

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ИСМАИЛОВ БОБУРБЕК МАХМУДЖАНОВИЧ**

**АЗОФЕНОЛ ВА АЗОНАФТОЛЛАРНИНГ МОНО-, ДИПРОПАРГИЛ  
ЭФИРЛАРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент - 2022**

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

<b>Исмаилов Бобурбек Махмуджанович</b> Азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини олиш технологияси .....	3
<b>Исмаилов Бобурбек Махмуджанович</b> Технология получения моно-, дипропаргильных эфиров азопенола и азофтаола .....	21
<b>Boburbek Ismailov</b> Technology of obtaining mono-, dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol.....	39
<b>Эълон қилинган ишлар рўйхати</b> <b>Список опубликованных работ</b> <b>List of published works .....</b>	42

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ИСМАИЛОВ БОБУРБЕК МАХМУДЖАНОВИЧ**

**АЗОФЕНОЛ ВА АЗОНАФТОЛЛАРНИНГ МОНО-, ДИПРОПАРГИЛ  
ЭФИРЛАРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент - 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.4.PhD/T1709 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (узбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (tkti.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталига (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Махсумов Абдухамид Гофурович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Тешабаева Элмира Убайдуллаевна**  
техника фанлари доктори, профессор

**Абдушукуров Анвар Кабирович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Етақчи ташкилот:**

**Тошкент давлат техника университети**

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «\_\_\_» \_\_\_соат \_\_\_даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti\_info@edu.uz.)

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

Диссертация автореферати 2022 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилган.  
(2022 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_даги № \_\_ рақамли реестр баённомаси).

**С.М.Туробжонов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Х.И. Кадиров**

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

**Г. Рахмонбердиев**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунёда ацетилен ҳосилалари ва азогуруҳ сақловчи ароматик бирикмалар нефт ва газ, кимё, қишлоқ хўжалиги, тиббиёт ва фармацевтикада турли маҳсулотлар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Шу билан бирга, азофенол ва азофтаол молекулаларини алкиллаш, ариллаш ва ациллаш билан турли иқлим шароитларида физик-механик хоссалари ўзгармайдиган, ультрабинафша нур таъсирига чидамли, ёрқин ранглардаги полимер материаллар, бўёқлар ва коррозия ингибиторлари ишлаб чиқариш технологиясини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда пропаргил спирти ва унинг эфирлари, азофенол, азофтаол ҳосилалари асосида янги авлод бирикмаларини ишлаб чиқаришнинг энергиятежамкор технологияларини қўллашга қаратилган чуқур тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, ароматик ҳалқа углероди билан бевосита боғланган гидроксил гуруҳининг кимёвий табиатини таққослаш, азофенол ва азофтаол халқаларига реакцион фаол функционал гуруҳларни киритиш билан полимер материаллари учун ёрқин ранг берувчи бўёқ моддалар синтез қилиш, ўсимликларни ўстирувчи воситаларнинг зарарсиз, тез парчаланувчи таркибларини яратиш, технологик жараён қурилмаларини коррозиядан ҳимояловчи ингибиторлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда охириги йилларда амалга оширилаётган кенг чора-тадбирлар натижасида кимё саноати корхоналарини модернизация қилиш, рақобатбардош маҳсулотлар турларини кенгайтириш, хомашёларнинг янги захираларини яратиш, импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини жорий қилишга алоҳида эътибор қаратилиб, муайян илмий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «иқтисодий инновацияларни кенг жорий қилиш, саноат корхоналари ва илм-фан муассасаларининг кооперация алоқаларини ривожлантириш»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада азофенол ва азофтаолларни пропаргиллаш реакциялари орқали олинган моно- ва дипропаргил эфирлар асосида, мўтадил иқлим шароитларига бардошли, қуёш нури таъсирига чидамли, ёрқин ранглардаги бўёқлар, металлларни коррозиядан самарали ингибирловчи препаратлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш алоҳида аҳамият касб этади.

Мазкур диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 6 апрелдаги ПФ-4891-сон

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида» Фармони

«Товарлар (ишлар, хизматлар) ҳажми ва таркибини танқидий таҳлил қилиш, импорт ўрнини босадиган ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни чуқурлаштириш тўғрисида»ги фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Азофенол ва азофтаолларни алкиллаш, ациллаш, ариллаш жараёнларини механизмини тадқиқ қилиш ва реакцион фаол ҳосилаларини олишнинг энергия ва ресурстежамкор технологияларини ишлаб чиқиш бўйича P. Moller, H. Wallin, K.M. Dipak, D. Mitra, M.S. Germana, B.R. Ramesh, Y. Einaga, O. Sato, T. Zheng, S. Wang, R. Ardeleanu, N. Hurduc, T. Batool, F.H. Nasim, G.C. Brandao, A. Braga de Oliveira, E. Catanzaro, G.R. Ferreira, N. Bouroumane, M.A. Kassem, G. Giuseppe, A.S. Soldatenko, I.V. Sterkhova, N.F. Lazareva, J. Wang, J.R. Kirby, R.M. Milburn, J.H. Saylor, М.Ф. Шостаковский, А.С. Атавин, А.М. Сладков, А.Е. Фаворский, Б.А. Трофимов, А.Г. Махсумов, И.Р. Асқаров, Н. Мадихонов, И.А. Абдугафуров, С.М. Туробжонов, А. Икрамов, Б.Ф. Муҳиддинов, С.Э. Нурмонов, О.Э. Зиядуллаев, Д.Х. Мирҳамитова ва бошқалар илмий-тадқиқот ишлари олиб боришган.

Улар томонидан хусусиятлари аввалдан белгиланган ацетилен бирикмалари синтез қилишнинг илмий асослари яратилган, азогуруҳ сақловчи ароматик бирикмаларни винил- ва пропаргил ҳосилалари, оддий ва мураккаб эфирлари синтез қилинган, олинган моддаларнинг таркиб-тузилиши, хоссалари тадқиқ қилинган, муҳим қўлланилиш соҳалари аниқланган ва ишлаб чиқариш технологиялари жорий қилинган.

Шу билан бирга, азофенол ва азофтаолларни пропаргил галогенидлар билан таъсирлашувидан моно- ва дипропаргилэфирлари ҳосил бўлиш механизмини ўрганиш, уларнинг физик-кимёвий хоссалари, таркиби ва тузилишининг ранг бериш хусусиятларига, металларни коррозиядан ингибирлаш самарасига ҳамда ўсимликларни ўсишини тезлаштиришга боғлиқлигини аниқлаш, импорт ўрнини босувчи, саноатда мақсадли фойдаланиш мумкин бўлган материаллар олиш технологиялари бўйича илмий ишлар олиб борилмоқда.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти илмий тадқиқот ишлари режасининг ОТ-А12-53 рақамли: «Кимё ва тўқимачилик соҳасида қўлланиладиган аллилазобирикмалар асосида бўёқ моддалар олишнинг янги самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2017-2018 й.) мавзусидаги амалий гранти доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари ишлаб чиқариш технологиясини яратишдан иборат.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

азофенол ва азофтаолларнинг моно- ва дипропаргил эфирлари олишнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

азофенол ва азофтаоллар билан пропаргил галогенидлар таъсирлашувидан моно- ва дипропаргил эфирлари ҳосил бўлиш механизмини ўрганиш;

азофенол ва азофтаоллар билан пропаргил галогенид реакциялари асосида азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини олиш;

азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг элементоорганик бирикмалари, галогенли ҳосилаларини синтез қилиш;

синтез қилинган бирикмалар асосида ультрабинафша нур таъсирига чидамли, ёрқин ранглардаги бўёқлар, металллар коррозияланишида самарали ҳимояловчи ингибирлаш хусусиятлиларини аниқлаш ва уларни амалиётда қўллаш;

азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари ишлаб чиқариш технологиясини яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида азофенол, азофтаол, пропаргил бромид, пропаргил хлорид, азофенол ва азофтаолларнинг моно- ва дипропаргил эфирлари асосида олинган ёрқин ранг берувчи бўёқлар, коррозия ингибиторлари, ўсимликларни ўсишини стимуловчи воситалар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** углерод ва кислород атомлари бўйича пропаргиллаш, элементоорганик бирикмалари, галогенли ҳосилаларининг физик-кимёвий хоссалари ва бўёқлар, коррозия ингибиторлари олишнинг технологик параметрлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация иши тадқиқотлари бўйича олинган моддаларнинг таркиби ва тузилиши замонавий спектроскопик усуллар (ИК- ва <sup>1</sup>H-ЯМР-), бирикмаларнинг квант кимёвий таҳлили (Hyper Chem 7.0 дастури), моддаларнинг софлиги (юпқа қатламли хроматография), математик моделлаштириш (Maple Soft 2018) ва бошқа физик-кимёвий усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

азофенол ва азофтаол: пропаргил галогенид: катализатор системасида ҳосил бўлувчи оралик алкоголят молекуласидаги ион боғлари узилиши билан беқарорлиги ортиб, нуклеофил бирикиш реакцияси осон бориши асосланган;

азофенол ва азофтаолларнинг пропаргил эфирлари юқори (88.6-93.1 %) унумларда ҳосил бўлиши, электронодонор эритувчиларнинг дастлабки компонентлар таркибидаги C-Hal боғнинг осон узилиши, ионланиш энергиясини ва реакция интенсивлигини ошириши билан исботланган;

ацетилен боғи, электронлар жуфти умумлашмаган кислород ва азогуруҳлари кетма-кет жойлашган, чизикли тузилишга эга азофенол 4,4'-дипропаргил диэфирининг металлларни коррозиядан ҳимоялашнинг самарали ингибитори эканлиги исботланиб, агрессив муҳит pH=2 - 5 бўлганда, 0,02 % концентрацияда ҳимоялаш даражаси 81,0 % ни ташкил этиши аниқланган;

азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг саноатда полимер материаллари учун турли хил иқлим шароитларида физик-механик

хоссалари ўзгармайдиган ёрқин ранглардаги (тўқ сарик, тўқ қизил ва яшил) бўёвчанлик хусусияти аниқланган;

азофенол ва азофтаолларнинг моно- ва дипропаргил эфирларини олиш технологияси яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагиларда ўз аксини топган:

азофенол ва азофтаол моно- ва дипропаргил эфирлари олишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

металлар коррозияланишининг самарали ингибитори азофенол 4,4'-дипропаргил диэфири олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ёрқин ранглардаги бўёвчанлик хусусиятли азофенол 2,2'-дипропаргил диэфири (яшил), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфири (тўқ сарик) ва азофенол 4,4'-дипропаргил диэфири (тўқ қизил) олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Диссертация тадқиқоти моддаларнинг таркиби ва тузилиши юққа қатламли хроматография, квант кимёвий РМЗ Hyper Chem 7.0 Chem Office (ММ2) ҳисоблаш, <sup>1</sup>Н-ЯМР, ИҚ-замонавий спектроскопик усуллари, Maple Soft 2018 операция муҳитларда математик моделларнинг аниқлиги ва кўрилатган соҳа бўйича баҳолаш мезонларининг адекватлилиги, ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари ва уларнинг реал ишлаб чиқариш маълумотлари билан қиёсий таҳлиллари орқали асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, илк бор атмосфера босимида азофенол ва азофтаолларнинг моно- ва дипропаргил эфирлари синтез қилиниб, юқори унум билан 1-(фенил-азо)-нафтаол-2 пропаргил эфири, 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфири, 4,4'-дипропаргил диэфир азофеноллар ҳосил бўлишининг илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ацетилен боғли ҳосилалардан 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол ва 1-(фенил-азо)-нафтаол-2 пропаргил эфири (полимер материаллар учун ёрқин рангли бўёқ), 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол (металл коррозиясига қарши ингибитор), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфири ва 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол (ўсимликларни ўсиши учун стимуляторлар ва полимер материаллар учун ёрқин рангли бўёқ) олиш технологияларининг ишлаб чиқилганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Азофенол ва азофтаолларнинг моно- ва дипропаргил эфирлари ишлаб чиқаришнинг самарали технологиясини яратиш бўйича олинган илмий-тадқиқот натижалари асосида:

4,4'-дипропаргил диэфир азофенол асосида металл қурилмалари ва асбоб-ускуналарини коррозиядан ҳимоялаш ингибитори «Навоий кон-металлургия комбинати» акциядорлик жамияти шароитларида амалиётга жорий қилинган («Навоий кон-металлургия комбинати» акциядорлик жамиятининг 2022 йил 24 январдаги 2301-01-01/126-сон маълумотномаси). Натижада рН=2 - 5 чегаралар-

даги кучли кислота муҳотида металлари коррозиядан ҳимояловчи ингибитордан фойдаланиш имконини берган;

азофенол ва аzoneфтоллари моно-, дипропаргил эфирлари полимерлар учун ёркин ранглар ҳосил қилувчи бўёқ моддалар Шўртангаз кимё мажмуасига қарашли «Қаршитермопласт» цехида амалиётга жорий этилган («O'zbekneftgaz» aksiyadorlik jamiyati 2021 йил 22 ноябрдаги 03-17-5/178-сонли маълумотномаси). Натижада об-ҳаво турли хил шароитларида физик-механик хоссалари ўзгармайдиган, ёркин рангдаги пластик қувурлар ишлаб чиқариш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 12 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, улардан 2 та республика ва 3 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган бўлиб, 116 бетдан иборат.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, илмий янгилиги, олинган натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, ўтказилган тадқиқотларнинг ишончлилиги, апробация ва натижаларининг нашр қилиниши, диссертациянинг ҳажми ва тузилиши бўйича маълумотлар баён этилган.

