

**ТОШКЕНТ КИМЁ ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02  
РАҚАМЛИ ИЛМЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ГАППАРОВА ЗУЛФИЯ ХУРШИДОВНА**

**ОЗОНГА ХАВФЛИ БЎЛГАН ФРЕОН-12 ЎРНИГА МАҲАЛЛИЙ ХОМ-  
АШЁ АСОСИДАГИ ОЗОНГА ХАВФСИЗ ФРЕОНГА АЛМАШТИРИШ**

**11.00.05-Атроф-мухитни муҳофаза қилиш  
ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш**

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

**Тошкент – 2019**

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

<b>Гаппарова Зулфия Хуршидовна</b> Озонга хавфли бўлган фреон-12 ўрнига маҳаллий хом-ашё асосидаги озонга хавфсиз фреонга алмаштириш .....	3
<b>Гаппарова Зулфия Хуршидовна</b> Замена озонопасного фреона-12 на озонобезопасный фреон, полученного из местного сырья .....	23
<b>Gapparova Zulfiya</b> Replacing ozone-hazardous freon-12 with ozone-safe freon, obtained from local raw materials .....	43
<b>Эълон қилинган ишлар рўйхати</b> Список опубликованных работ List of published works.....	46

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ГАППАРОВА ЗУЛФИЯ ХУРШИДОВНА**

**ОЗОНГА ХАВФЛИ БЎЛГАН ФРЕОН-12 ЎРНИГА МАҲАЛЛИЙ ХОМ-  
АШЁ АСОСИДАГИ ОЗОНГА ХАВФСИЗ ФРЕОНГА АЛМАШТИРИШ**

**11.00.05-Атроф-мухитни муҳофаза қилиш  
ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш**

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

**Тошкент – 2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.PhD/K27рақами билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифада [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) манзилига ҳамда «ZiyoNET» ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Муталов Шухрат Аҳмаджонович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Рахимов Дилшод Аҳмедович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Қодиров Хасан Иргашевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

Умумий ва ноорганик кимё институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.28.03.2018.K/T.04.02 рақамли Илмий кенгашининг 12 июль 2019 йил соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси,32. Тел: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 244-79-17. e-mail: [info@tkti.uz](mailto:info@tkti.uz))

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин. (№75 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32. Тел: (+99871) 244-79-20.

Диссертация автореферати 29 июнь 2019 й. да тарқатилган.  
(2019 йил 29 июндаги №4 рақамли реестр баённомаси).

**Л.Т.Пулатова**

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

**Х.Л.Пулатов**

Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш котиби, к.ф.д, доцент

**А.С.Сидиков**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда озик-овқат саноатининг барча соҳаларида совитгичларнинг кенг қўлланилиши, ишлаб чиқариш ритмиклигини, асосий фондлардан оқилона фойдаланилишини, озуқа махсулотларининг сифатини сақлаб қолинишини таъминлайди. Аммо ушбу совитгичларда ишлатиладиган фреон-12 совитиш агентлари озон қатламини емирувчи модда ҳисобланади. Озон қатламини мунтазам емириб борилиши турли иқлим ўзгаришларига олиб келади. Шу сабабли экологик зарарли бўлган озонга хавfli фреон-12 совитувчи агентини бошқа безарар реагентга ўзгартириш муҳум аҳамиятга эгадир.

Жаҳонда озик-овқат махсулотларини маиший ва савдо музлатгичларида сақлаш, бутун дунё бўйича озонга хавfli фреон-12 совитувчи агентини озонга хавфсиз совитувчи агентларга алмаштириш бўйича тегишли ечимларни илмий асослаш, хусусан, озон қатламига фреон-12 совитувчи агентини таъсири аниқлаш; глобал иқлимий ўзгаришларни асослаш; экологик безарар ва хавфсиз янги тур реагентларини аниқлаш; танланган реагентларнинг оптимал концентрация ва ҳажмларини аниқлаш; олинган реагентнинг оптимал ва зарурий температуравий режимларни таъминлаш мақсадида, озонга хавfli фреон-12 ни озонга хавфсиз совитувчи агентга алмаштиришни ўз ичига олган музлатиш техникаларини модернизация қилиш зарур.

Республикада маҳаллий хом-ашёлар асосида янги совитувчи агентларни олиш ва озонга зарарли бўлган фреон-12 ва фреон-22 газларининг ўрнига қўллаш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «глобал иқлим ўзгаришлари ва Орол денгизи қуришининг қишлоқ хўжалиги ривожланиши ҳамда аҳолининг ҳаёт фаолиятига салбий таъсирини юмшатиш бўйича тизимли чора-тадбирлар кўриш»<sup>1</sup> вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, маҳаллий хом-ашёлар асосида озон қатламига зарарсиз бўлган совитувчи агентларни ишлаб чиқариш, уларни оптимал шароитларини аниқлаш ва саноатда қўллашга йўналтирилган илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришининг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV “Атроф муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан рационал фойдаланиш” устивор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Клименко В.В., Парин Ц.К., Фишера С.К., Цветков О.Б., Игумнов С.М., Шарабуринов А.В., Мейер А., Вебер Дж., Афанасьев И.А., Лунин А.И., Бодио Е., Хоровский М., Джикетр Е., Пауль Дж., Перасон С.Ф., Радермахер Р., Лоренцен Г., Баскин Е., Перри Р.Б., Крузе Х., Агарауал Р.С., Ричардсон Р.Н., Риттер Т.Дж., Элефсен Ф., Педфсен П.Х., Могенсен Л. ва бошқ. илмий тадқиқотлари янги озонга хавфсиз совитувчи агентларни ишлаб чиқиш ва қўллашга бағишланган.

Муаммонинг илмий-техник ахамияти ва унинг экология билан боғлиқлиги озонга хавфсиз аралашмаларни: пропан-бутан (R600/290) ва аммиак аралашмасини яратиш, уни амалда кенг қўлланилишини жадал ривожланишига асос бўлди. Кўпгина дунё олимларининг илмий тадқиқотларида озонга хавфсиз совитувчи агентларни кичик совитгич қурилмаларида фойдаланиш, шунингдек, углеводородларни ва аммиакни фреон-12 ва фреон-22 ўрнига озонга хавфсиз R600 и R290 аралашмаларига ва аммиакка алмаштириш масалалари кўриб чиқилган, бунинг натижасида ХФУ чиқиндилари камаяди.

**Диссертацион мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги** Диссертацион тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг «Атмосфера хавосини озонга хавфли фреонлардан химоялаш» (2014-2018 йй.) ва И-02-30 сонли “Маиший кичик совитгич қурилмаларидаги фреон-12 ни озонга хавфсиз совитувчи агент – пропан-бутан аралашмасига алмаштириш тажриба-саноат ўлаштириш технологиясига тайёрлаш” амалий лойихалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** совитгич технологиясида озон хавфли совитувчи агент фреон-12 ўрнига озонга хавфсиз, экологик жихатдан зарарсиз, самарали ва техник жихатдан ишончли углеводородларни композицияларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

озонга хавфли фреон ўрнини босувчи моддалар аралашмаси таркибини танлаш;

таклиф этилаётган озонга хавфсиз фреон аралашмаларининг, хаводаги пропан-бутан аралашмасининг (R600/290) портлашга хавфсиз концентрация қийматларини аниқлаш;

совитгичларни ишлаб турган вақтида R600 ва R290 билан тўлдиришнинг оптимал миқдорларини аниқлаш;

хавони кондицирлаш тизимидаги озонга хавфсиз совитувчи агент – аммиакни (R-717) оптимал шароитларини аниқлаш.

**Тадқиқотнинг объекти** пропан-бутан аралашмаси, совитувчи қурилмалар, совитувчи агентлар ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида озонга хавфли фреонлар ўрнига пропан-бутан аралашмасидан, аммиакдан фойдаланиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида термодинамик усуллар, колориметрик усуллар, газ-суюқлик хроматография, қайнаш, музлаш температураларини ва совитувчи агентларнинг босимини аниқлаш учун ўлчов асбобларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қўйидагилардан иборат:

озонга хавфсиз пропан-бутан аралашмаси R600/290 фреон-12 ўрнига совитувчи агент сифатида қўллашнинг асослари яратилган;

маҳаллий хом-ашё асосида олинган озонга хавфсиз аммиакни фреон-22 ўрнига совитувчи агент сифатида қўллашнинг асослари яратилган;

маълум бир совитиш температурасигача буғлатиш факторларига боғлиқ ҳолда совитувчи агент сифатида пропан-бутан аралашмасидан фойдаланиш технологияси ишлаб чиқилган;

кичик совитгич қурилмаларини тўлдириш вақтида R600 ва R290 аралашмаларининг оптимал концентрациялари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қўйидагилардан иборат:

мавжуд совитгич қурилмаларида ва кондиционерларда ҳисоблаб топилган R134A ва R12 ўрнига, уларнинг характеристикаларини ёмонлаштирмаган ҳолда, истиқболли экологик тоза совитувчи агент – пропан-бутан аралашмаси ва аммиакдан фойдаланишнинг назарий ва тажриба имкониятлари ишлаб чиқилган;

кичик герметик совитгич қурилмаларида тадқиқ қилинган углеводородларни ва ҳавони кондицирлашнинг йирик тизимларида аммиакни қўллаш мақсадга мувофиқлиги баҳоланган;

R600 ва R290 аралашмалари билан ишлаш вақтида ёнғин хавфсизлиги чора-тадбирлари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Фойдаланилган кимёвий ва физик-кимёвий таҳлиллар [термокимёвий, рентгенфазали] натижалари ҳамда тажриба-саноат қурилмаларида синовдан ўтганлиги ва уларнинг далолатномалари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, бизнинг республикамиз иқлим шароитларида кичик совитгич қурилмаларида бошланғич пропан ва бутаннинг оптимал ўзаро нисбатларида корреляцион боғлиқликнинг замонавий физик-кимёвий усуллари қўллаш орқали аниқланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундаки, пропан-бутан аралашмаси асосида кичик совитгич қурилмалари учун озонга хавфсиз совитувчи агентлар ва аммиакни ҳавони йирик кондицирлаш тизимларида тадбиқ қилишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Янги озонга хавфсиз совитувчи агентларни қўллаш бўйича олинган тадқиқот натижалари асосида: ишлаб чиқилган озонга хавфсиз совитиш пропан-бутан агентлари «ARBA-SAVDO» совитиш қурилмаларига амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 2019 йил 17 июндаги 02-02/3-406-сон маълумотномаси). Натижада кичик совитгич қурилмаларида пропан-бутан аралашмасини қўллаш имкониятлари яратилган;

озонга хавфсиз совитувчи агент аммиак Республика шошилиш тиббий ёрдам илмий марказида бир вақтнинг ўзида аҳоли сони кўп бўладиган хоналарни совитиш мақсадида хавони кондицирлаш тизимида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 2019 йил 17 июндаги 02-02/3-406-сон маълумотномаси). Натижада озонга хавфсиз аммиакни йирик хавони кондицирлаш тизимларида қўллаш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари маъруза кўринишида баён этилди ва 5 та халқаро ва 11 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтди.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 12 та илмий ишлар нашр этилди. Улардан 1 та монография, 6 таси илмий мақолалар, шу жумладан, 4 та мақола докторлик диссертация асосий илмий натижаларини нашр қилиш учун Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси тавсия этган журналларда ва 1 та мақола чет эл журналарида чоп этилган.

**Диссертациянинг хажми ва тузилиши.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва илова қисмларидан иборат. Диссертация иши хажми 95 бетдан иборат.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида ўтказилган диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқлик киритилган, Ўзбекистон республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги аниқланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган.

Диссертациянинг биринчи «**Озонга хавфсиз совитувчи агентларни қўллашнинг замонавийлиги ва истикболлари**» бобида совитиш технологиясининг турли совитувчи агентларини тадқиқ қилиш ва улардан фойдаланиш бўйича нашр этилган ишлар тахлили берилган. Совитувчи агентларнинг мойловчи модда материали билан мос келиши тадқиқотлари бўйича натижалар келтирилган, турлича озонни муҳофазаловчи совитувчи



агентлар, уларнинг турли факторларга боғлиқлик характеристикалари келтирилган.

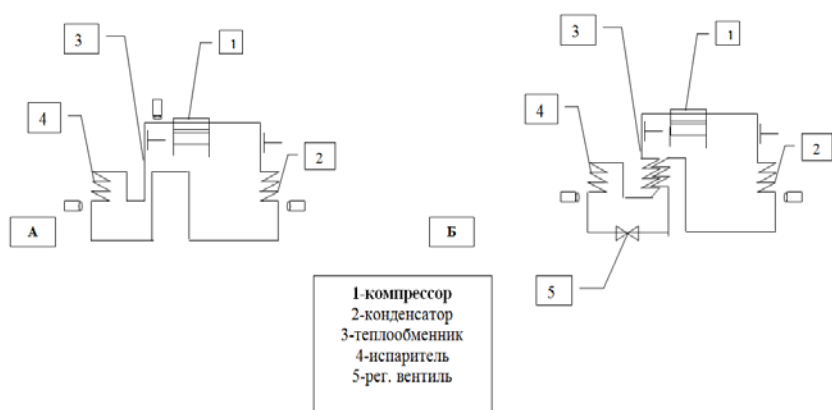
Диссертациянинг **иккинчи «Тадқиқот усуллари» боби** бошланғич моддалар характеристикаларига, уларни тадқиқ қилиш усуллариغا (фреонларнинг концентрациясига боғлиқ бўлган портлаш хавфи, озонга хавфсиз совитувчи агентларни олиш учун қўлланиладиган бошланғич моддалар сифатида ишлатиладиган углеводородларнинг табиати) бағишланган.

