

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

---

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**БУХОРОВ АБДУРАЗЗОҚ ҚОБИЛОВИЧ**

**ДИМЕТИЛЭФИР ВА МЕТАНОЛДАН ТЎЙИНМАГАН  
УГЛЕВОДОРОДЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

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

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

**Тошкент - 2024**

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

<b>Бухоров Абдураззоқ Қобилович</b> <b>Диметилэфир ва метанолдан</b> <b>тўйинмаган углеводородлар олиш</b> <b>технологиясини такомиллаштириш .....</b>	<b>3</b>
<b>Бухоров Абдураззоқ Қобилович</b> <b>Совершенствование технологии получения</b> <b>ненасыщенных углеводородов из</b> <b>диметилового эфира и метанола .....</b>	<b>21</b>
<b>Bukhorov Abdurazzok Kobilovich</b> <b>Improving the technology for producing</b> <b>unsaturated hydrocarbons from dimethyl</b> <b>ether and methanol .....</b>	<b>39</b>
<b>Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати</b> <b>Список опубликованных работ</b> <b>List of published works.....</b>	<b>42</b>

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

---

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**БУХОРОВ АБДУРАЗЗОҚ ҚОБИЛОВИЧ**

**ДИМЕТИЛЭФИР ВА МЕТАНОЛДАН ТҶЙИНМАГАН  
УГЛЕВОДОРОДЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

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

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

**Тошкент - 2024**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.4.PhD/Т3244-рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Самарқанд Давлат Университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (рус, ўзбек, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ва «Ziynet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Файзуллаев Нормурот Ибодуллаевич  
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Юнусов Мирахмад Пулатович  
техника фанлари доктори, профессор

Мухитдинов Баходир Фахриддинович  
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти хузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг «15» 07 2024 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17, e-mail: tkti@mail.uz.).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (988 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17.

Диссертация автореферати 2024 йил «13» 06 кун тарқатилди.

(2024 йил «13» 06 № 488 - рақамли реестр баённомаси).



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

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

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

*G. Rahmonberdiyev*

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда этилен, пропилен ва бутиленлардан кенг кўламларда ҳар хил полимер материаллар ва асосий органик синтезнинг айрим маҳсулотлари ишлаб чиқарилганлиги учун катта амалий аҳамият касб этади. Ҳозирги вақтда саноатда куйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар асосан, нефтнинг енгил фракцияларини пиролизлаб ва газойлни каталитик крекинглаб олинмоқда. Маҳаллий ва дунё бозорида нефть нархларининг ўсиши давом этмоқда. Шунинг учун углеводородларнинг муқобил манбаларини излаш, шунингдек углеводородли хомашёдан, яъни табиий газ ва йўлдош нефть газларидан куйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар олиш технологияларини яратиш ва борларини такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Бугунги кунда табиий газни органик синтезнинг кимматли ярим тайёр ва тайёр маҳсулотларга қайта ишлашнинг юқори самарали технологияларини ишлаб чиқаришга йўналтирилган чуқур тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, арзон хомашё - метандан синтез-газнинг оралик конверсияси орқали куйи алкенлар олишнинг самарали-селектив катализаторларини яратиш, уларнинг физик-кимёвий хоссалари ва таркибий хусусиятларини тадқиқ қилиш, этилен, пропилен ва бутиленлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда охириги йилларда саноатнинг турли соҳаларида бўлгани каби метанол ва диметилэфирдан куйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар олиш, синтез-газдан диметилэфир олишнинг янги бир босқичли усулини ишлаб чиқиш, экологик жиҳатдан тоза дизель ёқилғиси диметилэфирни ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатдан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, метанол/диметилэфирдан куйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар олиш учун янги таркибдаги катализаторлар яратиш, ишлаб чиқариш жараёнининг технологик ҳамда ишчи параметрларини моделлаштириш ва мақбуллаштириш, яратилган экологик хавфсиз, энергия ва ресурстежамкор технологияни ишлаб чиқариш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3246-сонли «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 17 январдаги

---

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

ПҚ-3479-сонли «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юкори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислох қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Метанол/диметилэфирдан этилен, пропилен ва бутиленларни олиш учун янги таркибдаги катализаторлар яратиш, катализаторларнинг фаоллигини, мақсадли маҳсулотларга нисбатан селективлигини ва самарадорлигини ошириш бўйича Николаев С.А., Смирнов В.В., Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А., Sadrameli S. M., Nasser G., Zhu J., Bakare I. A., Kolesnichenko N. V., Song Y., Zhao S. F., Zhang H. R., Rahmani M., Taghizadeh M., Ravandi R., Khoshbin R., Karimzadeh R., Steynberg A. P., Deshmukh S. R., Robota H. J., Розовский А.И., Бирюкова Е.Н., Горяинова Т.И. Колесниченко Н.В., Хаджиев С.Н., Яшина О.В. Батова Т.И., Бондаренко Г.Н., Павлюк Ю.В., Родионов А.С., Хаджиев С.Н., Хиврич Е.Н., Широбокова Г.Н., Магомедова М.В., Пересыпкина Е.Г., Батова Т.И., Обухова Т.К., Николаев С.А., Савенкова, И.В., Михайлова, Ю.Ю., Чанишев, Р.Р, Вильданов, Ф.Ш., З.М. Матиева, Ю.М. Снатенкова, С.М. Юнусов М.П, Мухиддинов Б.Ф, Туробжонов, Н.И. Файзуллаевлар каби олимларнинг мактабларида мақсадли илмий изланишлар даврий равишда олиб борилган.

Бугунги кунда метанол/диметилэфирдан этилен, пропилен ва бутиленларни олиш реакцияси учун юкори унумдорликка, селективликка ва фаолликка эга бўлган катализаторлар яратилган. Аммо ушбу жараёнлар учун ишлатилаётган катализаторларнинг барқарорлиги жуда кичик. Ҳозирги вақтда диметилэфир куйи алкенларни олиш учун хом ашё сифатида бир қатор афзалликларга эга. Биринчидан - диметилэфирни конверсиялаб этилен, пропилен ва бутиленлар олишда реакция унуми нисбатан унинг молекуласида углерод:кислороднинг юкори нисбати ҳисобига ошади. Иккинчидан - метанолнинг дегидратланиш кучли экзотермик жараён бўлиб катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади, натижада бу иссиқлик чиқаришни ташкил қилиш ҳисобига технологик схема мураккаблашишига олиб келади. Учинчидан- синтез-газдан диметилэфир олиш метанолни олишга нисбатан экология нуқтаи назаридан жуда фойдали ҳисобланади. Шунинг учун метанол/диметилэфирдан куйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар олиш жараёни жадал ривожланмоқда ҳамда қайд этилган жараёнларни амалга оширишнинг янги усулларини излашни тақозо этмоқда.

Метанол/диметилэфирдан этилен, пропилен ва бутиленларни олиш реакцияси бўйича кўплаб тадқиқотлар олиб борилганига қарамадан

барқарорлиги юқори, турғун, мустаҳкам, арзон ва фаол катализатор яратилмаган. Шу билан бирга каталитик қурилманинг ишчи параметрларини маҳсулотларнинг максимал унуми бўйича мақбуллаштириш, жараёнларнинг технологик параметрларини ва реакторларни моделлаштириш, энергия ва ресурстежамкор, чиқиндисиз технологиялар яратиш ҳамда саноатга жорий этиш ханузгача долзарблигича қолмоқда.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Самарқанд давлат университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг «Табиий ва синтетик материалларни синтез қилиш, текшириш ва қайта ишлашнинг янги усуллари қисми ва ОТ-А12-46 «Маҳаллий хомашёлар асосида метанни оксиконденсатлаш реакцияси учун катализаторлар яратиш, тадқиқ этиш ва жараённи мақбуллаштириш» (2017-2018 йй) мавзусидаги амалий лойиҳаси ҳамда №66-«Маҳаллий хом-ашёлар асосида метанол ва диметилэфирдан қуйи молекуляр олефинлар синтези учун катализаторлар ишлаб чиқариш» мавзусидаги ҳамда №67-«Маҳаллий хом-ашёлар асосида метан ва ис газидан метанол ва диметилэфир синтези учун катализаторлар яратиш» мавзуларидаги хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** метанол/диметилэфирдан қуйи алкенлар олишнинг самарали-селектив катализаторларини яратиш, қуйи олефинлар олиш технологияларини такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

маҳаллий хомашёлар асосида метанол ва диметилэфирдан олинган қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакцияси учун янги таркибдаги катализаторлар яратиш;

термик барқарорлиги, унумдорлиги, юқори фаоллиги ва селективлиги билан характерланадиган катализаторнинг мақбул таркибини танлаш ва метанол ва диметилэфирнинг қуйи алкенларга конверсияси реакцияси маҳсулотларининг ишлаб чиқариш кўрсаткичларига катализатор таркибининг таъсирини ўрганиш;

танланган катализаторларнинг фаолсизланишга нисбатан барқарорлигини текшириш асосида уларни регенерация қилиш муаммосини ҳал этиш ва катализаторнинг физик-кимёвий ҳамда текстур характеристикаларини ўрганиш;

ишлаб чиқилган катализатор иштирокида жараёнларнинг кинетикасини ўрганиш асосида реакциянинг кинетик моделларини танлаш ва фаолланиш энергиясини баҳолаш;

метанол ва диметилэфирдан олинган қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакциясини амалга ошириш учун жараённинг мақбул технологик параметрларини аниқлаш ҳамда жараённи ва катализаторни ярим-саноат қурилмасида синовдан ўтказиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида метанол, диметилэфир, катализатор, юқори кремнийли цеолит, қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакцияси ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда физик-кимёвий, газ хроматографияси, сканерловчи электрон микроскопия, ИҚ-спектроскопия, рентгенфазовий таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

метанол ва диметилэфирдан олинган қуйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар синтези учун юкори унумли ва селектив Zn-Zr-Cu-ЮКЦ ва Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркиб янги катализаторлари яратилган;

метанол ва диметилэфирдан этилен, пропилен ва бутиленлар синтезининг кинетик қонуниятлари - дастлабки моддаларнинг ўзгариш тезлиги, реакциянинг кинетик модели, конверсия тезлиги аниқланган;

дифференциал реактор шароитида метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар ҳосил бўлиш жараёни макбуллаштирилган;

метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар синтези учун катализаторлар таркиби аниқланиб, реакциянинг кинетик моделлари танланган;

метанол/диметилэфирдан қуйи алкенлар олишнинг самарали-селектив катализаторлари яратилиб, этилен, пропилен ва бутиленлар олиш технологиялари такомиллаштирилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

махаллий хомашёлар асосида метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакцияси учун янги таркибдаги катализаторлар ишлаб чиқилган;

метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар олишнинг макбул шароитлари аниқланган;

метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар этилен, пропилен ва бутиленлар ишлаб чиқариш технологиялари такомиллаштирилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Олинган маҳсулотларни ва яратилган катализаторларни таҳлил қилишда замонавий физик ва физик-кимёвий усуллар: рентгенфазоли, кинетик, газ хроматографик тадқиқот усулларида ишлатилган асбоб-ускуналарнинг замонавийлиги, моддаларининг таркибий қисмларини аниқлашда дифференциал термогравиметрик таҳлил усулларидан фойдаланганлиги, экспериментал тадқиқотларда стандартлаштирилган методикаларнинг қўлланилиши ҳамда назарий ва экспериментал натижаларнинг ўзаро мослиги ҳамда олинган натижаларнинг амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юкорида қайд этилган жараён учун янги таркибли катализатор яратилганлиги, жараённинг боришига турли омилларнинг ва технологик параметрларнинг таъсири ўрганилганлиги, метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакцияси боришининг макбул шароитлари ва кинетикаси аниқланганлиги, реакциянинг бориш механизмлари таклиф этилганлиги билан изоҳланади.



Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, маҳаллий хомашёлар асосида катализаторлар ишлаб чиқариш технологияси ишлаб чиқилганлиги натижасида органик синтез учун муҳим бўлган хомашё - этилен, пропилен ва бутиленлар олиш имкониятини оширишга, метанол ва диметилэфирдан унумли фойдаланишга ва табиий хомашё сарфларини тежашга, кинетик тенгламалар асосида катализаторнинг зич қатламидаги қурилмаларнинг ишчи параметрларини мақбуллаштириш, жараёнларнинг турли шароитлардаги унуми, конверсияси ва танлаб таъсир этувчанлигини ҳисоблашга имкон берадиган математик модел яратишга ва амалиётга жорий қилишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Диметилэфир ва метанолдан тўйинмаган углеводородлар олиш технологиясини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

диметилэфир ва метанолдан тўйинмаган углеводородлар синтези учун ЮКЦ сериядаги таркибли янги катализаторлар олиш технологияси «Шўртан газ кимё мажмуаси» МЧЖ да ишлаб чиқаришга жорий этишга тавсия этилган («Шўртан газ кимё мажмуаси» МЧЖ нинг 2022 йил 14 октябрдаги 5/22-сон маълумотномаси). Натижада, қуйи алкенлар - этилен, пропилен ва бутиленлар ишлаб чиқариш имконини берган;

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 12 та республика ва 6 та халқаро миқёсдаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 24 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан, 3 таси республика ва 5 таси хорижий журналларда (шундан 2 таси Скопус базасига кирувчи журналларда) нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, 4 та боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг кириш, 4 та боб ва умумий хулосалар ҳажми 119 бетни ташкил этади.

### **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Метан асосида этилен, пропилен ва бутиленлар олиш: сўнгги ютуқлар ва истиқболлари (адабиётлар шарҳи)**» деб номланган биринчи бобида мавзу бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари, хорижий ва маҳаллий адабиётлар таҳлили батафсил ёритилган. Маълумотлар умумлаштирилган ва илмий-таҳлилий хулосалар чиқарилган ҳамда илмий адабиётлардаги

маълумотлардан келиб чиққан ҳолда диссертация ишининг мақсади, вазифалари, долзарблиги ва муҳимлиги белгилаб берилган.

Диссертациянинг «**Изланиш объектлари, олинган моддаларнинг физик-кимёвий хоссалари, олинмиш ва тадқиқ қилиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида диметилэфир ва метанолдан тўйинмаган углеводородлар олиш реакциясининг кинетик қонуниятларини ўрганишнинг тажриба қурилмаси, тажрибани ўтказиш ва реакция маҳсулотларини таҳлил қилиш методикаси ёритилган. Катализатор синтези бўйича тадқиқотлар берилган. Катализаторнинг текстур характеристикалари физик-кимёвий усулларда ўрганилган. Реакция маҳсулотлари унуми ва таркиби газ-суюқлик хроматографияси усулида аниқланган.

