдегидный олигомер резольного типа (ТПФФОРТ), синтезированный на основе фенолспирта (фенол:формальдегид 1:1,5 моль/моль): растворитель- диметилформамид, осадитель - дистиллированная вода. 3-Механическая смесь ТПФФОРТ:ДЭГА в соотношении 40:1 моль/моль: растворитель - диметилформамид, осадитель - дистиллированная вода. 4-Высокомолекулярные терморективные фенол-формальдегидные соолигомеры, синтезированные из фенолспирта и диэтиленгликоладипинатола в соотношении 40:1 моль/моль: растворитель - диметилформамид, осадитель - дистиллированная вода.

С целью уточнения структуры высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных соолигомеров, образующихся в выбранных

соолигомеров во всех соотношениях идентично. Для более точного понимания данных ИК-спектра на рисунке 7 представлен и проанализирован спектр ЯМР ^1H , а на рисунке 8 - спектр ЯМР ^{13}C .

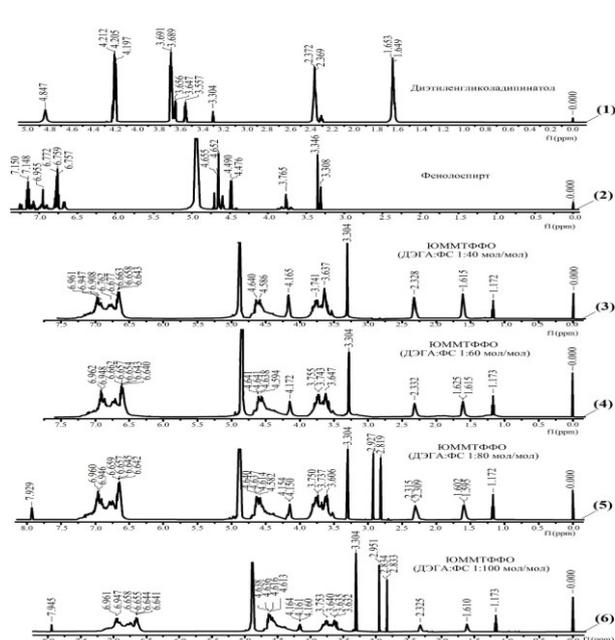


Рис.7. ^1H ЯМР-спектры конечных ВТФФ олигомеров, синтезированных при молярных соотношениях ДЭГА:ФеС 1:40, 1:60, 1:80 и 1:100, и мономеров, использованных для их синтеза: 1-Диэтиленгликоладипинатол; 2-Фенолоспирт; 3-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:40 моль/моль; 4-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:60 моль/моль; 5-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:80 моль/моль; 6-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:100 моль/моль.

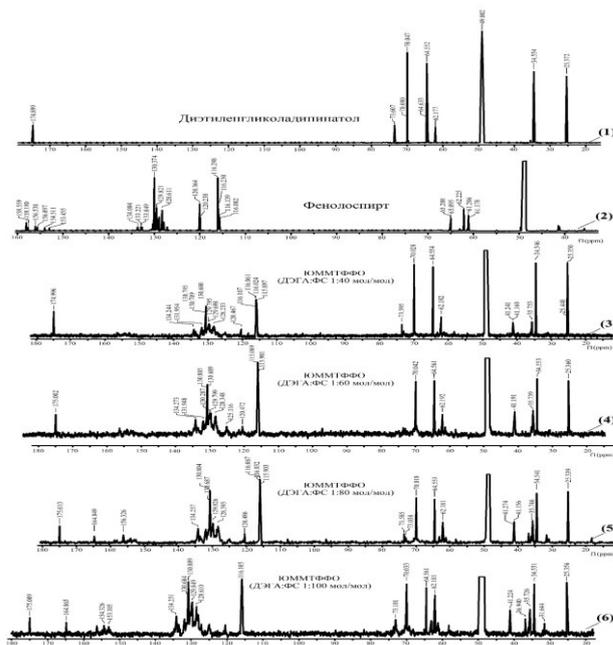


Рис.8. ^{13}C ЯМР-спектры конечных ВТФФ олигомеров, синтезированных при молярных соотношениях ДЭГА:ФеС 1:40, 1:60, 1:80 и 1:100, и мономеров, использованных для их синтеза: 1-Диэтиленгликоладипинатол; 2-Фенолоспирт; 3-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:40 моль/моль; 4-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:60 моль/моль; 5-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:80 моль/моль; 6-Синтезированный олигомер в соотношении ДЭГА:ФеС 1:100 моль/моль.

На спектре 1 рисунков 7 и 8 химические сдвиги ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C соответствуют мономеру диэтиленгликоладипинатола (ДЭГА). Определены химические сдвиги ЯМР ^1H : $-\text{CH}-$ протоны, $-\text{CH}_2-$ протоны метиленовой группы, метиленовые группы рядом с карбонильной группой $-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$, простые эфирные протоны в диэтиленгликоле и протоны первичной гидроксильной группы $-\text{CH}_2-\text{OH}$. ЯМР ^{13}C подтверждает данные ЯМР ^1H .

Химические сдвиги ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C фенолового спирта (ФС), синтезированного в соотношении 1:1,5 моль/моль фенола и формальдегида, представлены на спектрах 2 рисунков 7 и 8. Анализ ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C показал, что ФС содержит следующие соединения (рис. 9).