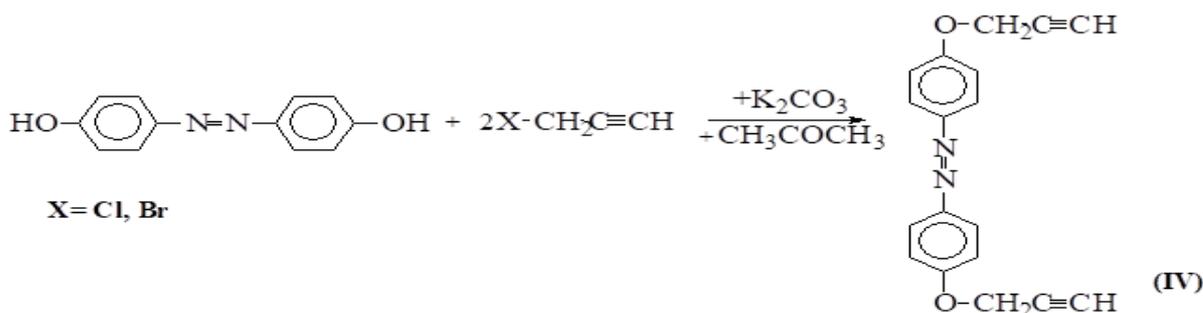
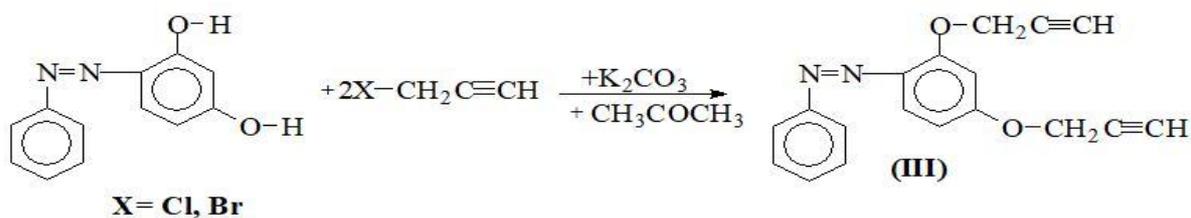
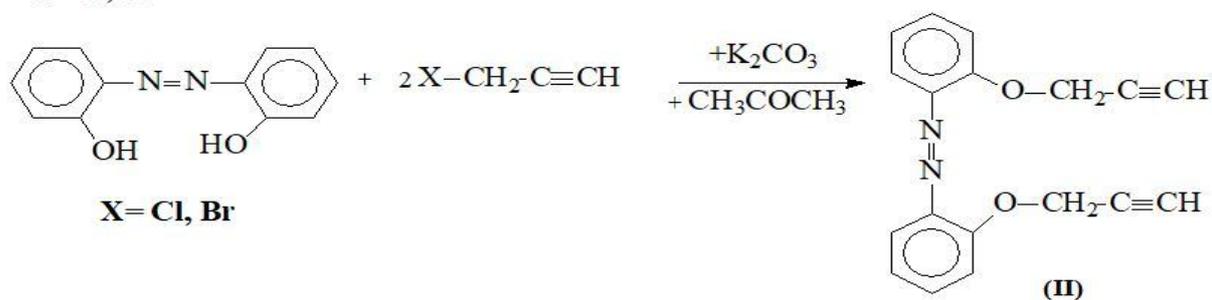
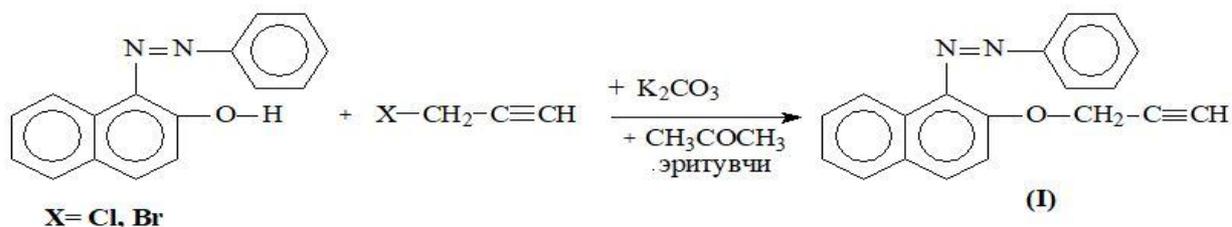
Диссертациянинг **«Азофенол ва аzoneфтоллари асосидаги кимёвий жараёнларнинг замонавий ҳолати, уларнинг хоссалари ва ва қўлланилиш соҳалари»** номли биринчи боби учта параграфдан иборат бўлиб, унда азофенол ва аzoneфтоллари асосидаги кимёвий жараёнлар, пропаргил галогенид иштирокидаги Вильямсон реакцияси асосида азофенол ва аzoneфтоллари моно-, дипропаргил эфирларини олиш усуллари, азофенол ва аzoneфтолларининг элементоорганик моно-, дипропаргил эфирларини олиш усуллари, хоссаларини ўрганишга бағишланган. Кўрилган адабий шарҳлар асосида тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Диссертациянинг **«Дастлабки реагентларнинг физик-кимёвий хоссалари, маҳсулот олиш»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот учун танланган объектлар, моддаларнинг олиниш ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш усуллари келтирилган. Азофенол ва аzoneфтоллари моно-, дипропаргил эфирлари ҳамда уларнинг элементоорганик моно-, дипропаргил

эфирларини олиш жараёнлари келтирилган. Синтез қилинган моддаларнинг таркиби ва тузилишини аниқлашнинг физик-кимёвий усуллари баён этилган.

Диссертациянинг «Азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари ва уларнинг элементоорганик бирикмаларини олиш усуллари ҳамда олинган натижалар таҳлили» деб номланган учинчи бобида азофенол ва азофтаолларни пропаргиллаш орқали уларнинг эфирларини олиш жараёни ҳамда уларнинг мис, кумуш, симоб, бром, йод, хлор элементоорганик моно-, дипропаргил эфир бирикмаларини олиниш шароитлари таҳлил қилинган. Шунингдек, жараён натижасида олинган бирикмаларнинг электрон кристалл тузилиши ва квант-кимёвий ҳисоблари келтирилган.

Дастлаб, азофенол ва азофтаоллар асосида уларнинг моно-, дипропаргил эфирлари синтез қилинган. 1-(фенил-азо)-нафтаол-2, 2,2'-азодифенол, 4-(фенил-азо)-резорцин, 4,4'-азодифеноллар ва пропаргил галогенид асосида 1-(фенил-азо)-нафтаол-2 пропаргил эфири (I), 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол(II), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфири(III), 4,4'-дипропаргил диэфир азофеноллар(IV)нинг ҳосил бўлиш реакция схемаларини қуйидагича ифодалаш мумкин:



Реакциялар натижасида олинган азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг физик-кимёвий хоссалари 1-жадвалда келтирилган.

**Азофенол ва азонафтоллларнинг моно-, дипропаргил эфирлари (I-IV)нинг баъзи физик-кимёвий хоссалари**

№	Брутто-формуласи	R <sub>f</sub> (бензол: метанол - 5:1)	T <sub>суюқ</sub> , °C	Унум, %
<b>I</b>	C <sub>19</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O	0,64	124-125	91,6
<b>II</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,62	135-136	88,6
<b>III</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,60	165-166	91,3
<b>IV</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,61	195-196	93,1

Азофенол ва азонафтоллларнинг моно-, дипропаргил эфирларини синтез қилишнинг оптимал шароитларини белгилаш мақсадида, реакциянинг вақтга, ҳароратга ва ҳосил бўладиган мақсадли маҳсулотларнинг эритувчи ва катализаторлар табиатига боғлиқликлари ўрганилган ва тизимли равишда таҳлил этилган.

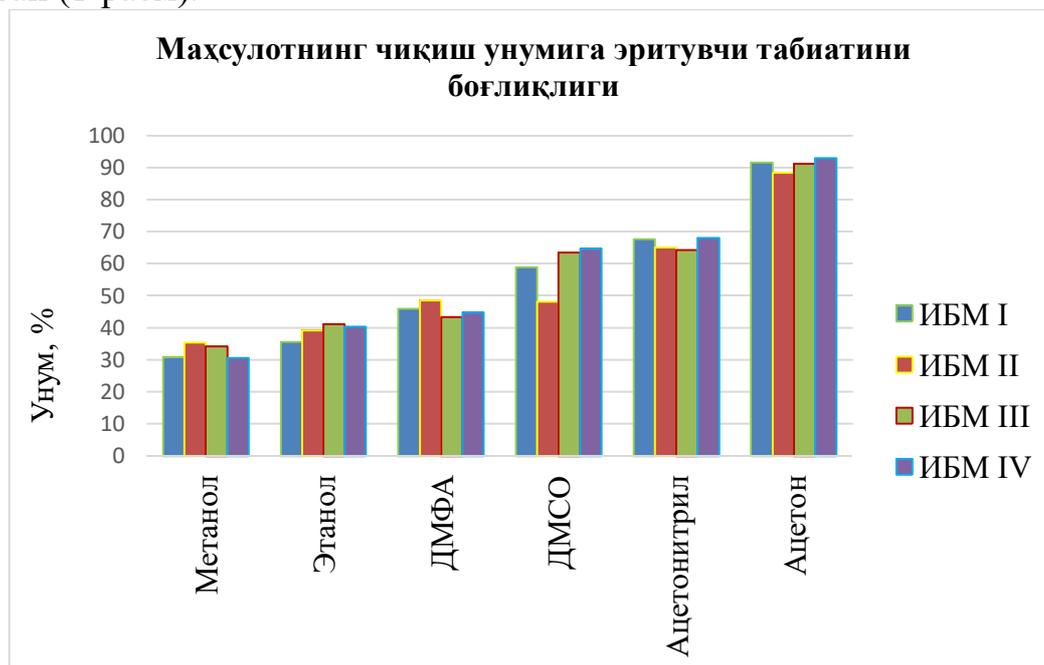
Азофенол ва азонафтоллларнинг моно-, дипропаргил эфирларини синтез қилиш жараёнида маҳсулот ҳосил бўлиши самарадорлигига катализатор табиати ва миқдори таъсири таҳлил қилинган. Жараёнда катализаторсиз бўлган муҳитга қараганда катализаторли шароитларда олиб борилганда реакцияга киришувчи моддалар учун калий карбонатнинг каталитик фаоллиги юқорилиги ва натижасида маҳсулот ҳосил бўлиши учун энг асосий омиллардан бири эканлиги кузатилган. Жараёнда катализаторнинг азофенол ва азонафтолллар билан таъсирлашиб алкоголятлар ҳосил қилиши ва уларнинг осонлик билан гидролизга учраб, юқори унумларда моно- ва дипропаргил эфирларига айланишида роли катта эканлиги тажрибалар орқали ўз исботини топган.

Ушбу реакция жараёнда фаол молекулалар сони ортиши билан азофенол ва азонафтолллар молекуласидаги ион боғлари осон узилиб, эркин катионлар ҳосил бўлади, натижада азофенол ва азонафтоллларнинг пропаргил бромид билан нуклеофил бирикиш реакцияси ҳам осон бора бошлади, азофенол ва азонафтолллар беқарорлиги ортиб, ИБМ (I-IV) бирикмалар юқори унум билан ҳосил бўлган.

Каталитик кимёвий реакцияларда маҳсулот унумини оширишда катализаторлар билан бир қаторда тўғри танланган эритувчилар ҳам муҳим аҳамият касб этади. Экспериментал тадқиқотларга кўра, синтез қилинган 1-(фенил-азо)-нафтол-2 пропаргил эфири (I), 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол(II), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир(III), 4,4'-дипропаргил диэфир азофеноллар(IV) органик эритувчиларда (ацетон, ацетонитрил) яхши эриши аниқланган.

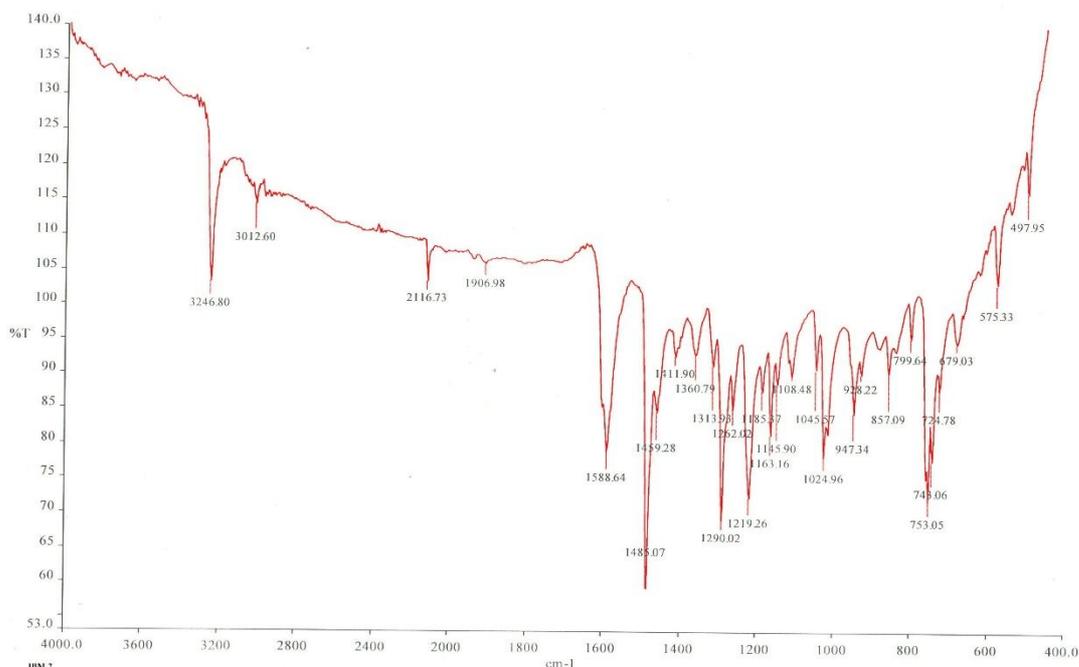
Азофенол ва азонафтоллларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг юқори унум билан чиқишига эришиш мақсадида эритувчи табиатининг таъсирини аниқлаш учун электронодонор эритувчиларда синаб кўрилди. Бундан мақсад реакцияга киришадиган компонентларнинг ионланишини таъминлаш ва реакция интенсивлигининг самарадорлигини оширишдан иборат бўлиб, натижада моно- ва дипропаргил эфирларининг чиқишига эритувчи таркиби катта таъсир этиши тажрибада аниқланган.

Тадқиқот натижаларига асосан, 1-(фенил-азо)-нафтол-2, 2,2'-азодифенол, 4-(фенил-азо)-резорцин, 4,4'-азодифенолларни пропаргил галогенид билан алкиллаш (пропаргиллаш) реакциясида энг яхши эритувчи сифатида ацетон танланган (1-расм).



**1-расм. Азофенол ва азонафтолларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг чиқиш унумига эритувчи табиатини боғлиқлиги графиги**

Олинган азофенол ва азонафтолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари тузилиши ИҚ-, <sup>1</sup>H-ЯМР-спектрлари орқали тасдиқланди (2-жадвал ва 2,3-расмлар).



**2-расм. Азофенолнинг 2,2' - дипропаргил диэфирининг ИҚ-спектри**

Азофенолнинг 2,2' - дипропаргил диэфири (ИБМ-II) ИҚ-спектрида характеристик гуруҳлар учун мос бўлган тебранишлар қуйидагича изоҳланади. –C≡C– гуруҳи валент тебранишлари асосий ютилиш полосалари 2116,73-2228

см<sup>-1</sup>, ≡C–H гуруҳи 3246,80 см<sup>-1</sup>, –O–CH<sub>2</sub>– гуруҳи 1262,02-1219,26 см<sup>-1</sup>, –N=N– гуруҳи 1588,4 см<sup>-1</sup>, о-С<sub>6</sub>Н<sub>4</sub>-гуруҳи эса 753,05-724,78 см<sup>-1</sup> ютилиш чўққиларини берди. Деформацион тебранишларига хос чўққилар эса 4000 – 3300 см<sup>-1</sup> соҳада кузатилди.

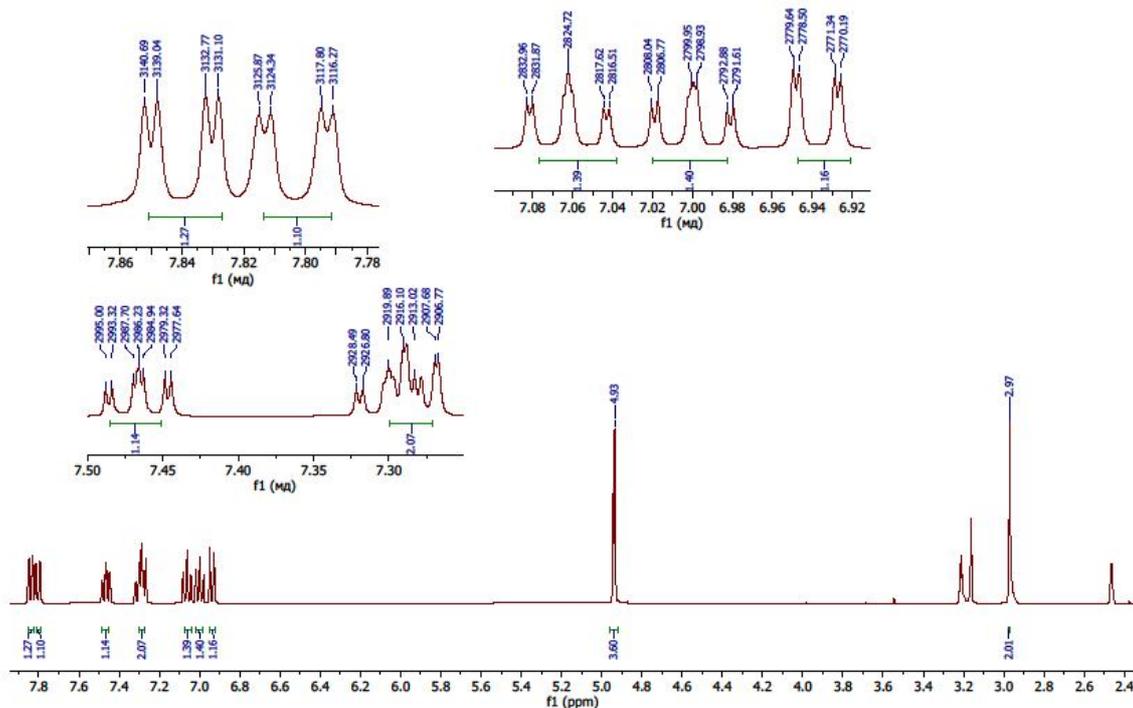
## 2-жадвал

### Азофенол ва азнафтоларнинг моно-, дипропаргил эфирлари (I-IV)нинг ИҚ-спектрлари таҳлили (ν, см<sup>-1</sup>)

№	ν <sub>C≡C</sub>	ν <sub>≡C-H</sub>	ν –O–CH <sub>2</sub>	ν <sub>N=N</sub>			
I	2228,57	3278,55	1239,84	1597,82 - 1579,88	765,48-710,00		
II	2116,73-2228	3246,80	1262,02-1219,26	1588,4	753,05-724,78		
III	2266,69	3310-3312	1251,37	1590,16-1526,96	681,31	854,67	854,67-807,72
IV	2220	3310-3308	1237	1584-1558	860-800		

Азофенолнинг 2,2' - дипропаргил диэфири (ИБМ-II) <sup>1</sup>H-ЯМР спектри ((400 МГц, ДМСО-d<sub>6</sub>+CCl<sub>4</sub>, δ, м.у., J (Гц)): 2,97 (2 Н, с, –C≡CH), 4,93 (4 Н, с, –CH<sub>2</sub>–), 6,94\* (1 Н, дд, J=8.3, 1.1, Н-12), 7,00\*\* (1 Н, дт, J=7.5, 1.3, Н-11), 7,06\*\* (1 Н, дт, J=7.7, 1.1, Н-6), 7,28\* (1 Н, дд, J=8.4, 1.0, Н-5), 7,30\*\*\* (1 Н, дт, J=7.8, 1.7, Н-10), 7,47\*\*\* (1 Н, дт, J=7.9, 1.7, Н-7), 7,80\*\*\*\* (1 Н, дд, J=8.1, 1.5, Н-8), 7,84\*\*\*\* (1 Н, дд, J=7.9, 1.7, Н-9).