Диссертациянинг «**Метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар синтезида катализаторлар фаоллиги**» деб номланган учинчи бобида жараёнларнинг кинетик қонуниятлари ўрганилган ва кинетик моделлар ишлаб чиқилган. Метанолни қуйи олефинларга конверсияси жараёнида олинган намуналарнинг каталитик фаоллиги 400-550 °C ва  $W=2-6 \text{ g/(g}\cdot\text{h)}$  бўлган шароитда ўрганилди.

*Бор сақловчи катализаторларнинг мақбул таркибини танлаш.* Дастлаб диметил эфирнинг қуйи алкенларга ўзгариши олдиндан ишлаб чиқилган цирконий ва магний сақлаган цеолитли катализаторларининг каталитик хоссаларига борнинг таъсири ўрганилди. Бу катализаторларни бор билан модификация қилишда деярли барча ҳолларда  $C_2-C_4$  алкенлар бўйича танлаб таъсир этувчанликнинг ортиши ва парафинлар миқдорининг пасайиши кузатилди (1-жадвал). Zr-ЮКЦ ни магний билан модификация қилиш этилен селективлигининг 18,6 дан 29,2 масс.% гача сезиларли ортишига олиб келади. Zr-Mg-ЮКЦ катализаторда пропилен ва бутенлар улуши, Mg-ЮКЦ дагига қараганда бироз юқори.

1-жадвалдан кўриниб турибдики, Mg-ЮКЦ таркибли катализатор иштирокида этиленга нисбатан селективлик 19.8%, пропиленга нисбатан селективлик 33.1 % ва парафинларга нисбатан селективлик 27.6% ни ташкил этади. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализатор иштирокида эса этиленга нисбатан селективлик 32.5%, пропиленга нисбатан селективлик 35.2 % ва парафинларга нисбатан селективлик 19.7% ни ташкил этади.

Шундай қилиб, Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализатор диметилэфирдан қуйи молекуляр алкенлар синтези учун самарали катализатор ҳисобланади, бироқ суюқ маҳсулотда изопарафинлар миқдори Mg-Zr-ЮКЦ намунадагига қараганда бироз паст, бу суперкислоталик мавжудлиги билан боғлиқ.

*Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ системанинг фаоллиги ва танлаб таъсир этувчанлигига контакт вақтининг таъсири.* Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ системанинг фаоллиги ва селективлигига контакт вақтининг таъсири, контакт вақтини ўзгартириб углеводородлар бўйича селективликни 86.2 мас.% гача сезиларли оширишга эришилди, аммо тармоқланган тўйинган углеводородлар улуши 10% га яъни 57.0 % дан 46.5 % гача камайди, ароматик углеводородлар миқдори эса деярли икки мартага яъни 28.6 % дан 46.1 % га ортди ва Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ системанинг

юкори каталитик фаоллигини саклаган холда 46,1 мас.% ни ташкил килди (2-жадвал).

1-жадвал

**Цеолитли катализаторларда диметил эфирнинг алкенларга ўзгариши**

$T = 340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{ap}} = 500-1500\text{ соат}^{-1}$ .

Диметилэфирнинг конверсияси = 65-75%. Хомашё: ДМЭ (15%) ÷ N<sub>2</sub> (85%).

Катализатор	Селективлик, мас.%			
	Алкенлар			Парафинлар C <sub>1+</sub>
	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	∑C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>	
ЮКЦ	12,9	18,7	31,6	39,5
Zr-ЮКЦ	18,6	32,3	50,9	28,4
Mg-ЮКЦ	19,8	33,1	52,9	27,6
Mg-Zr-ЮКЦ	29,2	34,4	63,6	25,9
Mg-Zr-Zn-ЮКЦ	31,7	34,2	65,9	25,7
Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ	32,5	35,2	67,7	19,7

2-жадвал

**Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ системанинг фаоллиги ва селективлигига контакт вақтининг таъсири**

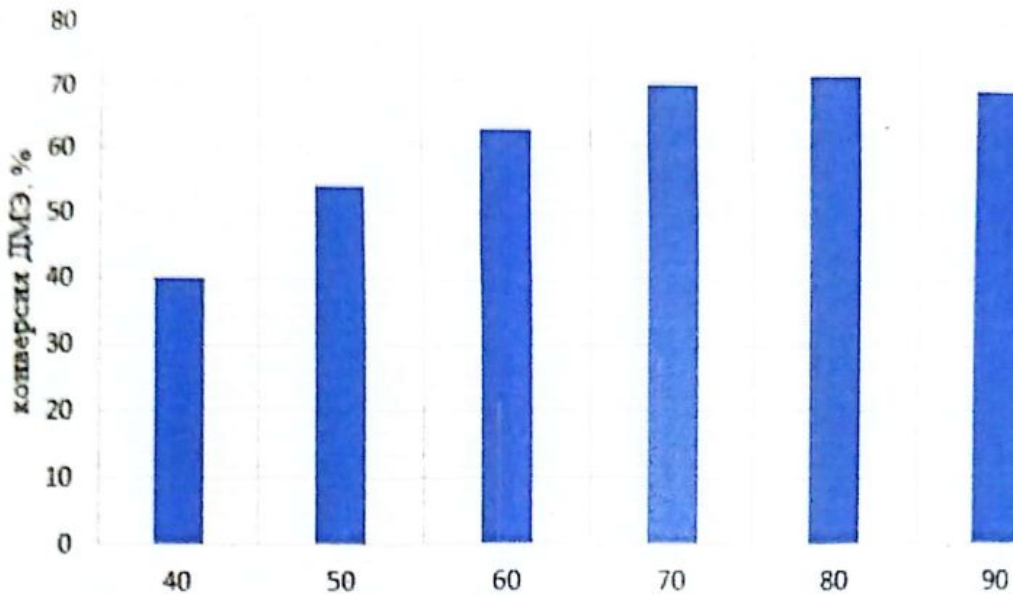
I/W, соат	Конверсия (%)	Селективлик, мас.%		Ҳосил бўлган маҳсулотларнинг углеводород таркиби, % масс				
		Газ	Углеводородларга нисбаган селективлик, %	Изо-парафинлар	Нормал-парафинлар	Цикло-парафинлар	Ароматик УВ	Олефинлар
0,094	99,8	34,9	75,1	57,0	7,9	6,6	28,6	6,5
0,189	99,5	23,7	76,3	51,4	4,3	3,4	33,9	7,0
0,37	99,5	13,8	86,2	46,5	2,4	5,0	46,1	8,1

*Хомашёда сув мавжудлигида ва унинг йўқлигида Mg-Zn-Zr-B/ЮКЦ асосидаги катализатор ишлаш вақтига алкенлар унумининг боғлиқлиги*

Диметилэфирдан куйи алкенлар олиш реакциянинг дастлабки тадқиқотлари натижаларига кўра катализаторнинг фаоллиги ва селективлиги реакция хароратига, балки дастлабки аралашмадаги сув буғи миқдорига ҳам боғлиқ, дастлабки аралашмадаги сув буғи миқдорининг Mg-Zn-Zr-B/ЮКЦ катализаторининг каталитик хоссаларига таъсирини ўргандик (1-расм).

1-расмдан кўриниб турибдики, дастлабки аралашма таркибидаги сув буғларининг миқдори диметилэфир конверсиясига жиддий таъсир кўрсатади.

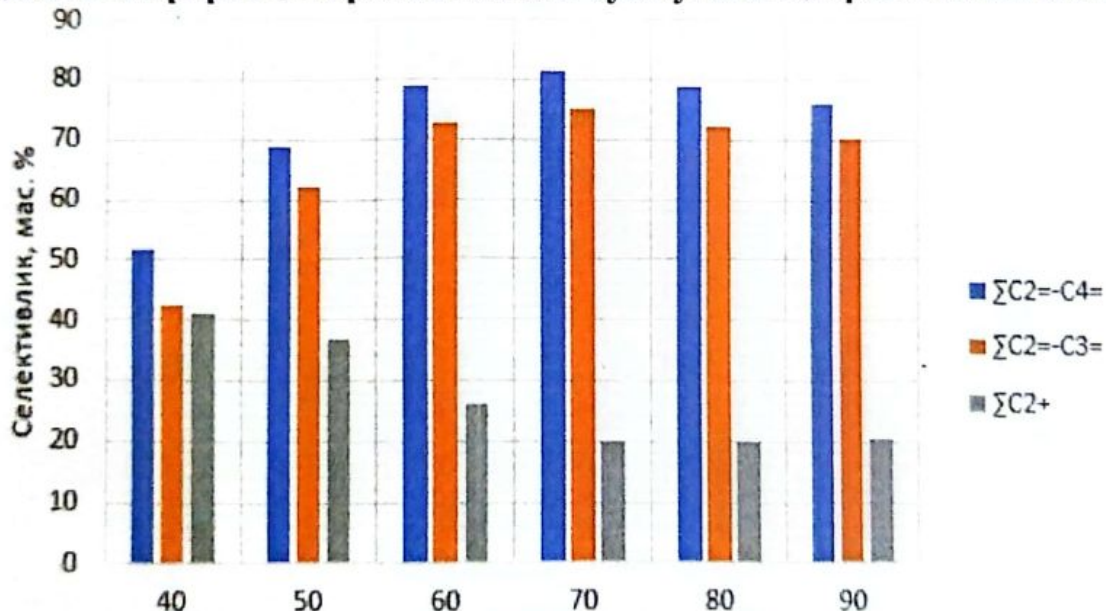
*Диметилэфир конверсиясининг контакт вақтига боғлиқлиги.* Mg-Zn-Zr-B/ЮКЦ таркибли катализатор диметилэфир ўзгаришида энг юкори фаолликни хомашёда сув буғининг 65 мас.% дан юкори миқдорида намоён қилиб, бу шароитда диметилэфирнинг конверсияси 70 % дан юкори ва C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> алкенлар бўйича селективлик 80 мас.% дан юкори бўлади (2-расм).



Хом ашюдәги сув буғининг миқдори, оғ'irligi-%

$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{арал}}=1000-10000\text{ соат}^{-1}$ . хомашё: 15% диметилэфир +85% $\text{N}_2$

**1-расм. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ катализаторда диметилэфир конверсиясининг диметилэфир:  $\text{H}_2\text{O}$  аралашмадаги сув буғи миқдорига боғлиқлиги**

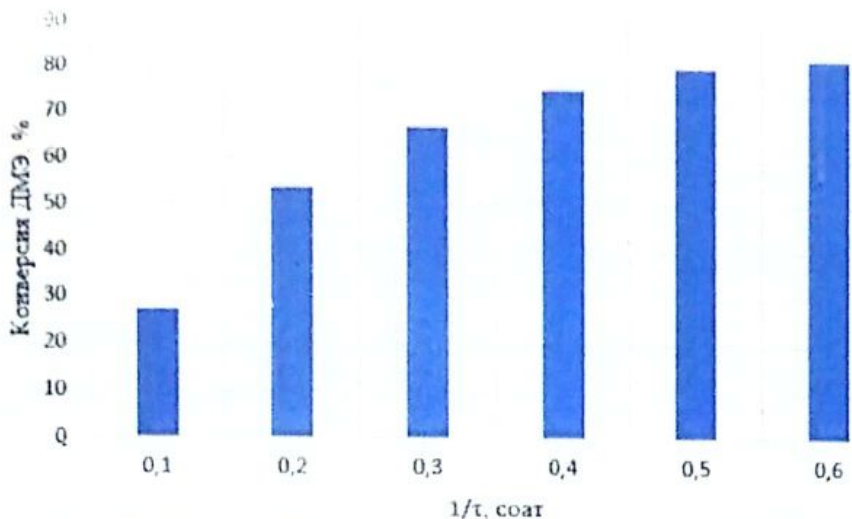


$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{арал}}=1000-10000\text{ соат}^{-1}$ . Хомашё: 15% диметилэфир +85% $\text{N}_2$

**2-расм. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ катализаторда реакция маҳсулотлари буйича селективликнинг дастлабки диметилэфир: аралашмадаги сув буғи миқдорига боғлиқлиги**

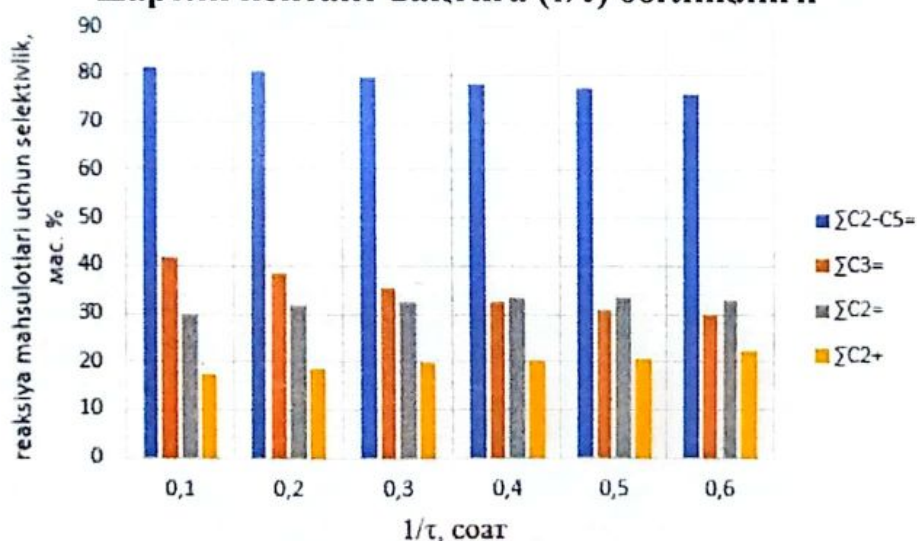
3-расмда диметилэфир конверсиясининг контакт вақтига ( $1/\tau$ ) боғлиқлиги кўрсатилган, ундан  $1/\tau$  ортиши билан каталитик система фаоллигининг ортиши кўриниб турибди. Шу билан бирга диметилэфир конверсиясининг ортиши билан этилен ва  $\text{C}_2+$  парафинлар буйича селективлик қисман ортди,  $\text{C}_2-\text{C}_5$  алкенлар буйича селективлик ўзгармади. Чунки бу вақтда этиленнинг олигомерланиш реакция тезлиги гидрогенланиш реакция тезлигига караганда паст бўлади.

4-расмда реакция маҳсулотлари буйича селективликнинг контакт шартли вақтига ( $1/\tau$ ) боғлиқлиги келтирилган.