Диссертациянинг **учинчи боби “R600/290 озонга хавфсиз совитувчи агентлар аралашмаси билан тўлдирилган маиший совитгич қурилмаларини синов-тажриба тадқиқотлари”**га бағишланган. Диссертациянинг ушбу бобида термодинамик цикллarning назарий ҳисоблари асосида, фазалар ўзгариши жараёнларининг сезиларли даражада ноизотермиклигига эга бўлган ушбу аралашмадан совитувчи агент сифатида фойдаланилиши, моно моддада ишлайдиган совитгичларга нисбатан маиший совитгичларнинг совитиш тизимларининг энергетик самарадорлигини ошириш имконини бериши мумкинлиги аниқланган. Шунингдек, бу бобда бутан аралашмаси билан тўлдирилган буғда ишлайдиган компрессорли совитгич машинасининг мавжуд ишчи циклининг математик модели келтирилган. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, тадқиқ қилинаётган фазалар ўзгариши жараёнларининг сезиларли даражада ноизотермиклигига эга бўлган пропан-бутан аралашмали совитувчи агентни қўллаш самарали ва мақсадга мувофиқдир.

**Озиқ-овқат махсулотларини совуқ ёрдамида сақлаш.** Кичик совитгичларнинг иш режимига қўйиладиган асосий талаблар, ҳар бир оиланинг столида ҳар куни бўладиган озиқ-овқат махсулотларини сақлаш, совитишнинг технологик талаблари орқали аниқланади. Озиқ-овқат махсулотларини совитиш ва музлатиш – консервалашнинг иқтисодий усулларида бири ҳисобланади. Тез бузиладиган махсулотларнинг янгилигини сақлаш, асосан, махсулотларнинг ферментлари ҳисобига борадиган биокимёвий жараёнларни ростлаш ёки бартараф қилишга ҳамда микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти ҳисобига юзага келадиган чиритувчи жараёнлар ҳисобига содир бўлади. Озиқ-овқат махсулотларининг сақланиш муддатини узайтириш учун уларни совитиш кенг қўлланилади. Совитиш – бу объект температурасини берилган охириги (криоскопик температурадан паст бўлмаган) температурагача пасайтириш жараёни бўлиб, бунинг натижасида биокимёвий жараёнлар ва микроорганизмларнинг ривожланиши кечикади. Махсулотларни совитилган ҳолатда сақланишида совитиш шароитлари ва ўсимликлардан тайёрланган махсулотларнинг таркибининг фарқларини ҳисобга олиш зарур. Улар бир қатор хусусиятларга эга бўлиб, бу хусусиятларни назардан қочириб бўлмайди. Масалан, гўшти, гўшт махсулотларини калла-поча махсулотларини совитишдан мақсад – улардаги иссиқлик энергиясини камайтириш ва температурани маълум бир даражагача пасайтиришдан иборат. Гўшти узок вақт сақлаш вақтида температура  $-18^{\circ}\text{C}$

гача пасаяди. Музлатилган гўшт мушак семизлигида ўртача температурага -11°C га эга бўлади. Сариёғни сақлашда ҳам худди шундай температура бўлиши зарур. Сабзавот ва меваларни – олма, нок, данакли мевалар, резаворлар, яшил сабзавотлар, илдизмевали ўсимликлар 0°C да сақланади, апельсин, мандарин, пишган ананаслар. Қизил томатлар, картошка, бодринг, нўхатлар 7°C да, лимон банан, яшил ананаслар, яшил томатлар, манго ва бошқ. 12°C да сақланади. Бундан келиб чиқадики, янги совитувчи агент музлатгич камерасидаги температуравий режимни -20°C дан +10°C гача температура оралиғида таъминлаб бериши зарур.

Тажирибаларни ОАЖ «Шарк-Шабада» базасида олиб борилди. Маиший ва савдо музлатгичлари 180 м<sup>3</sup> сиғимли хоналарга ўрнатилди. Ўзбекистон Республикаси ИИББ ЁХББ ёнғин хавфсизлиги лабораторияси мутахассисларининг тавсияларига кўра, хонани соатига 4 карра ҳаво алмашинишни таъминлайдиган 2 та сўрувчи вентилятор билан таъминланди.



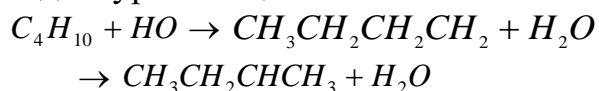
**1-расм. Маиший – А ва савдо – В музлатгичларининг принципл схемаси.**

Тадқиқот объекти сифатида R290/R600 пропан-бутан аралашмаси билан тўлдирилган маиший ва савдо музлатгичлари олинди (1-расм).

Ушбу тажирибаларни ўтказишнинг вазифаси, пропан-бутанли аралашманинг термодинамик хусусиятлари, фреон-12 да ишлайдиган музлатгичга ҳисобланган маиший ёки савдо музлатгичларининг имкониятлари доирасига киритилишини аниқлаш эди. Углеводородлар, жуда яхши термодинамиклик ва транспорт хусусиятларига эга эканлиги аниқланди, бу эса, юқори совитиш коэффицентини таъминлаши ва асосий ГФУ билан таққосланганда қурилманинг электр энергияси истеъмоли кам эканлиги аниқланди. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларида босимнинг сезиларсиз даражада камайишини (R22никига қараганда кам) ва иссиқлик узатиш коэффицентининг яхши эканлигини (R22 билан таққосланганда) ҳам углеводородларнинг афзалликлари қаторига киритиш мумкин. Соф пропан ва соф бутан фреон-12 нинг ўриндоши бўла олмайди. Пропаннинг қайнаш температураси яхши  $t_0 = -42,17^\circ\text{C}$ , бироқ, конденсацияланиш температураси  $t_k = +55^\circ\text{C}$  бўлганда конденсация босими 18,4 атм га етади, буни 5 расмдан кўриш мумкин. Бу кўрсаткич, маиший ёки савдо музлатгичларига қўйилган руҳсат этилган босимдан юқори. Мақбул қайнаш ва конденсацияланиш босимларида бутаннинг юқори нормал қайнаш

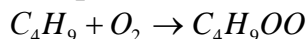
температураси  $t_0 = -0,6^\circ\text{C}$ . Бу кўрсаткич, кўпгина тез бузулиб қоладиган махсулотлар – сарёғ, балиқ, гўшт ва бошқ. учун етарли эмас. Бундан келиб чиқадики, бу икки компонент – пропан ва бутанни, уларнинг термодинамиклик хусусиятлари фреон-12 нинг хусусиятларига яқинлашиши учун уларни аралаштириш зарурати юзага келади. Атроф мухитнинг ёзги харорати қанчалик юқори бўлса, аралашмадаги пропаннинг миқдори шунчалик кам, ва аксинчаатроф мухитнинг ёзги температураси қанчалик паст бўлса, аралашмадаги пропан миқдорини шунчалик ошириш мақсадга мувофиқ бўлади. Термодинамик цикллarning назарий-хисоб тадқиқотлари шуни кўрсатдики, фазалар ўзгариши жараёнларининг сезиларли даражада ноизотермиклигига эга бўлган ушбу аралашмани совитувчи агент сифатида қўлланилиши, моно моддада ишлайдиган музлатгичга нисбатан маиший музлатгичнинг совитиш системасининг энергетик самарадорлигини ошишига имкон яратилади.

**Бутаннинг атмосферадаги кимёвий ўзгаришлари.** Метан гомологлари фотокимёвий оксидланиши жараёнида алканлар молекулаларида углерод-углерод боғларининг мавжудлиги билан боғлиқ янги йўналишлар пайдо бўлиши эҳтимоли бор. Уларнинг оксидланиш жараёнларини бутан мисолида кўриб чиқамиз:

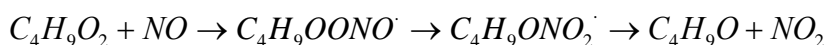


Иккиламчи атомнинг тилишланиши катта тезлик билан боради, бунинг натижасида реакция 85%гача иккинчи йўналиш бўйича кетади.

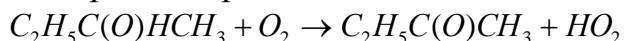
Бутил радикал лари, кислород молекулами билан тўқнашиш вақтида тегишли алкилпероксидли радикалларни ҳосил қилади:



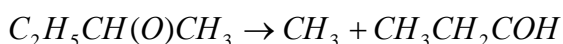
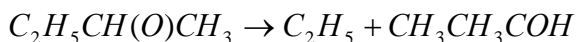
Алкилпероксидли радикаллар азот оксиди билан ўзаро таъсирлашиш вақтида бутоксил радикалларини ва бутилнитратларни ҳосил қилади. Бу реакциялар ўтиш ҳолатининг ҳосил бўлиш босқичи орқали қуйидаги схема бўйича боради:



Бутоксил радикал лари кейинчалик кислород билан бирикиб, қуйидаги реакция бўйича карбонил бирикмаларини ҳосил қилади:



Бутоксил радикалларининг бир қисми тегишли радикал ва альдегидарни ҳосил қилиб тилинади:

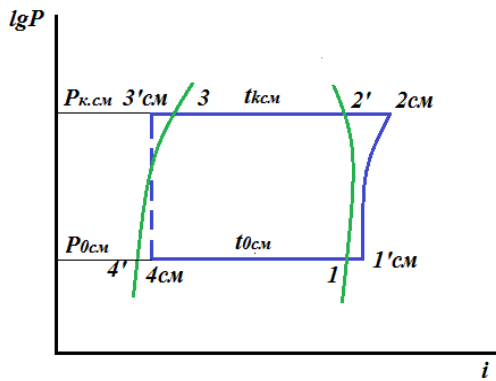


Тилиниш жараёни кўпроқ биринчи реакция бўйича боради, шунинг учун аралашмада ацетальдегид устунлик қилади.

Буғли компрессорли совитгич машинасининг оптимал иш режимини аниқлаш, шунингдек, пропан-бутанли аралашманинг энергетик жихатдан яроқли концентрациясини аниқлаштириш учун турли қайнаш

температураларида ва пропан-бутан аралашмасининг турли концентрацияларидаги кондицияларидаги совитгич цикллариининг ҳисобларини математик моделлаштириш усуллари орқали ҳисоблашларни олиб бориш зарур.

Нукталар параметрларини аниқлаш учун пропан ва бутаннинг диаграммаларидан фойдаланилади.



Пропан ва бутан энтальпияси

$i1'_{см}$  нуктаси – буғлар аралашмаларини компрессорлар ёрдамида сўриб олиш энтальпияси;  
 $i2'_{см}$  нуктаси – компрессордан кейин аралашмани сиқилишининг энтальпияси;  
 $i3'_{см}$  нуктаси – конденсация ва регенератив иссиқлик алмашиувидан кейинги сууқ аралашма энтальпияси;  
 $i4'_{см}$  нуктаси – эбуғлантирувчи олдидан дросселлашдан кейинги аралашма энтальпияси.

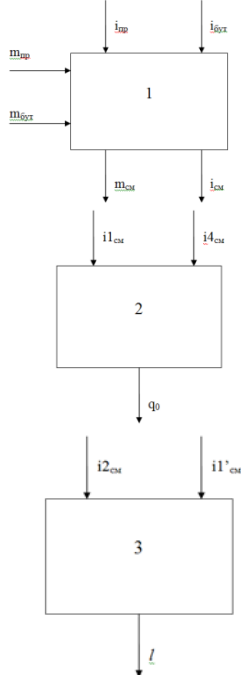
Газ аралашмасининг характеристикаларини ҳисоблаб топиш учун авало унинг таркибини билиш зарур.