В спектрах ЯМР ^1H , ^{13}C конечных продуктов, синтезированных при молярных соотношениях ДЭГА:ФС 1:40, 1:60, 1:80 и 1:100, химический сдвиг в диапазоне 1,17-1,62 ppm соответствует протонам группы $(-\text{CH}=\text{CH}-)$. Это свидетельствует об участии малеинового ангидрида в процессе поликонденсации и увеличении молекулярной массы. Химический сдвиг $(-\text{CH}_2-)$ в интервале 2,309-2,332 ppm относится к протонам метиленовой группы, что присутствует у всех олигомеров.

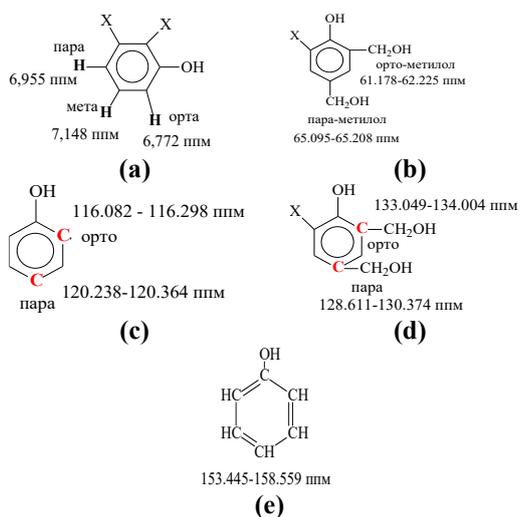


Рис. 9. Структура расположения протонов ^1H в ароматическом кольце и атомов углерода ^{13}C в ароматическом кольце в химических сдвигах ЯМР

в диапазоне 4,58-4,64 ppm - протонам в составе простого эфира (-CH₂-O-CH₂-), а химические сдвиги в диапазоне 6,64-6,96 ppm относятся к незамещенным протонам в орто- и пара-положениях ароматического кольца.

Результаты ИК-и ^1H ЯМР -спектроскопических анализов подтверждают спектры ЯМР ^{13}C конечных продуктов.

В четвертой главе диссертации «Разработка полимерных композиций на основе высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных олигомеров, экспериментальные испытания и технико-экономическая эффективность полученных пресс-материалов» изучено влияние условий предварительного синтеза на технологические свойства. Разработана технология производства высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных олигомеров на основе ДЭГА и ФС.

Изучены технологические свойства синтезированных высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных соолигомеров ФС:ДЭГА в мольных соотношениях 40:1, 60:1, 80:1 и 100:1. Условия перехода в сшитое состояние изучали при температурах 130°C, 150°C, 180°C и 200°C по ГОСТ Р 57779-2017 (ИСО 8987:2005). С увеличением времени синтеза время гелеобразования уменьшается. Терморективность сополиконденсатов возрастает с увеличением их молекулярных масс.

Из высокомолекулярных терморективных фенол-формальдегидных соолигомеров ДЭГА:ФС 1:40, 1:60, 1:80 и 1:100 моль/моль были выбраны 4 соолигомера, которые были названы ФАВМФФО-1/40, ФАВМФФО-1/60, ФАВМФФО-1/80 и ФАВМФФО-1/100. Их гелевую фракцию изучали по ГОСТ Р 59112-2020 (ИСО 10147:2011). Они были отвержены при температурах 150°C, 180°C и 200°C в течение 10 минут, 30 минут, 1 часа, 5 часов и 10 часов. В результате выход гель фракции была выше >98%. Для прессовых композиций был выбран соолигомер марки ФАВМФФО-1/80. Изучена эффективность гель фракции при температурах 180°C, 200°C и 220°C с добавлением отвердителя ZnCl₂ в количестве 1-1,5% и без добавления отвердителя (рис. 10).

Длинный химический сдвиг в диапазоне 2,819-2,951 ppm виден только в 5 и 6 спектрах. Это указывает на образование метиленовых мостов (Ar-CH₂-Ar), связывающих ароматические кольца в олигомерах с большим содержанием фенолоспирта. Химический сдвиг при 3,304 ppm наблюдается в спектрах 3,4,5,6, что указывает на увеличение количества метиленовых мостиков. Установлено, что химические сдвиги в диапазоне 3,60-3,75 ppm соответствуют протонам в составе (-CH₂-O-), химические сдвиги в диапазоне 4,15-4,17 ppm - протонам в составе (-O-C(O)-(CH₂)₄-C(O)-O), химические сдвиги в

Наиболее оптимальный образец для прессовых композиционных материалов был выбран при температуре 200°C с выходом гель фракции 98,1% за 20 минут при добавлении 1% отвердителя. Для изучения термостойкости соолигомера марки ФАВМФФО-1/80 при высоких температурах был проведен дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТА). Полученная дериватограмма изображена на рисунке 11. Результаты анализа показали стабильность соолигомера до температуры 470°C.