$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{арал}}=1000-10000\text{ соат}^{-1}$ . Хомашё: 15% диметилэфир +85% $\text{N}_2$

**3-расм. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ катализаторда диметилэфир конверсиясининг шартли контакт вақтига (1/τ) боғлиқлиги**



$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{арал}}=1000-10000\text{ соат}^{-1}$ . Хомашё: 15% диметилэфир+85% $\text{N}_2$

**4-расм. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ катализаторда реакция маҳсулотлари бўйича селективликнинг контакт шартли вақтига (1/τ) боғлиқлиги**

Цеолитли катализаторга магнийни киритиши усуллари унинг каталитик хоссларига таъсири. 3-жадвалда берилган экспериментал тадқиқотлар натижалардан кўриниб турибдики, очик занжирли тўйинган углеводородларнинг умумий унуми магний миқдорини 1,0% гача кўпайтирилганда пасайди.

Реакция ҳарорати 320 дан 360 $^{\circ}\text{C}$  гача оширилганда этилен ва пропилен ҳосил бўлиши танлаб таъсир этувчанлигининг бир вақтда пасайишида бутиленлар ҳосил бўлиши селективлигининг ва алканлар йиғиндисининг олинган маълумотларда кузатиладиган ортиши шунга ишора қиладики, этилен ва пропилен ҳосил бўлиш реакцияси фаолланиш энергияси алканлар ҳосил бўлиш ва алкенлар полимерланиш реакциялари фаолланиш энергиялари паст.

Бошланғич газли аралашма чизиқли тезлигининг диметилэфир конверсиясига ва реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири. Ташқи диффузион тормозланишининг эҳтимолий таъсирини баҳолаш учун катализатор намуна-

ларининг каталитик хоссалари турли ўлчамли заррачалар билан ўрганилди. 4- ва 5-жадвалларда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, реакциянинг энг юкори хароратида реакция хароратларининг ўрганилган оралиғида кинетик соҳада ўтади. Кейинги тажрибаларда жараённинг ўзгарувчан параметрлари реакциянинг 320 дан 450°C гача харорат ва хомашё юборилишининг 500 дан 10000 соат<sup>-1</sup> гача ҳажмий тезлик бўйича ўзгартирилди.

3-жадвал

**Синовларнинг турли хароратларда магний концентрациясининг цеолитли катализатор каталитик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш**

[Mg], масс.%	Т, °C	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективлик, масс.%							
			C <sub>Н4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	∑C <sub>2+</sub>	∑C <sub>2-C4</sub>	C <sub>2=*C3=</sub>
0,05	320	69,32	0,71	33,4	29,5	1,23	0,81	63,68	34,96	1,12
	340	96,83	0,72	27,6	16,6	10,5	0,92	54,09	44,47	1,73
	360	97,44	0,72	17,5	18,5	11,8	2,13	47,61	49,68	0,91
0,1	320	661,5	из.	40,8	38,7	1,63	0,94	80,82	18,39	1,14
	340	85,7	из.	33,7	21,8	12,4	2,45	67,23	30,46	1,65
	360	86,3	из.	21,5	24,4	14,7	2,96	60,14	37,05	0,92
0,2	320	53,4	из.	39,2	40,3	0,15	0,47	79,25	20,44	1,03
	340	74,34	из.	32,4	22,5	11,5	2,6	65,53	32,12	1,56
	360	74,75	из.	20,6	25,6	12,8	3,4	58,35	38,54	0,88

4-жадвал

**Бошланғич газли аралашма чизикли тезлигининг диметилэфир конверсиясига ва реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири**

Кат-р m(г)*V(мл)	Чизикли тезлик, м·с	t, соат	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективлик, мас.%					
				C <sub>Н4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	∑C <sub>2+</sub>
1,0/2,0	2,5·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,72	15,6	30,7	14,6	4,8	34,5
		5	100	0,73	15,4	32,8	15,9	4,9	31,4
0,5/1,0	1,2·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,64	14,6	29,6	16,2	7,7	32,7
		5	100	0,75	14,8	22,9	18,3	4,8	29,7
0,3/0,6	7,4·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,67	15,4	30,8	15,4	4,6	33,8
		5	100	0,72	15,4	32,6	17,3	4,8	30,2

5-жадвал

**Катализатор заррачалари ўлчамининг диметилэфир конверсиясига ва реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири**

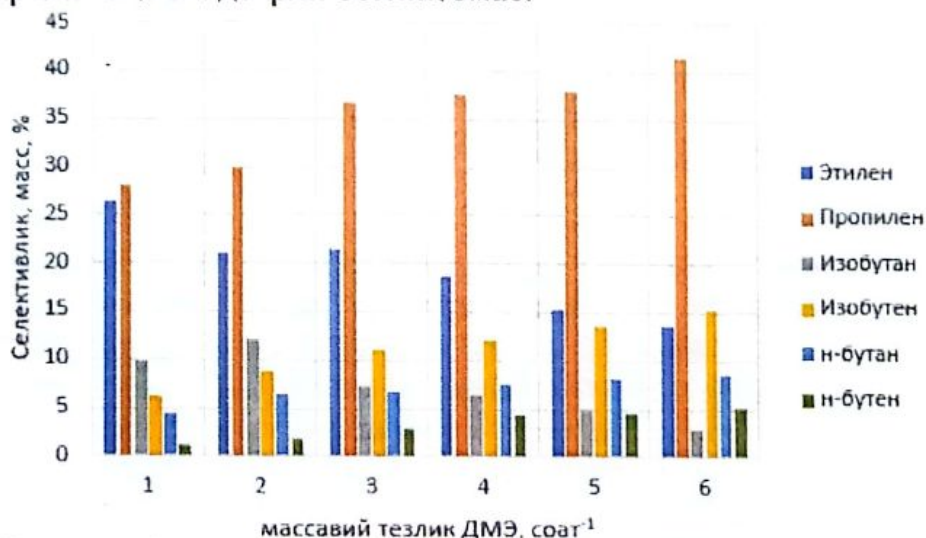
Кат-р фрак- цияси, мм	Кат-р m(г)·V(мл)	t, соат	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективлик, мас.%					
				C <sub>Н4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	∑C <sub>2+</sub>
0,2-0,4	0,5·1,0	1	100	0,72	14,9	35,8	17,5	5,4	26,8
		5	100	1,03	14,9	35,8	18,2	5,99	25,5
0,4-0,6	0,5·1,0	1	100	0,64	14,7	29,4	16,6	7,5	32,9
		5	100	0,72	14,9	31,9	18,8	5,3	30,4
0,6-1,0	0,5·1,05	1	100	0,67	15,9	32,3	15,3	4,9	32,7
		5	100	0,72	15,7	34,4	16,9	5,7	28,6
1,0-1,6	0,5·1,06	1	100	0,73	14,2	31,8	16,9	4,9	32,5
		5	100	0,65	15,6	34,6	17,1	5,8	27,9

5-расмда ва 6-жадвалда хомашё юборилишининг турли ҳажмий тезликлариди хароратларнинг чегаравий кийматлари учун (450 ва 320°C) маҳсулотлар ҳосил бўлиш селективлиги бўйича маълумотлар келтирилган. 450 °C хароратда

диметилэфир ўзгариш тезлиги шунчалик юқорики, хомашё юборилишининг хажмий тезликларининг барча ўрганилган оралиғида конверсия 100 масс.% ни ташкил қилади.

5-расмдан кўриниб турибдики, изобутан ҳосил бўлиш селективлиги пропилен ҳосил бўлиш селективлигига тескари муносиб.

Бошланғич газли аралашма ҳажмий тезлигининг диметилэфир конверсиясига ва реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири. Кўриниб турибдики, реакциянинг 450°C ҳароратида кузатиладиган қонуниятларидан фарқли равишда хомашё юборилишининг хажмий тезликларининг ўрганилган оралиғида диметилэфир конверсияси паст ҳароратларда контакт шартли вақтининг камайиши билан камаяди, алканларнинг ҳосил бўлиш селективлиги контакт шартли вақтига деярли боғлиқ эмас.



5-расм. Диметилэфир юборилишининг массавий тезлигининг реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири (диметилэфир конверсияси = 100 мас.%, дастлабки аралашма: 10% диметилэфир + N<sub>2</sub>, T = 450°C, P = 0,1 МПа)

6-жадвалдан кўриниб турибдики, бутиленлар ва амиленлар ҳосил бўлиш селективлиги жуда паст бўлиб умумий ҳолда масса жиҳатдан 3-4 % дан ошмайди. Диметилэфир конверсиясига боғлиқ бўлмаган ҳолда этилен ва пропилен ҳосил бўлиш селективлиги юқори (масса жиҳатдан 75,7-78,5 %).

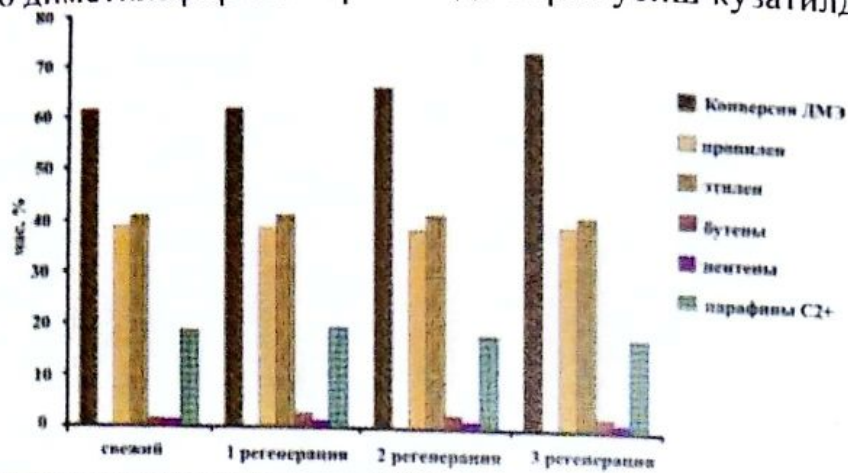
6-жадвал

Бошланғич газли аралашма ҳажмий тезлигининг диметилэфир конверсиясига ва реакция маҳсулотлари тақсимланишига таъсири

V <sub>0</sub> , соат <sup>-1</sup>	K <sub>DMF</sub> , %	Селективлик, мас.%							
		C <sub>H4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	∑C <sub>2+</sub>	∑C <sub>2-C4</sub>	C <sub>2=</sub> *C <sub>3=</sub>
1000	94,0	0,6	48,7	27,0	2,2	0,1	77,9	21,4	1,8
3000	57,9	сл	38,2	40,5	1,7	0,6	80,5	18,9	0,9
4000	48,2	сл	37,5	41,0	2,2	1,1	80,7	18,2	0,9
5000	32,0	сл	35,5	41,9	1,7	1,6	79,1	19,2	0,9
6000	26,1	сл	35,5	41,6	1,4	1,7	78,5	19,7	0,9
7000	28,0	сл	35,2	42,0	1,7	1,8	78,9	19,3	0,8

Ҳажмий тезликнинг 1000 соат<sup>-1</sup> кийматида диметилэфирнинг юқори тезлигида пропилен унумининг пасайганида этилен унумининг ортиши кузатила бошлайди.

Реакция маҳсулотлари бўйича диметилэфир конверсияси ва селективлигининг катализатор регенерацияси карралигига боғлиқлиги. Магний сакловчи катализатор кўп каррали оксидланишли регенерация циклларидан кейин етарлича баркарор ишлайди. 7-расмдан кўриниб турганидек, катализаторнинг оксидланишли регенерацияси унинг каталитик хоссаларига деярли таъсир қилмади, ҳатто диметилэфир конверсиясида бироз ўсиш кузатилди.



7-расм. Реакция маҳсулотлари бўйича диметилэфир конверсияси ва селективлигининг катализатор регенерацияси карралигига боғлиқлиги ( $T=320^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,1$  МПа, бошланғич аралашма: 20% диметилэфир +  $\text{N}_2$ ).

Магний, рух, цирконий ва бор модификацияланган цеолитларнинг кислотали хоссалари тадқиқотлари. Цеолитни магний, рух, цирконий ва бор бирикмалари билан ишлов беришда кислоталик хоссаларнинг ўзгариши рўй берди ва суперкислотали марказлар пайдо бўлиши кўрсатилган (7-жадвал).  $E < 95$  кЖ/моль - кучсиз кислотали марказлар,  $95 \leq E < 130$  кЖ/моль - ўртача,  $E \geq 130$  кЖ/моль - кучли,  $E > 180$  кЖ/моль - суперкислотали.

ЮКЦ ва Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ каталитик хоссаларига ҳарорат таъсири. Ўтказилган экспериментал тадқиқотлар суперкислотали марказларнинг пайдо бўлиши Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ таркибли катализаторнинг каталитик хоссаларини сақлаган ҳолда реакция ҳароратини  $330^{\circ}\text{C}$  дан  $270^{\circ}\text{C}$  гача тушириш имконини берди, бу 8-жадвал маълумотлари билан тасдиқланади.

Бу маълумотлардан кўриниб турганидек, Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ катализаторда ДМЭ конверсияси  $W_{\text{ap}} = 4000$  соат $^{-1}$  да  $270^{\circ}\text{C}$  да 79,8% ни ташкил қилди.

7-жадвал

Магний, рух, цирконий ва бор модификацияланган цеолитларнинг кислотали хоссалари тадқиқотлари

Намуна	Кислотали марказлар умумий миқдори, мкмоль/г	Кислотали марказлар миқдори (десорбция фаолланиш энергияси билан, кЖ/моль), мкмоль/г			
		$E < 95$	$95 \leq E < 130$	$E \geq 130$	$E > 180$
ЮКЦ	570	45	260	265	10
Mg-B-ЮКЦ	610	15	275	350	30
Mg-Zn-ЮКЦ	680	60	400	620	100
Mg-Zr-ЮКЦ	740	50	420	630	115
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ	890	65	465	658	125
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ	1240	72	720	735	138



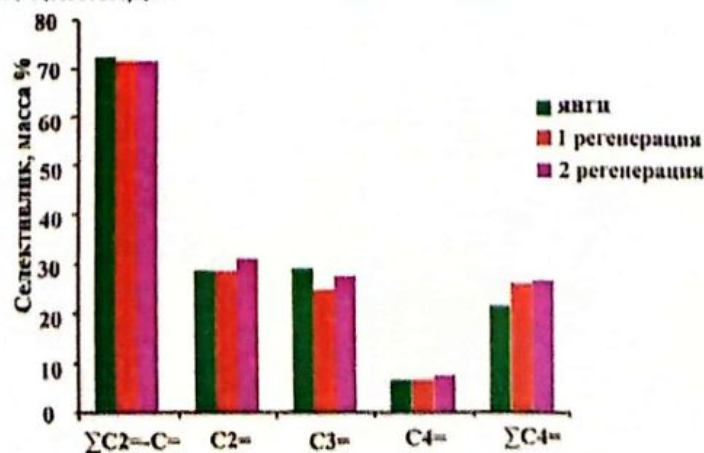
ЮКЦ ва Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ каталитик хоссаларига харорат таъсири  
Шаронт: (P = 0,1 МПа, W<sub>ap</sub> = 4000 соат<sup>-1</sup>. Хомашё: ДМЭ (10%) ÷ N<sub>2</sub>(90%)

Катализатор	Т, °С	ДМЭ конверсияси. %	Селективлик, мас.%		
			Алкенлар		
			C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	∑ C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>
ЮКЦ	270	40,2	16,5	21,9	39,9
Mg-B-ЮКЦ		65,6	17,2	22,3	41,2
Mg-Zn-ЮКЦ		66,1	18,4	24,6	41,0
Mg-Zr-ЮКЦ		67,3	18,6	20,9	41,5
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ		69,8	19,4	22,6	45,2
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ		79,8	29,8	30,7	77,4
ЮКЦ	320	65,5	13,6	19,2	38,3
Mg-B-ЮКЦ		67,9	15,8	20,7	42,3
Mg-Zn-ЮКЦ		72,9	19,2	23,4	46,8
Mg-Zr-ЮКЦ		75,8	20,7	24,3	49,6
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ		79,2	23,6	28,8	56,9
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ		88,7	29,4	38,5	72,6

Бор ва фосфор сакловчи катализаторларда диметилэфирнинг куйи алкенларга ўзгариши. Тадкикотлар натижасида метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган куйи молекуляр углеводородлар олиш учун мўлжалланган Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ таркибли каталитик система регенерация килинганда регенерациянинг бир неча циклларидан кейин катализатор етарлича барқарор ишлади.