Пропан ва бутан диаграммасидан ҳисоблаб чиқилган режим учун босим, қайнаш, конденсация босими, қайнаш температураси, конденсация босими бизга маълум. Аралашма компонентлари температураси бир хил.

$$\text{Аралашма босими } P_{см} = P_{пр} + P_{бут}$$

$$\text{Аралашма энтальпияси } i_{см} = i_{пр} + i_{бут}$$

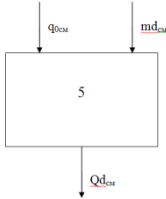
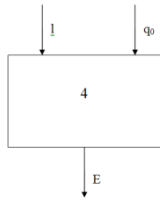
$$\text{Аралашманинг сўрилаётган буғларининг ҳақиқий массаси } m_{см} = m_{пр} + m_{бут}$$



Совитувчи аралашманинг солиштирма совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги  
 $q_0 = i1_{см} - i4_{см}$ , ккал/кг

1 кг пропан- бутан аралашмасининг адиабатик сиқилишига сарфланадиган иши алгоритми  
 $l = i2_{см} - i1'_{см}$ , ккал/кг

Совитувчи коэффициентнинг ҳисоби алгоритми  
 $E = q_0 / l$



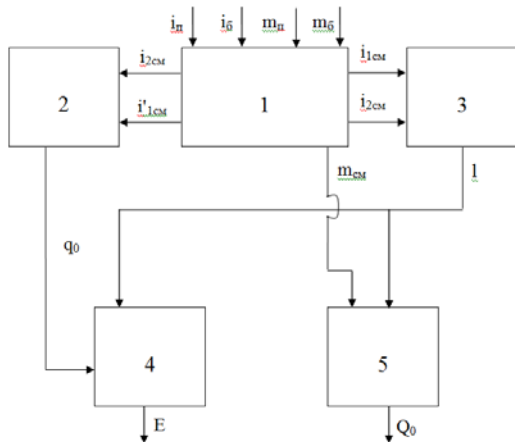
Пропан-бутан аралашмаси тўлдирилган буғли компрессорли совитгия машинасининг совуқ ишлаб чиқариши ҳисоби алгоритми.

$$Q_0 = q_0 \cdot m_{д-см}, \text{ ккал/час}$$

$m_{д-см}$  – пропан-бутан аралашмасининг сўрилувчи буғларининг ҳақиқий массаси

Пропан-бутан аралашмаси тўлдирилган буғли компрессорли совитгич машинасининг ишчи циклини ҳисоблаш алгоритми.

Тадқиқот натижалари фазалар ўзгариши сезиларли даражада ноизотермик бўлган ушбу аралашманинг



самаралилигини ва мақсадга мувофиқлигини тасдиқлади. Айтиб

ўтилганлардан келиб чиқиб, Тошкент шаҳрининг баъзида соя жойлардаги 40°C дан ошадиган ёзги иссиқ хавосини ҳисобга олган ҳолда, конденсацияланиш юқори босимидан сақланиш учун аралашма концентрациясини пропан – 55% ва бутан – 45% деб қабул қилинди. Совитгич қурилмаларида совитиш коэффициентини - таққослаш кўрсаткичи

ҳисобланади. Совитиш коэффициентини  $\epsilon$  қуйидагича аниқланади:

$$\epsilon = \frac{Q_0}{N}$$

бу ерда  $Q_0$  – қурилманинг совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги ккал/соат

$N$  – истеъмол қилинадиган қувват квт/соат.

Маиший совитгичнинг совуқ ишлаб чиқариш унумдорлигини аниқлаш учун қуйидагилар ўлчанади:

- компрессорни ишга туширишдан олдин совитгичнинг буғлатгичидаги сувнинг температураси –  $t_1, ^\circ\text{C}$ .

- компрессор ишга туширилгандан кейин 1 соат ўтгач совитгичдаги сув температураси –  $t_1, ^\circ\text{C}$

$$Q_{o1} = C_{vb}[t_1 - t_2] \cdot V_k$$

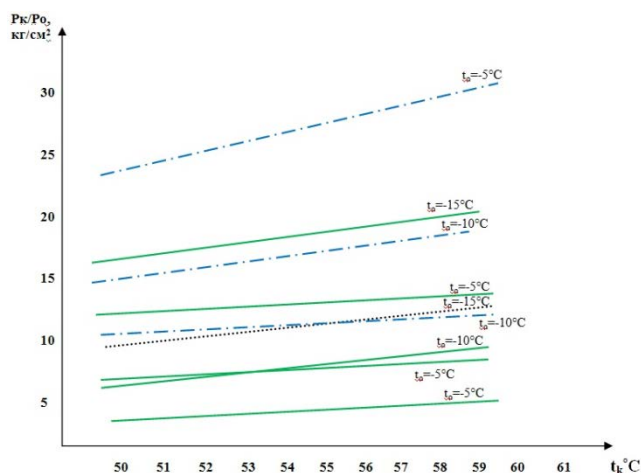
бу ерда,  $Q_{o1}$  – сувнинг иссиқлик сиғими ккал/м<sup>3</sup>.

$V_k$  – буғлатгичга жойлаштирилган сув миқдори.

Электродвигателнинг истеъмол қуввати  $N$  ўлчов комплекти ёрдамида ўлчанган.

Бу режимларда босимлар фарқи ( $P_k - P_o$ ) қандай қийматга эга бўлиши, уларнинг нисбатлари  $P_k/P_o$ , уларнинг маиший ёки савдо совитгичлари қурилмаларининг аниқ имкониятлари билан қанчалик мос келиши кўриб чиқилди.

Ишлаш қобилиятини текшириш мақсадида маиший ва витрина совитгичларини бир неча маротаба хар хил концентрацияли пропан-бутан аралашмалари билан тўлдирилди. Уй совитгичининг буғлатгичига 18-20°C температурадаги 10 литр сув тўлдирилди ва унинг температурасини пасайиш тезлиги, музлаши ва муз температурасининг кейинги пасайишлари ўлчанди. Хар иккала совитгичлар хам олти ойдан кўпроқ вақт ишлаб турди. 2 ва 3 расмларда ҳисоблашлар орқали тўғрилаб олинган тажрибалар натижалари келтирилган. Пропан ва бутаннинг турли концентрациялардаги босимлар нисбати  $P_k/P_o$ , босимлар фарқларнин ( $P_k - P_o$ ),  $\text{кг/см}^2$ , конденсация температурасининг  $t_k$ , °C ва қайнаш температураларининг  $t_o$ , °C ўзгаришига боғлиқлик графиклари кўрсатилди.

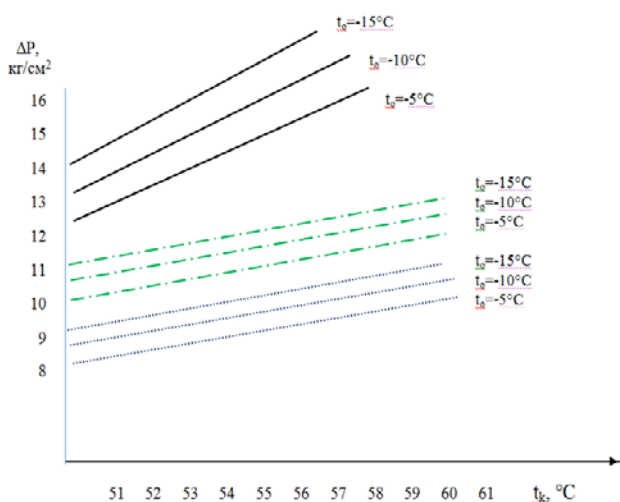


2- расм. Пропан-бутан аралашмасининг турли концентрацияларидаги, турли қайнаш температураларидаги  $t_k \frac{P_k}{P_o}$  боғлиқлик графиги.

2- ва 3-расмлардан кўришиб турибдики, агар фақатгина босимлар фарқлари қийматларидан келиб чиқадиган бўлсак, совитгич қурилмасининг ишлаши учун энг қулай шароит пропан аралашмасининг энг кам миқдорларига тўғри келади. Агар фақатгина қайнаш конденсацияси босимлари нисбатидан келиб чиқадиган бўлсак, у холда бу аралашмадаги пропаннинг катта миқдорларига мос келади. Бундан келиб чиқадикки, 2 ва 3 расмлардан олинган натижаларни таққослаш учун фреон-12 билан биргаликда кўриб чиқиш зарур, бу эса, фреон-12 да ишлайдиган мавжуд совитгич қурилмаларини иш қобилиятини таъминловчи аралашманинг оптимал концентрациясини аниқлаш имконини беради.

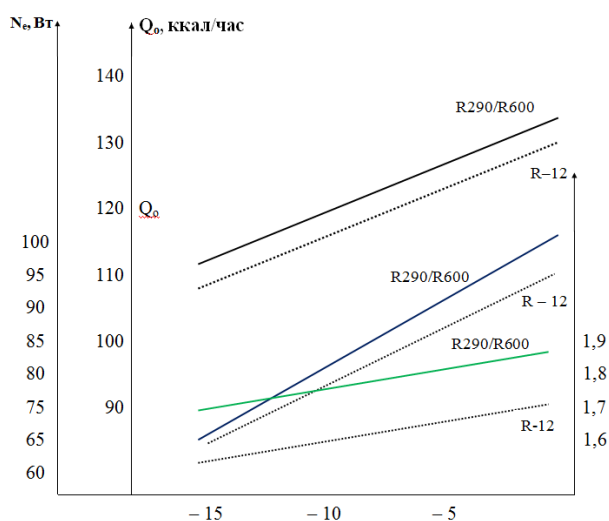
Графикларни бирлаштирилиши (2- ва 3-расмлар), иссиқ иқлим шароитларидаги босимлар фарқи қийматларидан ва конденсация босими хамда қайнаш босимлари нисбати қийматларидан келиб чиққан холда, бу 55% пропан ва 45% бутан аралашмаси энг оптимал концентрация эканлигини кўрсатади. 3-расмда маиший совитгичнинг совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги, истеъмол қуввати ва совитиш коэффицентларининг +50°C конденсацияланиш температурасидаги қайнаш температурасига боғлиқлиги кўрсатилган.

Маиший совитгичнинг фреон-12 да ишлаш вақтидаги кўрсаткичлари, пропан-бутан аралашмасида ишлаш кўрсаткичларидан ёмонроқ. Пропан-бутан аралашмасида ишлаш вақтидаги совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги, фреон-12 да ишлаганига қараганда анча юқори, шуни айтиш керакки, бу вақтда истеъмол қуввати паст.



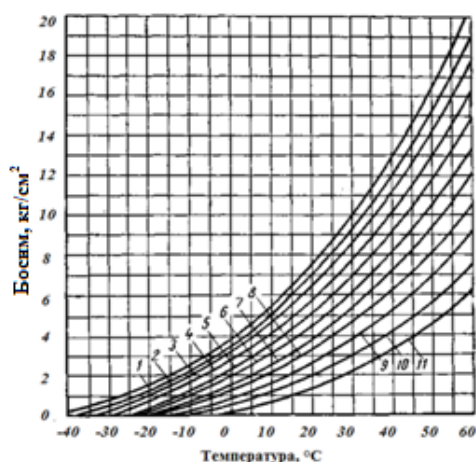
**3-расм. Пропан-бутан аралашмасининг турлича концентрацияларида, турли қайнаш температураларида  $P_k$ - $P_0$ нинг  $t_k$  °C га боғлиқлик графиги.**

Бу ҳолат совитиш коэффициентини қийматига таъсир этади. Пропан-бутан аралашмасида ишлайдиган маиший совитгичнинг ишлашида бу кўрсаткич фреон-12 да ишлайдиган совитгичга қараганда анча юқори.



**4-расм. Маиший совитгичнинг совук ишлаб чиқариш унумдорлиги, истеъмол қуввати ва совитиш коэффициентларининг + 50°C конденсацияланиш температурасида қайнаш температурасига боғлиқлиги графиги.**

Бу вақтда совитгичнинг капилляр трубкаси узунлиги ўзгармайди.



**5-расм. Пропан-бутан аралашмаси буг босимларининг температурага боғлиқлиги**

- 1-100%  $C_3H_8$ ; 2-90%  $C_3H_8$ +10%  $C_4H_{10}$ ;
- 3 - 80%  $C_3H_8$ +20%  $C_4H_{10}$ ;
- 4 - 70%  $C_3H_8$ + 30%  $C_4H_{10}$ ;
- 5- 60%  $C_3H_8$ + 40%  $C_4H_{10}$ ;
- 6 - 50%  $C_3H_8$ + 50%  $C_4H_{10}$ ;
- 7- 40%  $C_3H_8$ + 60%  $C_4H_{10}$ ;
- 8-30%  $C_3H_8$ + 70%  $C_4H_{10}$ ;
- 9-20%  $C_3H_8$ + 80%  $C_4H_{10}$ ;
- 10-10%  $C_3H_8$ + 90%  $C_4H_{10}$ ; 11- 100%.

Агрегатдаги мой (минерал), худди фреон-12 да ишлагандаги каби. Фреон-12 да ишлаган вақтида совитгич агрегатидаги фреон-12 нинг миқдори 95 г тўлдирилган, пропан-бутан аралашмасида ишлаган вақтида эса бу кўрсаткич пропан-бутан концентрациясига боғлиқ ҳолда 45-50 г орасида ўзгаради. Атроф муҳит температурасига боғлиқ ҳолда пропан ва бутан концентрацияларини танлашда аралашма буглари босимининг температурага

ва унинг 4-расмда келтирилган концентрациясига боғлиқлик графигига таянган холда танланади.

Диссертациянинг тўртинчи боби «**Фреон-12 ни пропан-бутан аралашмаси ва аммиакка алмаштиришнинг техник-иқтисодий асосланиши**»га бағишланган. Ўзбекистонда олиб борилган илмий йўналишлардан бири, бу табиий углеводородларни, хусусан, пропан-бутан аралашмасини ХФУ-12 да ишлайдиган совитгич қурилмаларига тўлдириш мумкинлиги ҳисобланади. Шунга биноан, республикада биринчи марта кичик совитгич қурилмаларида алтернатив озонга хавфсиз аралашмаларни, республикада чикариладиган суюлтирилган газдан олинган совитувчи агент пропан-бутан аралашмасини озонга хавфли ХФУ-12 нинг ўрнига ишлатиш ишлаб чиқилди ва апробация қилинди. Табиий углеводородларни, хусусан пропан-бутан аралашмасини ХФУ-12 да ишлайдиган совитгич қурилмаларига тўлдириш мумкин. Шу билан бир вақтда фреон-134а мавжуд совитгич қурилмаларида қўлланиладиган минерал мойлар билан ишлашга белгиланмаган. Биз, мамлакатимизда, фреон-12 ни фреон-134 а га ёки пропан-бутан аралашмасига алмаштириш вариантлари кўриб чиқилди.

