

**О‘ZLITINEFTGAZ» АЖ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.23/25.08.2021.Т.136.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЛИ АЛЕКСАНДР РОБЕРТОВИЧ

**ГАЗ КОНДЕНСАТ КОНЛАРИНИ ЎЗЛАШТИРИШНИНГ СЎНГГИ
БОСҚИЧИДА ГАЗНИ ЙИҒИШ ВА ТАЙЁРЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

04.00.13 – Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш

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

Тошкент – 2022

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

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

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

Ли Александр Робертович

Газ конденсат конларини ўзлаштиришнинг сўнгги босқичида газни йиғиш ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш.....3

Ли Александр Робертович

Совершенствование технологии сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений.....19

Li Aleksandr Robertovich

Improving the technology of gas collection and treatment at the late stage of development of gas condensate fields.....35

Эълон килинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....38

**О‘ZLITINEFTGAZ» АЖ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.23/25.08.2021.Т.136.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЛИ АЛЕКСАНДР РОБЕРТОВИЧ

**ГАЗ КОНДЕНСАТ КОНЛАРИНИ ЎЗЛАШТИРИШНИНГ СЎНГГИ
БОСҚИЧИДА ГАЗНИ ЙИҒИШ ВА ТАЙЁРЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

04.00.13 – Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш

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

Тошкент – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Республика Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/T2274 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (<https://liting.us/pages/view/77>) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Назаров Улугбек Султанович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Хўжаев Исматулла Қушаевич техника фанлари доктори, профессор Шевцов Владимир Михайлович техника фанлари номзоди
Этакчи ташкилот:	“И. М. Губкин номидаги (МГУ) Россия давлат нефть ва газ университети” Олий таълим федерал давлат автоном таълим муассасасининг Тошкент шаҳридаги (О‘збекистон Республикаси) филиали

Диссертация ҳимояси «O‘ZLITINEFTGAZ», АЖ ҳузуридаги DSc.23/25.08.2021.Т.136.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил 14.07.2022 соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100029, Тошкент ш., Тарас Шевченко кўчаси, 2, тел.: +998712806700; факс +998712566648, e-mail: liting@liting.uz).

Диссертация билан «O‘ZLITINEFTGAZ» АЖнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100029, Тошкент ш., Тарас Шевченко кўчаси, 2, тел.: +998712806700; факс +998712566648, e-mail: liting@liting.uz.

Диссертация автореферати 2022 йил «28» 06 кунни тарқатилди.
(2022 йил «28» 06 даги 2 рақамли реестр баённомаси).



А.Х. Агзамов

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

Р.У. Шафиев

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

Н.Н. Махмудов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда табиий газ конларини жадал ишлатиш ва конлардаги қатлам энергиясининг камайиши муносабати билан, сўнгги йилларда геологик захираларни максимал даражада қазиб олиш мақсадида ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш ва такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Таъкидлаш жоизки, табиий газ қазиб чиқаришнинг янги тизимларини яратиш ва мавжуд тизимларни модернизация қилиш долзарб муаммолардан биридир. Шу сабабли, нефть - газ саноатининг устувор йўналишларидан бири, углеводород хом-ашёсини қўшимча ошириш мақсадида қазиб чиқариш усулларини такомиллаштириш катта назарий ва амалий аҳамиятга эга.

Дунёда конларнинг геологик салоҳиятидан тўлиқ фойдаланиш орқали, истиқболли илмий-технологик қидирув ишларини олиб бориш орқали, табиий газ билан бирга қазиб олинувчи йўлдош сув ва газ конденсатидан максимал даражада ажратиш масалаларида, илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, табиий газ қазиб олишнинг самарали усулларини геолого-газодинамик моделлари, газни йиғиш ва тайёрлаш усуллари ва технологияларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш, ҳамда газ қазиб олиш шароитларининг ёмонлашуви даврида конларни ишлатишнинг амалий тизимларини модернизация қилиш, захиралар миқдорини ортишига ва углеводород базаси ресурсларини тўлдириш орқали, уларни қазиб олиш даражасини оширишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда газ конденсат конларини ишлатишнинг сўнгги босқичида газни йиғиш ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар Стратегиясида “...миллий иқтисоднинг рақобатбардошлигини ошириш,... иқтисодиёт соҳаларида энергия ва ресурс сарфини қисқартириш, меҳнат унумдорлигини ошириш, иқтисодий, ижтимоий ва бошқарув соҳаларига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш”¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада табиий газ қазиб чиқариш усулларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш асосида газ конденсат конларини ўзлаштиришнинг сўнгги босқичида газни йиғиш ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш самарадорлигини ошириш муҳим аҳамият касб этади