8-расмда кўрсатилганидек, Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ таркибли каталитик системанинг этилен, пропилен, бутилен ва амилен каби тўйинмаган этилен катори углеводородлари бўйича селективлиги ҳатто катализаторнинг иккинчи регенерациясидан кейин 70 % даражада сакланди.

Метанолнинг куйи алкенларга яъни этилен, пропилен, бутилен ва амилен ўзгариши Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ ва Mg-Zn-Zr-P-ЮКЦ таркибли катализаторлардан фойдаланиб тадқиқ қилинди.

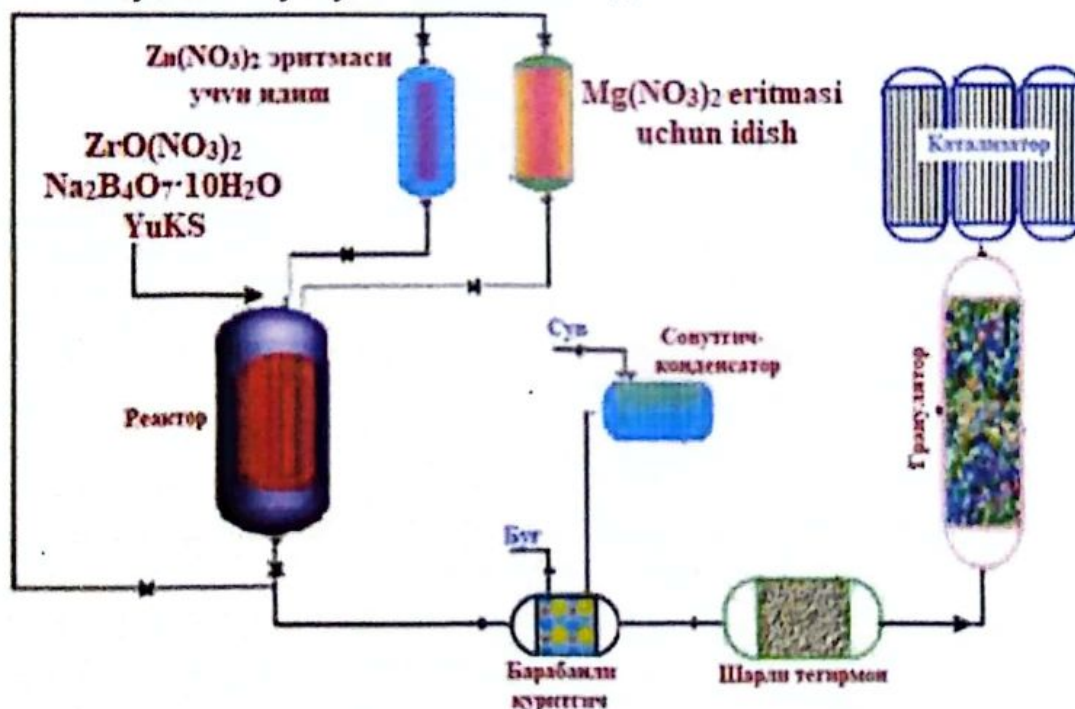


(T = 320°C, P = 0,1 МПа, W<sub>ap</sub> = 2000 соат<sup>-1</sup>. Хомашё: ДМЭ (10%) ÷ N<sub>2</sub>(90%)

8-расм. ДМЭ конверсиясининг ва мақсадли маҳсулотлар бўйича селективлигининг Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ катализаторнинг оксидловчи регенерацияси карралигига боғлиқлиги

Диссертациянинг «Метанолнинг қуйи алкенларга каталитик ўзгариши жараёнининг асосий технологик характеристикалари» деб номланган тўртинчи бобда метанолнинг қуйи алкенларга каталитик ўзгариши технологик параметрлари ўрганилган, жараёни амалга ошириш учун танланган катализаторни ишлаб чиқариш технологияси ишлаб чиқилган ва макбул реактор тури таклиф этилган ҳамда метил спиртидан қуйи молекуляр этилен катори углеводородларини олишнинг технологик схемаси тавсия этилган.

Катализатор ишлаб чиқаришнинг технологик модели Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализатор ишлаб чиқаришнинг кўриб чиқилган босқичлари асосида технологик схема ишлаб чиқилган (9-расм), у белгиланган физик-кимёвий хоссаларга эга маҳсулотни олиш ва рух, мис ва цирконий оксидли бирикмалари аралашмаларининг минимал миқдори билан чўкма олиниши билан чўктириш босқичини амалга оширишга имкон беради. Таянч (энг дастлабки) технологик схема аралаштириш даврий реакторини қўллаш орқали танланган, уни амалга ошириш махсус асбоб-ускуна талаб қилмайди.



9-расм. Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализатор ишлаб чиқариш принципал схемаси

Катализатор ишлаб чиқаришнинг технологик модели Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализатор ишлаб чиқаришнинг кўриб чиқилган босқичлари асосида технологик схема ишлаб чиқилган (9-расм), у белгиланган физик-кимёвий хоссаларга эга маҳсулотни олиш ва рух, магний ва цирконий оксидли бирикмалари аралашмаларининг минимал миқдори билан чўкма олиниши билан чўктириш босқичини амалга оширишга имкон беради. Таянч (энг дастлабки) технологик схема аралаштириш даврий реакторини қўллаш орқали танланган, уни амалга ошириш махсус асбоб-ускуна талаб қилмайди.

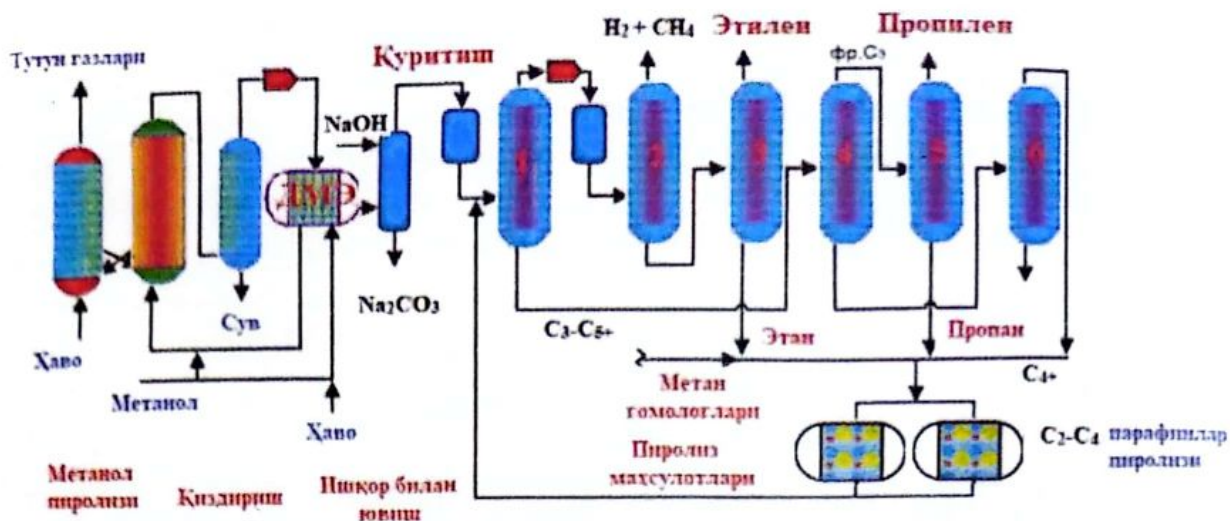
10-расмда метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реактор кўрсатилган.

Хом ашё учинчи реакция зонасига юборилади ва найлар оркали катализ зонасига кўтарилади. Бундай ҳолда, реакция аралашмаси уларда керакли ҳароратгача қиздирилади. Ташки найларда тешиklar мавжуд, улар оркали газ оқими катализатор қатлаmidан радиал тарзда ўтади ва метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реактордан юкори гардиш оркали чиқарилади.



**10-расм. Метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реактор**

Метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реактор деворидан метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реактор трубасининг марказига ҳарорат кўтарилиши  $5-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  дан ошмайди. Диметилэфир синтези жараёни алоҳида метанол ва диметилэфирдан тўйинмаган этилен катори углеводородлар олиш учун мўлжалланган реакторларда амалга оширилади. Бу катализатордан узокрок фойдаланиш имконини беради. Бундан ташқари, якуний маҳсулот сифатида  $99,9\%$  соф диметилэфир олиниши мумкин. Ушбу технологик схема бўйича 1 тонна метанолдан 0,4 тонна бензин ёки 0,7 тонна диметилэфир олиш мумкин. Водород билан углерод монооксиди аралашмасидан олинган метил спиртидан куйи тўйинмаган этилен катори углеводородларидан этилен ва пропиленларни олишнинг технологик схемаси 11-расмда кўрсатилган.



11-расм. Метил спиртидан қуйи молекуляр этилен катори углеводородларини олишнинг технологик схемаси

### ХУЛОСА

1. Илк бор маҳаллий хомашёлар асосида метанол ва диметилэфирдан олинган қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакцияси учун юкори унумдорлик ва селективликка эга бўлган Zn-Zr-Cu\*ЮКЦ ва Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли янги катализаторлар яратилди.

2. Танланган катализаторларнинг физик-кимёвий ҳамда текстур характеристикалари (ИК-спектроскопия, рентгенофазавий таҳлил усулларида) ўрганилди.

3. Термик барқарорлиги, унумдорлиги, юкори фаоллиги ва танлаб таъсир этувчанлиги билан характерланадиган Zn-Zr-Cu\*ЮКЦ ва Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ таркибли катализаторларнинг мақбул таркиби танланди ҳамда метанол ва диметилэфирнинг қуйи алкенларга конверсияси реакцияси маҳсулотларининг ишлаб чиқариш кўрсаткичларига катализатор таркибининг таъсири ўрганилди.

4. Метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакциясининг кинетик қонуниятлари (дастлабки моддаларнинг ўзгариш тезлиги, реакциянинг кинетик модели, конверсия тезлигига ва жараённинг мақбул режимини танлашга турли омилларнинг таъсири) дифференциал реактор шароитида ўрганилиб жараён боришининг мақбул шароити аниқланди ҳамда ишлаб чиқилган катализатор иштирокида жараёнларнинг кинетикасини ўрганиш асосида реакциянинг кинетик моделларини танланди ва фаолланиш энергияси баҳоланди.

5. Ишлаб чиқилган катализаторлар иштирокида жараёнларнинг кинетикасини ўрганиш асосида реакциянинг кинетик моделлари танланди ва метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакциясини амалга ошириш учун жараённинг мақбул технологик параметрлари аниқланди.

6. Метанол ва диметилэфирдан қуйи алкенлар яъни этилен, пропилен ва бутиленлар синтези реакциясининг технологик параметрлари ўрганилди ҳамда ушбу жараён ва катализатор «Шўртангазкимё» МЧЖда ярим-саноат қурилмасида синовдан ўтказилди ва ишлаб чиқаришга жорий этишга тавсия этилди.

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

---

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**БУХОРОВ АБДУРАЗЗОК КОБИЛОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
НЕНАСЫЩЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ДИМЕТИЛЭФИРА И  
МЕТАНОЛА**

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

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

**Ташкент - 2024**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована за № В2022.4.PhD/T3244 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном университете.

Автореферат диссертации размещен на веб-странице Научного совета и Информационно-образовательном портале «Zivonet» [www.zivonet.uz](http://www.zivonet.uz) на трех языках (узбекский, английский и русский (резюме)).

Научный руководитель:

**Файзуллаев Нормурот Ибодуллаевич**  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

**Юнусов Мирахмад Пулатович**  
доктор технических наук, профессор

**Мухитдинов Баходир Фахриддинович**  
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

**Бухорский инженерно-технологический институт**

Защита диссертации состоится «15» 07 2024 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, город Ташкент, Шайхонтохурский район, улица А.Наваи, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17, e-mail: tkti@mail.uz.).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрировано за № 789). Адрес: 100011, г. Ташкент, улица ....., ..... Тел.: (99871) 233-45-21.

Автореферат диссертации разослан «13» 06 2024 года.

(протокол рассылки за № 488 от «13» 06 2024 года).



*[Handwritten signature]*  
Председатель научного семинара при научном совете

*[Handwritten signature]*  
**С.М. Туробжонов**  
Председатель научного совета  
по присуждению ученой степени,  
доктор технических наук, академик

**Х.И. Кодиров**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученой степени,  
доктор технических наук, профессор

**Г.Р. Рахмонбердиев**  
Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени,  
доктор химических наук, профессор

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** Производство различных полимерных материалов и некоторых продуктов основного органического синтеза из этилена, пропилена и бутилена имеет большое практическое значение в мире. В настоящее время в промышленности низшие алкены, то есть этилен, пропилен и бутилены получают в основном пиролизом легких фракций нефти и каталитическим крекированием газойла. Продолжается рост цен на нефть на внутреннем и мировом рынках. Поэтому поиск альтернативных источников углеводородов, а также создание технологий получения низших алкенов, т.е. этилена, пропилена и бутиленов из углеводородного сырья, т.е. из природного газа и сопутствующих нефтяных газов, и улучшение имеющихся технологий становятся важными.