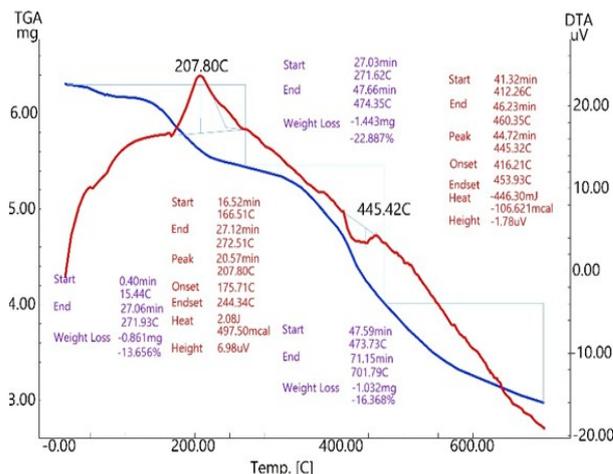
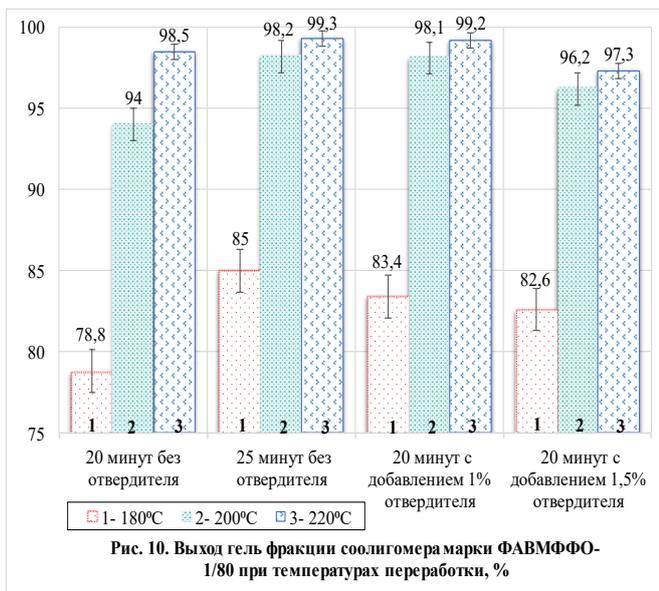


Рис. 11. Дифференциальная термогравиметрическая дериватограмма соолигомера марки ФАВМФФО-1/80.

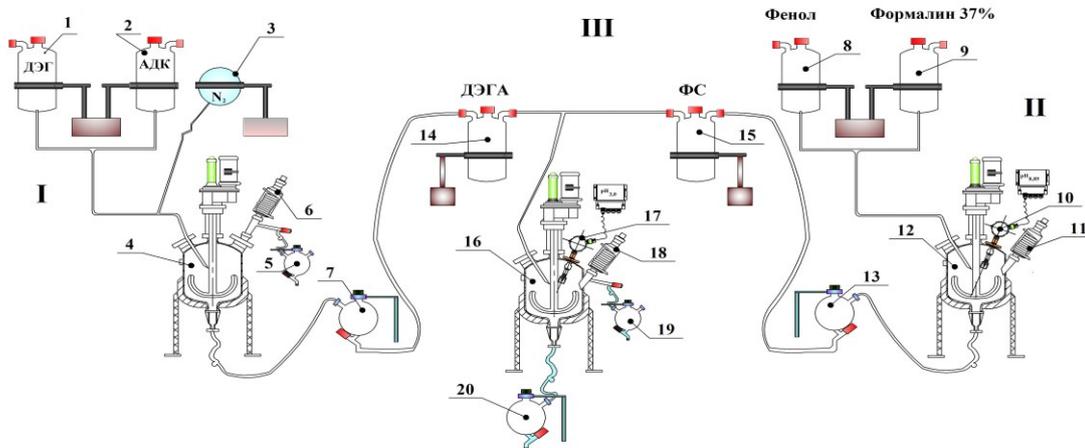


Рис. 12. Технологическая схема синтеза высокомолекулярного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80

I- Отдел синтеза диэтиленгликоладипинатола (ДЭГА);

II- Отдел синтеза фенолоспирта;

III- Отделение синтеза высокомолекулярного термореактивного фенол-формальдегидного олигомера.

1-Дозирующая ёмкость для диэтиленгликоля; 2-Дозирующая емкость для адипиновой кислоты; 3-Азотный шар для создания инертной среды; 4-Стеклянный реактор для синтеза диэтиленгликоладипинатола (ДЭГА); 5,19-Емкость для вакуумного отбора продуктов поликонденсации; 6,11,18-Водяной охладитель; 7-Промежуточный накопительный сосуд для синтезированного диэтиленгликоладипинатола (ДЭГА); 8-Ёмкость для чистого фенола; 9-Сосуд для хранения раствора формалина; 10,17-pH-метр; 12-Реактор стеклянный для синтеза фенолоспирта; 13-Сосуд для промежуточного сбора синтезированного фенолоспирта; 14,15-емкости для хранения сырья; 16-Стеклянный реактор для синтеза высокомолекулярного фенол-формальдегидного олигомера; 20-Готовый сосуд для хранения олигомера марки ФАВМФФО-1/80.

Технологический процесс производства высокомолекулярного терморезактивного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80 состоит из 3 этапов.

I-этап. Синтез ДЭГА (диэтиленгликоладипинатол) в соотношении АДК:ДЭГ 1:1,1 моль/моль;

II-этап. Синтез ФС (фенол спирта) в соотношении фенол:формальдегид 1:1,5 моль/моль;

III-этап. Синтез высокомолекулярного терморезактивного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80.

Технологический процесс синтеза высокомолекулярного терморезактивного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80 осуществлен на основе технологической схемы, приведенной на рис. 12.