1. 1 кг фреон-134а ни Ўзбекистонга келтирилиши нархи қарийиб 10 АҚШ долларига тўғри келади. Йилига 200 тонна фреон-134а ни Ўзбекистонга олиб келиниши 2 млн.АҚШ долларига тўғри келади. Республикада фреон-12 да ишлайдиган маиший совитгичлар сони 5 млн. донага боради. Уларни ГФУ-134а билан тўлдириб бўлмади, барча совитгич техникасини синтетик мойлар ишлатиладиган янгиларига утиллаштириш керак. Бу холда хар йили қарийиб 10% совитгичларни қайта тўлдириш керак бўлади. Агар битта уй совитгичини таннархини 100 АҚШ доллари деб қабул қилсак, у холда, алмаштирилиши зарур бўлган уй совитгичларининг мўлжалланган сони 500 000 тага етади, уларнинг таннархи эса йилига 50000000 АҚШ долларига етади. Республикадаги кичик совитгич қурилмалари сони тахминан 100000 дона, улардан қарийи ярмини одатда хар йили кўшимча тўлдирилиб турилиши зарур. Битта мана шундай совитгичнинг таннархи 500 АҚШ долларидан кам эмас. Кичик совитгич қурилмаларини алмаштиришга кетадиган сарфлар:  $50000 \text{ совитгич} \times 500 =$  йилига 25000000 АҚШ доллари. Умумий ҳисобда синтетик мой нархини ва тараларни қайтаришдаги қийинчиликларни ҳисобга олмаганда 75 000 000 АҚШ доллари керак бўлади.

2. ХФУни маҳаллий хомашёлардан олинадиган пропан-бутан аралашмаси билан алмаштирилганда харажатлар асосан бир килограмм пропан-бутан аралашмаси таннархидан иборат бўлади. 1 кг пропан-бутан аралашмаси 0,15 АҚШ долларига тенг. Тегишли равишда 200 тонна пропан-бутан аралашмаси йилига 30000 АҚШ долларини ташкил қилади. Битта совитгичга 0,15 доллар харажат кетганда, 500 000 та уй совитгичларини қайта тўлдиришга кетадиган сарфлар йилига 7500 АҚШ долларини ташкил этади.



**Аммиакдан совитувчи агент сифатида фойдаланиш.** Иситиш, совитиш ва хавони кондицирлаш бўйича ASHRAE Америка муҳандислар жамияти аммиакли совитгич бўйича қуйидагича баёнот берди:

ASHRAE аммиакдан фойдаланиш, озиқ-овқат маҳсулотларини сақлаш ва хавони кондицирлаш учун зарур деб ҳисоблайди. ASHRAE совитувчи агент аммиакнинг иқтисодий фойдаларини химоялаш учун кўплаб дастурлар таклиф қилади. ASHRAE 34, 1997 Америка стандарти совитувчи агентларнинг олтига A1, A2, A3, B1, B2, B3 гуруҳларига реклассифициялади. Аммиак B2 категорияси сифатида синфланади. Авваллари учта гуруҳ P(A.B.C) бўларди, ҳозир эса улар олтига.

B2 категорияси, аммиак тўғри, ёпиқ тизимларда, хатто госпиталлар, театрлар, супермаркетлар, мактаблар, маъруза заллари, меҳмонхоналар, яшаш жойлари ва ресторанлар... да 500 кг гача чиқим билан қўлланилиши мумкин эканлигини англатади.

Аммиакнинг термодинамиклик хоссалари ўрганилди. 1-жадвал маълумотлари аммиак совитувчи агенти, худди шундай бошқа совитгичларнинг чиқиши учун ҳам компрессорнинг кичик хажмини талаб этишини кўрсатади. Аммиак учун сарфланадиган энергия ҳам бошқа совитувчи агентлар билан таққосланганда энг кичик миқдорда. Аммиакнинг сиқилиш коэффициенти ҳам бошқа совитувчи агентларга нисбатан яхшироқ. Сиқилишнинг совитиш температураси аммиакдан юқори.

1- жадвал

Модда	босим		Сиқилиш коэффи- циенти	CompDisp* Liler/sec	Кувват kW*	COP Темп. бўшатилиш, °C
	конденсат буғланиши	конденсат- ники				
	Kg/cm <sup>2</sup> A	Kg/cm <sup>2</sup> A				
аммиак	2.41	11.89	4.94	0.463	0.207	4.84 98
R22	3.03	12.26	4.03	0.476	0.210	4.75 53
R12	1.862	7.581	4.07	0.784	0.213	4.69 38
R134a	1.631	7.850	4.81	0.812	0.226	4.42 43

Термодинамиклик хоссалари – 15°C қайнаш температурасига ва 30°C конденсацияланиш температурасига асосланади.

Жадвалда келтирилган маълумотлар аммиакнинг турғунлиги афзаллигини кўрсатади. Иссиқлик алмашинишининг энг юқори тезликлари, энг кам буғланишни ва совитувчи агент в ташқи суюқлик орасидаги берилган температуралар фарқи учун совитгичларни билдиради.

Аммиакдаги иссиқхона эффекти. Глобал исиб кетиш икки хил усулда намоён бўлади:

- Тўғри - CO<sub>2</sub> эмиссияси эквивлентида ифодаланган тизимнинг тўлиқ цикли вақтида совитгични атмосферага йўқотилиши йўли билан.

- Ёнаки - CO<sub>2</sub> ни атмосферага ажралиб чиқадиган генерирланишдаги утиллаштирилган энергия туфайли. Ушбу сабабга кўра иссиқлик индексининг умумий эквиваленти (TEWI) сизиб чиқиш плюс энергия истеъмолини ўз ичига олади.

Аммиакнинг глобал иссиқлик потенциали ( GWP) нолга тенг ва унда тўғри иссиқхона эффекти бўлмайди. Аммиакнинг жуда яхши термодинамик хоссалари ва тўғри иссиқхона эффектнинг йўқлиги, бошқа совитувчи агентларга нисбатан аммиакли системанинг иссиқлик индексининг умумий эквивалентининг энг қулай балансига олиб келади.

Совитгич қурилмаларида ва хавони кондицирлаш тизимларида ОЕМ (озонни емирувчи моддалар) нинг алмаштирилиши туфайли органик газлар ва аммиак чиқиндилари хавонинг сифати учун кенг масштаби халокатларга олиб келмаслиги кутилмоқда. Шунга биноан, бир томондан илмий тадқиқот натижаларини тадбиқ қилиш мақсадида ва иккинчи томондан Республикамизда чилла даври шароитлари учун мамлакатимизда ишлаб чиқариладиган яхши термодинамик хоссаларга эга бўлган аммиак каби совитувчи агентларни танлашда демонстрацион объект сифатида биз Республика шошилиш тиббий ёрдам марказини танлаб олдик. Биз, РИМШТЁ раҳбариятига озонга хавфли R22 чиллерлари ўрнига оз миқдорда аммиак тўлдирилган чиллерларни ишлатишни таклиф қилим.

Совитгич тизимининг иссиқхона эффектига фактик таъсирини камайтиришнинг энг самарали усулларини аниқлаш мақсадида TEWJ дан фойдаланиш мумкин. Бунинг асосий йўналишлари қуйидагилар:

1) совитгични тўлдириш тизимлари катталикларига қўйиладиган талабларни минималлаштириш.

2) совитишнинг аниқ системаларини қўллашга қўйиладиган расмий талабларни қаноатлантириш учун мослаштирилган энг юқори даражадаги совитиш тизимлари ва совитувчи агентларни лойихалаш/ танлаш.

3) электр энергиясидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш мақсадида системаларни оптималлаштириш (электр таъминотини камайтириш учун қўлланиладиган энг яхши комбинацияларни ва элементлар системасидан конструктив фойдаланишни қўллаш).

Аммиакда ишлайдиган чиллерларни тадбиқ қилиш жараёнида айтиб ўтилган барча шароитларга риоя қилинди. Мисол тариқасида агар аммиакни фреон-22 билан таққосланса, аммиакда буғ хосил қилиш иссиқлиги 1 кг га 328 ккал, фреон-22 да бу кўрсаткич 1 кг га 56 ккал ни ташкил этади, фарқжуда сезиларли. Атроф мухитга совитгич агентлар томонидан келтириладиган зарарга келсак, глобал иссиқлик коэффициенти GWP аммиакда 0 га тенг, фреон-22 да бу кўрсаткич 1700 ни ташкил этади. Аммиакнинг озонни емирувчилик коэффициенти 0 га тенг, фреон-22 да 0,50.

Совитувчи агент сифатида аммиакни қўллаш имкониятлари кўрсатиб берилди. Демонстрацион объект сифатида Республика шошилиш тиббий ёрдам илмий маркази танлаб олинди, бу ерда одам кўп тўпланди. Республика шошилиш тиббий ёрдам илмий маркази, кўптармоқли стационар хисобланади, бу ерда кечиктириб бўлмайдиган - жаррохлик, терапевтик, куйиш, токсикологик профилларда катталар ва болаларга мутахассис ёрдами кўрсатилади. Бу ерда умумий қуввати 760 кватта мўлжалланган (шу жумладан 80 та реанимацион) 29 та клиник бўлинмалар мавжуд.

Жаррохлик, терапия, диагностика, педиатрия, опрблок ва куйиш-токсикология корпуслари хизмат кўрсатади. Марказ, барча диагностик тадқиқотларни ўз ичига олган холда кечаю-кундуз давомида шошилинч тиббий ёрдам кўрсатади. РИМШТЁ нинг ўзида хар йили 150 000 пациентга хизмат кўрсатилади, улардан 60 000-70 000 нафарига стационар ёрдам кўрсатилади, 14 000 дан ортиқ жаррохлик амалиётлари ўтказилади. Шошилинч тиббий ёрдам кўрсатилаётган беморлар учун медикаментозлар ёрдамида даволаш билан биргаликда комфорт шароитларни хам яратиб бериш лозим, шу жумладан, йилнинг иссиқ вақтларида совитилган хаво хам зарурдир. Хозирги вақтга қадар палаталарда комфорт температураларни таъминланиши маънан ва жисмонан эскириб кетган, қарийиб икки ўн йилликлар аввал монтаж қилинган «Климовенетта» фирмасининг озонга хавфли фреон-22 совитувчи агентиде ишлайдиган иккита чиллерлари хизмат кўрсатмоқда эди. Хавони кондицирлашнинг иш режимининг белгиланган қуввати 1500квт. Шу муносабат билан озонга хавфли совитувчи агентли чиллерни озонга хавфсиз совитувчи агентли чиллерга алмаштириш масаласи юзага чиқди. Кўплаб озонга хавфсиз фреонларда ишлайдиган чиллерлар мавжуд. Бироқ бу фреонлар қиммат ва уларни чет элларда ишлаб чиқарилади. БМТ ниг ривожланиш Дастури доирасида Глобал экологик фонди доирасида ТКТИ «Саноат экологияси» кафедрасининг мутахассилари билан биргаликда озонга хавфсиз совитувчи агент сифатида аммиак тавсия қилинди. Бироқ, аммиак захарли, ёнғинга ва портлашга хавфли, шу туфайли ўзбеконе «аммиакли қурилмаларни хавфсиз эксплуатация қилиш қоидалари» бўйича аммиакдан хавони кондицирлаш мақсадларида фойдаланиш таъқиқлаб қўйилди.

Касалхоналар, умумий кириш мумкин бўлган хоналар тоифасига киради. Хоналар бўлса, биноларнинг ва иморатларнинг бир қисми бўлиб, уларда:

- одамлар ухлаши;
- ўзи мустақил юра олмайдиган шахсларнинг бўлиши;
- назорат қилиб бўлмайдиган миқдорда кишилар сони мавжуд бўлиши,

яна шуни айтиш керакки, улар, одатда индивидуал хавфсизлик чоралари билан танишмаган бўлишлари мумкин;

Хозирда оз миқдорда аммиак билан тўлдирилган чиллерлар ишлаб чиқарилмоқда. Бундай чиллерлар учун хам давлатлараро стандарт ГОСТ EN378-1-2015 «совитгич ва иссиқлик насослари тизимлари» ишлаб чиқилган. Юқоридаги ГОСТ оралиқ ёпиқ жойларда фойдаланишга, шунингдек, касалхоналарда даволаш корпусларидан маълум масофада чиллерларга монтаж қилинган, оз миқдорда аммиак тўлдирилган чиллерларни танлашда рухсат этилади. Шу муносабат билан, термодинамик хоссалари яхши бўлган озонга хавфсиз аммиакли совитувчи агентли чиллерларни тадбиқ этиш масаласига ечим қабул қилинди, у қиммат эмас ва ўзимизнинг Ўзбекистонимизда ишлаб чиқарилади. Данияда ишлаб чиқарилган ChillPAK МК 3 маркали совитгич танлаб олинди. Бу агрегатда совитувчи агент суёқ

холда, у сув ёрдамида совитилдиган конденсатор билан жихозланаган. Агрегатни синоаш ишлари 2017 йилнинг 29 сентябрида амалга оширилди. Хозирда иссиқ давр бошланиши билан чиллер хар куни ишлатилади, сув Цельсий бўйича 6-7 градусгача совитилади. Кондиционердан кейин сув чиллерга 11-12 градус Цельсий температурада қайтади. Чиллерга кўрсатилаётган юклама 50-57% ни ташкил этади. Хавони кондицирлаш системасини ООО «Термостат аёзи» шартномасига кўра эксплуатация қилинмоқда.