На сегодняшний день проводятся углубленные исследования, направленные на создание высокоэффективных технологий переработки природного газа в ценные полуготовые и готовые продукты органического синтеза. В связи с этим особое внимание уделяется созданию эффективных селективных катализаторов для получения низших алкенов путем промежуточной конверсии синтез-газа из дешевого сырья-метана, исследованию их физико-химических и структурных свойств, разработке и апробации технологий получения этилена, пропилена и бутиленов.

В нашей республике в последние годы уделяется большое внимание, как в других сферах промышленности и достигаются определенных результатов в разработке нового одностадийного способа получения низших алкенов, то есть этилена, пропилена и бутиленов, диметилэфира из синтез-газа, производству экологически чистого дизельного топлива- диметилэфира. В «Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» определены такие важные задачи, как «дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода высокотехнологичных перерабатывающих производств, прежде всего, на качественно новый уровень, направленный на быстрое освоение производства высококачественной готовой продукции на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов». В связи с этим научные исследования, направленные на создание катализаторов нового состава для получения низших алкенов, то есть этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфира, моделирование и оптимизацию технологических и рабочих параметров производственного процесса, внедрение созданной экологически безопасной, энерго- и ресурсосберегающей технологии в производство, являются одним из неотложных задач сегодняшнего дня.

Результаты исследования данной диссертации в определенной степени служат реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан УП№60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022- 2026 годы» от 28 января 2022 года, ПП№3246 «О мерах по совершенствованию экспортно- импортной деятельности организаций химической промышленности» от 29 августа 2017 года, ПП№3479 «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции

и сырья» от 17 января 2018 года, ПП№4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности» от 3 апреля 2019 года и других нормативно-правовых документах, относящихся данной деятельности.

**Связь исследования с основными приоритетными направлениями развития науки и техники республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями VII. «Химические технологии и нанотехнологии» развития науки и технологий республики.

**Степень изученности проблемы.** Целенаправленные научные исследования по созданию катализаторов нового состава для получения этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфира, для повышения активности катализаторов, селективности и эффективности по отношению к целевым продуктам, периодически проводились в школах ученых, таких как Николаев С. А., Смирнов В. В., Занавескин Л. Н., Аверьянов В. А., Sadrameli S. M., Nasser G., Zhu J., Bakare I. A., Kolesnichenko N. V., Song Y., Zhao S. F., Zhang H. R., Rahmani M., Taghizadeh M., Ravandi R., Khoshbin R., Karimzadeh R., Steynberg A. P., Deshmukh S. R., Robota H. J., Розовский А. И., Бирюкова Е. Н., Горяинова Т. И., Колесниченко Н. В., Хаджиев С. Н., Яшина О. В., Батова Т. И., Бондаренко Г. Н., Павлюк Ю. В., Родионов А. С., Хаджиев С. Н., Хиврич Е. Н., Широбокова Г. Н., Магомедова М. В., Пересыпкина Е. Г., Батова Т. И., Абухова Т. К., Николаев С. А., Савенкова И. В., Михайлова Ю. Ю., Чанышев П. П., Вильданов Ф. Ш., Матиева З. М., Снатенкова Ю. М., Юнусов М.П, Мухитдинов Б.Ф, Туробджонов С. М., Файзуллаев Н.И. и др.

На сегодняшний день созданы катализаторы с высокой эффективностью, селективностью и активностью для реакции получения этилена, пропилена и бутиленов из метанола/диметилэфира. Но стабильность катализаторов, используемых для этих процессов, очень мала. В настоящее время диметилэфир обладает рядом преимуществ в качестве сырья для получения низших алкенов. Во-первых- при получении этилена, пропилена и бутиленов путем конверсии диметилэфира эффективность реакции повышается за счет относительно высокого соотношения углерод: кислород в молекуле диметилэфира. Во-вторых - дегидратация (обезвоживание) метанола является сильным экзотермическим процессом, при котором выделяется большое количество тепла, в результате чего технологическая схема усложняется из-за тепловыделения. В-третьих- получение диметилэфира из синтез-газа считается очень полезным с точки зрения экологии по отношению к получению метанола. Поэтому процесс получения низших алкенов, т.е. этилена, пропилена и бутиленов из метанола/диметилэфира развивается быстро и требует поиска новых способов осуществления названных процессов.

Несмотря на многочисленные исследования реакции получения этилена, пропилена и бутиленов из метанола/диметилэфира, ещё не создан стабильный, стойкий, надежный, недорогой и активный катализатор. В то же время оптимизация рабочих параметров каталитического устройства по максимальной эффективности продукции, моделирование технологических параметров



процессов и реакторов, создание энерго- и ресурсосберегающих, безотходных технологий и внедрение их в промышленность по-прежнему остаются актуальными.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего учебного и научно-исследовательского учреждения, в котором выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с частью «Новые способы синтеза, анализа и переработки естественных и синтетических материалов» плана научно-исследовательских работ Самаркандского государственного университета в рамках практического проекта ОТ-А12-46 «Создание, исследование и оптимизация процесса катализаторов для реакции оксиконденсации метана на основе местного сырья» (2017-2018 гг.), также в рамках хозяйственных договоров №66- «Разработка катализаторов для синтеза низших молекулярных олефинов из метанола и диметилэфира на основе местного сырья», №67- «Разработка катализаторов для синтеза метанола и диметилэфира из метана и углекислого газа на основе местного сырья».

**Целью исследования** является создание эффективно-селективных катализаторов для получения низших алкенов из метанола и диметилэфира, а также совершенствование технологии получения низших олефинов.

**Задачи исследования:**

на основе местного сырья создать катализаторы нового состава для реакции синтеза низших алкенов-этилена, пропилена и бутиленов, полученных из метанола и диметилэфира,;

выбор оптимального состава катализатора, характеризующегося термостабильностью, производительностью, высокой активностью и селективностью, и изучение влияния состава катализатора на показатели производства продуктов реакции конверсии метанола и диметилэфира в низшие алкены;

решить проблему регенерации на основе проверки стабильности по отношению к инаktivации выбранных катализаторов и изучить физико-химические и текстурные характеристики катализатора;

выбор кинетических моделей реакции и оценка энергии активации на основе изучения кинетики процессов с участием разработанного катализатора;

определение оптимальных технологических параметров процесса для осуществления реакций синтеза этилена, пропилена и бутилена, то есть низших алкенов, полученных из метанола и диметилэфира, и протестировать процесс и катализатор в полупромышленном устройстве.

В качестве **объекта исследования** были взяты метанол, диметилэфир, катализатор, высококремниевый цеолит, низшие алкены, то есть этилен, пропилен и бутилены.

**Предметом исследования** является реакция синтеза из метанола и диметилэфира низших алкенов, то есть этилена, пропилена и бутиленов.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы использовались методы физико-химического анализа, газовой хроматографии, электронной микроскопии, ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного анализа.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

были созданы новые катализаторы со структурой Zn-Zr-Cu-ЮКЦ и Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ, которые обладают высокой производительностью и селективностью для реакции синтеза низших алкенов- этилена, пропилена и бутиленов, полученных из метанола и диметилэфира;

определены кинетические закономерности синтеза этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфира- скорость смены первичных веществ, кинетическая модель реакции, степень конверсии;

в условиях дифференциального реактора оптимизирован процесс образования низших алкенов из метанола и диметилэфира;

определен состав катализаторов для синтеза низших алкенов- этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфира и выбрана кинетическая модель реакции;

созданы эффективно- селективные катализаторы для получения низших алкенов из метанола/диметилэфира, усовершенствованы технологии получения этилена, пропилена и бутиленов.

**Практические результаты исследования заключаются в следующем:**

на основе местного сырья разработаны катализаторы нового состава для реакции синтеза низших алкенов из метанола и диметилэфиров- этилена, пропилена и бутиленов;

определены оптимальные условия получения низших алкенов из метанола и диметилэфира, то есть этилена, пропилена и бутиленов;

совершенствовано влияние различных факторов реакции синтеза низших алкенов из метанола и диметилэфиров, то есть этилена, пропилена и бутиленов.

**Достоверность результатов исследования.** Использование дифференциального термогравиметрического методов анализа при анализе полученных продуктов и созданных катализаторов, при определении современности оборудования, компонентов веществ, использованных при современных физических и физико- химических: рентгенофазовых, кинетических, газохроматографических методах исследования, использование стандартизированных методов в экспериментальных исследованиях, а также взаимное соответствие теоретических и экспериментальных результатов объясняется применением полученных результатов на практике.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что для вышеупомянутого процесса был создан катализатор нового состава, изучено влияние различных факторов и технологических параметров на протекание процесса, определены оптимальные условия и кинетика реакции синтеза низших алкенов из метанола и были предложены механизмы протекания реакции.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанные технологии производства катализаторов на основе местного

сырья служат повышению возможности получения сырья важного для органического синтеза- этилена, пропилена и бутиленов, эффективному использованию метанола и диметилэфира и экономии потребления натурального сырья, оптимизации рабочих параметров оборудования плотного слоя катализаторов, созданных на основе кинетических уравнений, созданию математического модели, позволяющего рассчитать производительность, конверсию и селективность и внедрению на практике.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных по совершенствованию технологии получения ненасыщенных углеводородов из диметилэфира и метанола:

Технология получения новых катализаторов серии ЮКЦ для синтеза ненасыщенных углеводородов из диметилэфира и метанола были внедрены в производство на ООО «Шуртанский газохимический комплекс» (Справка № 5/22 от 14 октября 2022 года ООО «Шуртанский газохимический комплекс»). В результате, это дало возможность разработки состава селективных, высокоэффективных катализаторов низких алкенов;

Технология получения новых катализаторов серии ЮКЦ для синтеза ненасыщенных углеводородов из диметилэфира и метанола была рекомендована по внедрению в производстве на ООО «Шуртанский газохимический комплекс» (Справка № 5/22 от 14 октября 2022 года ООО «Шуртанский газохимический комплекс»). В результате, это дало возможность производства низших алкенов- этилена, пропилена и бутилена;

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 12 научно- практических конференциях республиканского и 6 международного уровней.

**Публикация результатов исследования.** Всего опубликовано 24 научных работ по теме диссертации, из которых 8 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к печати основными научными результатами докторских диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 3 в республиканских и 5 в зарубежных журналах (из которых 2 в журналах, входящих в базу Scopus).

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем введения к диссертации, 4 глав и общих выводов составляет 124 страницы.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проведенного исследования, описывается цель и задачи исследования, охарактеризованы объекты и предметы, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведена информация по внедрению в практику результатов исследования, опубликованных работ и по структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Получение этилена, пропилена и бутиленов на метановой основе: достижения и перспективы (комментарии к литературе)**», подробно описываются результаты исследований по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы. Данные обобщены и сделаны научно-аналитические выводы, а на основе информации, содержащейся в научной литературе, определяются цель, задачи, актуальность и важность диссертационной работы.

Во второй главе диссертации, получившая название «**Объекты исследования, физико-химические свойства полученных веществ, методы получения и исследования**», освещена методика анализа экспериментального оборудования изучения кинетических закономерностей реакций получения ненасыщенных углеводородов из диметилэфира и метанола, методика анализа продуктов реакции. Даны исследования по синтезу катализатора. Характеристики катализатора изучены физико-химическими методами. Эффективность и состав продуктов реакции определены методом газожидкостной хроматографии.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Активность катализаторов в синтезе низких алкенов из метанола и диметилэфира**», изучаются кинетические законы и разрабатываются кинетические модели процессов. Каталитическая активность образцов, полученных при конверсии метанола в низшие олефины, изучались в условиях 400-550 °С и  $W=2-6 \text{ g/(g}\cdot\text{h)}$ .

*Подбор оптимального состава боросодержащих катализаторов.* Первоначально было изучено влияние бора на каталитические свойства цеолитных катализаторов с магнием и цирконием, произведенных заранее, превращение диметилового эфира на низшие алкены. Почти во всех случаях модификации этих катализаторов бором наблюдалось увеличение селективности по алкенам  $C_2$ -  $C_4$  и уменьшение количества парафина (табл. 1). Модификация Zr-ЮКЦ магнием приводит к значительному увеличению селективности этилена от 18,6 до 29,2 масс.%. Доля пропилена и бутена в катализаторе Zr- Mg-ЮКЦ выше, чем в Mg- ЮКЦ.

Как видно из табл. 1, селективность по отношению к этилену в присутствии катализатора Mg- ЮКЦ составляет 19,8%, селективность по отношению к пропилену составляет 33,1%, а селективность по отношению к парафину составляет 27,6%. А при присутствии катализатора Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ селективность по отношению к этилену составляет 32,5%, селективность по отношению к пропилену составляет 35,2%, а селективность по отношению к парафину составляет 19,7%.

Таким образом, катализатор Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ является эффективным катализатором для синтеза молекулярных низших алкенов из диметилэфира, но количество изопарафинов в жидком продукте несколько ниже, чем в образце Mg- Zr- ЮКЦ, что обусловлено наличием сверхщелочности.

*Влияние контактного времени на активность и селективность системы Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ.* Влияние на активность и селективность системы Mg- Zr- Zn- В-ЮКЦ наблюдалось изменением контактного времени, достигнут значительный прирост селективности по углеводородам на 86,2 мас.%, но доля

разветвленных насыщенных углеводородов снизилась на 10%, то есть с 57,0% до 46,5%, в то время как количество ароматических углеводородов увеличилось почти вдвое, то есть с 28,6% до 46,1%, а при сохранении высокой каталитической активности системы Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ составляет 46,1 мас.% (табл.2).

Таблица 1

**Превращение диметилового эфира в алкены в цеолитных катализаторах**

$T = 340^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $V_{\text{ap}} = 500-1500 \text{ час}^{-1}$ .