Мы сравнили физико-химические и технологические свойства высокомолекулярного терморезактивного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80, синтезированного ТКТИ и ООО «Акмал Умид Барака» с другими аналогами. Сравнение представлено в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная таблица физико-химических и технологических свойств высокомолекулярного терморезактивного фенол-формальдегидного олигомера марки ФАВМФФО-1/80 с промышленными аналогами

№	Показатели	Терморезактивный высокомолекулярный фенол-формальдегидный олигомер марки ФАВМФФО-1/80	РС-Н (ВИАМ) резол:наволак 1:1 моль/моль (Россия)	СФ-340А ГОСТ 18694-80 (Россия)
1.	Внешний вид	Острый темно-желтый, твёрдый, измельчающийся	Жидкий	Твердый в порошкообразном виде желтого цвета
2.	Количество свободного фенола, %	2,31%	5%	4%
3.	Температура капле падения по Уббеллоде, °С	95	35	90-110
4.	Средняя молекулярная масса, г/моль	9600	480	750
5.	Время желатинизации при 130°С, секунд	316	300	60-100
6.	Выход гелевой фракции, %	98,2% при температуре 200°С, выдержанные в течение 25 минут	94,7% в течение 3 часов при 140 °С	-

Из таблицы 3 видно, что синтезированный олигомер марки ФАВМФФО-1/80 превосходит промышленные аналоги по ряду свойств.

Технология производства пресс-материалов ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б представлена на рисунке 13.

Для производства пресс-материалов марок ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б сырье первоначально размещают в чистом состоянии на основе рецептур, приведенных в таблицах 4 и 5, согласно нормам ГОСТ. Сырье из сосудов (1) взвешивается в количестве однократной погрузки (2).

Таблица 4

Рецептура для изготовления пресс-материала марки ППФАВМФФО-1/80

№	Наименование компонентов	Функция компонентов	Количество, 100 м.ч.	1000 кг прессовочного материала
1.	Высокомолекулярный термореактивный фенол-формальдегидный олигомер марки ФАВМФФО-1/80	Связующее	48	480 кг
2.	Древесная мука, марки 160	Наполнитель	46	460 кг
3.	Сажа марки П-803	Краситель	1,5	15 кг
4.	Оксид магния MgO, чистый для анализа (ч.д.а.) ОКП 26 1121 0472 09	Наполнитель	3	15 кг
5.	Стеариновая кислота, марка 1865	Смазывающее вещество	1,5	20 кг
Всего:			100	1000 кг

Таблица 5

Рецептура для изготовления пресс-материала марки ППФАВМФФО-1/80Б

№	Наименование компонентов	Функция компонентов	Количество, 100 м.ч.	1000 кг прессовочного материала
1.	Высокомолекулярный термореактивный фенол-формальдегидный олигомер марки ФАВМФФО-1/80	Связующее	46	460 кг
2.	Цинк хлорид марки ZnCl ₂ , А	Отвердитель	1	10 кг
3.	Древесная мука, марки 160	Наполнитель	30	300 кг
4.	Базальтовый порошок марки МП-1	Наполнитель	17	170 кг
5.	Сажа марки П-803	Краситель	2,5	25 кг
6.	Оксид магния MgO, чистый для анализа (ч.д.а.) ОКП 26 1121 0472 09	Наполнитель	1,5	15 кг
7.	Стеариновая кислота, марка 1865	Смазывающее вещество	2	20 кг
Всего:			100	1000 кг

Подготовленное сырье загружается в шаровую мельницу (3). При однократной загрузке в шаровую мельницу сырье должно составлять 20% от общего объема. В шаровой мельнице при температуре 30°C в течение 25 минут происходит вращение со скоростью 60-100 об/мин. Благодаря движению шаров полуфабрикат измельчается и приобретает гомогенное состояние.

На следующем этапе полуфабрикат (4), измельченный на шариковый мельнице (3), освобождают в емкость. Освобожденный полуфабрикат подают с помощью емкости (4) из верхней части пластифицирующего вальса (5), предварительно нагретого до 130°C. (5) Скорость вращения пластифицирующего вальса должна быть 100-120 об/мин. Процесс пластификации проводится в течение 3 минут. (5) Гомогенизированные кусочки (6) из сборочной части нижней части пластифицирующего вальса переносятся в охлаждающий сосуд, где охлаждается до комнатной температуры. Пресс-композиции марки ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б, охлажденный до комнатной температуры (7) измельчают до порошкообразном состоянии.

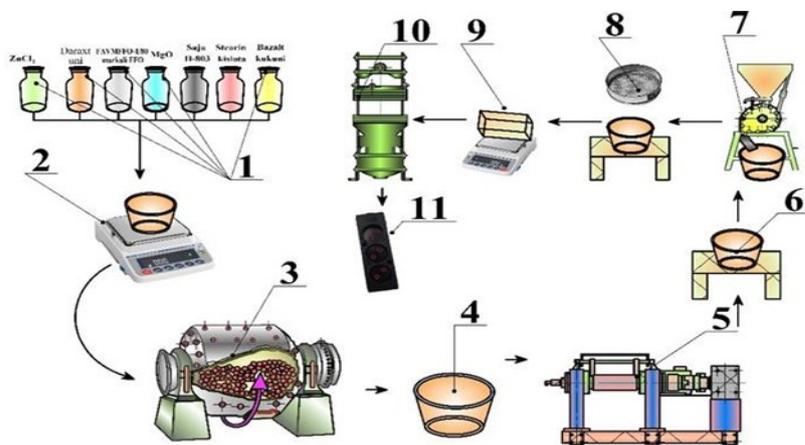


Рис. 13. Полупромышленная технологическая схема производства прессовочных материалов марок ППФВМФФО-1/80, ППФВМФФО-1/80Б на основе высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров.