Республика шолинч тиббий ёрдам илмий маркази территориясида совитувчи агент сифатида пропан-бутан аралашмаси ва аммиакни намойиш этиш вақтида Республика Ёнғин Академияси вакиллари иштирок этдилар, улар, совитгич қурилмаларида ва хавони кондицирлаш тизимларида озонни емирувчи моддаларни алмаштирилганлиги туфайли органик газ ва аммиак чиқиндилари хаво сифатини ўзгартиришга сезиларли даражада зарар кўрсатмаслиги ҳақида кўрсатма бердилар.

## ХУЛОСА

Озонга хавфли совитувчи агентларни углеводород ишлаб чиқаришда суюлтирилган газ хомашёси асосида олинган янги озонга хавфсиз совитувчи агентлар пропан-бутан аралашмаси билан алмаштиришни ишлаб чиқиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар қуйидаги хулосаларга келиш имконини берди:

1. Озонга хавли совитувчи агент фреон-12 ни озонга хавфсиз пропан-бутан аралашмасига алмаштириш бўйича тадқиқотлар ишлаб чиқилди ва олиб борилди. Илк маротаба маҳаллий хом-ашё асосида олинган озонга хавфсиз пропан-бутан углеводородлар аралашмаси ва R22 ўрнига аммиакдан фойдаланиш имкониятилари шароитлари ишлаб чиқилди ҳамда қўлланилаётган озонга хавфсиз совитувчи агентларнинг ва аммиакнинг техник характеристикалари келтирилган.

2. ГОСТ 21443-75 «Экспортга чиқариладиган доимий углеводород газларининг физик-кимёвий кўрсаткичлари техник талаблари ва меъёрлари»га мувофиқ, ишлатилаётган углеводородлар ўзларининг параметрларига кўра совитувчи агентларга қўйилдиган талабаларни тўлиқ қаноатлантиради ва ҳеч қандай қайта ишловларсиз кичик совитгич қурилмаларига тавсия этилади.

3. Озонга хавфли фреон-12 ни озонга хавфсиз аралашма R600 ва R290 га алмаштирилиши, нафақат атмосферага ташланадиган захарли моддаларни камайтиришга, балки, йилига ўн минглаб АҚШ долларлар чиқимини иқтисод қилишга ҳам ёрдам беради.

4. Агрегатларни R600 ва R290 аралашмалари билан тўлдиршнинг техника хавфсизлигининг ишлаб чиқилган қоидаларида ёнғин хавфсизлиги чораларига риоя қилиниши зарур. Совитгични тўлдириш участкаси, максимал равишда олов билан ишлайдиган участкалардан изоляцияланган бўлиши керак. 1 м<sup>3</sup> сиғимга 8 гр углеводород агенти хавфсиз норма эканлиги кузатилади.

5. “Самарқанд” музлатгичининг R600 ва R290 да ишлаш вақтидаги оптимал тўлдирилиш массаси тавсия этилган..

6. Ушбу иш углеродли совитгич қурилмаларида ишлайдиган кичик совитгич қурилмаларини эксплуатацияси ва таъмирлаш ишлари билан шуғулланувчи мутахассислар учун фойдалаи техник қўлланма бўлиб хизмат қилиш мумкин.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ  
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**  

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ГАППАРОВА ЗУЛФИЯ ХУРШИДОВНА**

**ЗАМЕНА ОЗОНООПАСНОГО ФРЕОНА-12 НА ОЗОНОБЕЗОПАСНЫЙ  
ФРЕОН, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

**11.00.05-Охрана окружающей среды и рациональное  
использование природных ресурсов**

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

**Ташкент-2019**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2017.1.PhD/К27.**

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

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

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Муталов Шухрат Ахмаджонович</b> доктор химических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Рахимов Дилшод Ахмедович</b> доктор химических наук, профессор
	<b>Қодиров Хасан Иргашевич</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	Институт общей и неорганической химии

Защита диссертации состоится 12 июля 2019 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 при Ташкентском химико-технологическом институте (адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантохурский район, ул.А.Навоий. 32. Тел.: (99871)244-79-21; Факс: (99871) 244-79-17. e-mail: [info@tkti.uz](mailto:info@tkti.uz)).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №75 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантохурский район, ул.А.Навоий. 32. Тел.: (99871)244-79-21

Автореферат диссертации разослан 29 июля 2019 года.  
(Реестр за № 4 от 29 июля 2019 г.).

**Л.Т.Пулатова**

Заместитель председателя научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор

**Х.Л.Пулатов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., доцент

**А.С.Сидиков**

Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Широкое применение холодильников во всех отраслях пищевой промышленности в мире обеспечивает ритмичность производства, рациональное использование основных фондов, сохранение качества продуктов питания. Но хладагент фреон-12, используемый в этих холодильниках, является веществом, разрушающим озоновый слой. Непрерывное разрушение озонового слоя приводит к различным изменениям климата. Поэтому, важное значение имеет, заменить озоноопасный хладагент фреон-12, на другой озонобезопасный хладагент.

В мире научное обоснование соответствующих решений по хранению продуктов питания в бытовых и коммерческих холодильниках, замене озоноразрушающего холодильного агента фреона-12 на озонобезопасный холодильный агент, в частности, определение влияния холодильного агента фреона-12 на озоновый слой; обоснование глобальных климатических изменений; использование новых хладагентов, экологически безопасных и эффективных; определение оптимальных концентраций и объема выбранного хладагента, в целях обеспечения оптимальных и необходимых температурных режимов полученного реагента необходима модернизация методов замораживания, включающая замену озоноопасного фреона-12 на озонобезопасный холодильный агент.

В Республике достигаются научные и практические результаты по получению новых охлаждающих средств на основе местного сырья и замене вредных для озона газов фреона-12 и фреона-22. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи “принятие системных мер по глобальным климатическим изменениям и смягчению негативного воздействия осушения Аральского моря на развитие сельского хозяйства и жизнедеятельность населения”<sup>2</sup>. Важное значение в этом плане, в частности, имеют научные исследования, направленные на производство безвредных для озонового слоя холодильных агентов на основе местного сырья, определение их оптимальных условий и применение в промышленности.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере.

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан».

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования по разработке и применению новых озонобезопасных хладагентов были посвящены работы Клименко В.В., Парина Ц.К., Фишера С.К., Цветкова О.Б., Игумнова С.М., Шарабурина А.В., Мейера А., Вебера Дж., Афанасьева И.А., Лунина А.И., Бодио Е., Хоровски М., Джикетра Е., Пауля Дж., Перасона С.Ф., Радермахера Р., Лоренцена Г., Баскина Е., Перри Р.Б., Крузе Х., Агарауала Р.С., Ричардсона Р.Н., Риттера Т.Дж., Элефсена Ф., Педфсена П.Х., Могенсена Л. и др.

Научно-техническое значение проблемы и ее связь с экологией обусловили интенсивное развитие создания озонобезопасных смесей: пропан-бутановая (R600/290) и аммиака, их широкое применение на практике. В научных исследованиях многих ученых мира рассматриваются вопросы использования озонобезопасных хладагентов в малых холодильных установках, а также возможность целенаправленного применения углеводородов и аммиака вместо фреона-12 и фреона-22 на озонобезопасные смеси R600 и R290, и аммиака, благодаря чему уменьшится выброс ХФУ.

**Связь темы диссертационной работы с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института – «Охрана атмосферного воздуха от озонопасных фреонов» (2014-2018 гг.), в рамках прикладного проекта №И-02-30 «Подготовка к опытно-промышленному освоению технологии замены фреона-12 на озонобезопасный холодильный агент пропан-бутановую смесь в бытовых и малых холодильных установках».

**Целью исследования** является разработка экологически безвредных, эффективных и технически надежных композиций углеводородов для холодильной технике взамен озонопасному хладагенту фреону-12.

**Задачи исследования:**

выбор состава озонобезопасной смеси в замен озонопасного фреона;  
определение значения взрывоопасной концентрации предлагаемых озонобезопасных смесей фреонов, пропан-бутановой смеси (R600/290) в воздухе;

определение оптимальных количеств заправки холодильников при работе на R600 и R290;

определение возможности исследования и применения озонобезопасного холодильного агента – аммиака (R-717) в системе кондиционирования воздуха.



**Объектами исследования** являются пропан-бутановая смесь, холодильные установки, хладагенты.

**Предметом исследования** является использование пропан-бутановой смеси, аммиака взамен озоноразрушающих фреонов.

**Методы исследования.** В диссертационной работе были использованы термодинамические методы, калориметрические методы, газо-жидкостная хроматография, измерительные приборы для определения температуры кипения, замерзания и давления хладагентов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработаны основы применения озонобезопасной пропан-бутановой смеси R600/290 в качестве холодильного агента взамен фреона-12;

разработаны основы применения озонобезопасного аммиака в качестве холодильного агента взамен фреона-22;

разработаны и обоснованы использования пропан-бутановой смеси в качестве хладагента в зависимости таких факторов, при их расширении, испарении до определенной температуры охлаждения;

определена оптимальная концентрация смеси R600 и R290 для заправки малых холодильных установок.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны теоретические и экспериментальные возможности использования пропан-бутановой смеси и аммиака – перспективного экологически чистого хладагента – в существующих холодильных установках и кондиционеров, взамен рассчитанных на R134A и R12 без ухудшений их характеристик;

рассчитана оценка возможности целенаправленного применения исследуемых углеводородов в малых герметичных холодильных установках и аммиака в крупных системах кондиционирования воздуха;

разработаны меры пожарной безопасности при работе со смесью R600 и R290.

**Достоверность результатов исследования** установлены на основе химических и физико-химических [термохимический, рентгенофазный] методов исследования и подтвержденными актами, рекомендованными к внедрению в производство.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследований заключается в установлении с применением современных физико-химических методов анализа корреляционной зависимости оптимальных соотношений исходного пропана и бутана при использовании их в малых холодильных установках в условиях климата нашей республики.

Практическая ценность результатов исследования заключается в том, что пропан-бутановые смеси служат в качестве озонобезопасных хладагентов для малых холодильных установок и аммиак в крупных системах кондиционирования воздуха.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов исследования по применению новых озонобезопасных хладагентов:

внедрены озонобезопасные хладагенты на холодильных установках «ARBA-SAVDO» (Справка Госкомэкологии Республики Узбекистан №02-02/3-406 от 17 июня 2019 г.). В результате создана возможность применения пропан-бутановой смеси в малых холодильных установках и аммиака в крупных системах кондиционирования воздуха;

внедрен озонобезопасный хладагент аммиак в систему кондиционирования воздуха РНЦЭМП (Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи) с целью охлаждения помещения, где одновременно находятся значительное количество людей. (Справка Госкомэкологии Республики Узбекистан №02-02/3-406 от 11 июня 2019 г.). В результате создана возможность применения пропан-бутановой смеси в качестве хладагента в малых холодильных установках и аммиака для крупных систем кондиционирования воздуха.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования изложены в виде докладов и прошли апробацию на 4 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 12 научных работ. Из них 1 монография, 6 научных статей, в том числе 4 статьи в республиканских и 1 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объём диссертации.** Структура диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 95 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, введено конкретность объекта и предмета исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе диссертации «**Современное состояние и перспективы применения озонобезопасных хладагентов**» даётся анализ опубликованных работ по исследованию и использованию различных хладагентов холодильной технологии. Приведены результаты по исследованию совместимости хладагентов с материалами смазочного вещества приведены

различные озоносберегающие хладагенты, их характеристики в зависимости от различных факторов.

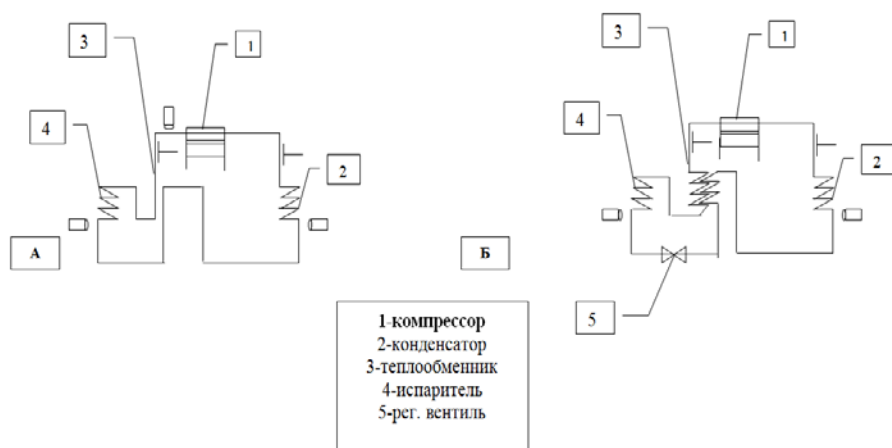
**Вторая глава** диссертации посвящена характеристикам исходных **“Методы исследования”** веществ, методикам их исследования (взрывоопасность в зависимости от концентрации фреонов, от природы углеводородов используемых в качестве исходных веществ для получения озонобезопасных хладагентов).