Конверсия диметилэфира= 65-75%. Сырьё: ДМЭ (15%) ÷ N<sub>2</sub> (85%)

Катализатор	Селективность, мас.%			
	Алкены			Парафины C <sub>1+</sub>
	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	∑C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	
ЮКЦ	12,9	18,7	31,6	39,5
Zr-ЮКЦ	18,6	32,3	50,9	28,4
Mg-ЮКЦ	19,8	33,1	52,9	27,6
Mg-Zr-ЮКЦ	29,2	34,4	63,6	25,9
Mg-Zr-Zn-ЮКЦ	31,7	34,2	65,9	25,7
Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ	32,5	35,2	67,7	19,7

Таблица 2

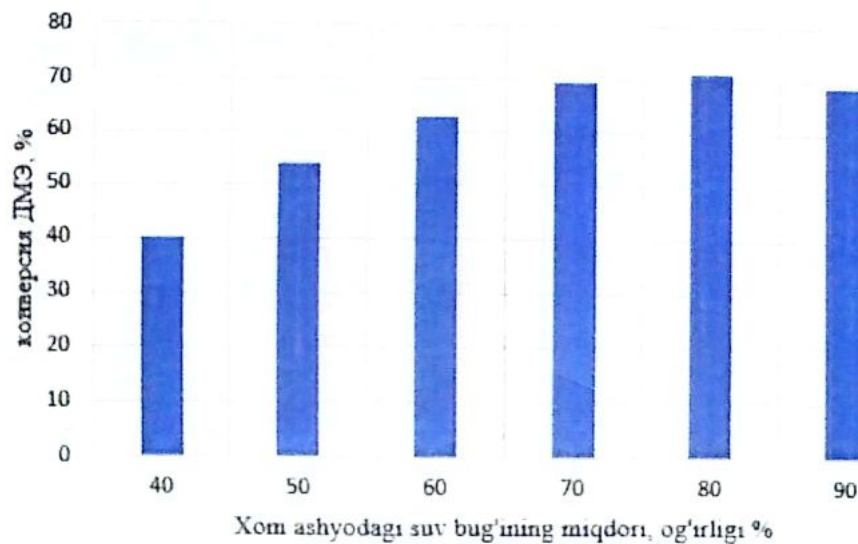
**Влияние времени контакта на активность и селективность системы Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ**

1/W, ч	Конверсия (%)	Селективность, % масс.		Углеводородный состав полученных продуктов, % масс				
		Газ	Селективность по отношению углеводородам, %	Изопарафины	Нормальные парафины	Циклопарафины	Ароматические углеводороды	Олефины
0,094	99,8	34,9	75,1	57,0	7,9	6,6	28,6	6,5
0,189	99,5	23,7	76,3	51,4	4,3	3,4	33,9	7,0
0,37	99,5	13,8	86,2	46,5	2,4	5,0	46,1	8,1

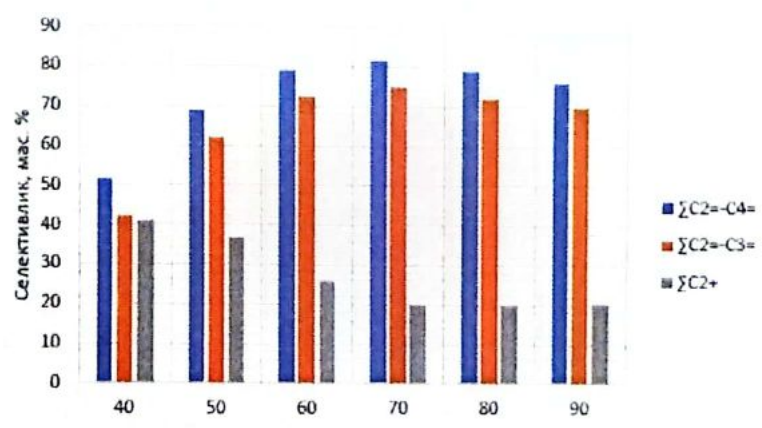
*Зависимость продуктивности алкена времени работы катализатора на основе Mg- Zn- Zr- В/ЮКЦ в присутствии и отсутствии воды в сырье.* Согласно результатам предварительных исследований реакции получения низших алкенов из диметилэфира активность и селективность катализатора зависят не только от температуры реакции, но и от количества водяного пара в исходной смеси, мы изучили влияние количества водяного пара каталитическим свойствам катализатора Mg-Zn-Zr-B/ЮКЦ (рис. 1).

Как видно из рис.1, количество водяного пара, содержащегося в исходной смеси, оказывает серьезное влияние на конверсию диметилэфира.

*Зависимость диметилэфир конверсиями ко времени контакта.* Катализатор Mg- Zn- Zr- В/ЮКЦ обладает наибольшей активностью в диметилэфирной вариации в количестве водяного пара в сырье от 65 мас.%, в этих условиях конверсия диметилэфира выше 70% и селективность по алкенам C<sub>2</sub>- C<sub>4</sub> составит выше, чем 80 масс.% (рис.2).



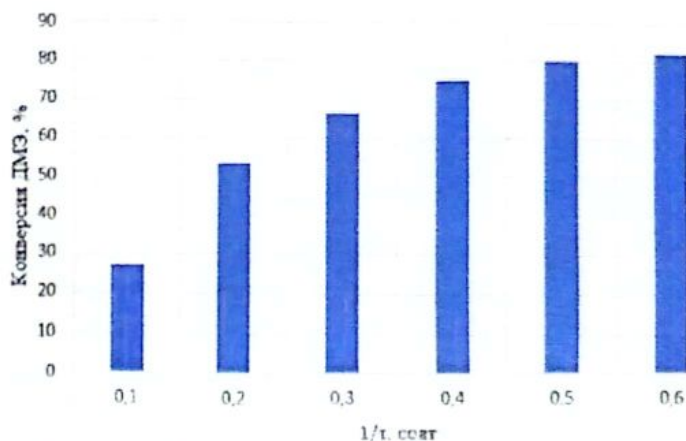
$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{смесь}}=1000-10000\text{ часов}^{-1}$ . Сырьё: 15% диметилэфир +85% $\text{N}_2$   
**Рис. 1. Зависимость конверсии диметилэфира в катализаторе Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ от количества водяного пара в смеси диметилэфир: $\text{H}_2\text{O}$**



$T=340\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0,1\text{ МПа}$ ,  $V_{\text{смесь}}=1000-10000\text{ часов}^{-1}$ . Сырьё: 15% диметилэфир +85% $\text{N}_2$   
**Рис. 2. Зависимость селективности по продуктам реакции в катализаторе Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ от количества водяного пара в смеси исходный диметилэфира**

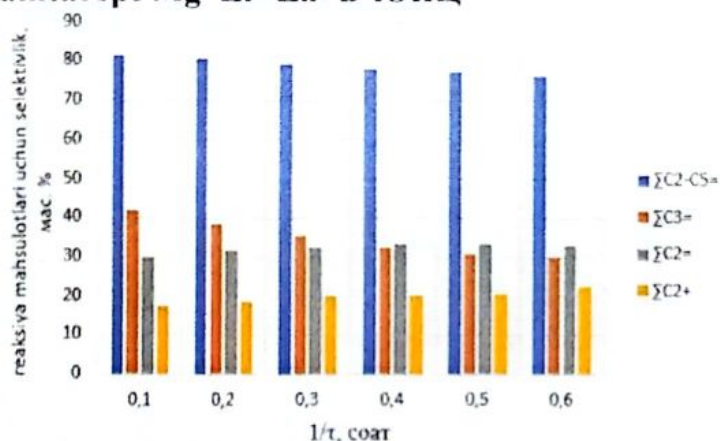
На рис.3 показана зависимость конверсии диметилэфира от времени контакта ( $l/\tau$ ), из которого видно увеличение активности каталитической системы с увеличением  $l/\tau$ . В то же время, с увеличением конверсии диметилэфира селективность этилена и  $\text{C}_2+$  парафина частично увеличилась, селективность по алкенам  $\text{C}_2- \text{C}_5$  не изменилась. Потому что скорость реакции олигомеризации этилена в это время ниже, чем скорость реакции гидрирования.

На рисунке 4 представлена зависимость селективности по продуктам реакции от условного времени контакта ( $l/\tau$ ).



$T=340^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0.1$  МПа,  $V_{\text{смесь}}=1000-10000$  час $^{-1}$ . Сырьё: 15% диметилэфир + 85%  $\text{N}_2$

**Рис. 3. Зависимость конверсии диметилэфира от условного времени контакта ( $1/\tau$ ) в катализаторе Mg- Zr- Zn- В-ЮКЦ**



$T=340^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0.1$  МПа,  $V_{\text{смесь}}=1000-10000$  часов $^{-1}$ . Сырьё: 15% диметилэфир + 85 %  $\text{N}_2$ .

**Рис. 4. Зависимость селективности по продуктам реакции от условного времени контакта ( $1/\tau$ ) с в катализаторе Mg- Zr- Zn- В- ЮКЦ**

*Влияние способов введения магния в цеолитный катализатор на его каталитические свойства.* Как видно из результатов экспериментальных исследований, приведенных в табл.3, общая продуктивность насыщенных углеводородов с открытой цепью уменьшалась при увеличении количества магния до 1,0 %.

Наблюдаемое увеличение селективности образования бутенов и суммы алканов в полученных данных при одновременном снижении селективности образования этилена и пропилена при повышении температуры реакции от 320 до 360 $^{\circ}\text{C}$  относится к тому факту, что энергия активации реакции образования этилена и пропилена ниже энергии активации реакций образования алканов и полимеризации алкенов.

*Влияние линейной скорости исходной газовой смеси на конверсию диметилэфира и на распределение продуктов реакции.* Чтобы оценить вероятные влияния внешнего диффузионного торможения, были изучены каталитические свойства образцов катализатора при помощи частиц разного размера. Как видно из данных, представленных в таблицах 4- 5, при самой высокой температуре реакции проходит в кинетическом поле в изученном диапазоне температур реакции. В последующих экспериментах изменяющиеся

параметры процесса были изменены температурой реакции от 320 до 450°C, а объемная скорость сырья с 500 до 10000 часов<sup>-1</sup>.

Таблица 3

**Исследование влияния испытаний на каталитические свойства цеолитного катализатора с концентрацией магния при различных температурах**

[Mg], мас. %	Т, °С	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективность, мас. %							C <sub>2=</sub> *C <sub>3=</sub>
			CH <sub>4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	ΣC <sub>2+</sub>	ΣC <sub>2=C<sub>4=</sub></sub>	
0,05	320	69,32	0,71	33,4	29,5	1,23	0,81	63,68	34,96	1,12
	340	96,83	0,72	27,	16,6	10,5	0,92	54,09	44,47	1,73
	360	97,44	0,72	17,5	18,5	11,8	2,13	47,61	49,68	0,91
0,1	320	661,5	сл.	40,8	38,7	1,63	0,94	80,82	18,9	1,14
	340	85,7	сл.	33,7	21,8	12,4	2,45	67,23	30,46	1,65
	360	86,3	сл.	21,5	24,4	14,7	2,96	60,14	37,05	0,92
0,2	320	53,4	сл.	39,2	40,3	0,15	0,47	79,25	20,44	1,03
	340	74,34	сл.	32,4	22,5	11,5	2,6	65,53	32,12	1,56
	360	74,75	сл.	20,6	25,6	12,8	3,4	58,35	38,54	0,88

Таблица 4

**Влияние линейной скорости исходной газовой смеси на конверсию диметилэфира и на распределение продуктов реакции**

Катализатор m(г)·V(мл)	Линейная скорость, м·с	t, час	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективность, мас. %					
				CH <sub>4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	ΣC <sub>2+</sub>
1,0/0	2,5·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,72	15,6	30,7	14,6	4,8	34,5
		5	100	0,73	15,4	32,8	15,9	4,9	31,4
0,5/1,0	1,2·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,64	14,	29,6	16,2	7,7	32,7
		5	100	0,75	14,8	22,9	18,3	4,8	29,7
0,3/0,6	7,4·10 <sup>-2</sup>	1	100	0,67	15,4	30,8	15,4	4,6	33,8
		5	100	0,72	15,4	32,6	17,3	4,8	30,2

Таблица 5

**Влияние размера частиц катализатора на конверсию диметилэфира и на распределение продуктов реакции**

Фракция катализатора, мм	Катализатор m(г)·V(мл)	t, час	К <sub>дмэ</sub> , %	Селективность, мас. %					
				CH <sub>4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	ΣC <sub>2+</sub>
0,2-0,4	0,5*1,0	1	100	0,72	14,9	35,8	17,5	5,4	26,8
		5	100	1,03	14,9	35,8	18,2	5,99	25,5
0,4-0,6	0,5*1,0	1	100	0,64	14,7	29,4	16,6	7,5	32,9
		5	100	0,72	14,9	31,9	18,8	5,3	30,4
0,6-1,0	0,5*1,05	1	100	0,67	15,9	32,3	15,3	4,9	32,7
		5	100	0,72	15,7	34,4	16,9	5,7	28,6
1,0-1,6	0,5*1,06	1	100	0,73	14,2	31,8	16,9	4,9	32,5
		5	100	0,65	15,6	34,6	17,1	5,8	27,9

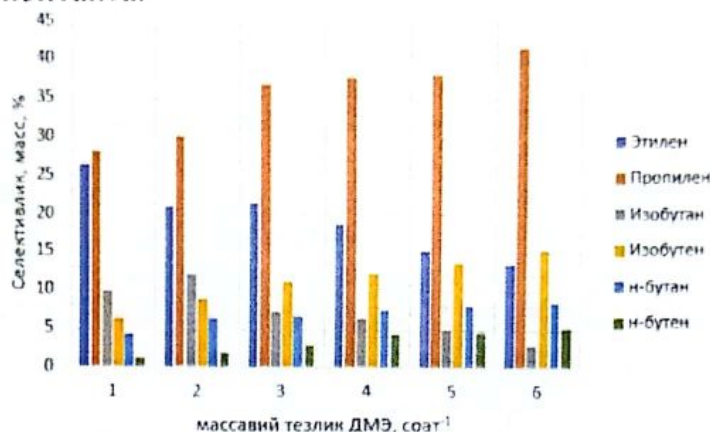
На рисунке 5 и в таблице 6 приведены данные по селективности образования продуктов для предельных значений температур (450 и 320°C) при различных объемных скоростях подачи сырья. При температуре 450°C скорость



изменения диметилэфира настолько высока, что конверсия во всем изученном диапазоне объемных скоростей отправки сырья составляет 100 мас. %.

Как видно из рисунка 5, селективность образования изобутана обратно пропорциональна селективности образования пропилена.

*Влияние объемной скорости исходной газовой смеси на конверсию диметилэфира и на распределение продуктов реакции.* Как видно, в изученном диапазоне объемных скоростей подачи сырья, в отличие от наблюдаемых закономерностей реакции при температуре 450°C, конверсия диметилэфира уменьшается с уменьшением условного времени контакта при низких температурах, селективность образования алканов почти не зависит от условного времени контакта.



**Рис. 5.** Влияние массовой скорости подачи диметил-эфира на распределение продуктов реакции (конверсия диметилэфира = 100 мас. %, исходная смесь: 10% диметилэфира + N<sub>2</sub>, T = 450°C, P = 0,1 МПа)

Как видно из таблицы 6, селективность образования бутиленов и амиленов очень низкая и в целом не превышает 3-4% в пересчете на массу. Селективность образования этилена и пропилена, не зависящая от конверсии диметилэфира, высока (75,7- 78,5% по массе).