1 - Ёмкости для хранения сырья и добавок, используемых в процессе; 2 - Весы для измерения сырья; 3 - Шарли-мельница; 4 - Ёмкость для выгрузки полуфабриката из шаровой мельницы; 5 - Вальс пластифицирующий нагреванием; 6 - Ёмкость для охлаждения кусков композиции от вальса; 7 - Дробилка для измельчения в порошок; 8 - Сито для получения измельченного порошка; 9 - Весы для прессования и формования массы прессового материала; 10 - Гидравлический пресс для прессования пресс-материала; 11 - Образец, полученный из пресс-материалов марки ППФВМФФО-1/80, ППФВМФФО-1/80Б.

Таблица 6

Физико-механические, тепловые и диэлектрические характеристики пресс-образцов

Наименование показателей	Образец на основе пресс-материала марки ППФВМФФО-1/80	Образец на основе пресс-материала марки ППФВМФФО-1/80Б	Образец на основе пресс-материала марки ПФ2А2-131	Метод испытания
Физические показатели				
Цвет	Тёмный	Черный	Черный	ГОСТ 5689-79
Водопоглощение, %	3,53	1,83	3,51	ГОСТ 4650-2014
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0	0	0	ГОСТ 28804-90
Читаемость, мм	115	143	136	ГОСТ 28804-90
Плотность, г/см ³	1,77	1,91	1,85	-
Механические показатели				
Испытание прочности на изгиб на приборе типа Динстат, МПа	0,3093	0,470	0,408	DIN 53435:2018-09
Испытание ударной вязкости на приборе типа Динстат, Дж/м ²	16,298	16,231	14,434	DIN 53435:2018-09
Испытание на статический изгиб, МПа	78,5	90,2	86,3	ГОСТ 14019-2003
Твердость, МПа	264,25	301,61	279,13	-
Тепловой показатель				
Теплостойкость по Мартенсу, °С	184 °С	195 °С	185 °С	ГОСТ 21341-2014
Диэлектрические показатели				
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом.	1·10 ¹¹	1·10 ¹²	1·10 ¹¹	ГОСТ 6433.2-71
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом.	1·10 ¹²	1·10 ¹³	1·10 ¹¹	ГОСТ 6433.2-71
Электропрочность, кВ/мм,	10	14	11	ГОСТ 6433.3-71
Тангенс угла диэлектрических потерь на частоте 50 Гц	0,08	0,09	0,08	ГОСТ 6433.4—71
Диэлектрическая проводимость на частоте 50 Гц	7,5	8,9	8,1	ГОСТ 6433.4—71

Перессовые композиции марок ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б, превращаются в порошкообразное состояние, еще раз (8) просеиваются в ситах. Прошедшие просев пресс-композиции ППФАВМФФО-1/80, ППФАВМФФО-1/80Б взвешиваются в соответствии с объемом пресса. Форму для нужного изделия нагревают за 1 час до прессования в гидравлическом прессе при 200°C. В нагретую форму для изделия помещают пресс-композицию. Гидравлический пресс закрывается для прессования, и процесс прессования осуществляется при давлении 12 МПа в течение 15-20 минут. Время подресовки составляет 5 минут. Через 15-20 минут форму открывают и вынимают из него изделие.

Образцы пресс-материалов, разработанных на основе высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров, были получены на существующей технологической линии предприятия ООО «Акмал Умид Барака». Физико-механические, тепловые и диэлектрические показатели полученных образцов пресса приведены в таблице 6 по ГОСТ 5689-79.

Как видно из таблицы 6, в связи с низкими технологическими показателями образца марки ППФАВМФФО-1/80, было установлено, что образец, полученный из материала марки ППФАВМФФО-1/80Б, превосходит импортный из Китая пресс марки ПФ2А2-131. Данный образец демонстрирует более высокие показатели по теплостойкости, водопоглощению, ударной вязкости, прочности на изгиб, электрическому сопротивлению и диэлектрической проводимости.

При оценке экономической эффективности производства пресс-материалов на основе олигомера марки ФАВМФФО-1/80, синтезированного по результатам исследований, себестоимость была сопоставлена с себестоимостью импортируемых пресс-материалов аналогичного типа марки PF2A2-131 (таблица 7).

Для производства 1 тонны прессового материала марки ППФАВМФФО-1/80Б требуются расходы в размере 29 833 тыс. сум.