Ismailov Boburbek\_IBM-2\_1H\_DMSO-d6+CCl4\_18112021\_400 MHz



3-расм. Азофенолнинг 2,2' - дипропаргил диэфирининг <sup>1</sup>H-ЯМР-спектри

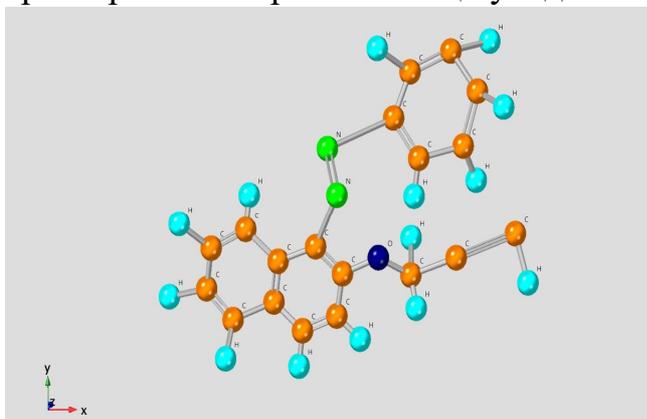
Дастлабки моддада Н-8 ва Н-9 ларга хос сигналлар 7,78 м.у. да биргаликда д.д. шаклда намоён бўлади. Лекин маҳсулотда улар 7,80 м.у.да ва 7,84 м.у. алоҳида д.д. шаклда намоён бўлди. Шу билан биргаликда қолган протонлар ҳам дастлабки моддада биргаликда сигнал ҳосил қилган бўлса, маҳсулотда уларни ажралишлари кузатилди.

Шунингдек, дастлабки модда билан реакция натижасида олинган моддани  $^1\text{H}$ -ЯМР спектрларида характеристик гуруҳлар учун мос бўлган сигналларни солиштирганимизда, бошланғич моддадаги 11,69 м.у. (2 Н, с,  $-\text{OH}$ ) синглет сигналининг ҳосил бўлган моддада йўқолиши ҳамда ҳосил бўлган моддада 2,97 (2 Н, с,  $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ) ва 4,93 (4 Н, с,  $-\text{CH}_2-$ ) м.у. синглет сигналлар пайдо бўлиши билан фарқ қилади.

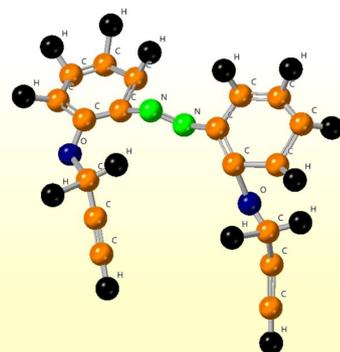
Олинган азофенол ва азонафтолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари асосида уларнинг мис, кумуш ва симоб ацетиленидли ҳосилалари юқори унумларда, қисқа вақт ичида, хона ҳароратида осонлик билан галогенларга алмашилиш жараёни тадқиқ қилинган. Олинган бирикмалар асосида уларнинг мос равишдаги бром-, йод, хлор сақлаган пропаргил эфири ҳосилалари ҳосил қилинган.

Дастлабки синтез қилинган 1-(фенил-азо)-нафтол-2 пропаргил эфири ва азофенолнинг 2,2'- дипропаргил диэфири кристаллининг рентген тузилиши таҳлили (РТТ) усули ёрдамида олинган 3D кристалл тузилишлари 4,5-расмларда кўрсатилган.

Хозирги кунда квант-кимё усули ҳам жуда кенг миқёсда ривожланиб бормоқда. Маълумки, молекулаларнинг кимёвий хоссалари ва реакция қобилияти, асосан, уларнинг электрон структураси ва энергетик характеристикаларига боғлиқ бўлади.



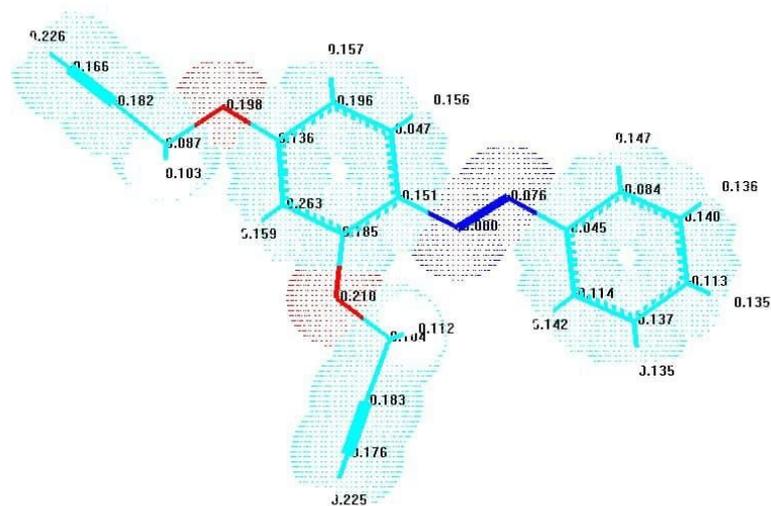
4-расм. 1-(фенил-азо)-нафтол-2 пропаргил эфирининг 3 D кристалл тузилиши



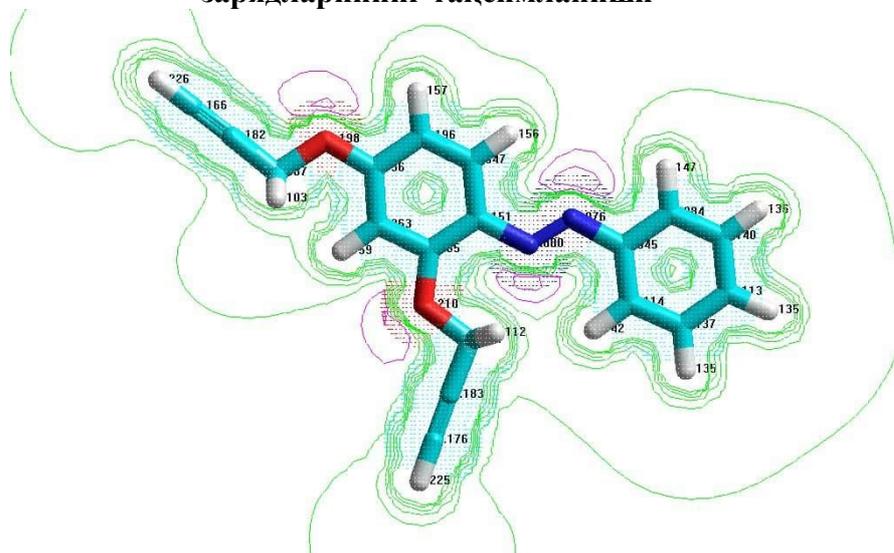
5-расм. Азофенолнинг 2,2'- дипропаргил диэфирини 3D кристалл тузилиши

Шулардан келиб чиқиб, диссертация ишида азофенол ва азонафтолларнинг моно-, дипропаргил эфири ҳосилаларининг электрон тузилишлари аниқланиб, квант-кимёвий ҳисоблашлар ҳам олиб борилди.

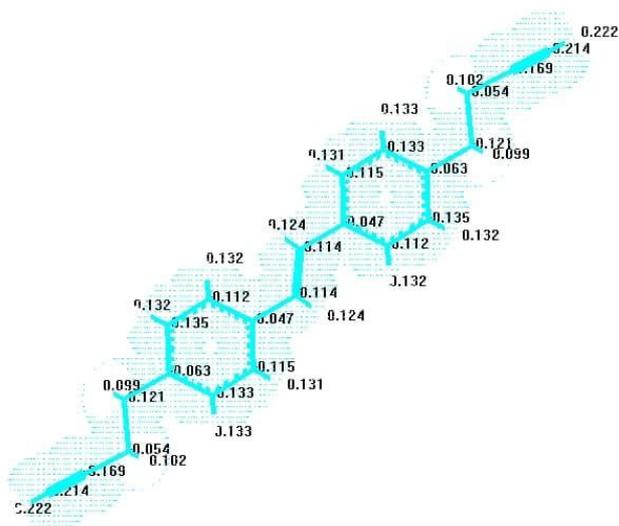
Намуна сифатида 4-фенил-азо-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир, азофенолнинг 4,4'-дипропаргил диэфири молекулаларининг квант кимёвий ҳисоблашлари Hyper Chem 7.0 дастури ёрдамида олинган фазовий геометрияси ва электрон тузилиши 6 (а, б) ва 7 (а,б)-расмларда кўрсатилган.



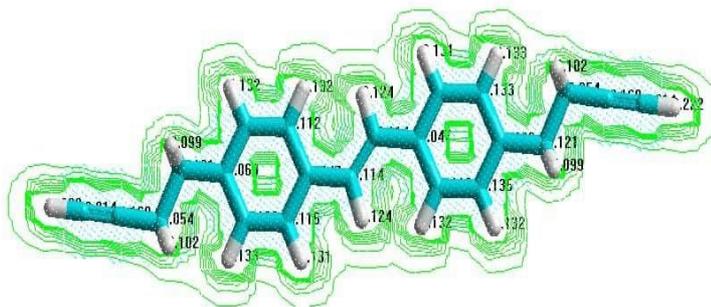
6(a)-расм. 4-фенил-азо-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир молекуласидаги атомлар зарядларининг тақсимланиши



6(б)-расм. 4-фенил-азо-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир молекуласида электрон зичликнинг тақсимланиши



7(a)-расм. Азофенолнинг 4,4'-дипропаргил диэфир молекуласида атомлар зарядларининг тақсимланиши



7(б)-расм. Азофенолнинг 4,4'-дипропаргил диэфири молекуласида электрон зичликнинг тақсимланиши

Диссертациянинг «Азофенол ва азнафтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобида азофенол ва азнафтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини олиш жараёни математик моделлаштириш усулида жараён оптималлаштирилган ҳамда технологияси ишлаб чиқилган, техник-иқтисодий самарадорлиги ва металл қурилмалари коррозиясига қарши ингибиторлар сифатида ва ёрқин ранг берувчи бўёқлар сифатида қўлланилиш соҳаларидаги ўрганишлар бўйича олиб борилган илмий тадқиқотлар тўғрисида маълумотлар берилган.

*Азофенол ва азнафтаолларнинг моно-, дипропаргил эфири ҳосилаларини олишда пропаргиллаш жараёнини математик моделлаштириш.* Азофенол ва азнафтаолларни пропаргиллашда борадиган кимёвий жараёнларни математик моделлаштириш орқали олинган бирикмалар синтезида технологик параметрларни аниқлаш имконини беради.

Ишда азофенол ва азнафтаолларни пропаргил галогенид билан алкиллаш (пропаргиллаш) жараёнида олинган тажриба натижаларини математик моделлаштириш кам сонли квадратлар усулидан фойдаланган ҳолда амалга оширилди.

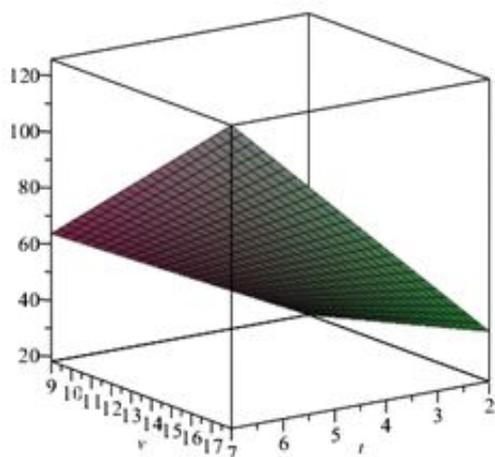
Жараёни моделлаштириш икки босқичда олиб борилди:

1. Тажриба натижаларига кўра танланган боғлиқликнинг ташқи кўриниши аниқланди.

2.  $Y=f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$  функциясидаги боғлиқлик коэффиценти танланди ва ушбу боғлиқлик биринчи функциядаги  $a_i$  орқали чиқарилди.

Маҳсулот унуми ва реакция ўртача тезлиги асосида Maple-2018 дастури ёрдамида натижалар иконограммаси тузилди. Масалан, қуйида 2,2'-азодифенол ва пропаргил бромид асосида синтез қилинган азофенолнинг 2,2'-дипропаргил диэфири тажриба натижалари ва математик моделлаштириш орқали олинган иконограммалари 8 (а,б)-расмда берилган.

*Азофенол ва азнафтаолларнинг моно-, дипропаргил эфири ҳосилалари синтези натижаларини математик қайта ишлаш.* Тажриба натижалари Maple-2018 дастуридан фойдаланилган ҳолда математик қайта ишланди. Азофенол ва азнафтаолларни Вильямсон усулида алкиллаш жараёни 90 °С ҳароратда олиб борилганда ҳосил бўлган пропаргил эфирлари унумини математик қайта ишлаш натижаларини қуйида кўрсатилган тартибда изохлашимиз мумкин.



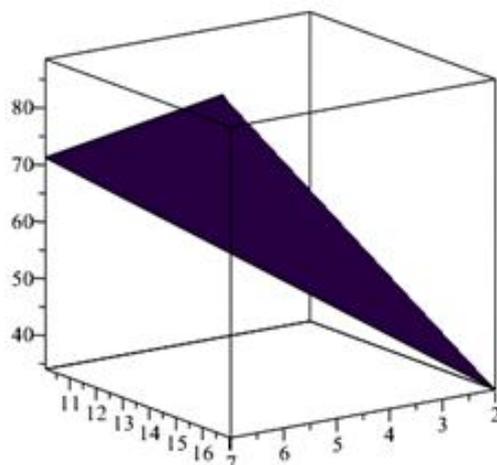
**8 (а)-расм. Азофенолнинг 2,2'-дипропаргил диэфири ҳосил бўлиш унумига реакция давомийлигининг таъсири тажриба натижаси иконограммаси**

Математик ҳисоблашлар, азофенол ва азофтаолларни пропаргиллаш реакцияси давомийлиги 6 соатда олиб борилганда, пропаргил эфирлар юқори унум билан синтез қилинишини инобатга олган ҳолда ўша қийматлар асосида олиб борилди.