Третья глава диссертации посвящена **«Опытно-экспериментальным исследованиям бытовой холодильной установки, заправленной смесью озонобезопасных холодильных агентов R600/290»**. В данной главе диссертации на основании расчетно-теоретических исследований термодинамических циклов было установлено, что использование в качестве хладагента этой смеси со значительной неизотермичностью процессов фазовых превращений, позволяет повысить энергетическую эффективность систем охлаждения бытового холодильника по сравнению с холодильником работающем на моно веществе. Также в данной главе проведена математическая модель расчета действительного рабочего цикла паровой компрессорной холодильной машины заправленной бутановой смесью. Результаты исследований подтвердили эффективность и целесообразность использования исследуемой смеси хладагента пропан-бутановой смеси со значительной неизотермичностью фазовых превращений.

*Хранение пищевых продуктов холодом.* Основными требованиями к режиму работы малого холодильника определяются технологическими требованиями хранения, охлаждения пищевых продуктов которые ежедневно присутствуют на столе каждой семьи. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов – один из экономических способов консервирования. Проблема сохранения свежести скоропортящихся продуктов сводится в основном к регулированию или устранению биохимических процессов, протекающих за счёт ферментов продуктов, и разрушающих процессов, совершающихся за счёт жизнедеятельности микроорганизмов. Охлаждение широко используют для увеличения сроков хранения пищевых продуктов. Охлаждение – это понижение температуры объекта до заданной конечной температуры (не ниже криоскопической), вследствие чего задерживаются биохимические процессы и развитие микроорганизмов. При хранении продуктов в охлаждённом состоянии необходимо учитывать различие условий охлаждения и содержания продуктов растительного происхождения. Они имеют ряд особенностей, с которыми нельзя не считаться. Например, цель охлаждения мяса, мясопродуктов, субпродуктов – уменьшение в них тепловой энергии и понижение температуры до определённого уровня. При длительном хранении мяса температура понижается до  $-18^{\circ}\text{C}$ . Замороженное мясо имеет среднюю температуру в толще мышцы –  $11^{\circ}\text{C}$ . Такая же температура необходима и при хранении сливочного масла. Овощи и фрукты хранятся при  $0^{\circ}\text{C}$  – яблоки, груши, косточковые плоды, ягоды, зелёные овощи, корнеплоды, при  $7^{\circ}\text{C}$  – апельсины мандарины, созревшие

ананасы, красные томаты, картофель огурцы, фасоль, при 12°C – лимоны, бананы, зелёные ананасы, зелёные томаты, манго и др. Следовательно новый холодильный агент должен обеспечивать температурный режим в камере холодильника температуры от –20°C до +10°C.

Испытания проводились на базе ОАО «Шарк-Шабада». Бытовой и торговый холодильники были установлены в помещении емкостью порядка 180 м<sup>3</sup>. По рекомендации специалистов лаборатории пожарной безопасности ГУПБ ГУВД РУз. помещение было оснащено 2-мя вытяжными вентиляторами, позволяющим обеспечить 4-кратную смену воздуха в час.



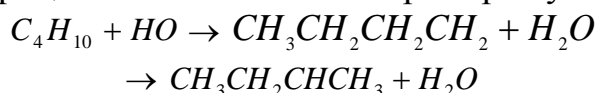
**Рис.1.**  
Принципиальная  
схема бытового-А,  
торгового-В  
холодильников

Объектом исследований были бытовой и торговый холодильники заправленные R290/R600 пропан-бутановой смесью данные на рис.1.

Задачей данных экспериментов явилось установление, что термодинамические свойства пропан-бутановой смеси вписываются в возможности бытового или торгового холодильников, рассчитанных на работу на фреоне-12. Было установлено, что углеводороды имеют отличные термодинамические и транспортные свойства, что обеспечивает высокий холодильный коэффициент и меньшее по сравнению с основными ГФУ потребление электроэнергии оборудованием. Незначительное падение давления в теплообменниках (меньше чем для R22) и хорошие коэффициенты теплопередачи (по сравнению с R22) также могут быть отнесены к преимуществам углеводородов. Чистый пропан и чистый бутан не могут служить заменителями фреона-12. У пропана хорошая нормальная температура кипения  $t_0 = -42,17^\circ\text{C}$ , но при температуре конденсации  $t_k = +55^\circ\text{C}$  как это видно из рис. 5, давление конденсации доходит до 18,4 атм. Это выше допустимого давления заложенного в бытовые или торговые холодильники У бутана при приемлемых давлениях кипения и конденсации высокая нормальная температура кипения  $t_0 = -0,6^\circ\text{C}$ . Этого недостаточно для сохранения качества большинства скоропортящихся продуктов – сливочного масла, рыбы, мяса и др. Следовательно, возникает необходимость смешения этих двух компонентов пропана и бутана для приближения их термодинамических свойств к свойствам фреона-12. Чем выше летняя температура окружающей среды, тем ниже количество пропана в смеси и наоборот, чем ниже летняя температура окружающей среды желательно

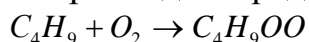
иметь большее количество пропана в смеси. Расчетно-теоретические исследования термодинамических циклов показали, что использование в качестве хладагента этой смеси со значительной неизотермичностью процессов фазовых превращений позволяет повысить энергетическую эффективность системы охлаждения бытового холодильника по сравнению с холодильником, работающем на моно веществе.

*Химические превращения бутана в атмосфере.* В процессе фотохимического окисления гомологов метана возможно появление новых направлений, связанных с наличием углерод-углеродных связей в молекулах алканов. Рассмотрим процесс их окисления на примере бутана:

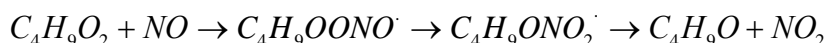


Отщепление вторичного атома идет с большей скоростью, вследствие чего реакция на 85% протекает по второму направлению.

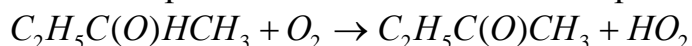
Бутильные радикалы при столкновении с молекулами кислорода образуют соответствующие алкилпероксидные радикалы:



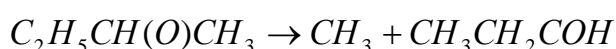
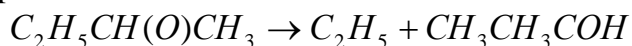
Алкилпероксидные радикалы при взаимодействии с оксидом азота образуют бутоксильные радикалы и бутилнитраты. Эти реакции протекают через стадию образования переходного состояния по схеме:



Бутоксильные радикалы в дальнейшем взаимодействуют с кислородом с образованием карбонильных соединений по реакции:



Часть бутоксильных радикалов расщепляется с образованием соответствующего радикала и альдегида:



Процесс расщепления протекает преимущественно по первой реакции, поэтому в смеси преобладает ацетальдегид.

Для определения оптимального режима работы паровой компрессионной холодильной машины, а также для выявления энергетически выгодной концентрации пропан-бутановой смеси необходимы расчеты холодильных циклов при различных температурах кипения и конденсации с различными концентрациями пропан-бутановой смеси **методом математического моделирования.**

Для определения параметров точек пользуются диаграммами пропана и бутана.

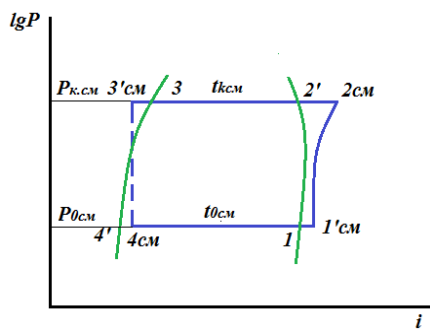


Диаграмма пропана и бутана

Точка  $i1'_{см}$  – энтальпия смеси всасывания паров компрессором;  
 Точка  $i2'_{см}$  – энтальпия сжатия смеси после компрессора;  
 Точка  $i3'_{см}$  – энтальпия жидкой смеси после конденсации и регенеративного теплообменника;  
 Точка  $i4'_{см}$  – энтальпия смеси после дросселирования перед испарителем.

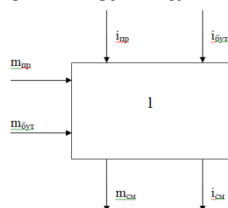
Для вычисления характеристик газовой смеси надо прежде всего знать его состав.

Из диаграмм пропана и бутана нам известны для просчитываемого режима давления, кипения, давления конденсации, температуры кипения, давления конденсации. Температура компонентов смеси одинаковая.

Давление смеси  $P_{см} = P_{пр} + P_{бут}$

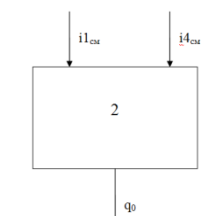
Энтальпия смеси  $i_{см} = i_{пр} + i_{бут}$

Действительная масса всасываемого пара смеси  $m_{см} = m_{пр} + m_{бут}$



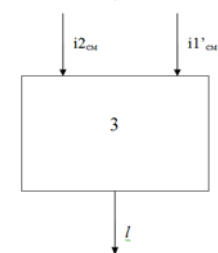
Удельная массовая  
 холодопроизводительность холодильной  
 смеси

$$q_0 = i1_{см} - i4_{см}, \text{ ккал/кг}$$



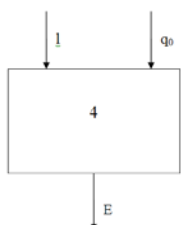
Алгоритм работы, затраченной на  
 адиабатическое сжатие 1 кг пропан  
 бутановой смеси

$$l = i2_{см} - i1_{см}, \text{ ккал/кг}$$



Алгоритм подсчета холодильного  
 коэффициента

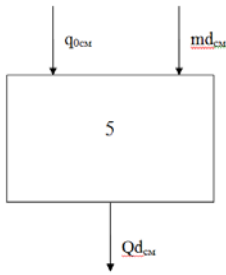
$$E = q_0 / l$$



Алгоритм расчета холодопроизводителя  
 паровой компрессионной холодильной машины,  
 заправленной пропан-бутановой смесью.

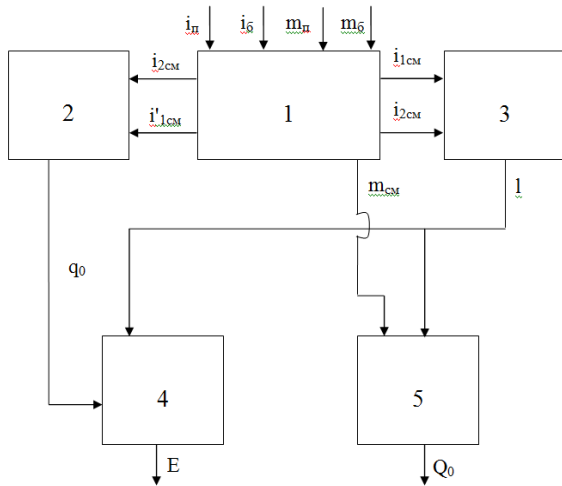
$$Q_0 = q_0 \cdot m_{д.см}, \text{ ккал/час}$$

$m_{д.см}$  – действительная масса всасываемого  
 пара пропан-бутановой смеси



Алгоритм расчета рабочего цикла паровой компрессионной холодильной машины заправленной пропан-бутановой смесью.

Результаты исследований подтвердили эффективность и целесообразность



этой смеси со значительной неизотермичностью фазовых превращений. Исходя из изложенного учитывая летнюю жару г. Ташкента порой превышающую 40°C в тени было решено во избежании высокого давления конденсации выбрать концентрацию смеси пропана 55% и бутана 45%. В холодильных установках показателем сравнения является холодильный коэффициент. Холодильный коэффициент  $\epsilon$  определяется:

$$\epsilon = \frac{Q_0}{N}$$

где,  $Q_0$  – холодопроизводительность установки ккал/час

$N$  – потребляемая мощность квт/час.

Для определения холодопроизводительности бытового холодильника замеряется:

- температура воды в испарителе холодильника перед пуском компрессора –  $t_1, ^\circ\text{C}$ .

- температура воды холодильника через час работы компрессора –  $t_2, ^\circ\text{C}$

$$Q_{o1} = C_{vb}[t_1 - t_2] \cdot V_k$$

где,  $Q_{o1}$  – теплоемкость воды ккал/м<sup>3</sup>.

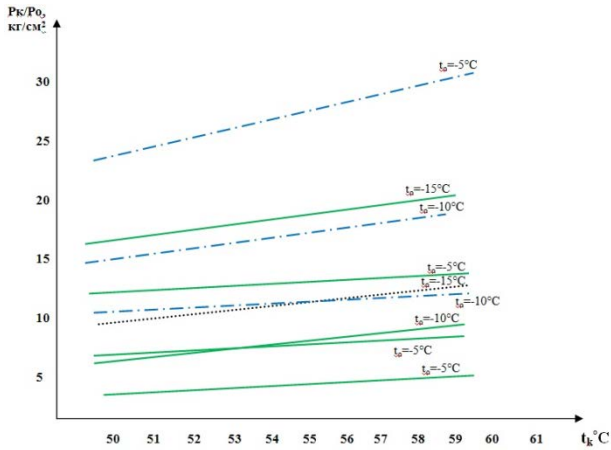
$V_k$  – количество воды помещенного в испаритель

Потребляемая мощность электродвигателя  $N$  замерялась измерительным комплектом.