Таблица 7

Экономическая эффективность производства пресс-материала марки ППФАВМФФО-1/80Б

Используемая композиция	ППФАВМФФО-1/80Б для пресс-материала (местный)	Для пресс-материала марки ПФ2А2-131 (импорт)
Ожидаемое производство по предприятию ООО «Акмал Умид Барака», тонна	5	5
Цена за одну тонну, тыс. сум	29 833	50 600
Годовая цена, тыс. сум.	149 165	253 000
Экономическая эффективность, тыс. сум.	103 835	

Импортируемый пресс-материал марки ПФ2А2-131 стоит 4000 долларов США за тонну. Когда курс доллара США составляет 12 650 сумов за доллар, это составляет 50 600 тысяч сумов за тонну. Стоимость одного тонны прессового материала марки ППФАВМФФО-1/80Б местного производства составляет 29 833 тыс. сум. Разница между ценами составляет $50\,600 - 29\,833 = 20\,767$ тыс. сумов за тонну.

В результате применения отечественного пресс-материала марки ППФАВМФФО-1/80Б, заменяющий используемый в количестве 5 тонн пресс-

материала, импортируемых предприятием ООО «Акмал Умид Барака» из-за рубежа в год, экономический эффект составляет 103 835 тысяч сумов в год.

Заключение:

1. Изучены закономерности синтеза алифатических гидроксилсодержащих полиэфирполиолов. В результате исследований в качестве исходного мономера был выбран диэтиленгликоладипинатол, синтезированный при соотношении АДК и ДЭГ 1:1,1 моль/моль. Данный мономер находится в жидком агрегатном состоянии при комнатной температуре, имеет молекулярную массу 1100 г/моль, содержание гидроксильных групп 2,2% и кислотное число 8 мг КОН/г.

2. Изучены закономерности синтеза фенолоспирта, отвечающего требованиям производства высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров. Среди синтезированных фенол спиртов в качестве исходного мономера был выбран синтезированный фенол спирт в соотношении фенол:формальдегид 1:1,5 моль/моль, который имеет среднее отверждаемость при переработке олигомеров и хорошо растворяется в растворителях.

3. Изучены закономерности образования высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров на основе синтезированных ДЭГА и ФС.

4. Определены физико-химические, технологические свойства олигомеров и проанализировано их строение с использованием современных ИК и ЯМР - спектров.

5. Найдены коэффициенты K_{α} уравнения Марка-Хувинка-Куна. Синтезированы высокомолекулярные термореактивные олигомеры фенолоформальдегида с молекулярной массой от 5127 г/моль до 10689 г/моль.

6. Изучено влияние условий синтеза на технологические свойства высокомолекулярных олигомеров. В результате полученных технологических свойств разработана технология производства высокомолекулярного термореактивного фенол-формальдегидного олигомера и сравнены физико-химические и технологические свойства синтезированного олигомера марки ФАВМФФО-1/80 с промышленными аналогами;

7. Разработаны рецептура и технология производства полимерной композиции на основе синтезированных высокомолекулярных термореактивных фенол-формальдегидных олигомеров. На основе полимерной композиции были изготовлены опытные образцы и проведены их испытания.

8. По результатам исследования была проведена сравнительная оценка экономической эффективности местного пресс-материала марки ППФАВМФФО-1/80Б с пресс-материалом марки PF2A2-131, импортируемым из-за рубежа на предприятии ООО «Акмал Умид Барака». В результате предприятие экономит 20 767 тысяч сумов на одну тонну пресс-материала.

SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES

DSc 03/30.12.2019.T.04.01 AT

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TOKHIROV MURODJON IHTIYOR UGLI

**INFLUENCE OF SYNTHESIS CONDITIONS OF HIGH MOLECULAR
WEIGHT THERMOSETTING PHENOL-FORMALDEHYDE OLIGOMERS
ON THEIR PHYSICAL CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL
PROPERTIES**

02.00.14 - Technology of organical compounds and materials on their base

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

Tashkent – 2025

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered in the Supreme Attestation Commission under the Minister of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan for B2024.2.PhD/T4594.

The dissertation has been carried out at Tashkent chemical-technological Institute. The dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online www.tcti.uz and on the website of the Scientific Council of the «Ziyonet» Information educational portal www.ziyonet.uz

Scientific supervisor: **Alimukhamedov Muzafar Ganlevich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Kodirov Tulkln Jumayevich**
doctor of technical sciences, professor

Madiyev Ruslan Khaitkulovich
candidate of technical sciences

Leading organization: **Tashkent State Technical University**
named after I. Karimov

The defense of the dissertation will take place «17» 04 2025 at 9⁰⁰ hours at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at Tashkent chemical-technological institute. (Address:100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32, Tel.: (99871) 244-79-20, Fax: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz). Conference hall of the Tashkent chemical-technological institute.

The dissertation has been registered at Informational Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute under № 7 (Address:100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32, Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on «15» 03 2025 year.
Protocol at the register № 7 dated «15» 03 2025 year.



S.M. Turobjonov
Chairman of the Scientific Council
for awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Academic

X.I. Khadirov
Secretary of the Scientific Council
for Award of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

G.R. Rakhmonberdiyev
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council for the award of scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The aim of the research is to develop a technology for obtaining high-molecular-weight thermoreactive phenol-formaldehyde oligomers and press materials based on them.

The objects of the research are adipic acid, diethylene glycol, phenol, formaldehyde, catalysts (zinc acetate, sodium hydroxide, maleic anhydride), wood flour for obtaining polymer compositions, basalt powder, magnesium oxide, soot and stearic acids.