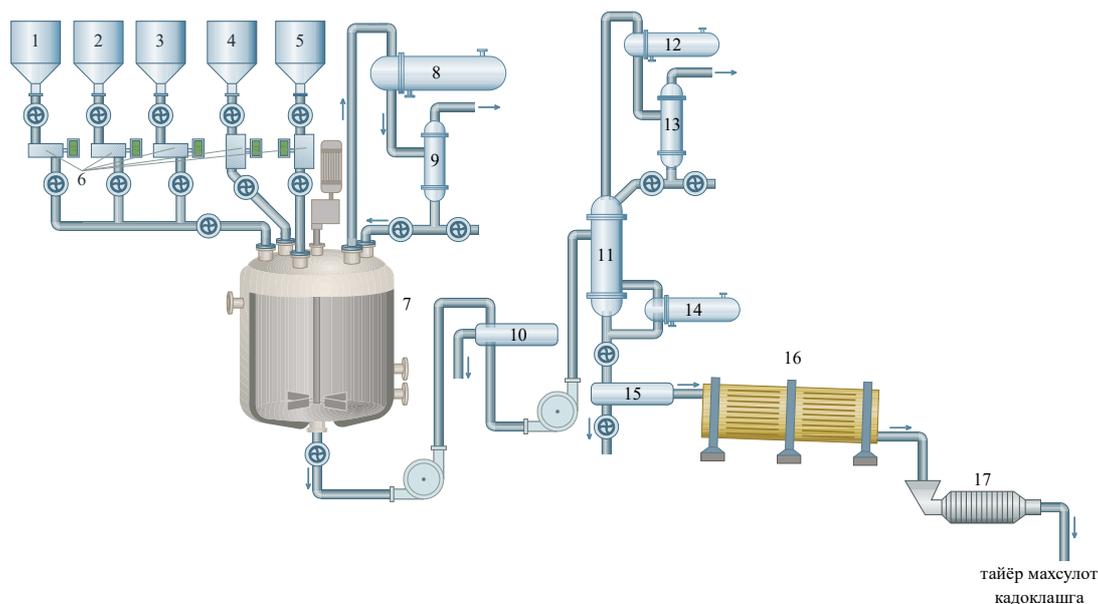
Азофенол ва азофтаолларни Вильямсон усулида алкиллаш жараёнида ҳосил бўлган пропаргил эфирлар унуми натижаларини математик қайта ишлаш моделини яратиш маҳсулот унумини ҳароратга боғлиқлик тажриба натижалари қийматига асосланган.

Юқорида баён қилинган тадқиқотлар натижасида 2,2'-азодифенол ва галоидпропаргил асосида азофенолнинг 2,2'-дипропаргил диэфирини олишнинг принципиал технологик схемаси таклиф этилди (9-расм). 2,2'-азодифенол билан пропаргил бромид асосида азофенолнинг 2,2'-дипропаргил диэфирини ишлаб чиқаришни даврий ва узлуксиз усуллар билан амалга ошириш мумкин.

Керакли микдорда 2,2'-азодифенол, эритувчи (ацетон), галоидпропаргил, калий карбонат 7-иситиш ва совутиш мосламаси билан жиҳозланган аралаштиргичли реакторга солинади ва аралаштирилади. Реакция атмосфера босимида 90 °С ҳароратда 6 соат давомида доимий аралаштириш билан олиб борилади. Реакция тугайдан кейин муҳит 30 °С ҳолатга келтирилганида реакторга диэтилэфир эритувчиси солинади ва реакция аралашма таркибидаги ишлатилган катализатор 10-фильтр орқали ажратиб олинади ва қолган аралашма 11-ҳайдаш кубига йўналтирилади. Ушбу ҳайдаш кубига дастлаб ишлатилган диэтилэфир ҳайдаш натижасида 12-конденсатор орқали 13-сепараторга ўтказиб ажратиб олинади, кейинчалик қолган реакция массаси қурилмани пастки қисми орқали 15-фильтрдан ўтказилади ва ишлатилган ацетондан ажратиб олинади. 90°С ҳароратдаги чиқадиган буғ-газ аралашмалар 8-конденсатор совутгич орқали совутилади ва 9-сепараторга газ-суяқ фазага ажратиш учун йўналтирилади.



**8 (б)-расм. Азофенолнинг 2,2'-дипропаргил диэфири ҳосил бўлиш унумига реакция давомийлигининг таъсири математик моделлаштирилгандаги иконограммаси**



**9-расм. Азофенол ва азнафтоларнинг моно-, дипропаргил эфирларини олишнинг принципиал технологик схемаси:**

1-ацетон учун сиғим; 2- галоидпропаргил учун сиғим; 3- диэтилэфир учун сиғим; 4- 2,2'-азодифенол учун сиғим; 5- поташ учун сиғим; 6- дозаторлар; 7-реактор-аралаштиргич; 8,12-совутгичлар; 9,13-сепараторлар; 10,15- фильтрлар; 11-хайдаш кубини; 14-иситгич; 16- қуритгич; 17- майдалагич.

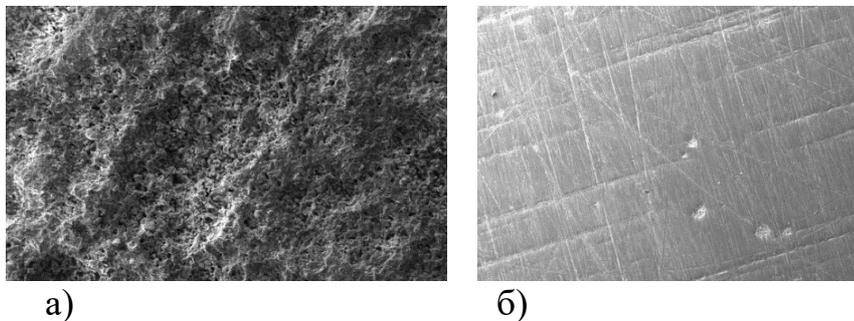
Технологик жараёндаги ишлатилган эритувчи ва катализатордан тозаланган реакция массаси 16-қуритгичдан ўтказилиб, 17-майдалагичга йўналтирилади ва олинган тайёр маҳсулот кадоқлашга жўнатилади.

Маҳсулот олинишида юқори унумларда кристалл кукун сифатида ҳосил бўлади.

*Азофенол ва азнафтоларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг металл қурилмалари коррозиясига қарши ингибиторлар сифатида қўлланилиши.* Азофенол ва азнафтоларнинг моно-, дипропаргил эфирларини металл коррозиясига ингибитор концентрациясининг, рН муҳитининг, экспозиция давомийлиги ҳамда температурасига таъсири тадқиқ қилинди. Кислотали муҳитнинг оширилиши билан коррозия тезлиги ошиб, химояланиш даражаси пасаяди. Масалан, рН=5 тенг бўлган муҳитда ИБМ-I ингибиторининг 0,02 масс. % қийматида коррозия тезлиги 1,14 г/м<sup>2</sup>с, химояланиш даражаси 62,4 %, концентрацияси 0,1 масс.% га оширилганда эса коррозия тезлиги 0,78 г/м<sup>2</sup>с, химояланиш даражаси 68,9 % бўлиши аниқланди. Муҳитнинг кислоталигини оширганимизда рН=2 бўлганда коррозия тезлиги 1,35 г/м<sup>2</sup>с, химояланиш даражаси 56,7 % ни ташкил этди. Кейинги ҳолатда 0,02 масс.% ИБМ- IV ингибитори иштирокида рН=2 муҳит бўлганда коррозия тезлиги 0,95 г/м<sup>2</sup>с, химояланиш даражаси 79,7 % қийматига эга бўлиши маълум бўлди, рН=5 бўлган муҳитда коррозия тезлиги 0,62 г/м<sup>2</sup>с, химояланиш даражаси эса 81%ни ташкил этди.

Бундан ташқари коррозия тезлигига ва химояланиш даражасига температуранинг таъсири ҳам тадқиқ қилинди. Бунда температура ошиши билан коррозия тезлиги ошиб, химояланиш даражаси пасайиши аниқланди.

Ст.3 маркали пўлат юзасида ингибитор самарадорлигини ўрганиш учун электрон микроскопда натижалар таҳлил қилинди. Ўрганиш натижалари 10-расмда келтирилган. Электрон микроскопда намуналарнинг юзасини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ингибитор (б) намуна юзасини хлорид кислота таъсиридан ҳимоя қилган, аммо намуна юзасидаги алоҳида кенгликлар кислота (а) таъсирига учраган бўлиб, бу кенгликларда коррозия натижаларини кўриш мумкин.



**10-расм. Уч маркали пўлатнинг электрон микроскоп ёрдамида кўриниши.**

4,4'-дипропаргил диэфир азофенол ингибитори 0,02 масс.%, HCl pH=2:

а) ингибиторсиз; б) ингибиторли

Синов натижалари асосида ўрганилган препаратлар орасидан металллар коррозиясида фаол ингибиторларнинг антикоррозион хусусиятга эга энг самаралиси 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол бўлиб чиқди. Металлларнинг коррозия тезлиги билан ингибиторнинг концентрацияси ва структураси орасидаги боғлиқлик аниқланди. Ингибиторнинг миқдорининг оширилиши билан металлларнинг коррозия тезлиги пасайиб боради, ҳимояланиш даражаси эса ортади.

Олинган натижалар шуни кўрсатдики, турли хил муҳитда ингибитор миқдорини ортиши металлларни коррозиясининг бир неча марта пасайишига олиб келди ва натижалар амалиётга жорий этилди.

*Азофенол ва азонифтоларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг бўёқ сифатида қўлланилиши.* Ўзбекистон Республикаси Қашқадарё вилоятидаги Шўртан газ-кимё мажмуасига қарашли «Қаршитермопласт» цехида ишлаб чиқариладиган полиэтилен учун синтез қилинган бирикмалар ишлаб чиқариш жараёнида юқори зичликдаги полиэтилен таркибида текшириб кўрилди ва диаметри 32 мм бўлган полиэтилен қувурлар ишлаб чиқариш технологик линиясида синовдан ўтказилди. Тажриба синов натижаларида олинган маҳсулотлар ранги тўқ қизил, тўқ сариқ (оранж) ва яшил рангга айланди. Ўтказилган синовлар натижасида шу нарса аён бўлдики, таклиф қилинаётган янги бўёқ моддалари - 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол, 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфирлари, 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол бўёқлари юқори ҳароратга нисбатан анча чидамли бўлиб чиқди ва натижада олинган рангли маҳсулотлар шаффоф ҳолда намоён бўлди.

Шундай қилиб, Ўзбекистон маҳсулотини ишлаб чиқаришда кутилаётган иқтисодий самара йилига транспорт харажатларининг иқтисодини ҳисобга олмаган ҳолда 1866939920 сўмни ташкил этди.

Умуман, олинган маҳсулотнинг сифати яхши ҳолатда бўлиб, унинг физик-механик хоссалари ҳам ўзгармади, ранг пластик қувурнинг бутун ҳажми бўйича бир хилда бўялди ва ушбу олинган азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари турли хил иқлим шароитидаги таъсирларга, хусусан намликка ва қуёш нурига чидамли, ёрқин ранг ҳосил қилиш хусусиятлари аниқланиб, полимер саноатида бўёқ сифатида ишлатишга тавсия этилган.

## ХУЛОСАЛАР

1. Азофенол ва азофтаоллар билан пропаргил галогенид реакциялари асосида мос равишдаги азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари олинди, бунда реакцияга киришаётган азофенол ва азофтаоллар билан пропаргил галогенидлар ўзаро таъсирлашуви орқали олиш усули тавсия этилди.

2. Азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини юқори унумларда ҳосил бўлиши жараёнларга таъсир этувчи асосий омилларга (ҳарорат, вақт, катализатор ва эритувчиларнинг табиати) боғлиқлиги аниқланди.

3. Олинган азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари асосида уларнинг мис, кумуш ва симоб металлорганик бирикмалари юқори унумларда, қисқа вақт ичида, хона ҳароратида ҳосил бўлиши ҳамда осонлик билан галогенларга алмашиниш усули тадқиқ қилинди. Олинган бирикмалар асосида уларнинг мос равишдаги бром-, йод-, хлорорганик атоми сақлаган пропаргил эфири ҳосилалари ҳосил қилинди.

4. Азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларининг таркиби, тозаллиги ва тузилиши замонавий физик-кимёвий тадқиқот усуллари билан исботланди. Бошланғич ва синтез қилинган моддаларнинг электрон кристалл тузилиши ва квант-кимёвий ҳисоблашлари амалга оширилди. Атом зарядларининг тақсимланишига кўра, манфий зарядларнинг кислород атомида юқори бўлиши ва у реакцион марказ эканлиги кўрсатилди. Шунингдек, математик моделлаштириш усули Maple Soft 2018 дастури ёрдамида азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини оптимал олиш шароитлари кўрсатилди.

5. Азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирларини оддий ва содда усул орқали энергия сарфи тежамкорлик йўли билан олиш жараёнининг принципиал технологик схемаси тавсия этилди.

6. Синтез қилинган бирикмалар орасидан 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол металлларнинг коррозияланишига қарши юқори самарадор эканлиги аниқланди ва ингибитор сифатида қўллаш учун тавсия этилди. Шунингдек, олинган азофенол ва азофтаолларнинг моно-, дипропаргил эфирлари орасидан турли хил иқлим шароитларида физик-механик хоссалари ўзгармайдиган, ёрқин ранг ҳосил қилиш хусусиятлари аниқланиб, 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол, 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфери, 4,4'-дипропаргил диэфир азофеноллар полимерлар саноатида бўёқ сифатида қўллаш учун тавсия этилди.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ИСМАИЛОВ БОБУРБЕК МАХМУДЖАНОВИЧ**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНО-, ДИПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ  
АЗОФЕНОЛА И АЗОНАФТОЛА**

**02.00.14. - Технология органических веществ и материалов на их основе**

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

**Ташкент - 2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.4.PhD/T1709.**

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

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

**Научный руководитель:**

**Махсумов Абдухамид Гафурович**  
доктор химических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Тешабаева Элмира Убайдуллаевна**  
доктор технических наук, профессор

**Абдушукуров Анвар Кабирович**  
доктор химических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Ташкентский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. в «\_\_\_» часов на заседании Ученого совета № DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский р-н, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20), факс: (99871) 2447917, e-mail: [tkti\\_info@edu.uz](mailto:tkti_info@edu.uz). Административное здание Ташкентского химико-технологического института, 2-этаж, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирована за № 287). Адрес: 100011, г. Ташкент Шайхонтохурский р-н, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года.

(протокол реестра рассылки № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.).

**Туробжонов С.М.**

Председатель научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Кадиров Х.И.**

Учёный секретарь научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

**Рахмонбердиев Г.**

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время одним из актуальных вопросов в современном мире является азосодержащие производные ацетилена и ароматические соединения, которые широко используются в производстве различных продуктов нефтегазовой, химической, сельскохозяйственной, медицинской и фармацевтической промышленности. При этом особое внимание уделяется созданию технологии получения полимерных материалов, красителей и ингибиторов коррозии, методами алкилирования, арилирования и ацилирования азофенола и азофтаола, их физико-механическим свойствам, которых не изменяются в различных климатических условиях и устойчивы к ультрафиолетовому излучению.

В мире ведутся углубленные исследования, направленные на применение энергосберегающих технологий получения соединений нового поколения на основе пропаргилового спирта и его эфиров, азофенола, азофтаола и его производных. В связи с этим особое внимание уделяется синтезу ярких красителей для полимерных материалов за счет введения реакционноспособных функциональных групп в азофенольные и азофтаоловые кольца, созданию безвредных быстрорастворимых стимуляторов роста растений, разработке и получению ингибиторов коррозии защиты технологических устройств.