Рассматривались какие значения при этих режимах имеют разности давлений ( $P_k - P_o$ ), их отношение  $P_k/P_o$ , насколько они согласуются с возможностями конкретных бытовых или торговых холодильных установок.

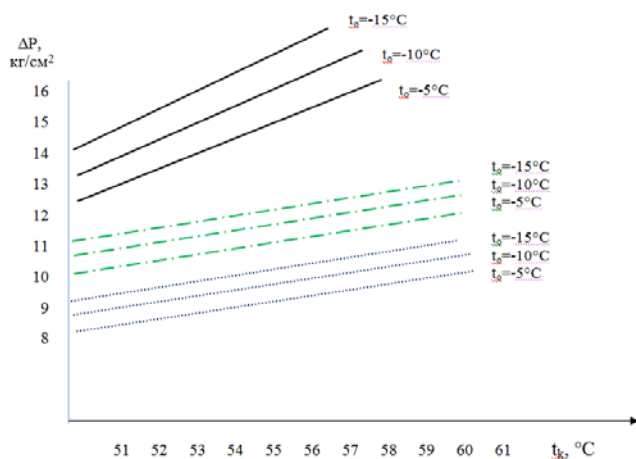
С целью проверки работоспособности, бытовые и витринные холодильники заправлялись пропан-бутановой смесью, несколько раз с различной концентрацией. В испарителе домашнего холодильника загружалось 10 литров воды с температурой 18°-20°C и замерялась скорость понижения его температуры, замерзание и дальнейшее падение температуры

льда. Обе холодильные установки проработали более шести месяцев. Результаты экспериментов, подкорректированные расчетами приведены на рис. 2. и 3. В графиках зависимости отношений давления  $P_k/P_o$ , разности давлений  $(P_k - P_o)$  кг/см<sup>2</sup> в зависимости от изменения температуры конденсации –  $t_k$  °С и температуры кипения –  $t_o$  °С при различных концентрациях пропана и бутана.



**Рис. 2** График зависимости  $t_k \frac{P_k}{P_o}$  при различных температурах кипения, различных концентрациях пропан-бутановой смеси

Из рисунков 2 и 3 видно, что наиболее благоприятным условием для работы холодильной установки, если исходить исключительно из значений разности давлений это соответствует меньшим количеством в смеси пропана. Если исходить исключительно из значений отношения давлений конденсации кипения, то это соответствует большим количеством пропана в смеси. Следовательно, полученные данные рис.2 и 3 необходимо рассматривать совместно, с фреоном-12, для сравнения, что позволит определить оптимальную концентрацию смеси обеспечивающую работоспособность существующих холодильных установок, работающих на фреоне-12. Совмещение графиков (на рис.2 и рис.3) показывает, что наиболее оптимальной концентрацией смеси исходя из значений разности давлений и отношения давлений конденсации и кипения при условиях с жарким климатом, это 55% пропана и 45% бутана.

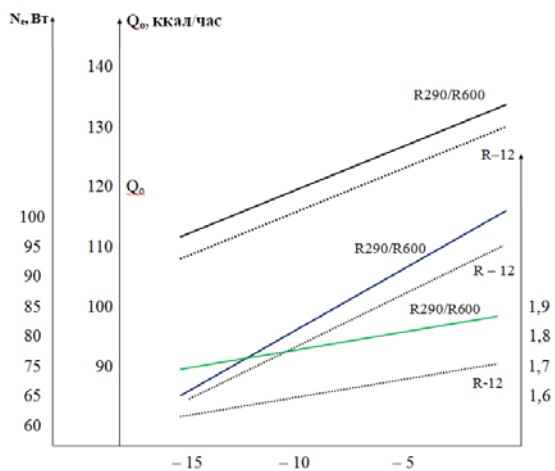


**Рис.3** График зависимости  $P_k - P_o$  от  $t_k$  °С при различных температурах кипения, различных концентрациях пропан-бутановой смеси

Показания бытового холодильника при работе на фреоне-12 уступают при его работе на пропан-бутановой смеси. Холодопроизводительность при работе на пропан-бутановой смеси выше чем при работе на фреоне-12, при этом потребляемая мощность ниже. Это сказалось на величине холодильного коэффициента. При работе бытового холодильника на пропан-бутановой смеси оно выше, чем при работе на фреоне-12.



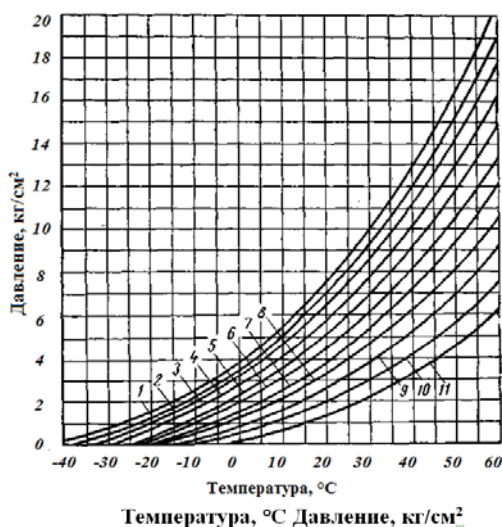
На рис. 4, где дана зависимость холодопроизводительности, потребляемой мощности и холодильного коэффициента бытового холодильника от температуры кипения, при температуре конденсации +50°C.



**Рис.4. График зависимости холодопроизводительности, потребляемой мощности и холодильного коэффициента бытового холодильника от температуры кипения, при температуре конденсации + 50°C**

При этом длина капиллярной трубки холодильника не менялась. Масло (минеральное) в агрегате оставалось такой же как при работе на фреоне-12.

Количество фреона-12 в холодильном агрегате при работе на фреоне-12 заправлялось 95 гр., при работе на пропан-бутановой смеси оно колебалось от 45-50 гр. в зависимости от концентрации пропан-бутановой смеси. Подбор концентрации пропана и бутана в зависимости от температуры окружающей среды можно осуществлять руководствуясь графиком зависимости давления паров смеси от температуры и ее концентрации приведенной на рис.4.



**Рис.5 Зависимость давления паров пропан-бутановой смеси от температуры**

- 1-100% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>;
- 2-90% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+10% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 3 - 80% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 20% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 4 - 70% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 30% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 5- 60% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 40% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 6 - 50% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 50% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 7- 40% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 60% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 8-30% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 70% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; 9-20% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 80% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- 10-10% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+ 90% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; 11- 100%.

Четвертая глава диссертации посвящена «Технико-экономическому обоснованию замены фреона-12 на пропан-бутановую смесь и аммиак». Одним из научных направлений проводившихся у нас в Узбекистане является использование природных углеводородов, в частности, пропан-бутановую смесь можно заправлять в холодильные установки, работающих на ХФУ-12. Благодаря этому впервые в республике разработаны и апробированы в малых холодильных установках применение альтернативной озонобезопасной смеси взамен озонопасному ХФУ-12 холодильный агент пропан-бутановая смесь, полученный из производимого в республике сжиженного газа. Природные углеводороды, в частности пропан-бутановую

смесь можно заправлять в холодильные установки, которые работают на ХФУ-12. В то же время фреон-134а не рассчитан на работу с минеральными маслами, которые применяются в действующих холодильных установках. Нами рассмотрены варианты замены, у нас в стране, фреона-12 на фреон-134а или пропан-бутановую смесь.

1. Стоимость 1 кг. фреона-134а с доставкой в Узбекистана составляет порядка 10 долларов США. Стоимость завозимых в Узбекистана 200 тонн в год фреона-134а составит 2 млн. долларов США. Бытовых холодильников в республике, работающих на фреоне-12, порядка 5 млн. штук. Заправить их ГФУ-134а нельзя, т.е. по мере утечки их них фреон-12, весь парк холодильной техники нужно утилизировать на новый с использованием синтетических масел. При этом ежегодно требуется дозаправить около 10% холодильников. Если принять стоимость одного домашнего холодильника в пределах 100 долларов США, то ориентировочная стоимость домашних холодильников, которые необходимо будет заменить, составит 500 000 холодильников, а их стоимость равна 50000000 долларов США в год. Количество малых холодильных установок по республике, составляет порядка 100000 штук, из них практически половина, как правило, требует ежегодной дозаправки. Стоимость одной такой холодильной установки не менее 500 долларов США. Стоимость затрат от замены малых холодильных установок составит: 50000 холодильников  $\times$  500 = 25000000 долларов США в год. Суммарно требуется 75 000 000 долларов США в год без учета стоимости синтетического масла и сложностей с возвратом тары.

2. При варианте замены ХФУ смесью пропан-бутана, произведенного из местного сырья, затраты состоят в основном из стоимости одного килограмма пропан-бутановой смеси. 1 кг. пропан-бутановой смеси стоит 0,15 долларов США. Соответственно 200 тонн пропан-бутановой смеси составит 30000 долларов США в год. Общие затраты на перезарядку 500 000 домашних холодильников при затратах 0,15 долларов на один холодильник составят около 7500 долларов США в год.

**Использование аммиака в качестве хладагента.** Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха ASHRAE сделало заявление по аммиачному хладагенту, который представлен ниже:

ASHRAE считает, что использование аммиака необходимо для хранения пищевых продуктов и для кондиционирования воздуха. ASHRAE будет предлагать множество программ для защиты экономических выгод хладагент аммиака. Американский стандарт ASHRAE 34, 1997 реклассифицировали на шесть групп хладагентов A1, A2, A3, B1, B2, B3. Аммиак классифицируется как категория B2. Раньше были три группы (A.B.C) в то время, как сейчас их шесть.

Категория B2 означает, что аммиак может быть использован с издержкой до 500 кг в прямых, закрытых системах, даже для госпиталей,

театров, супермаркетов, школ, лекционных залов, отелей, жилищ и ресторанов.

**Были изучены термодинамические свойства аммиака.** Данные таблицы 1. показывают, что хладагент аммиак требует меньший объем компрессора для того же самого выхода других хладагентов. Потребление энергии для аммиака также наименьшее по сравнению с другими хладагентами. Коэффициент сжатия аммиака лучше, чем у других хладагентов. Холодильная температура сжатия выше аммиака.

Таблица 1

Вещество	Давление испарения конденсата	Давление конденсата	Коэффициент сжатия	CompDisp, Liler/sec	Мощность, kW	COP Темп. разгрузки, °C
	Kg/cm <sup>2</sup> A	Kg/cm <sup>2</sup> A				
Аммиак	2.41	11.89	4.94	0.463	0.207	4.84 98
R22	3.03	12.26	4.03	0.476	0.210	4.75 53
R12	1.862	7.581	4.07	0.784	0.213	4.69 38
R134a	1.631	7.850	4.81	0.812	0.226	4.42 43

Термодинамические свойства основываются на – 15°C температуры кипения температуры и 30°C температуры конденсации

Данные приведенные в таблице показывают стойкое преимущество аммиака Более высокая скорость теплообмена означает более меньшие испарители и холодильники для разницы данной температуры между хладагентом и внешней жидкостью.

**Парниковый эффект аммиака.** Глобальное потепление образуется двумя способами:

- Прямое – путем утечки хладагента в атмосферу во время полного цикла системы – выраженная в эквиваленте эмиссии CO<sub>2</sub>.
- Косвенное – из-за утилизированной энергии в генерировании которой CO<sub>2</sub> выделяется в атмосферу. По этой причине, общий эквивалент теплового индекса (TEWI) заключается в утечке плюс потреблении энергии.

Глобальный тепловой потенциал ( GWP) аммиака равен нулю и у него нет прямого парникового эффекта. Очень хорошие термодинамические свойства аммиака и отсутствие прямого парникового эффекта ведет к более благоприятному балансу общего эквивалента теплового индекса аммиачной системы по сравнению с другими хладагентами.

Ожидается, что выбросы органических газов и аммиака не будут иметь широкомасштабных последствий для качества воздуха благодаря замены ОРВ (озоноразрушающих веществ) в холодильном оборудовании и системе кондиционирования воздуха. В этой связи, с одной стороны в целях реализации результатов научных исследований, с другой стороны, подбора для условий нашей Республики в период чилла хладагентов дешевыми, производимыми их у нас в стране хорошими термодинамическими

свойствами, каким является аммиак, в качестве демонстрационного объекта был выбран нами Республиканский Научный центр экстренной медицинской помощи. Нами было предложено руководству РНЦЭМП использовать взамен чиллеров заправленных озонопасных R22, чиллеров которые заправлены небольшим количеством аммиака.

Использование TEWJ возможно с целью выявления наиболее эффективных способов снижения фактического воздействия холодильной системы на парниковый эффект. Основными направлениями этого является:

1) Минимализация требований к величине заправки системы хладагента.

2) Проектирование/подбор холодильной системы и хладагента в наибольшей степени приспособленных для удовлетворения запроса на применение конкретной системы охладений.

3) Оптимизация системы с целью повышения эффективности использования электроэнергии (применение наилучших комбинаций и конструктивных использований элементов системы, используемых для снижения энергопотребления).