The scientific novelty of the research work is as follows:

The conditions for polycondensation of adipic acid and aliphatic diglycols at a ratio of 1:1.1 mol/mol were determined, and it was established that they serve as monomers for high molecular weight ($MM=10,000$ g/mol) phenol-formaldehyde oligomers of the resole type;

It has been proven that a ratio of 1:1.5 mol/mol between phenol and formaldehyde is optimal for obtaining high-molecular-weight thermosetting phenol-formaldehyde oligomers;

The increase in the viscosity of the oligomer, droplet temperature according to Ubbelode, average and weighted molecular weight is based on the chemical bonding of phenolic alcohols to both sides of diethylene glycol-adipinatol;

The molecular weight of the synthesized high-molecular-weight thermoreactive phenol-formaldehyde oligomers by viscosity was determined, and the coefficients of the Mark-Houwink-Kuhn equation for these systems were $K=1.0532$ and $\alpha=0.103$;

a technology for obtaining high-molecular-weight thermosetting phenol-formaldehyde oligomers and heat-resistant electrical products based on them has been developed.

Implementation of the research results. As a result of the development of a technology for obtaining high-molecular-weight thermoreactive phenol-formaldehyde oligomers and press materials based on them:

The technology for obtaining a high molecular weight thermoreactive phenol-formaldehyde oligomer FAVMFFO-1/80 is included in the “List of promising developments for implementation in 2025-2026” of “Akmal Umid Baraka” LLC (certificate of the “Uzeltexsanoat” association No. 04-3/1202 dated July 19, 2024). As a result, it became possible to completely replace the imported oligomer PF2A2-131 based on the PPFVMFFO-1/80B polymer composition;

The technology for obtaining a PPFVMFFO-1/80B polymer composition is included in the “List of promising developments for implementation in 2025-2026” of “Akmal Umid Baraka” LLC (certificate of the “Uzeltexsanoat” association No. 04-3/1202 dated July 19, 2024). As a result, it became possible to produce heat-resistant electrical products and localize imported products;

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of 101 references and an appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Tokhirov M., Alimukhamedov M., Adilov R., Aykhodjaev B.\\ Study of the physical and chemical properties and chemical structure of the oligomer synthesized in the ratio of 80:1 mol/mol of phenol alcohol and diethyleneglycoladipinats\\ Science and innovation international scientific journal, volume 3, issue 5, may 2024, 183-198 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11394939>
2. Jumanov L.E., Sayitov B.U., Tohirov M.I., Alimukhamedov M.G.\\ Properties of secondary polyethylene terephthalate alcoholysis product\\ International Scientific Journal Theoretical & Applied Science, 2021 y., 30 September, №9, vol. 101, 683-688 p.,Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS>, Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-101-92>
3. М.И.Тохиров, Л.Э. Жуманов, Ш.А. Умаров, М.Г. Алимухамедов, Р.И. Адиллов\\ Исследование условий образования высокомолекулярных термореактивных фенолформальдегидных олигомеров\\ Международный научный журнал: Universum: технические науки, выпуск: 6(87),Часть 4, Москва, Июнь 2021, 25-29 стр., DOI - 10.32743/UniTech.2021.87.6-4
4. М.И. Тохиров, М.Г. Алимухамедов\\ Fenolospirt va dietilenglikoladipinatol (60:1 mol/mol) nisbatida sooligomerlari hosil bo'lishining tadqiqi\\ Композиционные материалы №4 (98), 2023, bet 31-34
5. Sh.A.Umarov, M.G.Alimukhamedov, M.I. Tohirov, R.I.Adilov \\ The research of the conditions for the production of modified phenol formaldehyde resins \\Scientific and technical journal of NamIET Vol.7, Issue 4, 2022, page 156-164.
6. Тохиров М.И., Жуманов Л.Э., Сайтов Б.У., Алимухамедов М.Г., Жураев А.Б.\\ Физико-химические свойства гидроксилсодержащих сложных полиэфирполиолов\\Scientific Bulletin of NamSU - Научный вестник - NamDU Ilmiy Axborotnomasi - 2022_1-сон, 135-139 бет.

II бўлим (II часть; II part)

7. Tokhirov M.I., Alimukhamedov M.G.\\ Phenol alcohol and Diethyleneglycoladipinatol (40:1 mol/mol) the effect of reaction duration on the formation of sooligomers\\ Узбекско-Российский Симпозиум «Перспективы науки о полимерах» на тему: «Нанополимеры: синтез, структура и применение» Симпозиум посвящен 32 летию Независимости Республики Узбекистан, а также 80 летию Академии наук Республики Узбекистан Ташкент 2-3 ноября 2023 г. 44-46 стр.
8. Tohirov M.I., Alimuhamedov M.G.\\ Fenolospirt va dietilenglikoladipinatol (40:1 mol/mol) nisbatida sooligomerning qovushqoqligiga molekulyar massasini bog'liqligi\\ Proceedings of the International Conference on the topic "Innovative approaches to localization", Qarshi 2023 yil 14 oktyabr, 335-336 bet.
9. Tohirov M.I., Jumanov L.E., Umarov Sh.A., Alimuhamedov M.G.\\ Modifikator sifatida qo'llaniluvchi gidroksil saqlovchi poliefir poliolni xossalarni tadqiq qilish\\ Не Инновационные подходы к развитию образовательно-

производственного кластера в нефтегазовой отрасли материалы международной конференции 30 апрель 2022 г., Ташкент, Узбекистан 105-106 стр, Секция II - Инновации в глубокой переработки нефти и газа