В республике за последние годы достигнуты определенные результаты благодаря проводимым масштабным мероприятиям по модернизации химической промышленности, расширению ассортимента конкурентоспособной продукции, созданию новых запасов сырья, разработке технологий производства импортозамещающей продукции. Стратегия развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы включает такие важные цели как «Широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений»<sup>2</sup>. В связи с этим особое значение приобретает создание технологии получения красок ярких цветов, устойчивых к воздействию солнечных лучей, умеренным климатическим условиям, и эффективных антикоррозионных препаратов на основе моно- и дипропаргилового эфиров, получаемых реакцией пропаргилирования азофенола и азофтаола.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 25 октября 2018 года № ПП-3983 «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», от 3 апреля 2019 года № ПП-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности» и Распоряжению Президента Республики Узбекистан от 6 апреля 2017 года № Р-

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

4891 «О критическом анализе объема и структуры импорта товаров (работ, услуг), углублению локализации производства импортозамещающей продукции», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** Научно-исследовательские работы по исследованию механизмов алкилирования, ацилирования, арилирования азофенола и азофтаола и разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий получения реакционно-активных производных велись учёными Møller P., Wallin H, Dipak K. M., Mitra D., Germana M.S., Ramesh B.R., Einaga Y., Sato O., Zheng T., Wang S., Ardeleanu R., Hurduc N., Batool T., Nasim F.H., Brandão G.C., Braga de Oliveira A., Catanzaro E., Ferreira G. R, Bouroumane N., Kassem M. A., Giuseppe G., Soldatenko A. S., Sterkhova I. V., Lazareva N. F., Wang J., Kirby J.R., Milburn R.M., Saylor J.H., М.Ф.Шостаковский, А.С.Атавин, А.М.Сладков, А.Е.Фаворский, Б.А.Трофимов, А.Г.Махсумов, И.Р.Асқаров, Н.Мадихонов, И.А.Абдугафуров, С.М. Турабджанов, А. Икрамов, Б.Ф. Мухиддинов, С.Э. Нурмонов, О.Э.Зиядуллаев, Д.Х.Мирхамитова и др.

Они создали научную базу для синтеза ацетиленовых соединений с заданными свойствами, синтезировали виниловые и пропаргиловые производные, простые и сложные эфиры ароматических соединений, содержащих азогруппу, изучили состав и свойства полученных веществ, определили важные области их применения и внедрили их в производство.

При этом ведутся научные работы по изучению механизмов образования моно- и дипропаргиловых эфиров при взаимодействии азофенола и азофтаола с пропаргилгалогенидами, определению зависимости их физико-химических свойств, состава, строения и окрашивающих свойств, и ингибирующих свойств на коррозию металлов и ускорению роста растений, с целью замещение импортозамещающих, промышленных технологий получения полезных материалов.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института и в рамках научно-прикладного и фундаментального проекта по теме «ОТ-А12-53 Разработка новой эффективной технологии получения красящих веществ на основе аллилазосоединений для применения в химической и текстильной промышленности» (2017-2018 гг.).

**Целью исследования** является разработка технологии получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азофтаола.

**Задачи исследования:**

определение оптимальных условий получения моно- и дипропаргилового

эфиров азофенола и азонафтола;

изучение механизма образования моно- и дипропаргилового эфиров при взаимодействии пропаргилгалогенидов с азофенолом и азонафтолом;

получение моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола на основе их реакций с пропаргилгалогенидами с азофенолом и азонафтолами;

синтез элементоорганических соединений, галогенпроизводных моно-, дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола;

определение и применение на практике синтезированные соединений, устойчивых к УФ-излучению, а также в качестве яркоокрашенные красок и эффективных ингибиторов защиты от коррозии металлов;

разработка технологии производства моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола.

**Объектом исследования** являются азофенол, азонафтол, пропаргил бромид, пропаргил хлорид, яркие красящие красители на основе моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола, ингибиторы коррозии, стимуляторы роста растений.

**Предметом исследования** являются реакции пропаргилирования на атомах углерода и кислорода, физико-химические свойства элементоорганических соединений и их галогенпроизводных, технологические параметры получения красок и ингибиторов коррозии.

**Методы исследования.** В диссертационной работе применялись современные спектроскопические методы (ИК- и  $^1\text{H}$ -ЯМР-), квантово-химические анализы соединений (программа Hyper Chem 7.0), определение чистоты веществ (тонкослойная хроматография), математическое моделирование (Maple Soft 2018) и другие физико-химические методы для определения состава и строения веществ, полученных в ходе исследований.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обосновано протекание реакции нуклеофильного присоединения в системе азофенол и азонафтол: пропаргилгалогенид: катализатор за счёт разрыва ионных связей и роста нестабильности образующихся молекул промежуточных алколюлятов;

доказано, что электронодонорные растворители легко разрывают связь C-NaI в исходных компонентах, повышают энергию ионизации и интенсивность реакции, за счёт чего пропаргилловые эфиры азофенола и азонафтола образуются с высокими (88,6-93,1%) выходами;

доказано, что азофенол 4,4'-дипропаргил диэфир с линейным строением, ацетиленовой связью, неподеленными кислородом и азогруппами является эффективным ингибитором коррозионной защиты металлов; определен уровень защиты в агрессивных средах  $\text{pH}=2 - 5$ , при концентрации 0,02%, который составляет 81,0 %;

предложено использование моно-, дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола для окраски промышленных полимерных материалов в яркие цвета (оранжевый, малиновый и зеленый), физико-механические свойства которых не изменяются в различных климатических условиях;

разработана технология получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

определены оптимальные условия получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола;

разработана технология получения азофенол-4,4'-дипропаргилдиэфира - эффективного ингибитора коррозии металлов;

разработана технология производства азофенол 2,2'-дипропаргилдиэфира (зеленый), 4-(фенил-азо)-резорцин-1,3-дипропаргилдиэфира (оранжевый) и азофенол 4,4'-дипропаргилдиэфира (темно-красный) с яркой развитой окраской.

**Достоверность полученных результатов** подтверждена результатами исследований и их сравнительного анализа состава и строения веществ тонкослойной хроматографией, квантово-химическими расчетами PM3 Hyper Chem 7.0 Chem Office (MM2), <sup>1</sup>H-ЯМР, ИК-современными спектроскопическим методам, точностью математических моделей в операционных средах Maple Soft 2018 и адекватностью использованных критериев.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что впервые при атмосферном давлении синтезированы моно- и дипропаргилловые эфиры азофенола и азонафтола, а также объясняется создание научных основ образования 1-(фенил-азо)-нафтол-2-пропаргилловый эфир, 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргилдиэфир, 4,4'-дипропаргилдиэфир азофенола.

Практическая значимость результатов исследований заключается в обосновании разработки технологий получения 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол, 1-(фенил-азо)-нафтол-2-пропаргилловый эфир (яркие красители для полимерных материалов), 4,4'-дипропаргилдиэфир азофенол (ингибитора коррозии металлов), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргилдиэфир и 4,4'-дипропаргилдиэфир азофенол (стимуляторы роста растений и яркие красители для полимерных материалов).

**Внедрение результатов исследования.** По результатам научных исследований по созданию эффективной технологии производства моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола:

при испытаниях в качестве ингибитора металлических приборов и оборудования Навоийского горно-металлургического комбината 4,4'-дипропаргилловый эфир азофенол показал высокую эффективность и результаты были внедрены в производство. (Справка АО «Навоийского горно-металлургического комбината» № 2301-01-01/126 от 24.01.2022 г.). В результате удалось использовать новые ингибиторы коррозии металлов в сильноокислой среде в диапазоне рН=2 - 5;

моно- и дипропаргилловый эфиры азофенола и азонафтола, красители, придающие полимерам яркие цвета, освоены в цехе «Каршитермопласт», принадлежащим «Шуртанскому газохимическому комплексу» (АО «Узбекнефтегаз» исх. № 03-17-5/178 от 22.11.2021 г.). В результате удалось

производить ярко окрашенные пластиковые трубы, физико-механические свойства которых не меняются при различных погодных условиях.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждены на 12 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 22 научные работы, из них 5 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 3 зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации состоит из 116 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

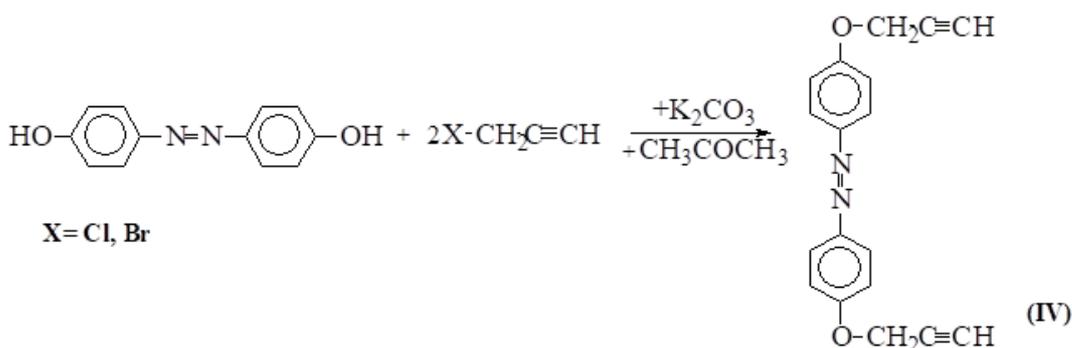
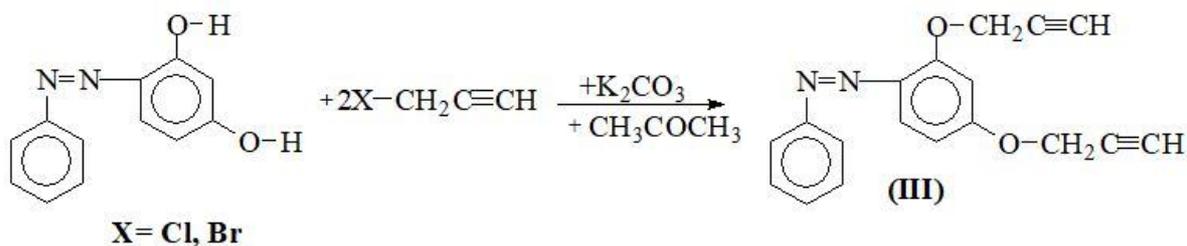
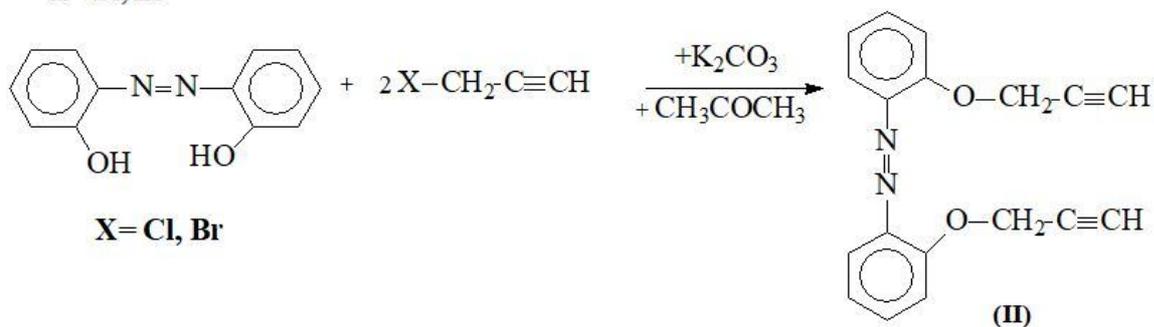
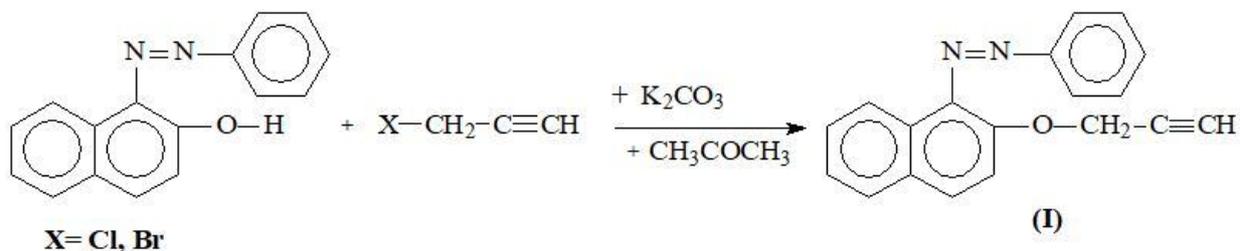
**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, раскрыта научная новизна, научная и практическая значимость полученных результатов и их внедрение в практику, приведены сведения по достоверности апробации и публикации сведений о структуре диссертации.

**Первая глава** диссертации под названием «**Современное состояние химических процессов на основе азофенола и азонафтола, их свойства и области применения**» состоит из трех параграфов, в которых химические процессы на основе азофенола и азонафтола, способы получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтолов на основе реакции Вильямсона с участием пропаргилгалогенида; методы получения, посвященные изучению их свойств. На основе обзора литературы были определены цели и задачи исследования.

**Во второй главе** диссертации «**Физико-химические свойства первичных реагентов, продукты производства**» описаны объекты, выбранные для исследования; методы получения и изучения физико-химических свойств веществ. Приведены процессы получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола и их элементоорганических производных. Описаны физико-химические методы определения состава и строения синтезированных веществ.

**В третьей главе** диссертации «**Методы получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонафтола и их элементоорганических соединений и анализ полученных результатов**» проанализированы условия получения указанных соединений. Также представлены математическое моделирование процесса и электронной кристаллической структуры и квантово-химические расчеты полученных соединений.

Первоначально были синтезированы моно- и дипропаргильевый эфиры на основе азофенола и азонафтола. Схемы реакций образования 1-(фенил-азо)-нафтол-2 пропаргильевый эфира (I), 2,2'-дипропаргил диэфир азофенола (II), 1,3-дипропаргил диэфир 4-(фенил-азо)-резорцина (III), 4,4'-дипропаргил диэфир азофенолы (IV) на основе пропаргилгалогенида: 1-(фенил-азо)-нафтол-2, 2,2'-азофенол, 4-(фенил-азо)-резорцин, 4,4'-азофенолы могут быть выражены следующим образом:



Физико-химические свойства полученных моно-, дипропаргильевых эфиров азофенола и азонафтола приведены в табл. 1.

С целью определения оптимальных условий синтеза моно- и дипропаргильевых эфиров азофенола и азонафтолов изучены и систематически проанализированы зависимости протекания реакции от времени, температуры, природы растворителя и катализаторов.

Проанализировано влияние природы и количества катализатора на эффективность образования продуктов при синтезе моно- и дипропаргильевых эфиров азофенола и азонафтолов. Замечено, что каталитическая активность

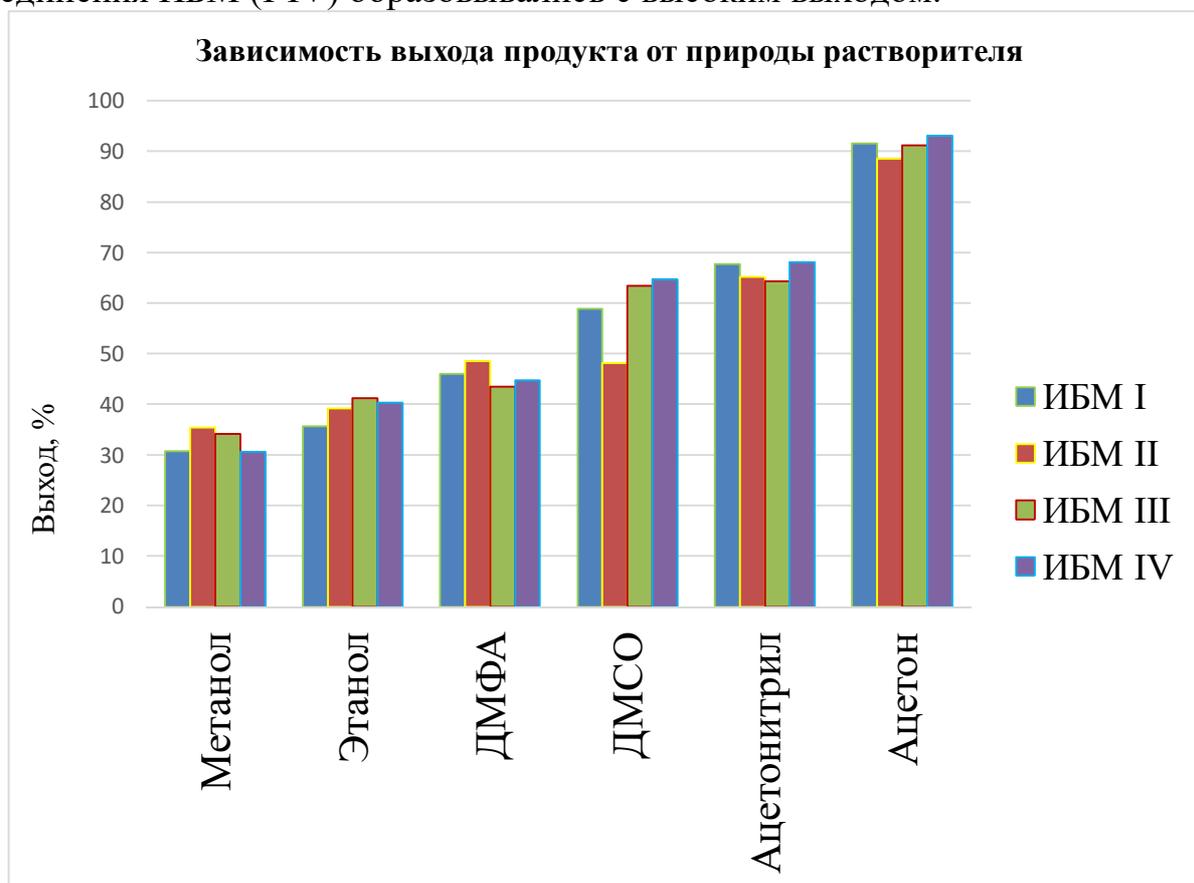
карбоната калия по отношению к реагентам процесса осуществляется в условиях с катализатором, по сравнению со средой без катализатора, и что он является одним из основных факторов образования продуктов. При этом экспериментально доказано, что катализатор взаимодействует с азофенолом и азонафтолом с образованием алкоголятов, который способствуют образованию моно- и дипропаргильовых эфиров с высокими выходами.