**Таблица 6**

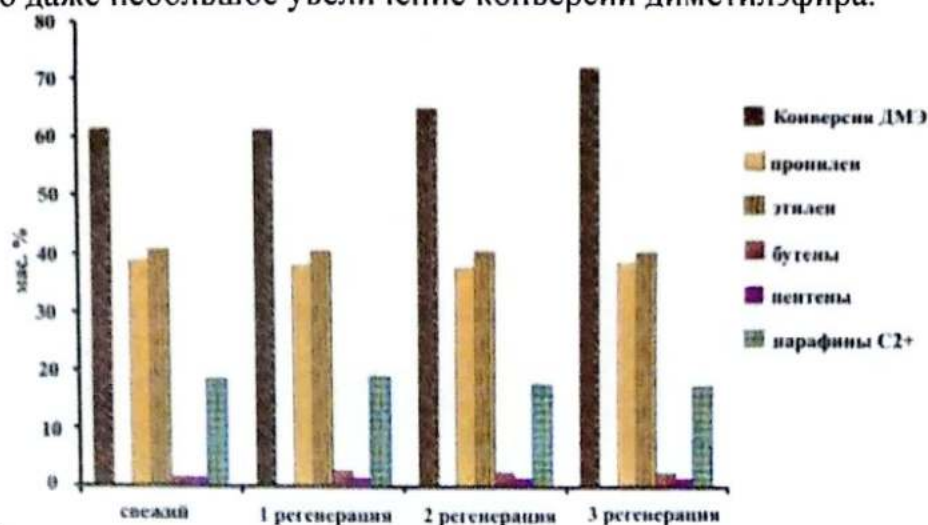
**Влияние объемного расхода исходной газовой смеси на конверсию диметилэфира и на распределение продуктов реакции**

V <sub>0</sub> , час <sup>-1</sup>	K <sub>ДМЭ</sub> , %	Селективность, мас. %							
		C <sub>H4</sub>	C <sub>2=</sub>	C <sub>3=</sub>	C <sub>4=</sub>	C <sub>5=</sub>	∑C <sub>2+</sub>	∑C <sub>2=C4=</sub>	C <sub>2=</sub> *C <sub>3=</sub>
1000	94,0	0,6	48,7	27,0	2,2	0,1	77,9	21,4	1,8
3000	57,9	сл	38,2	40,5	1,7	0,6	80,5	18,9	0,9
4000	48,2	сл	37,5	41,0	2,2	1,1	80,7	18,2	0,9
5000	32,0	сл	35,5	41,9	1,7	1,6	79,1	19,2	0,9
6000	26,1	сл	35,5	41,6	1,4	1,7	78,5	19,7	0,9
7000	28,0	сл	35,2	42,0	1,7	1,8	78,9	19,3	0,8

Увеличение производительности по этилену начинает наблюдаться, когда продуктивность пропилена снижается при высокой скорости диметилэфира при значении 1000 часов<sup>-1</sup> объемной скорости.

*Зависимость конверсии диметилэфира и селективности от кратности регенерации катализатора по продуктам реакции.* Магнесо-содержащий катализатор достаточно стабильно работает после многократных циклов

окислительной регенерации. Как видно из рисунка 7, окислительная регенерация катализатора практически не повлияла на его каталитические свойства, произошло даже небольшое увеличение конверсии диметилэфира.



**Рис. 7. Зависимость конверсии диметилэфира и селективности по продуктам реакции кратности регенерации катализатора**

*Исследования кислотных свойств цеолитов, модифицированных магнием, цинком, цирконием и бором.* При обработке цеолита соединениями магния, цинка, циркония и бора произошло изменение свойств кислотности и указано появление суперкислотных центров (таблица 7).  $E < 95$  кЖ/моль-слабый кислотный центр,  $95 \leq E < 130$  кЖ/моль-средний,  $E \geq 130$  кЖ/моль-сильный,  $E > 180$  кЖ/моль-суперкислотный.

*Влияние температуры на каталитические свойства ЮКЦ и Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ.* Проведенные экспериментальные исследования показали, что появление суперкислотных центров позволило снизить температуру реакции с  $330^\circ\text{C}$  до  $270^\circ\text{C}$ , сохранив при этом каталитические свойства катализатора Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ, что подтверждается данными таблицы 8.

Как видно из этих данных, конверсия ДМЭ в катализаторе Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ составила 79,8% при  $W_{ap} = 4000$  часов<sup>-1</sup> при  $270^\circ\text{C}$ .

**Таблица 7**

**Исследования кислотных свойств цеолитов, модифицированных магнием, цинком, цирконием и бором**

Образец	Общее количество кислотных центров, мкмоль/г	Количество кислотных центров (с энергией десорбционной активности, кЖ/моль), мкмоль/г			
		$E < 95$	$95 \leq E < 130$	$E \geq 130$	$E > 180$
ЮКЦ	570	45	260	265	10
Mg-B-ЮКЦ	610	15	275	350	30
Mg-Zn-ЮКЦ	680	60	400	620	100
Mg-Zr-ЮКЦ	740	50	420	630	115
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ	890	65	465	658	125
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ	1240	72	720	735	138

Таблица 8

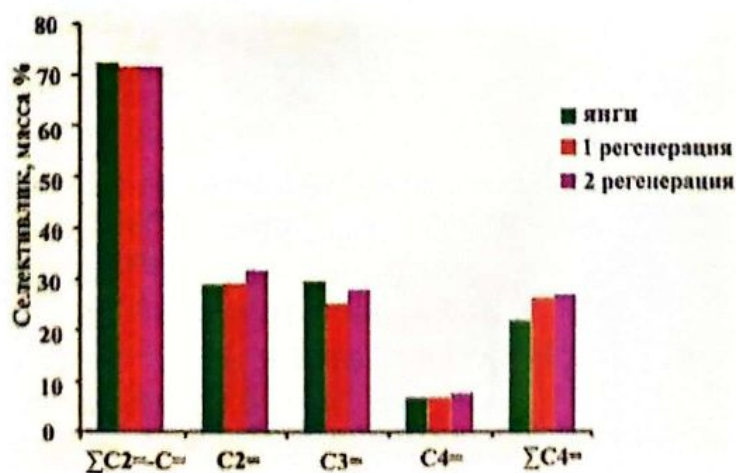
Влияние температуры на каталитические свойства ЮКЦ и Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ  
Условие: (P = 0,1 МПа, W<sub>ap</sub> = 4000 часов<sup>-1</sup>. Сырьё: ДМЭ (10%) ÷ N<sub>2</sub> (90%))

Катализатор	T, °C	Конверсия ДМЭ, %	Селективность, мас. %		
			Алкены		
			C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	∑C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>
ЮКЦ	270	40,2	16,5	21,9	39,9
Mg-B-ЮКЦ		65,6	17,2	22,3	41,2
Mg-Zn-ЮКЦ		66,1	18,4	24,6	41,0
Mg-Zr-ЮКЦ		67,3	18,6	0,9	41,5
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ		69,8	19,4	22,6	45,2
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ		79,8	29,8	30,7	77,4
ЮКЦ	320	65,5	13,6	19,2	38,3
Mg-B-ЮКЦ		67,9	15,8	20,7	42,3
Mg-Zn-ЮКЦ		72,9	19,2	23,4	46,8
Mg-Zr-ЮКЦ		75,8	20,7	24,3	49,6
Mg-Zn-Zr-ЮКЦ		79,2	23,6	28,8	56,9
Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ		88,7	29,4	38,5	72,6

Превращение диметилэфира в низшие алкены в боросодержащих и фосфоросодержащих катализаторах. В результате исследований мы увидели, что каталитическая система Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ, предназначенная для получения ненасыщенных низкомолекулярных углеводородов из метанола и диметилэфира, в процессе регенерации работала достаточно стабильно и после нескольких циклов регенерации.

Как показано на рис.8, селективность каталитической системы Mg-Zn-Zr-B-ЮКЦ по углеводородам этиленового ряда, таким как этилен, пропилен, бутилен и амилен, сохранилась на уровне 70 % после второй регенерации катализатора.

Превращение метанола в низшие алкены, то есть этилен, пропилен, бутилен и амилен, исследовано с использованием катализаторов Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ и Mg- Zn- Zr- P- ЮКЦ.

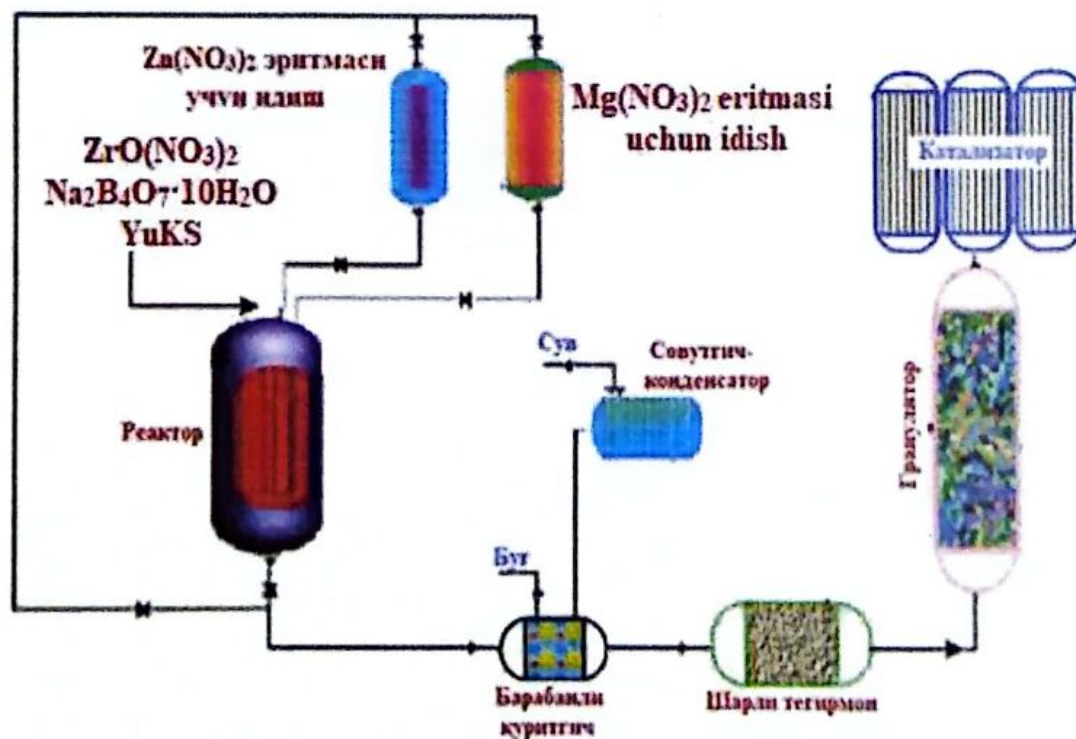


(T = 320°C, P = 0,1 МПа, W<sub>ap</sub> = 2000 часов<sup>-1</sup>. Сырьё: ДМЭ (10%) ÷ N<sub>2</sub> (90%).

Рис.8. Зависимость конверсии ДМЭ и селективности по целевым продуктам от кратности окислительной регенерации катализатора Mg- Zn- Zr- B- ЮКЦ

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Основные технологические характеристики процесса каталитического изменения метанола в низшие алкены**», изучены технологические параметры каталитического превращения метанола в низшие алкены, разработана технология производства выбранного катализатора для реализации процесса и предложен оптимальный тип реактора, а также рекомендована технологическая схема получения углеводородов низкого молекулярного этиленового ряда из метилового спирта.

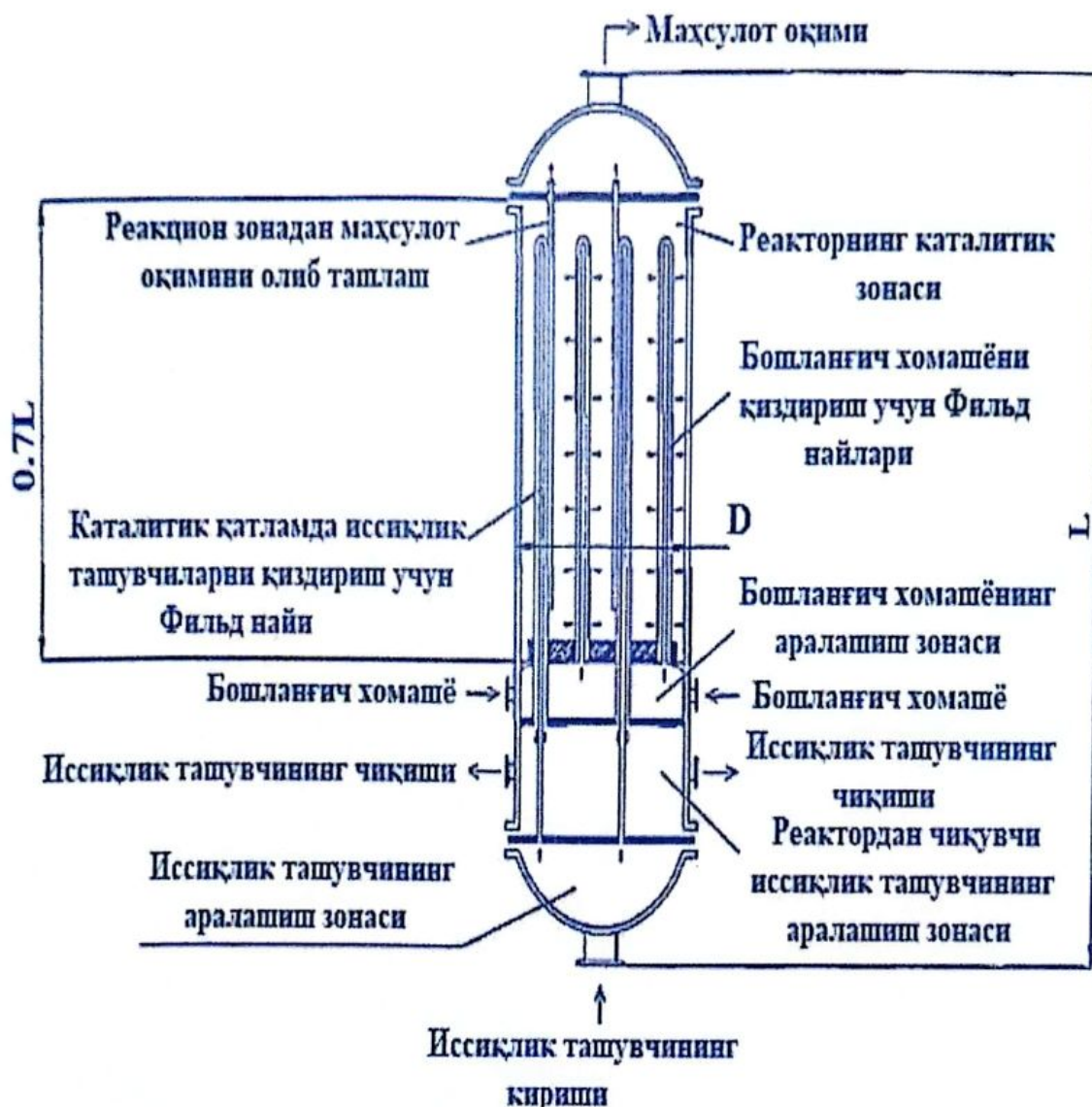
Технологическая модель производства катализатора разработана на основе рассмотренных стадий производства катализатора с содержанием Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ была разработана технологическая схема (рис 9), которая позволяет получить продукт с заданными физико-химическими свойствами и провести стадию осаждения с минимальным количеством смеси соединений оксида цинка, меди и циркония. Базовая (самая ранняя) технологическая схема была выбрана путем применения реактора периодического перемешивания, для реализации которого не требуется специальное оборудование.