10. Эргашев Ш.Ш., Тохиров М.И., Сайитов Б.У., Жуманов Л.Э., Алимухамедов М.Г.\\ Влияние количества фурфурилового спирта на структурирование высокомолекулярного терморективного олигомера\\ Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Vol. 1), Cambridge, October 29, 2021. Cambridge-Vinnytsia: P.C. Publishing House & European Scientific Platform, 2021. pp. 70-72

11. Toxirov M.I., Umarov Sh.A., Jumanov L.E., Alimuhamedov M.G., Magrupov F.A.\\ Юқори молекула массали терморектив фенол-формальдегид олигомернинг баъзи хоссаларини аниқлаш\\ “Кимё ва озиқ-овқат маҳсулотларининг сифати ва ҳавфсизлигини таъминлашда инновацион технологиялар” Халқаро илмий-техникавий конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 24-25 сентябр, 2021 йил. 219-220 бетлар

12. Тохиров М.И., Умаров Ш.А., Жуманов Л.Э., Алимухамедов М.Г. \\ Модифицирланган фенол- формальдегид олигомерларининг ҳосил бўлиш механизмини тадқиқ қилиш\\ EURO ASIA 8th. International congress on applied sciences, Tashkent chemical-technological institute, Tashkent, Uzbekistan March 15-16, 2021, 1002-1003 бетлар.

13. Toxirov M.I., Alimuhamedov M.G.\\ Fenolospirt va Dietilenglikoladipinatolning 40:1 mol/mol nisbatida sintez qilingan oligomerlarning xossalriga sintez vaqtining ta'siri \\«Termoreaktiv oligomerlar, polimerlar saqlovchi chiqindilar, polifunksional birikmalar va ular asosida polimer materiallar yaratishning istiqbollari» mavzusidagi k.f.d., prof. F.A. Magrupovning 80-yillik xotirasiga bag'ishlangan Respublika ilmiy-amaliy anjumanining ilmiy ishlar to'plami, Toshkent 2024, 18-19 yanvar, 97-98 bet

14. Tokhirova M.I., Alimukhamedov M.G.\\ High molecular weight thermosetting phenol-formaldehyde oligomer: study of curing conditions\\ Academic research in modern science, International scientific-online conference Том 4 № 9 (2025), pp. 81-85, <https://doi.org/10.5281/zenodo.14915374>

15. Toxirov M.I., Umarov Sh.A., Alimuhamedov M.G.\\ Yuqori molekulyar massali fenol-formaldegid oligomerini IQ-spektroskopiya usulida taxlil qilish\\«Umidli kimyogarlari-2023» XXXII ilmiy-texnikaviy anjumanining maqolalar to'plami. Toshkent, TKTI, 25-27-aprel 2023-yil, 143-144 bet.

16. Toxirov M.I., Umarov Sh.A., Alimuhamedov M.G.\\ Modifisirlan fenol-formaldegid oligomerini sintez qilish jarayonida vaqtning molekulyar massa ortishiga ta'siri\\ Абдушукуров Анвар Кабирович таваллудининг 80 йиллигига бағишланган “Кимёнинг ривожда фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг истиқболлари” Мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция, 2022 йил 22-23сентябрь, 305 бет.

17. Umarov Sh.A., Toxirov M.I., Adilov R.I.\\ Turli sharoitlarda olingan fenolformaldegid oligomerlarining jelatinlanish vaqtini o'rganish\\ Абдушукуров

Анвар Кабирович таваллудининг 80 йиллигига бағишланган “Кимёнинг ривожда фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг истиқболлари” Мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция, 2022 йил 22-23 сентябрь, 306 бет.

18. Ғойипов А. Р., Абидова Р. Қ., Тохиров М. И., Алимухамедов М.Г. \\
Модифицирланган фенол-формальдегид олигомерларининг молекуляр массаларини турли усулларда аниқлашни ўрганиш. \\
“Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 йил. 64-65 бетлар

19. Toxirov M.I., G'oirov A.R., Jumanov L.E., Umarov Sh.A., prof. Alimuxamedov M.G'. prof. Magrupov F.A. \\
Modifitsirlangan fenol-formaldegid oligomerini oddiy fenol-formaldegid oligomerlaridan xossalaridagi farqlari \\
Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалаврият талабаларини ХХХ илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами, «Умидли кимёгарлар-2021» 46-47 бетлар.

20. Ғойипов А.Р., Ҳошимов Қ.Н., Тохиров М.И., Алимухамедов М.Г. Магрупов Ф.А. \\
Модифицирланган фенол формалдегид олигомерларини Уббеллоде усули билан томчи тушиш харорати ва тикилиш шароитларини ўрганиш \\
Кимё, Нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озиқ-овқат саноатлари инновацион технологияларини долзарб муаммолари илмий-техникавий конференциясининг мақолалар тўплами, Тошкент кимё-технология институти, 2020 йил, 18-19 ноябрь, 26-27 бетлар.

Avtoreferat «Kimyo va kimyo texnologiyasi» jurnali tahririyatida taxrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bichimi 84x601/16, «Times New Roman» garniturası. Raqamli bosma usuli. Times garniturası.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma №_22
Guvohnoma №_100624_
“OUTDOOR MEDIA” Xususiy korxonasi
Chilonzor tumani, Chilonzor ko‘chasi 81 uy