В процессе внедрения чиллеров, работающих на аммиаке все перечисленные условия были соблюдены. В качестве примера если аммиак сравнить с фреоном-22, у аммиака теплота пара образования 328 ккал на кг, в то время у фреона-22 56 ккал на кг, разница существенная. Что касается вреда наносимого холодильными агентами окружающей среде коэффициент глобального потепления – GWP у аммиака равен 0, у фреона 22 он составляет 1700. Озоноразрушающий коэффициент ОДП у аммиака равен 0, у фреона 22 он равен 0,50.

Показана возможность применения в качестве хладагента аммиака. В качестве демонстрационного объекта был выбран Республиканский Научный Центр Экстренной медицинской помощи, где сосредоточено много народу. Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи многопрофильный стационар, оказывающий неотложную специализированную помощь по всем основным направлениям экстренной медицины – хирургического, терапевтического, ожогового – токсикологического профилей для взрослых и детей, и представлен 29 клиническими подразделениями общей мощностью 760 коек ( в том числе 80 реанимационных). Представлен корпусами хирургии, терапии, диагностики, педиатрии, оперблока и ожогово-токсикологическим. Центр оказывающий экстренную медицинскую помощь, включая все необходимые диагностические исследования в круглосуточном режиме. Только по РНЦЭМП ежегодно обслуживаются порядка 150 000 пациентов, из них порядка 60 000-70 000 стационарно, проводятся более 14 000 хирургических вмешательств. Для больных, которым оказывается экстренная помощь, конечно же, с медикаментозным лечением необходимы комфортные условия в палате в т.ч. сменность охлажденного воздуха в жаркое время года. До настоящего времени обеспечение комфортной температуры в палатах

достигалась за счет эксплуатации морально и физически устаревших двух чиллеров фирмы «Климовенетта», смонтированных порядка двух десятилетий назад, работающих на озоноопасном холодильном агенте фреон-22. Установочная мощность в режиме работы кондиционирования воздуха порядка 1500квт. В этой связи встал вопрос о замене чиллера с озоноопасным холодильным агентом на чиллер с озонобезопасным холодильным агентом. Есть множество чиллеров, работающих на озонобезопасных фреонах. Но эти фреоны дорогие и производятся за рубежом. В рамках Программы Развития ООН и Глобального экологического фонда «Первоначальное выполнение ускоренного сокращения использования гидрохлорфтор углеводородов (ГХФУ) в регионе стран с переходной экономикой (СПЭ) – Узбекистан» специалистами кафедры «Промышленная Экология» ТХТИ в качестве озонобезопасного холодильного агента был рекомендован аммиак. Но аммиак токсичен, пожаровзрывоопасен и в этой связи узбекскими «Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных установок» запрещены к использованию аммиака для целей кондиционирования воздуха.

Больницы относятся к общедоступным помещениям. А это комнаты, части зданий и помещения, где:

- люди могут спать;
- могут находиться лица с ограниченной возможностью самостоятельного передвижения;
- может находиться неконтролируемое количество людей, причем все они , как правило, не осведомлены о мерах индивидуальной безопасности;

В настоящее время производятся чиллеры, заправленные незначительным количеством аммиака. Для таких чиллеров в т.ч. был разработан межгосударственный стандарт ГОСТ EN378-1-2015. «Системы холодильные и тепловые насосы». Названный ГОСТ разрешает при использовании закрытых промежуточных систем, а также при подборе чиллеров с малым количеством аммиака, смонтированных в чиллерной на расстоянии от лечебных корпусов внедрение в больницах чиллеров, заправленных аммиаком. В этой связи было принято решение о внедрении чиллера с озонобезопасным холодильным агентом аммиака, у которого лучшие термодинамические свойства, он недорогой и производится в Узбекистане. Был подобран охладитель марки ChillPAK МК 3 производства Дании. Агрегат с жидким холодильным агентом, снабженный конденсатором с водяным охлаждением. Пробный пуск агрегата был произведен 29 сентября 2017 года. В настоящее время с начала жаркого периода, чиллер ежедневно эксплуатируется, вода охлаждается до 6-7 градусов по Цельсию. После кондиционеров вода возвращается в чиллер температурой 11-12 градусов по Цельсию. Нагрузка на чиллер составляет 50-57%. Эксплуатируют по договору систему кондиционирования воздуха ООО «Термостат аёзи».

При демонстрации пропан-бутановой смеси и аммиака в качестве хладагента на территории РНЦЭМП приняли участие представители Республиканской Пожарной Академии, которые указали, что ожидается , что

выбросы органических газов и аммиака не будут иметь существенных широкомасштабных последствий для качества воздуха благодаря замены ОРВ в холодильном оборудовании и системе кондиционирования воздуха.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Исследовательские работы проведенные по разработке замены озоноразрушающих хладагентов новыми озонобезопасными хладагентами, пропан-бутановой смесью, полученных на основе местного сырья газосжижающего производства углеводородов позволили разработать следующие выводы:

1. Проведены и разработаны исследования по замене озоноразрушающих хладагентов фреона-12 на озонобезопасные пропан-бутановые смеси и аммиак. Впервые разработаны условия возможности использования озонобезопасных смесей углеводородов пропан-бутана полученных из местного сырья взамен озоноразрушающему фреону-12, и аммиака взамен R22 и определены технические характеристики используемых озонобезопасных хладагентов и аммиака.

2. Согласно ГОСТу 21443-75 «Технические требования и нормы физико-химических показателей постоянных углеводородных газов, поставляемых на экспорт», используемые углеводороды полностью удовлетворяют своими параметрами требования предъявляемые к холодильным агентам и могут быть рекомендованы в малых холодильных установках.

3. Замена озоноразрушающего фреона-12 на озонобезопасную смесь R600 и R290 позволит значительно уменьшить не только вредные выбросы в окружающую среду, но также способствовать экономии валютные исчисляемые десятками тысяч долларов США в год.

4. Разработанные правила техники безопасности заправки агрегатов смесью R600 и R290, должны соблюдаться необходимые меры пожарной безопасности. Участок заправки должен быть максимально возможно изолирован от участков с работами на огне. Безопасной нормой на 1м<sup>3</sup> емкости помещения определено 8гр углеводородного агента.

5. Рекомендованы оптимальная масса заправки холодильника «Самарканд» при работе на R600 и R290.

6. Данная работа может служить в качестве полезного технического руководства для специалистов, занимающихся ремонтом и эксплуатацией малых холодильных установок, работающих на углеводородных холодильных установках.

**ON THE BASIS OF SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES OF DSC.28.03.2018.K/T.04.02 AT TASHKENT  
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**GAPPAROVA ZULFIYA**

**REPLACING OZONE-HAZARDOUS FREON-12 WITH OZONE-SAFE  
FREON, OBTAINED FROM LOCAL RAW MATERIALS**

**11.00.05-Environmental protection and rational  
utilization of natural resources**

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

**Tashkent – 2019**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.PhD/K27.**

The dissertation has been carried out at the Tashkent chemical-technological institute.  
The abstract of dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is available online (www.tkti.uz) Scientific Council and on the website "ZiyoNet" information-educational portal (www.ziyo.net.uz).

**Scientific supervisor:** **Mutalov Shukhrat**  
doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:** **Rakhimov Dilshod**  
doctor of chemical sciences, professor

**Qodirov Khasan**  
doctor of technical sciences, docent

**Leading organization** Institute of general and inorganic chemistry

The defense dissertation will take place on 12 July 2019 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of the Scientific Council on awarding scientific degrees of DSc.28.03.2018.K/T.04.02 at Tashkent chemical-technological Institute (address: 100011, Tashkent, A.Navoi str., 32. Phone: (99871) 244-79-21; Fax: (99871) 244-79-17. E-mail: info@tkti.uz).

The dissertation has been registered in the Information and Resource Center of the Tashkent chemical-technological institute № 75 (Address: 100011, Tashkent, A.Navoi St., 32. Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on 29 June 2019 y.

Protocol at the register № 4 dated 29 June 2019 y.

**L.T.Pulatova**

Deputy Chairman of the Scientific Council for awarding of scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

**Kh.L.Pulatov**

Scientific Secretary of the Scientific Council on awarding scientific degrees, doctor of chemical sciences, docent

**A.S.Sidikov**

Chairman of the scientific seminar under Scientific Council on awarding scientific degrees, doctor of chemical sciences, professor

## **INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)**

**The aim of research** is the development and use of refrigeration technology instead of the ozone-hazardous refrigerant freon-12 ozone-friendly,



environmentally friendly, effective and technically reliable hydrocarbons.

**The objects of research** are propane-butane mixture, refrigeration units, refrigerants.

**The scientific novelty of the research** is manifested in the following:

developed the basis of using ozone-safe propane-butane mixture R600/290 as a refrigerant instead of freon-12;

developed the basis of using ozone-safe ammonia as a refrigerant instead of freon-22 have been developed;

developed and justified the use of propane-butane mixture as a refrigerant, depending on such factors, during their expansion, evaporation to a certain cooling temperature;

theoretically and practically studied and established the optimal concentration of a mixture of R600 and R290 when filling small refrigeration units

**Implementation of the research results.** Based on the results of research on the use of new ozone-friendly refrigerants:

ozone-friendly refrigerants have been developed and introduced at refrigeration units of “ARBA-SAVDO” (Reference of the State Committee on Ecology of the Republic of Uzbekistan No. 02-02/3-406 of June 17, 2019). As a result, the possibility of using propane-butane mixture in small refrigeration units and ammonia in large air conditioning systems has been created;

for the first time, ozone-safe ammonia refrigerant was introduced into the air conditioning system of the RSMCEM (Republican Scientific Medical Center for Emergency Medicine) to cool the room where a large number of people are at the same time. (Reference of the State Committee on Ecology of the Republic of Uzbekistan No. 02-02/3-406 dated June 11, 2019). As a result, the possibility has been created of using the propane-butane mixture as a refrigerant in small refrigeration units and ammonia for large air conditioning systems.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of used literature, applications. The volume of the thesis is 95 pages.

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

## **I бўлим (I часть; part I)**

1. Гаппарова З.Х. Замена озонопасных хладагентов на озонобезопасные холодильные агенты в малых холодильных установках. - Монография, 2016. - 150 с.
2. Гаппарова З.Х., Турсунов Т.Т., Рахимов Х.С. Использование экологически чистых природных углеводородных газов в качестве холодильного агента взамен озонопасного фреона-12//ТДТУ хабарлари, 2002, С.101-105. (02.00.00, №11).
3. Гаппарова З.Х., Муталов Ш.А., Турсунов Т.Т. Использование углеводородных холодильных агентов взамен фреона-12 //Композицион материаллар, № 4, 2018. - С.46-47. (02.00.00, №4).
4. Gapparova Z.X., Mutalov Sh.A., Tursunov T.T. Use of Hydrocarbon Refrigerating Agents in Freon-12 replaments.//Advantced Materials Research, 2019. - С.89-91. (02.00.00, №1).
5. Гаппарова З.Х., Муталов Ш.А., Турсунов Т.Т. Математическая модель расчета действительного рабочего цикла паровой компрессионной холодильной машины заправленной пропан-бутановой смесью// Композицион материаллар, №1, 2019. - С.90-92. (02.00.00, №4).
6. Гаппарова З.Х., Муталов Ш.А. Использование аммиака взамен озонопасных фреонов // Композицион материаллар, №1, 2019. - С.97-99. (02.00.00, №4).

## **II бўлим (II часть; part II)**

7. Гаппарова З.Х. Using of ecological clean refrigeration agent in return for ozone dangerous phreon-12 in conditions of hot climate//Наука в современном мире №7, 2017, С.22-23.
8. Гаппарова З.Х., Рахимов Х.С., Турсунов Т.Т. Использование холодильных агентов// “Умидли кимёгарлар-2008” илмий-техникавий анжумани мақолалар тўплами, 2008. - С.44-46.
9. Гаппарова З.Х., Рахимов Х.С., Турсунов Т.Т. Использование природных углеводородных газов в качестве холодильного агента//Прикладные аспекты химической технологии полимерных материалов и наносистем (Полимер-2009): материалы III-Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных 29–30 мая 2009 года/Алт.гос.техн.ун-т, БТИ.–Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. – 78-83 с.
10. Гаппарова З.Х., Рахимов Х.С., Зайнитдиннова Б.З. Применение озонобезопасных углеводородов в качестве хладона. Сборник трудов региональной Центрально-Азиатской Международной конференции по химической технологии ХТ12, Москва, 2012. - С.450-451.
11. Гаппарова З.Х., Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Турсунов Т.Т. Замена фреона-12 на озонобезопасные углеводородные газы в качестве холодильных агентов// Научно-практический семинар «Парниковые

газы на объектах АО «Узбекнефтегаз» и методы расчета парниковых газов, 2017. - С.16-25.

12. Гаппарова З.Х., Музаффаров Ш. Использование озонобезопасных природных углеводородных газов в качестве холодильного агента // “Умидли кимёгарлар” илмий-техникавий анжумани мақолалар тўплами 2018. - С.311-312.

Автореферат Тошкент кимё-технология институти хузуридаги  
«Кимё ва кимёвий технологиялар» журнали таҳририятида  
таҳрир қилинди

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 85. Буюртма № 65.

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