**Рис. 9. Принципиальная схема разработки катализатора Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ структуры**

На рис. 10 показан реактор, предназначенный для получения ненасыщенных углеводородов ряда этилена из метанола и диметилэфира.

Сырье направляется в третью зону реакции и поднимается по трубкам в зону катализа. В таком случае смесь реакции нагревается в них до нужной температуры. Во внешних трубках имеются отверстия, через которые поток газа проходит радиально через слой катализатора и выводится через верхний фланец из реактора, предназначенного для получения углеводородов этиленового ряда из метанола и диметилэфира.



**Рис.10. Реактор, предназначенный для получения ненасыщенных углеводородов ряда этилена из метанола и диметилэфира**

Повышение температуры со стенки реактора, предназначенного для получения ненасыщенных углеводородов этиленового ряда из метанола и диметилэфира к центру трубы реактора, предназначенной для получения ненасыщенных углеводородов этиленового ряда, не превышает 5- 7 °С. Процесс синтеза диметилэфира осуществляется отдельно в реакторах, предназначенных для получения ненасыщенных углеводородов этиленового ряда из метанола и диметилэфиров. Это позволяет дольше использовать катализатор. Кроме того, в качестве конечного продукта можно получить 99, 9% чистый диметилэфир. Согласно этой технологической схеме, из 1 тонны метанола можно получить 0,4 тонны бензина или 0,7 тонны диметилэфира.

Технологическая схема получения этилена и пропилена из низконенасыщенных углеводородов этиленового ряда из метилового спирта, полученного из смеси водорода с монооксидом углерода, показана на рисунке 11.

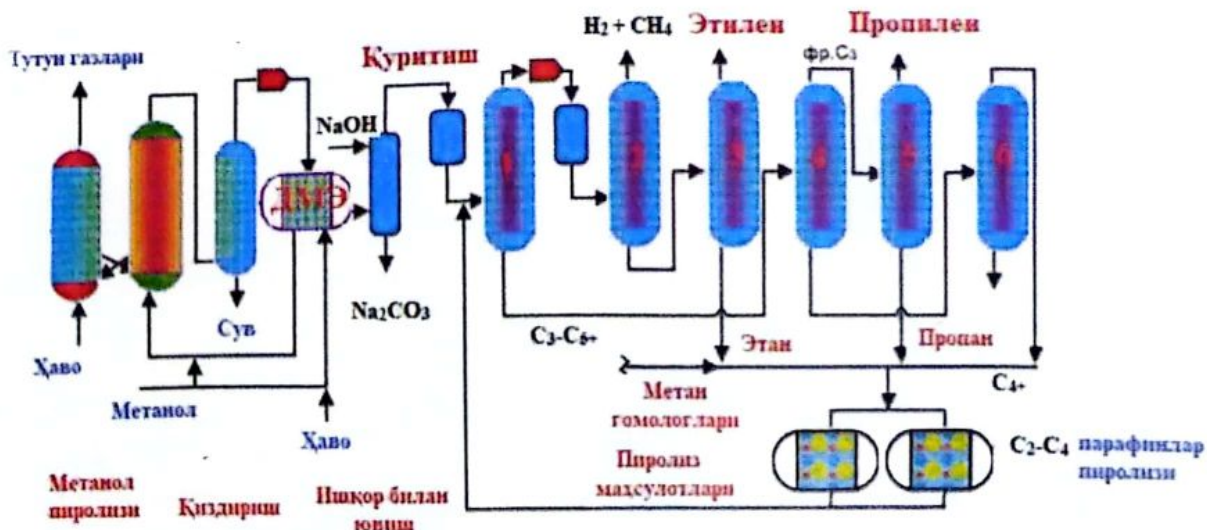


Рис. 11. Технологическая схема получения низкомолекулярных углеводородов этиленового ряда из метилового спирта

## ВЫВОДЫ

1. Впервые на основе местного сырья были созданы новые катализаторы Zn-Zr-Cu-ЮКЦ и Mg-Zr-Zn-B-ЮКЦ, которые обладают высокой производительностью и селективностью для реакции синтеза низших алкенов, то есть этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфира.

2. Были изучены физико-химические и текстурные характеристики выбранных катализаторов (ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа).

3. Была выбрана следующая оптимальная композиция катализатора, характеризующаяся термической стабильностью, производительностью, высокой активностью и селективностью- Zn- Zr- Cu\*ЮКЦ и Mg- Zr- Zn- B- ЮКЦ и влияние структуры катализатора на показатели производства продуктов реакции конверсии в низшие алкены метанола и диметилэфира.

4. Кинетические закономерности реакции синтеза алкенов с более низким содержанием метанола и диметилэфиров, то есть этилена, пропилена и бутиленов (скорость изменения исходных веществ, кинетическая модель реакции, влияние различных факторов на скорость превращения и выбор оптимального режима процесса) изучены в условиях дифференциального реактора, был определен оптимальный вариант протекания процесса, также на основе изучения кинетики процессов с участием разработанного катализатора были выбраны кинетические модели реакции и оценена энергия активизации.

5. На основе изучения свойств разработанных катализаторов были выбраны кинетические модели реакции и определены оптимальные технологические параметры процесса для осуществления реакции синтеза низших алкенов - этилена, пропилена, бутиленов из метанола и диметилэфира.

6. Были изучены технологические параметры реакции синтеза низших алкенов, то есть этилена, пропилена и бутиленов из метанола и диметилэфиров и этот процесс и катализатор были протестированы и рекомендованы для внедрения в производство в ООО «Шуртангазхимия» в полупромышленном устройстве.

**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**

**BUKHOROV ABDURAZZAK**

**IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF OBTAINING  
UNSATURATED HYDROCARBONS FROM DIMETHYL FER AND  
METHANOL**

**02.00.14 - Technology of organic substances and materials on their base**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (P  
BY TECHNOLOGICAL SCIENCES**

**Tashkent - 2024**

The theme of dissertation Doctor of Philosophy (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Republic of Uzbekistan under number of B2020.2.PhD/T1726

The dissertation has been carried out at the Samarkand State University.

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.ziyo.net](http://www.ziyo.net)

Scientific supervisor:

**Normurod Ibodullaevich Faizullaev**  
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

**Yunusov Mirakhmad Pulatovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Mukhiddinov Bakhodir Fakhriddinovich**  
doctor of chemical sciences, professor

Leading organization

**Bukhara Institute of Engineering and Technology**

Defence of the dissertation will take place on «15» 07 2024 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 №788 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 «13» 08 2024  
Protocol at the register №488 dated «13» 08 2024



*J. Paev*

Scientific Council for the Award of the scientific Degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

*S.M. Turobjonov*  
Chairman of scientific Council for the  
Award of the scientific Degrees,  
Doctor of Technical Sciences, academic

*H.I. Qodirov*  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for the Award of the scientific Degrees,  
Doctor of Technical Sciences, professor

*G. Rakhmanberdiev*  
Chairman of the Scientific Seminar at the  
Scientific Council for the Award of the scientific Degrees,  
doctor of chemical sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** it consists in improving the technology based on the development of a high-quality zeolite catalyst for the synthesis of lower alkenes obtained from methanol and dimethyl ether and the study of the application of technological papametlap.

**The objects** of the research in the form of methanol, dimethyl ether, catalyst, high-performance zeolite, lower alkenes, i.e., ethylene, polypropylene, and butylene.

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

for the first time, a new catalyser with Zn-Zr-Cu\*YuKTs and Mg-Zr-Zn-B-YuKTs with high productivity and selectivity for the synthesis of lower alkenes, i.e., ethylene, polypropylene, and butylene, obtained from methanol and dimethyl ether in the local raw materials association, was made;

the physico-chemical and technical properties of the selected catalyst were studied (IR-spectocopia, hapopat-dactupling decomposition of ammonia, pentogen phase analysis);

an optimal design of the Zn-Zr-Cu\*YuKTs and Mg-Zr-Zn-B-YuKTs catalyst with high productivity, high activity and high selectivity was chosen and the impact of the catalyst discovery on the development of the catalyst product for the conversion of methanol and dimethyl ether to the lower alkenyl was studied;

the kinetic law of the reaction of the synthesis of lower alkenes from methanol and dimethyl ether, i.e. ethylene, polypropylene and butylene (the rate of change of the previous substance, the kinetic model of the reaction, the influence of the main factor on the convection speed and the choice of the optimal yield) was determined by studying the differential peaktop shape;

the kinetic model of the reaction was chosen in the study of the kinetics of the catalyst in the developed catalyst project and the optimal technological process of the catalyst for the synthesis of ethylene, polypropylene and butylene from methanol and dimethyl ether was determined;

the technological process of the synthesis of lower alkenes, i.e., ethylene, polypropylene, and butylene, from methanol and dimethyl ether was studied, and this catalyst was tested and put into production at Shurtangazkimyo LLC in Japan.

**Implementation of the research results.** Based on the scientific results obtained on the improvement of the technology for obtaining unsaturated hydrocarbons from dimethyl ether and methanol:

For the synthesis of unsaturated hydrocarbons from dimethyl ether and methanol, the new invention of the YuKTs series catalysis technology has been put into production at "Shurtan Gas Chemical Complex" LLC ("Shurtan Gas Chemical Complex" LLC reference No. 5/22 of October 14, 2022). As a result, it was possible to produce a composition of highly effective catalysts selective for lower alkenes;

For the synthesis of unsaturated hydrocarbons from dimethyl ether and methanol, the new invention of the YuKTs series catalysis technology has been put into production at "Shurtan Gas Chemical Complex" LLC ("Shurtan Gas Chemical Complex" LLC reference No. 5/22 of October 14, 2022). As a result, it allowed to produce lower alkenes - ethylene, polypropylene and butylene

**Structure and volume of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, 4 chapters, general conclusions, a list of used literature and appendices. The length of the introduction, 4 chapters and general conclusions of the dissertation is 124 pages.

# ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙҲАТИ

## Список опубликованных работ

### List of published works

#### I бўлим (I часть; I part)

1. Aslanov S. C., Buxorov A. Q., Fayzullaev N.I. Change Of Dimethyl Ether To Lower Alkenes In Boron And Phosphorus-Containing Catalysts //The American Journal of Applied sciences. – 2020. – Т. 2. – №. 11. – С. 34-43. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume02Issue11-07>

2. Sh.Ch.Aslanov., A.Q.Buxorov., N. I. Fayzullaev. “Catalytic Synthesis Of Lower Olefins From Methanol And Dimethyl Ether”//The American Journal of Engineering and Technology. November 21, 2020. Pages: 31-39 <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue11-05>

3. Aslanov, S.C., Buxorov, A.Q., Fayzullayev, N.I. Catalytic synthesis of C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkenes from dimethyl ether// International Journal of Engineering Trends and Technology, 2021, 69(4), стр. 67–75.

4. Бухоров А.Қ., Файзуллаев Н.И. Диметил эфирнинг этилен катори углеводородларига каталитик ўзгариши// Фан ва технологиялар тараққиёти. №2-2022. 31-39-бетлар (05.00.00; №24) <https://journal.bmti.uz/>

#### II бўлим (II часть; II part)

5. Bukhorov A.Q., Aslanov S.C., Fayzullaev N.I. Catalyst deactivation in synthesis of olefins below methanol //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 500. <http://dx.doi.org/10.1063/5.0090200>

6. Bukhorov A.Q., Aslanov S.C., Fayzullaev N.I. Conversion of dimethyl ether to lower olefines // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 050011. <http://dx.doi.org/10.1134/S0965544111010026>

7. Асланов Ш.Ч., Бухоров А.Қ., Файзуллаев Н.И. “Цеолитли катализаторларда синтез-газдан диметилэфирнинг каталитик синтези”. Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 10-11 март 228-235

8. Асланов Ш.Ч., Бухоров А.Қ., Файзуллаев Н.И. “Диметилэфирдан C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-алкенларнинг каталитик синтези” кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 10-11 март 236-242

9. Асланов Ш.Ч., Бухоров А.Қ., Файзуллаев Н.И. “Диметилэфирдан тўйинган ва тўйинмаган углеводородларнинг каталитик синтези” кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари мавзусидаги халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 10-11 март 243-248

10. Асланов Ш.Ч., Бухоров А.Қ., Файзуллаев Н.И. “Синтез-газдан диметилэфирнинг каталитик синтези” кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 10-11 март 186-190 бетлар

11. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev."Catalytic synthesis of synthesis gas from methane, modalitati conceptuale de dezvoltare a stiintei moderne 5 y 20 noiembrie 2020 Bucure, Romania. <http://dx.doi.org/10.36074/20.11.2020.v2.02>

12. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev."Dimetil efirning quyi olifinlarga konversiyasi" Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март. 260-264-бетлар

13. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev. "Sintez-gazidan dimetil efirning katalitik sintezi" Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март.

14. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev. "Metanolni quyi olifinlarga aylanish jarayonida YUKS-26 ning dezaktivlanishining o'ziga xosligi" Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март. 257-260 бетлар

15. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev., "Sintez gazidan dimetil efir sintezi kinetikasi" Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март. 264-267- бетлар

16. Sh.Ch.Aslanov, A.Q.Buxorov, N.I.Fayzullaev. "Sintez gazidan dimetil efirning bevosita olinishi" Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март.284-287-бетлар

17. Sh.Ch.Aslanov., A.Q.Buxorov., N.I.Fayzullaev "Catalytic synthesis of synthesis gas from methane" 20 noiembrie 2020 București, România. <http://dx.doi.org/10.36074/20.11.2020.v2.02>

Bichimi: 84x60 1/16. "Times New Roman" garnituri.  
Raqamli bosma usulda bosiladi.  
Shartli bosma tabog'i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma №49/24  
Guhovnoma №154872  
«ART-MATBAA-DESIGN» bosmaxonasida chop etildi.  
Bosmaxona manzili: 180100. Qarshi shahri, I.Karimov ko'chasi, 62 uy.