**Таблица 1**

**Некоторые физико-химические свойства моно- и дипропаргильовых эфиров (I-IV) азофенола и азонафтола**

№	Брутто-формула	R <sub>f</sub> (бензол: метанол - 5:1)	T <sub>пл.</sub> , °C	Выход, %
<b>I</b>	C <sub>19</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O	0,64	124-125	91,6
<b>II</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,62	135-136	88,6
<b>III</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,60	165-166	91,3
<b>IV</b>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,61	195-196	93,1

В этом реакционном процессе с увеличением количества активных молекул легко разрываются ионные связи в молекулах азофенола и азонафтола и образуются свободные катионы, в результате чего также реакция нуклеофильного сочетания азофенола и азонафтолов с пропаргилбромидом протекает легче, нестабильность азофенола и азонафтолов увеличивалась, а соединения ИБМ (I-IV) образовывались с высоким выходом.



**Рис 1. Зависимости выхода моно-, дипропаргильовых эфиров азофенола и азонафтола от природы растворителя**

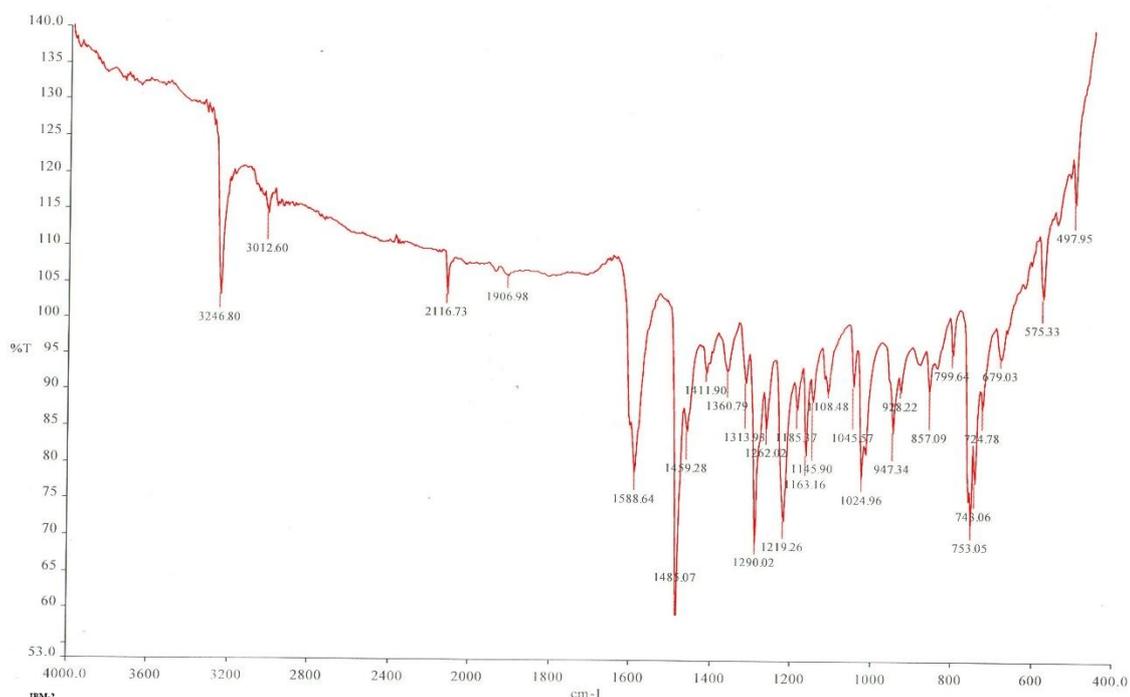
Наряду с катализаторами для повышения выхода продуктов каталитических химических реакций важны и правильно подобранные растворители.

Для достижения высокого выхода моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаолов были проведены испытания в электронодонорных растворителях для определения влияния природы растворителя. Целью этого является обеспечение ионизации реагирующих компонентов и повышение эффективности реакции, в результате в эксперименте установлено, что состав растворителя оказывает большое влияние на синтез моно- и дипропаргильных эфиров.

Показано что, ацетон является лучшим растворителем в реакции алкилирования (пропаргильирования) 1-(фенил-азо)-нафтол-2, 2,2'-азодифенола, 4-(фенил-азо)-резорцина, 4,4'-азодифенола (рис. 1).

По данным экспериментальных исследований синтезированы 1-(фенил-азо)-нафтол-2-пропаргильный эфир (I), 2,2'-дипропаргил диэфир азофенол (II), 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир (III) и 4,4'-дипропаргил диэфир азофенолы (IV) и установлено, что они хорошо растворимы в органических растворителях (ацетоне, ацетонитрил).

Строение полученных моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола подтверждено данными ИК-, <sup>1</sup>H-ЯМР-спектров (табл. 2 и рис. 2, 3).



**Рис 2. ИК-спектр 2,2'-дипропаргильного диэфира азофенола**

Колебания в ИК-спектре 2,2'-дипропаргильной диэфира азофенола (ИБМ-II), для характеристических групп, объясняются следующим образом. Основные полосы поглощения  $\text{--C}\equiv\text{C--}$  групповых валентных колебаний  $2116,73\text{--}2228\text{ см}^{-1}$ ,  $\equiv\text{C--H}$  группа  $3246,80\text{ см}^{-1}$ ,  $\text{--O--CH}_2\text{--}$  группа  $1262,02\text{--}1219,26\text{ см}^{-1}$ ,  $\text{--N=N--}$  группа  $1588,4\text{ см}^{-1}$ ,  $o\text{-C}_6\text{H}_4$ -группа давала пики поглощения  $753,05\text{--}724,78\text{ см}^{-1}$ .

Пики, характерные для деформационных колебаний, наблюдались в области  $4000\text{--}3300\text{ см}^{-1}$ .

$^1\text{H}$ - ЯМР спектр ИБМ II ((400 МГц, ДМСО-d<sub>6</sub>+CCl<sub>4</sub>,  $\delta$ , м.д., J (Гц)): 2,97 (2 H, с,  $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ), 4,93 (4 H, с,  $-\text{CH}_2-$ ), 6,94\* (1 H, дд, J=8.3, 1.1, H-12), 7,00\*\* (1 H, дт, J=7.5, 1.3, H-11), 7,06\*\* (1 H, дт, J=7.7, 1.1, H-6), 7,28\* (1 H, дд, J=8.4, 1.0, H-5), 7,30\*\*\* (1 H, дт, J=7.8, 1.7, H-10), 7,47\*\*\* (1 H, дт, J=7.9, 1.7, H-7), 7,80\*\*\*\* (1 H, дд, J=8.1, 1.5, H-8), 7,84\*\*\*\* (1 H, дд, J=7.9, 1.7, H-9).

Ismailov Boburbek\_IBM-2\_1H\_DMSO-d6+CCl4\_18112021\_400 MHz

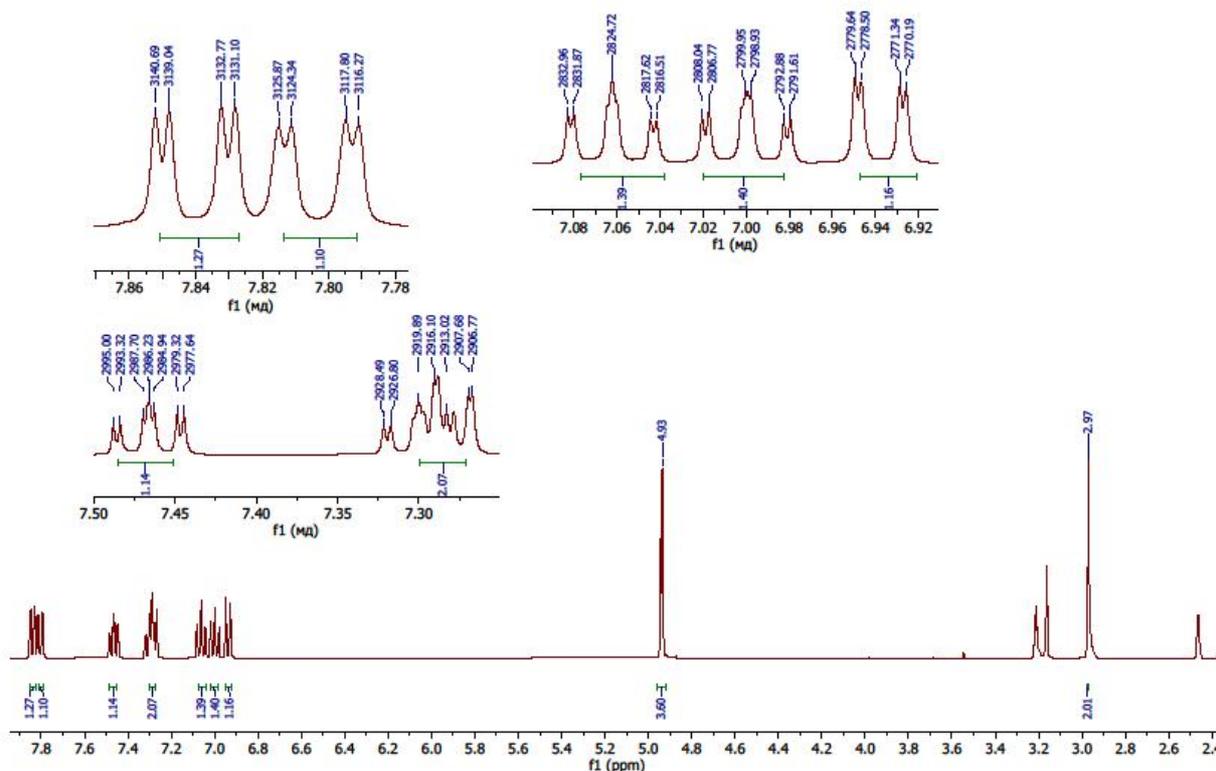


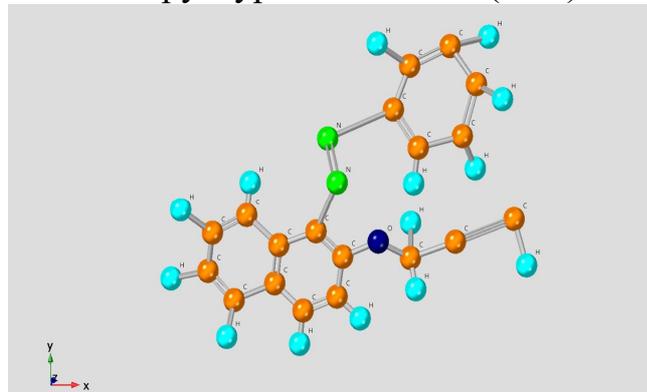
Рис. 3.  $^1\text{H}$ -ЯМР-спектр 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола

В исходном веществе сигналы, характерные для H-8 и H-9, составляли 7,78 м.д. вместе с д.д. появляется в форме. Но в продукте они на уровне 7,80 м.д. и 7,84 м.д. отдельный д.д. появился в виде. Однако, если в исходном веществе сигнал генерировали и остальные протоны, то в продукте наблюдалось их разделение.

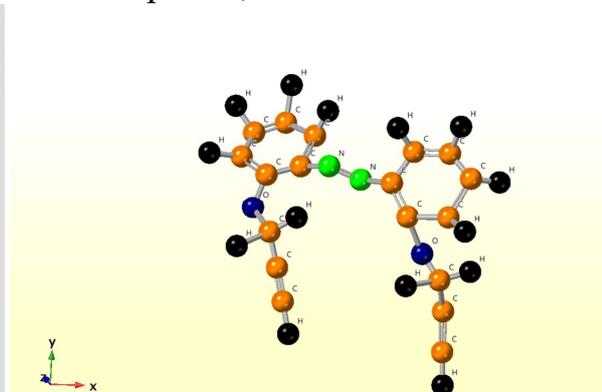
Кроме того, при сравнении сигналы в спектре  $^1\text{H}$ -ЯМР для характеристической группы исходных материалов и образующихся вещества. Показало, что исчезает синглетный сигнал при 11,69 м.д. (2 H, с,  $-\text{OH}$ ) и появляется сигнал при 2,97 (2 H, с,  $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ) и 4,93 (4 H, с,  $-\text{CH}_2-$ ) м.д. для образующихся соединений.

На основе полученных моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азонатола изучен процесс превращения их ацетиленидных производных меди, серебра и ртути в галогены с высокими выходами за короткое время при комнатной температуре. На основе полученных соединений созданы их соответствующие бром-, йод- и хлорсодержащие производные пропаргилового эфира.

Трехмерные 3D кристаллические структуры в первые синтезированных кристаллов 1-(фенил-азо)-нафтол-2-пропаргилового эфира и 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола полученные методом рентгеноструктурного анализа (РТТ) показаны на рис. 4,5.



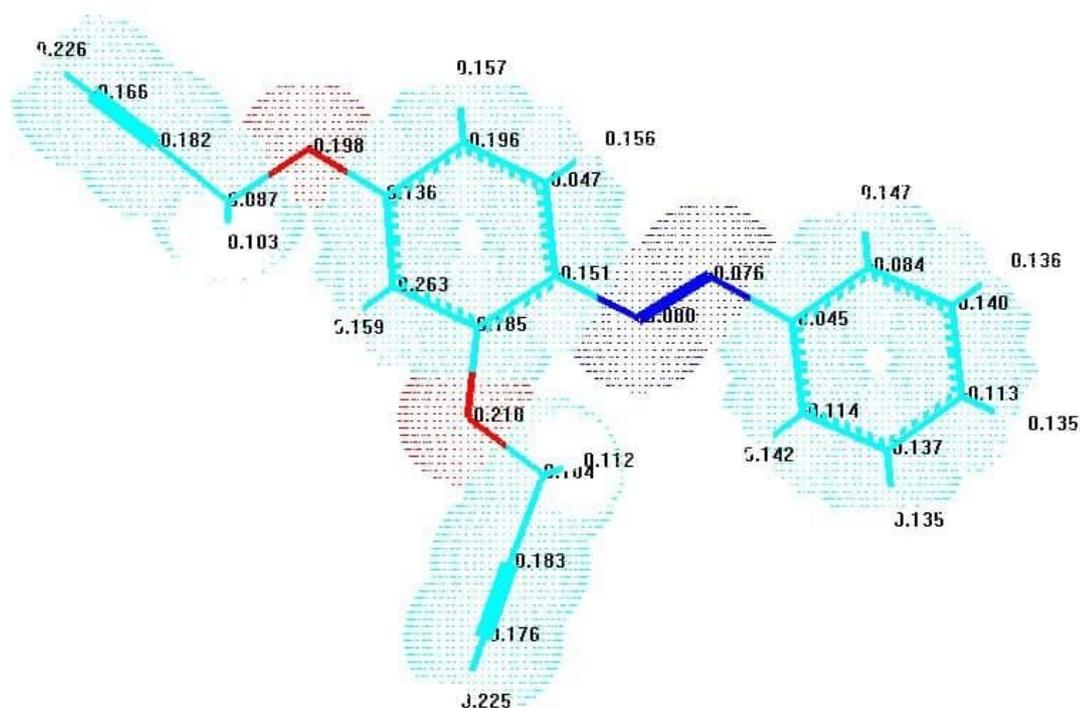
**Рис. 4. 3D кристаллическая структура 1-(фенил-азо)-нафтол-2-пропаргилового эфира**



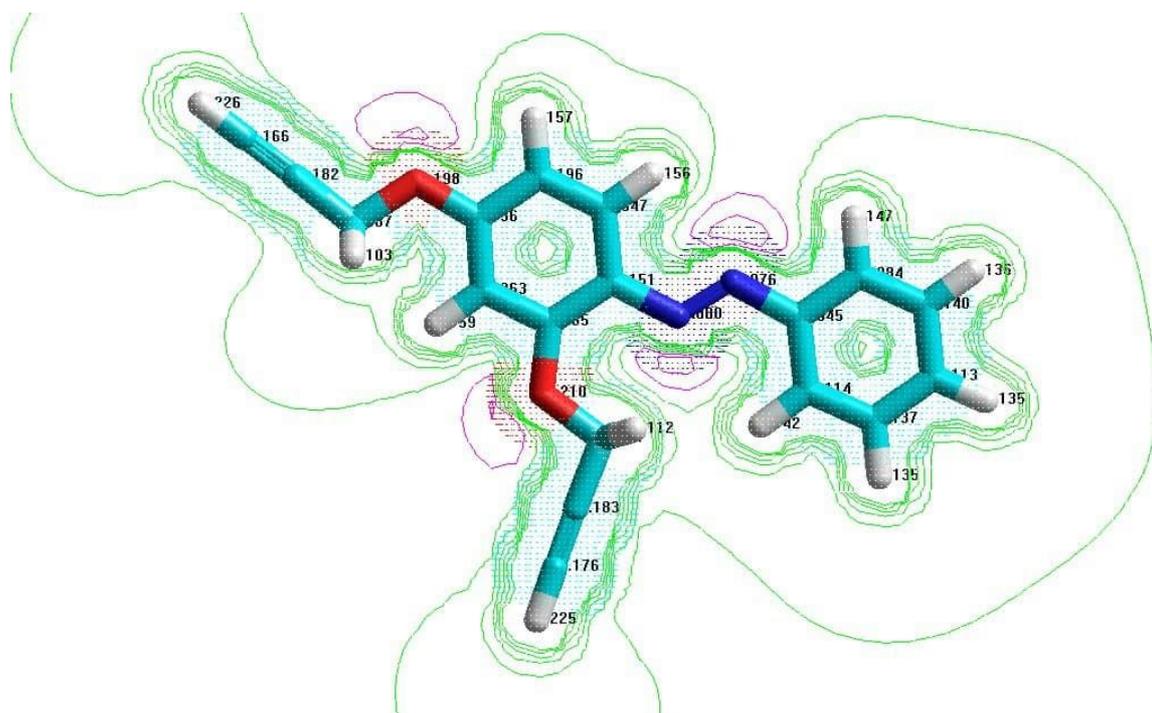
**Рис. 5. Трехмерная кристаллическая структура 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола**

Сегодня метод квантовой химии также развивается в очень больших масштабах. Известно, что химические свойства и реакционная способность молекул зависят главным образом от их электронного строения и энергетических характеристик.

На основании этого в диссертации определены электронные структуры моно- и дипропаргилэфирных производных азофенола и азонфтола квантово-химическими расчетами.

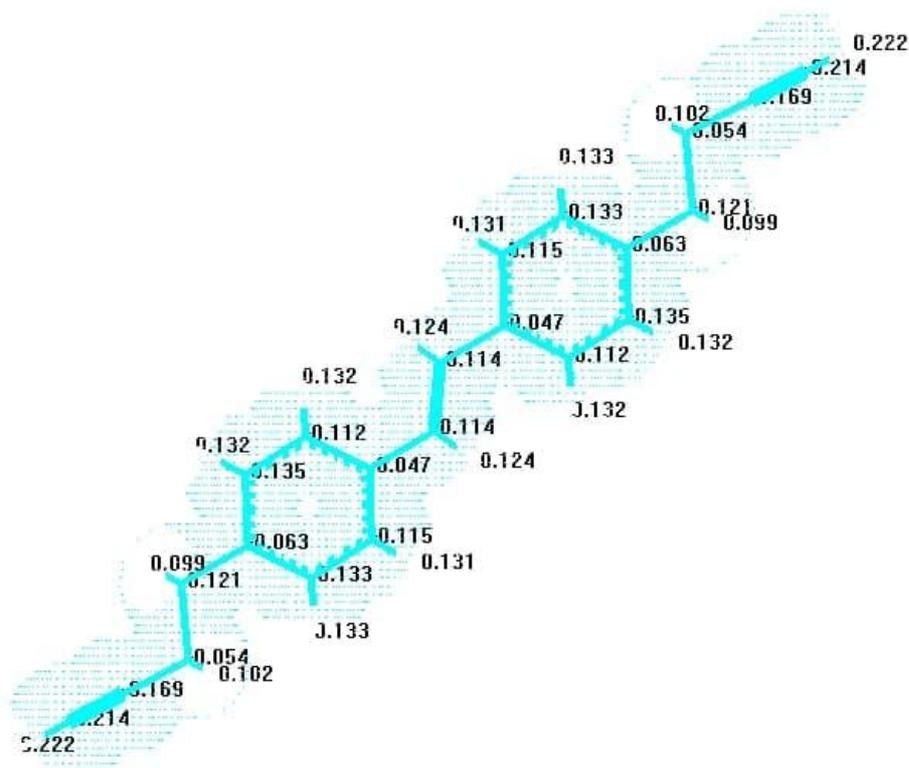


**Рис. 6 (а). Распределение зарядов на атомах в молекуле 4-фенил-азорезорцин-1,3-дипропаргилового диэфира**



**Рис. 6 (б).** Распределение электронной плотности в молекуле 4-фенил-азорезорцин 1,3-дипропаргилового диэфира

В качестве примера проведены квантово-химические расчеты молекул 1,3-дипропаргилового диэфира 4-фенил-азорезорцина, азофенола 4,4'-дипропаргилового диэфира, полученных с помощью программы Hyper Chem 7.0, и соответствующие структуры показанные на рис. 6 (а, б) и 7 (а, б).



**Рис. 7 (а).** Распределение атомных зарядов в диэфирной молекуле 4,4'-дипропаргилового азофенола

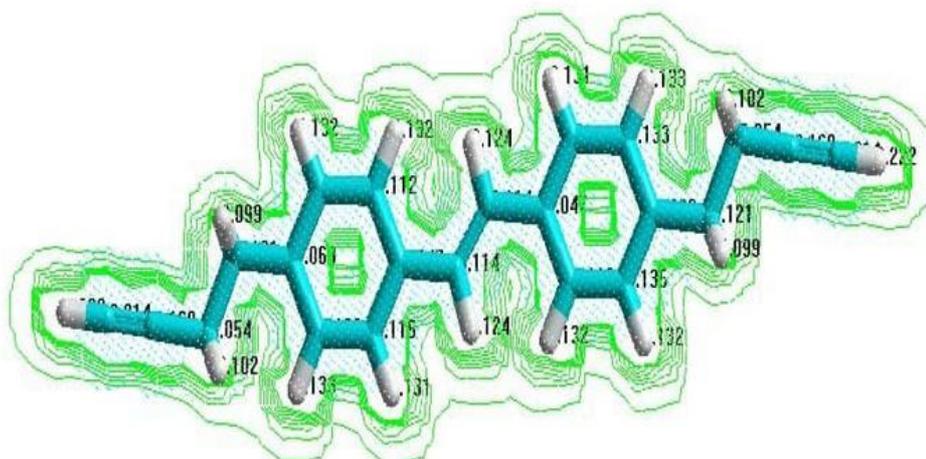


Рис. 7 (б). Распределение электронной плотности в диэфирной молекуле 4,4'-дипропаргилового азофенола

В четвертой главе диссертации под названием «Разработка технологии получения моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азнафтола» оптимизирован и разработан процесс получения моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азнафтола с использованием математического моделирования, показано его техническая и экономическая эффективность, приведены сведения о применении синтезированных соединений в качестве ингибиторов коррозии металлических изделий и ярких цветных красок.

*Математическое моделирование процесса пропаргильирования в получении моно-, дипропаргильэфирных производных азофенола и азнафтола.* Математическое моделирование химических процессов пропаргильирования азофенола и азнафтола позволяет определить технологические параметры синтеза полученных соединений.

В работе проведено математическое моделирование экспериментальных результатов, полученных в процессе алкилирования (пропаргильирования) азофенола и азнафтола пропаргилгалогенидом, методом меньшего количества квадратов.

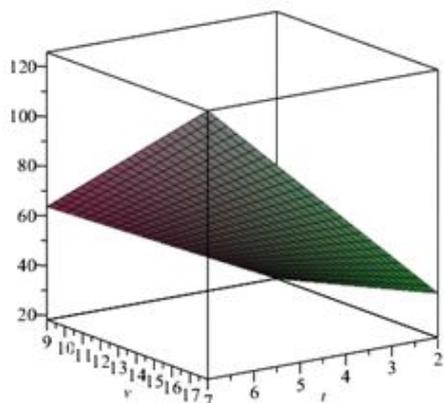
Моделирование процесса проводилось в два этапа:

1. По результатам эксперимента определялся вид выбранной зависимости.
2. Выбирается коэффициент зависимости от функции  $Y = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$  и эта зависимость выводится через  $a_i$  в первой функции.

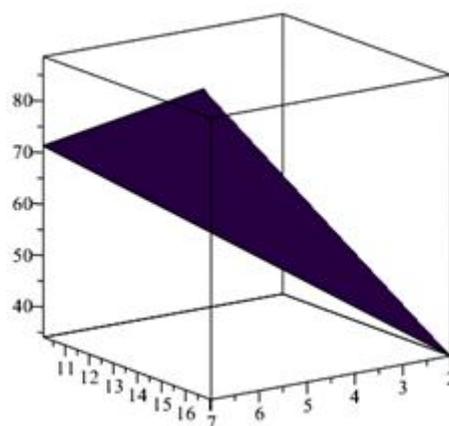
По выходу продукта и средней скорости реакции была построена иконограмма с помощью программы Maple-2018. Например, результаты экспериментов и иконограммы 2,2'-дипропаргила диэфира азофенола, синтезированного на основе 2,2'-азодифенола, и бромида пропаргила, полученные путем математического моделирования, приведены на рис. 8 (а, б).

Математическая обработка результатов синтеза моно-, дипропаргильэфирных производных азофенола и азнафтола. Результаты эксперимента были математически обработаны с помощью программы Maple-2018. Результаты математической обработки продукта пропаргильных эфиров,

образующихся при алкилировании азофенола и азофтаолов по методу Вильямсона при 90°C, можно объяснить в следующем порядке.



**Рис. 8 (а).** Влияние продолжительности реакции на выход 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола



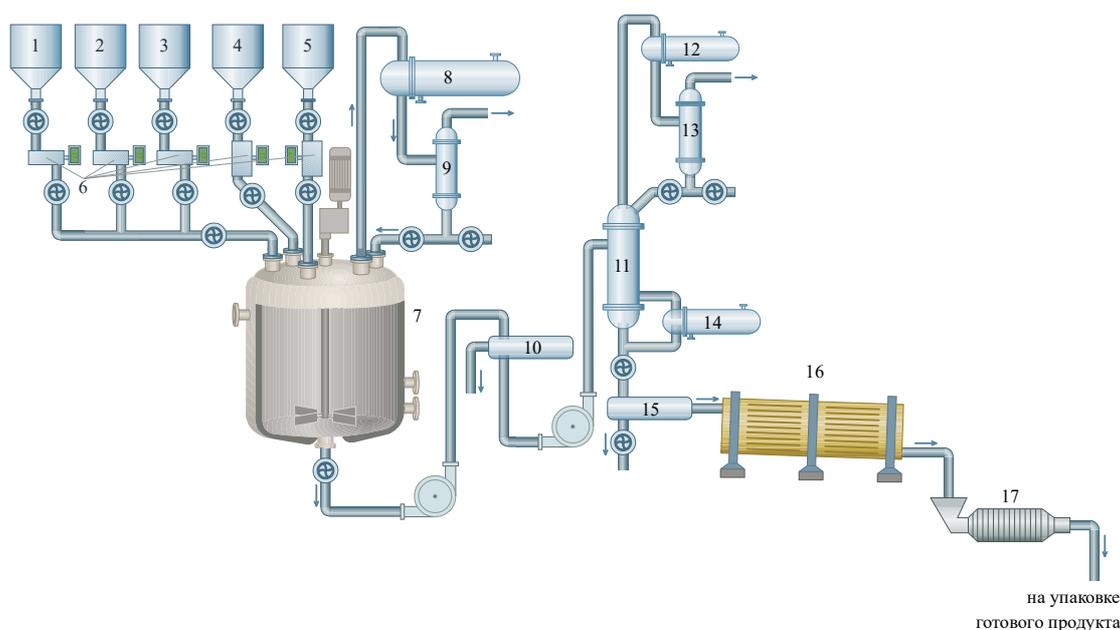
**Рис. 8(б).** Иконограмма математического моделирования влияния продолжительности реакции на выход 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола

На основе этих значений выполнены математические расчеты с учетом того, что пропаргиловые эфиры синтезируются с высокой эффективностью при продолжительности реакции пропаргивирования азофенола и азофтаола 6 часов.

Создание модели математической обработки результатов выхода пропаргиловых эфиров, образующихся при алкилировании азофенола и азофтаола по методу Вильямсона, основывалось на экспериментальных результатах температурной зависимости выхода продукта.

В результате описанных выше исследований была предложена принципиальная технологическая схема производства 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола на основе 2,2'-азодифенола и галоидпропаргила (рис. 9). Производство 2,2'-дипропаргилового диэфира азофенола на основе пропаргила бромидом с 2,2'-азодифенолом может осуществляться периодическим или непрерывным способами.

В реактор с мешалкой 7, снабженный нагревательно-охлаждающим устройством, добавляют необходимое количество 2,2'-азодифенола, растворителя (ацетон), галоидпропаргила, карбоната калия и перемешивают. Реакцию проводят при атмосферном давлении при 90°C при постоянном перемешивании в течение 6 часов. После окончания реакции, когда окружающая среда доводится до 30°C, в реактор добавляют растворитель (диэтиловый эфир) и отработанный катализатор отделяют от реакционной смеси через фильтр (10), а оставшуюся смесь направляют в перегонный куб (11). В этом перегонном кубе первоначально использованный диэтиловый эфир отделяют путем пропускания через конденсатор 12 в сепаратор 13, затем оставшуюся реакционную массу пропускают через нижнюю часть аппарата через фильтр 15 и отделяют от использованного ацетона. Полученный парогазовый смешанный раствор при 90°C охлаждают с помощью охладителя (8) и направляют в сепаратор (9) для разделения.



**Рис. 9. Принципиальная технологическая схема получения моно- и дипропаргилового эфиров азофенола и азнафтола:**

1- емкость для ацетона; 2- емкость для галоидпропаргила; 3- емкость для диэтилового эфира; 4- емкость для 2,2'-азодифенола; 5-емкость для карбоната калия; 6- дозаторы; 7- реактор-смеситель; 8,12- охладитель; 9,13- сепаратор; 10,15- фильтр; 11- перегонный куб; 14- кипятильник; 16- сушилка; 17- измельчитель.

Реакционную массу, очищенную от растворителя и катализатора, пропускают через сушилку 16, направляют в измельчитель 17, а полученный готовый продукт направляют на расфасовку.

Продукт получают в виде кристаллического порошка с высоким выходом.

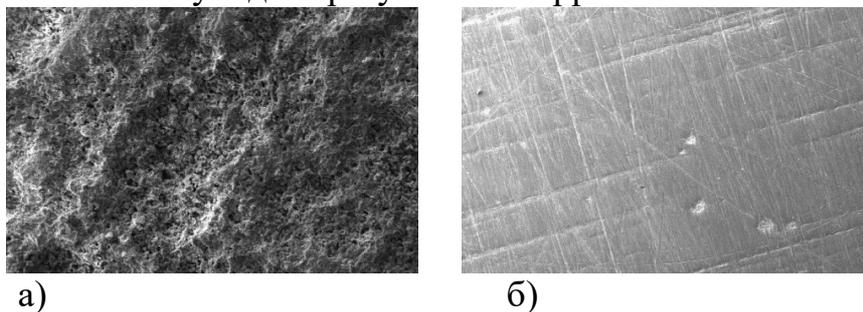
*Применение моно-, дипропаргильных эфиров азофенола и азнафтолов в качестве ингибиторов коррозии металлических устройств.* Исследовано влияние моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азнафтолов на ингибирование коррозии металлов в зависимости от их концентрации, pH среды, продолжительности и температуры экспозиции.

Установлено, что с увеличением кислотности среды скорость коррозии (СК) возрастает, а степень защиты (СЗ) уменьшается. Например, при pH=5 в присутствии 0,02 масс. % ингибитора ИБМ-I скорость коррозии составляет 1,14г/м<sup>2</sup>·ч, а СЗ 62,4 %, а при увеличении концентрации до 0,1 масс.% скорость коррозии составляет 0,78 г/м<sup>2</sup>·ч, а СЗ 68,9%. При кислотности среды pH=2 скорость коррозии составила 1,35 г/ м<sup>2</sup>·ч, а СЗ 56,7%. В присутствии 0,02 мас. % ингибитора ИБМ-IV в среде с pH=5 скорость коррозии составила 0,62 г/ м<sup>2</sup>·ч, а СЗ 81 %, при pH=2 скорость коррозии составила 0,95 г/ м<sup>2</sup>·ч, а СЗ 79,7%.

Также исследовано влияние температуры на скорость коррозии и степень защиты металлов. Установлено, что с увеличением температуры возрастает скорость коррозии, а СЗ уменьшается.

Для изучения эффекта ингибиторов проводили анализ поверхности стали марки Ст.3 на сканирующем электронном микроскопе.

Полученные результаты представлены на рис. 10 из которых видно, что ингибитор защитил поверхность образца от действия кислоты (б), но отдельные области на поверхности образца подверглись воздействию соляной кислоты (а) и на этих местах можно увидеть результаты коррозии.



**Рис. 10. Снимки участков поверхности образца (марки ст. 3), полученные на сканирующем электронном микроскопе.**

Ингибитор 4,4'-дипропаргилдиэфир азофенола, 0,02 масс.%, HCl pH=2:

а) без ингибитора; б) с ингибитором

Среди исследованных препаратов наиболее эффективным из активных ингибиторов коррозии металлов с антикоррозионными свойствами оказался 4,4'-дипропаргилдиэфиразофенол (ИБМ IV). Установлено, что скорость коррозии металлов зависит от концентрации и структуры ингибитора. С увеличением содержания ингибитора скорость коррозии металлов снижается, а степень защиты возрастает. Полученные результаты показали, что увеличение количества ингибитора в различных средах приводило к снижению коррозии металлов в несколько раз.

*Применение моно-, дипропаргильных эфиров азофенола и азоафта в качестве красителей.* Компаунды для полиэтилена, производимые в цехе «Каршитермопласт» Шуртанского газохимического комплекса в Кашкадарьинской области Республики Узбекистан, были испытаны на полиэтилене высокого давления на линии по производству полиэтиленовых труб диаметром 32 мм. Цвет продуктов, полученных по результатам экспериментальных испытаний, был темно-красным, оранжевым и зеленым. В результате испытаний выяснилось, что предлагаемые новые красители - 2,2'-дипропаргильный диэфир азофенол, 4-(фенил-азо)-резорцин 1,3-дипропаргил диэфир, 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол оказались более устойчивыми к высоким температурам, а полученные окрашенные продукты были прозрачными.

Таким образом, при производстве отечественного Узбекстанского продукта ожидаемый экономический эффект составляет около 1866939 тыс. сум в год без учета экономии транспортных расходов.

В целом качество полученного продукта удовлетворительное, его физико-механические свойства не изменились, цвет окрашен равномерно по всему объему пластиковой трубы, а полученные моно- и дипропаргильные эфиры азофенола и азоафта оказались стойкими к различным погодным условиям, влаге, яркому цвету и они рекомендованы к использованию в качестве красителей в полимерной промышленности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получены соответствующие моно- и дипропаргильные эфиры азофенола и азофтаола на основе реакций пропаргилгалогенидов с азофенолом и азофтаолом.

2. Установлена зависимость образования моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола от температуры, продолжительности реакции, природы катализатора и растворителей.

3. На основе полученных моно-, дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола изучены их ацетиленидные производные меди, серебра и ртути как способ легкой конверсии в галогены с высокими выходами, за короткое время, при комнатной температуре. На основе полученных соединений были синтезированы соответствующие им бром-, йод- и хлорсодержащие производные эфиры пропаргила.

4. Подтверждены современными физико-химическими методами состав, чистота и строение моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола. Приведены электронные кристаллические структуры и осуществлен квантово-химический расчет исходных и синтезированных веществ. По распределению атомных зарядов показано, что накопление отрицательных зарядов соответствует атому кислорода, который является реакционным центром. Также были определены оптимальные условия получения моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола с использованием метода математического моделирования Maple Soft 2018.

5. Рекомендована принципиальная энергосберегающая технологическая схема получения моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола простым и несложным способом.

6. Среди синтезированных соединений 4,4'-дипропаргил диэфир азофенол оказался высокоэффективным ингибитором против коррозии металлов и рекомендован для промышленного использования. Также среди полученных моно- и дипропаргильных эфиров азофенола и азофтаола выявлены вещества, физико-механические свойства которых не изменяются в различных климатических условиях, а также обладающие способностью к образованию яркой окраски - 2,2'-дипропаргильный диэфир азофенол, 1,3-дипропаргильный диэфир 4-(фенил-азо)-резорцин, 4,4'-дипропаргильный диэфир азофенола, которые рекомендованы для использования в качестве красителей в полимерной промышленности.

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

---

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**ISMAILOV BOBURBEK MAKHMUDJANOVICH**

**TECHNOLOGY OF OBTAINING MONO-, DIPROPARGYL ETHERS OF  
AZOPHENOL AND AZONAPHTHOL**

**02.00.14 - Technology of organic substance and materials on their basis**

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

**Tashkent - 2022**

**The theme of dissertation Doctor of Philosophy (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2021.4.PhD/T1709**

The dissertation has been carried out at the Tashkent Chemical Technological Institute.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is available on line [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) and on the website of information-educational portal «ZiyoNet» [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)

**Scientific supervisor:**

**Makhsufov Abdukhomid Gafurovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:**

**Teshabayeva Elmira Ubaydullayevna**  
doctor of technical sciences, professor

**Abdushukurov Anvar Kabirovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Leading organization**

**Tashkent state technical university**

The defence of the dissertation will take place on « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 in « \_\_\_\_\_ » at the meeting of scientific council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at Tashkent chemical-technological institute. (Address: Navoi str., 32. Tashkent, 100011, Tel.: +998-71-244-79-20; Fax: +998-71-244-79-17; e-mail: [info\\_tkti@edu.uz](mailto:info_tkti@edu.uz). Conference hall of the Tashkent chemical-technological institute).

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute under № \_\_\_\_\_ (Address: Navoi str., 32 Tashkent, 100011, Administrative Building of the Tashkent chemical-technological institute, Tel.: +998-71-244-79-20)

The abstract of the dissertation has been distributed on “ \_\_\_ ” \_\_\_ 2022  
Protocol at the register № \_\_\_\_\_ dated “ \_\_\_ ” \_\_\_ 2022

**S.M. Turobjonov**

Chairman of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Kh.I. Kadirov**

Scientific secretary of the Scientific Council  
for awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**G. Rakhmonberdiyev**

Chairman of the Scientific Seminar under  
Scientific Council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of research work.** The development of technology for the production of mono-, dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol.

**The objects of research work.** Azophenol, azonaphthol, propargyl bromide, propargyl chloride, bright coloring dyes based on mono- and dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol, corrosion inhibitors, plant growth stimulants.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

the easy course of the reaction of nucleophilic addition in the system azophenol and azonaphthol: propargyl halide: catalyst due to the breaking of ionic bonds and an increase in the instability of the resulting molecule of the intermediate alcoholate is substantiated;

it has been proven that electron-donor solvents easily break the C-Hal bond in the starting components, increasing the ionization energy and the intensity of the reaction, due to which propargyl ethers of azophenol and azonaphthol are formed with high (88.6-93.1%) yields;

it was determined that azophenol 4,4'-dipropargyl diether with a linear structure, acetylenic bond, unshared oxygen and azo groups is an effective inhibitor of the corrosion protection of metals, and that the level of protection in an aggressive environment pH = 2 - 5, a concentration of 0.02% was 81.0 %;

mono-, dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol were recommended for industrial polymeric materials of bright colors (orange, raspberry and green), the physical and mechanical properties of which do not change under various climatic conditions;

the technology for the production of mono- and dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol has been developed.

**Implementation of the research results.** Based on the results of scientific research on the elaboration of an effective technology of production of mono- and dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol:

when tested as an inhibitor in metal devices and equipment of the Navoi Mining and Metallurgical Combine, 4,4'- dipropargyl ether azophenol showed high efficiency and the results were implemented in practice.(Reference of JSC “Navoi Mining and Metallurgical Combine” No. 2301-01-01/126 dated 24.01.2022). As a result, it was possible to use metal corrosion inhibitors in a highly acidic mediums which pH range =2 - 5;

mono-, dipropargyl ethers of azophenol and azonaphthol, dyes that give bright colours for polymers, were mastered in the workshop “Karshitermoplast”, owned by the Shurtan Gas Chemical Complex LLC (JSC “Uzbekneftegaz” ex. No. 03-17-5/178 dated 22.11.2021). As a result, it was possible to produce brightly coloured plastic pipes, the physical and mechanical properties of which are not changed under different weather conditions.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusions, bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 116 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Makhsumov A., Ismailov B., Lutfullayev S., Valeeva N. Synthesis on the Basis of 2,2<sup>1</sup>-Diproparghyl Ether of Azobenzene, Structure, Properties and their Application // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol.6, Issue 9, September 2019. - PP.10620-10629. (05.00.00; №8)
2. Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М. 2,2<sup>1</sup>-дипропаргил диэфир азобензол асосидаги синтезлар, уларнинг тузилиши ва бўёклик хоссалари // Ж.: “Ўзбекистон нефт ва газ” илмий техника журнали, Тошкент-2020 й., №2 – Б.36-41. (02.00.00; №7).
3. Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М. Синтезы пропаргилового эфира 1-фенил азонафта-2 и его производных // Ж.: “Научный Вестник” ФерГУ, г. Фергана.- 2021г. №4–С.54-57. (02.00.00; №17).
4. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Технология получения нового азокрасителя для органических материалов // Ж.: «Universum: технические науки»: электрон. научн. журн. (Российская Федерация, Москва) – ч.4, ноябрь-2021г. № 11(92). –С. 41-43. (02.00.00; №1).
5. Ismailov B., Makhsumov A., Azamatov U. Development of technology for the production of 4,4'-dipropargyl diether azophenol // “UNIVERSUM: technical sciences” electron scientific journal (Russian Federation, Moscow) – part 3, January-2022. № 1(94). –PP. 81-84. (02.00.00; №1).

**II бўлим (часть II; part II)**

6. Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М. Синтезы на основе 4,4'-дипропаргилового диэфира азобензола, строение и их свойства // Ж: Life Sciences and Agriculture электронный научно-практический журнал ISSN:2181-0761, DOI: 10.24411/2181-0761/2020-10038. Выпуск: №2.2-2020.-с.15-19. (РИНЦ, CyberLeninka, Google scholar. <https://slib.uz/ru/journal/view?id=104>).
7. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г., Валеева Н.Г. Исследование ингибиторных свойств некоторых производных пропаргильных эфиров на коррозию «стали-10» в соляной кислоте // «Современные состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан», Душанбе-2019, 24 октябрь, с.96-97.
8. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Синтез и свойства γ-тиолпропаргилового эфира фенил-азо-нафта-2 // «Современные состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республике Таджикистан», Душанбе-2019, 24 октябрь, с.99-102.
9. Ismailov B., Makhsumov A., Valeeva N. Synthesis of derivative pyrazols based on 2,2<sup>1</sup>-diproparghyl ether azobenzene, structure and its coloring properties // “Proceedings of the International conference on integrated innovative development of Zarafshan region: Achievements, challenges and prospects // Navoi-2019 y., 27-28 November, pp.361-366.

10. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г., Валеева Н.Г. Получение производных ацетиленидов меди пропаргилового эфира и их физико-химические характеристика // Межд. онлайн конференция «Инновации в нефтегазовое промышленности, современная энергетика и их актуальные проблемы» // г. Ташкент, 26 мая 2020 г., с.123-124.
11. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Получение ацетиленида меди пропаргилового эфира 1-(фенил-азо)-нафтола-2 // Межд. онлайн конференция «Инновации в нефтегазовое промышленности, современная энергетика и их актуальные проблемы» // г. Ташкент, 26 мая 2020 г., с.328-329.
12. Ismailov B.M., Makhsumov A.G. Methods dying with new dyes of polyethylenes and polystyrenes of general purpose and impact resistant // International Online Conference "Innovations in the oil and gas industries, modern energy and Challenges", Tashkent, on May 26, 2020, pp.457-458.
13. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г., Валеева Н.Г. Синтез и исследование производных пропаргиловых эфиров [1-(фенил-азобензолов) и нафтола-2] // “Товарлар кимёси ҳамда халқ табоботи муаммолари ва истикболлари” мавзусидаги VII Халқаро ИАК, 2020 йил 18-19 сентябрь кунлари, Андижон ш., б. 214-215.
14. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Химическая технология окраски продуктов нефтегазопереработки новыми красителями // III-Республиканская НТК «Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства - основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли» г. Ташкенте 3 ноября 2020 г., с.342-344.
15. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Технология получения 2,2<sup>1</sup>-дипропаргилового диэфира азобензола // III-Республиканская НТК «Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства - основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли» г. Ташкенте 3 ноября 2020 г., с.345-347.
16. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г., Валеева Н.Г. Технология получения пропаргилового эфира 1-(фенил-азо)-нафтола-2 // Межд. НП On-line конференция на тему “Актуальные проблемы и инновационные технологии в области естественных наук”, т.2, г. Ташкент, 20-21 ноября 2020 года, с.159-161.
17. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Синтез 4,4'-дипропаргилового диэфира азобензола // Кимёнинг долзарб муаммолари мавзусидаги РИАА, ЎЗМУ, Тошкент-2021 й., 4-5 февраль, с.259.
18. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Синтезы пропаргилового эфира 1-фенил азонафтола-2 и его производных // «Умидли кимёгарлар-2021», Труды XXX научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. г. Ташкент, 13-15 апреля 2021 года, с.15-16.
19. Исмаилов Б.М., Азаматов У.Р., Махсумов А.Г., Эргашев Ж.Р., Барноев К.К. Химия и технология получения производного дипропаргилового диэфира азобензола // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической,

нефте-газовой и пищевой промышленности» , г. Ташкент-25-26 мая 2021 года, с.36-37.

20. Исмаилов Б.М., Махсумов А.Г. Оптимальный способ получения элементоорганических соединений пропаргилового эфира 1-фенил азонафта-2-//“Инновационные решения актуальных проблем в области высокомолекулярных металлоорганических соединений” Международная НП онлайн конференция РУз, г. Ташкент 28 мая 2021 г., с.440-443.

21. Исмаилов Б.М., Азаматов У.Р., Махсумов А.Г., Технология получения нового красителя для органических материалов // 2-Международная конференция «Инновационные развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы» // г. Ташкент, 29 октября 2021 г., с.175-177.

22. Ismailov B.M., Makhsumov A.G. Effective method for producing new monoiodic and  $\gamma$ ,  $\gamma^1$ -diode propargyl ethers of azobenzoles and azonaphtholes // 2<sup>nd</sup> International Conference on "Innovations in the oil and gas industries, modern power engineering and actual problems", Tashkent, on october 29, 2021, pp.280-282.





Автореферат «Кимё ва кимё технологияси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 240.

Гувоҳнома № 10-3719  
Тошкент кимё - технология институти босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй