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2019 йил 1 февралдаги ПФ-5646-сон “Ўзбекистон Республикаси ёқилғи-энергетика саноатини бошқариш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Фармонлари ва 2019 йил 9 июлдаги ПҚ-4388-сон “Иқтисодиёт ва аҳолини энергия ресурслари билан барқарор таъминлаш, нефть-газ саноати бошқарув тизимини молиявий соғломлаштириш ва такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялари ривожланишининг VIII “Ер тўғрисидаги фанлар” (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом- ашёларни қайта ишлаш) устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Газ-конденсат конларини ўзлаштиришнинг сўнгги босқичида газни йиғиш ва тайёрлаш технологияларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари, техника йўналишидаги университетлар ва турли сепарация ускуналари ва компрессорлар ишлаб чиқараётган технологик компанияларда, шу жумладан Siemens (Германия), State University (АҚШ), Tokyo Institute of Technology (Япония), Россия давлат нефть ва газ университети (Россия), ГазпромВНИИГаз (Россия), Cape Breton University (Канада), Herriott-Watt University (Буюк Британия), Texas A&M University Louisiana (АҚШ), Atyrau Institute of Oil and Gas (Қозоқистон), Azerbaijan Technical University (Озарбайжон), University of New South Wales (Австралия) кабиларда олиб борилмоқда.

Дунёда газни йиғиш, тайёрлаш, сиқиш ва ташиш учун самарали тизимларни ишлаб чиқиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида турли шароитларга ва ишлаб чиқишнинг турли даврларига мос технологияларда ушбу тизимларнинг кўплаб вариантлари яратилди.

Жаҳонда газ-конденсат конларини ишлатишнинг сўнгги босқичлари учун оптимал тизимларни лойиҳалашда табиий газ қазиб олишнинг нисбатан юқори суръатларини ва техник-иқтисодий кўрсаткичларни таъминлашга йўналтирилган масалалар катта аҳамиятга эга.

Қатор хорижий ва маҳаллий олимларнинг, жумладан С.М. Алдошин, Р.Л.Барышкин, А.В.Дунаев, Е.А.Казанцев, Р.Ч.Ли, Т.В.Максимова, В.З.Минликаев, У.С.Назаров, И.К.Хужаев, J.G. Speight, Z.Duan, R.Svoboda каби олимларнинг тадқиқотлари, конларни ишлатишни турли геологик ва гидродинамик шароитларида табиий газ қазиб олишнинг технологик жараёнларини моделлаштиришнинг назарий асослари ва амалий муаммоларини ўрганишнинг турли масалаларига бағишланган. Ушбу олимлар томонидан олиб борилган тадқиқотлар газни йиғиш ва тайёрлаш технологияларини такомиллаштириш, конларни ишлатишнинг сўнгги босқичида газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва ташиш тизимларининг фаолияти ва уларни оператив бошқарувини таҳлил қилиш усулларини ишлаб чиқиш йўналишида амалга оширилган.

Шу билан бирга, бир қатор ютуқларга ва олинган натижаларга қарамай, қатлам энергиясини камайиши юқори бўлган конларни ишлатишда фойдаланиш билан боғлиқ масалалар тўлиқ ўрганилмаганлигини кўрсатмоқда.

Амалдаги газодинамик моделларни газни йиғиш, сиқиш ва ташиш тизиларида, мукамал даражада қўлланилиш имкони мавжуд эмас, чунки ушбу моделларни қўллаш қазиб олинган углеводород хомашёсини тайёрлашдаги, босим ва ҳарорат диапазонларининг тушиши имконияти билан чекланган.

Диссертация ишида, углеводород хомашёси захираларида аномал паст қатлам босими шароитида, газ-конденсат конлари (ГКК) газ конденсат конларини ўзлаштиришнинг сўнгги босқичида газни йиғиш ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш технологияларини таҳлил этиш ва тезкор бошқариш учун мос моделлар ва алгоритмларни қуриш мақсадида, газни йиғиш, сиқиш ва ташиш жараёнларининг мураккаб технологик объект шаклидаги газодинамик моделлар умумлаштирилган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти "О'ZLITINEFTGAZ" АЖ нинг илмий-тадқиқот ишлари режасининг 51/420-РП-2018 «Жанубий Кемачи конида газ ички транспорти ва йиғиш тизимларини лойиҳалашнинг технологик ечимлари» (2018), 51/109-РП-2019 «Зеварда конида газ ички транспорти ва йиғиш тизимларини СКС (сиқувчи компрессор станция) қурилиши билан лойиҳалашнинг технологик ечимлари» (2020), 51/111-РП-2019 «Алан конида газ ички транспорти ва йиғиш тизимларини СКС қурилиши билан лойиҳалашнинг технологик ечимлари» (2020), 51/113-РП-2019 «Денгизкўл конида газ ички транспорти ва йиғиш тизимларини СКС қурилиши билан лойиҳалашнинг технологик ечимлари» (2020) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади газ конденсат конларидан табиий газ қазиб олишнинг нисбатан юқори ҳажмларини сақлашни таъминлаш учун қатлам энергиясининг камайиши шароитида газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатиш технологиясини ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатиш технологияси орқали газ-суюқлик оқимларининг ҳаракатини таҳлил қилиш ва қазиб чиқаришдаги муаммоларни аниқлаш;

конларни ишлатишнинг ўзгарувчан шароитларида газни йиғиш ва сиқиш технологияси параметрларини ҳисоблаш методикаси ва газ динамик моделини ишлаб чиқиш;

газ қазиб чиқаришнинг қатлам энергияси пасайиш даврида газ ва газ-конденсат қазиб чиқариш кўрсаткичларини максимал даражада ушлаб туриш учун ишлатилаётган конларни модернизация қилиш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш;

қатлам энергиясининг юқори даражада пасайиши шароитида конларни ишлатиш кўрсаткичларини, газни тайёрлаш технологик параметрларига таъсири даражасини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида газ-конденсат конларидаги газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатиш технологияси олинган.

Тадқиқотнинг предмети «қатлам – кудуқ – газни тайёрлаш қурилмаси – СКС» мураккаб газодинамик тизими, усуллари, таҳлил қилиш процедуралари ва истиқболда газ конденсати конларининг эксплуатация қилиш кўрсаткичларини прогноз қилиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида газодинамик моделлаштириш, маълумотларга статистик ишлов бериш ва табиий газ қазиб олиш параметрларини тизимли таҳлил қилиш усулларидан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қатлам энергиясининг пасайиши шароитларида газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатиш технологиясини газодинамик модели ва ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

газ ва газ конденсати қазиб чиқариш суръатини юқори даражада ушлаб туриш учун узок ишлатилаётган конларни модернизация қилишга доир янги технологик ечимлар ишлаб чиқилган;

газ конденсат конларида газ транспорти тизимидаги босим йўқотишларини камайтириш мақсадида конларни ишлатишнинг сўнгги босқичида газни тайёрлаш қурилмаларида газ сифатининг янги кўрсаткичлари аниқланган;

газ динамик моделлаштириш асосида конларни ишлатишнинг сўнгги босқичида паст ҳароратли сепарация қурилмаси ёрдамида газни сифатли тайёрлаш режимининг рационал технологик параметрлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

вақт бўйича ўзгарувчан параметрларга эга газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатишнинг қўйи тизимлардан ташкил топган ягона технологик тизимининг технологик иш режимини ҳисоблаш методологияси ишлаб чиқилган;

қатлам босимининг аномал даражада тушиши шароитида газ-конденсат конларидан газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва ташиш тизими параметрларининг ўзгаришини баҳолашнинг бутун технологияларини иш режимларини тезкор бошқариш имконини берувчи методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги

Муборак НГКЧ бошқармасига қарашли Зеварда, Алан ва Денгикуль конларида газ қазиб олиш технологияларини такомиллаштиришнинг ишлаб чиқилган услубий асослари муваффақиятли синовдан ўтказилганлиги илмий ёрдам билан қатлам энергиясини пасайиши шароитларида газ конденсати конини жиҳозлаш объектларини лойиҳалаш ва улардан фойдаланиш, газни йиғиш ва сиқиш технологиясини лойиҳалаш бўйича тасдиқланган технологик ечимлар ва газни тайёрлаш қурилмаларини ишлатиш

регламентлари билан исботланган ва энергия ресурсларни тежаш ва газни сифатли тайёрлашни амалга ошириш билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қатлам энергияси пасайиши шароитида газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатишнинг рационал технологияларни танлашнинг услубий ва алгоритмик таъминоти яратилганлиги ва у қолдиқ газ захирасини олишни таъминлаши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти газ-конденсат конларини ишлатишнинг сўнгги, босқичида қатлам энергияси ва ер усти компрессор агрегатлари тузилмаларидан самарали фойдаланиш йўли билан конларни эксплуатация қилишнинг давомлилиги таъминланишига хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.

Газ конденсат конларни ўзлаштиришнинг кечки босқичида газни йиғиш, ва тайёрлаш технологияларини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

газни йиғиш ва узатиш технологияларини лойиҳалаштириш учун ишлаб чиқилган технологик ечимлар “2017-2021 йилларда углеводород хомашёсини қазиб чиқаришни ошириш дастурининг Бизнес-режасига (II босқич)” киритилган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2021 йил 19 октябрдаги 03-17-5/156-сон маълумотномаси). Натижада, Зеварда ва Алан конларида маҳсулот газ қазиб чиқаришнинг амалдаги ўсишини 337,157 млн. м³ ташкил этиш имконини беради;

Денгизкўл конидан хомашё газ ва конденсат ишлаб чиқаришни кўпайтириш бўйича технологик лойиҳа “2017-2021 йилларда углеводород хомашёсини қазиб чиқаришни ошириш дастурининг Бизнес-режасига (II босқич)” киритилган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2021 йил 19 октябрдаги 03-17-5/156-сон маълумотномаси). Натижада, Денгизкўл конида 2020-2030 йиллар даврида хомашё газини қазиб чиқариш ўсишини 7483.32 млн. м³ ва газ конденсат 6.69 минг тонна ошиши имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотларнинг асосий натижалари 2 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларини эълон қилиниши.

Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган. Шулардан: 5 та илмий журналлардаги мақолалар, 8 та тезис, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та илмий мақола, жумладан 4 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми.

Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 115 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **“Газ-конденсат конларида газ қазиб олиш ҳажмининг пасайиши даврида газни йиғиш ва тайёрлаш технологияларини хусусиятлари”** деб номланган биринчи бобида газ қатлами босимининг пасайиши шароитларида турли даражаларда ўзаро ва ташқи муҳит, шунингдек, газ-конденсати конларининг асосий ер усти қурилмалари билан алоқага киришувчи катта миқдордаги элементлар (қудуқлар, газни комплекс тайёрлаш қурилмалари (ГКТҚ), сиқувчи компрессор станциялари, газ қувурлари ва бошқалар)дан ташкил топган мураккаб тизимни акс эттирувчи газ-конденсат конларидан фойдаланиш ҳолати таҳлил қилинган. Олиб борилган ишлар таҳлили тизимнинг алоҳида элементларини тадқиқ қилишдан конларни ўрганишнинг турли босқичларида газ ва унинг конденсатини қазиб олиш объектлари ҳисобланган мураккаб технологик объектларнинг сабаб-оқибат алоқаларини комплекс тарзда ўрганишга ўтиш заруриятини кўрсатмоқда.

Илмий манбалар ва газ қазиб олиш объектларининг асосий хусусиятлари таҳлилига асосланиб, қатлам энергиясининг пасайиши даврида конларни ишлатиш самарадорлигини пасайтирадиган бир қатор хал этилмаган муаммолар мавжудлиги аниқланди. Бу муаммолардан асосийлари қуйидагилардир:

маълумотларнинг тўлиқ эмаслиги ҳолида газни йиғиш, тайёрлаш ва ташиш тизими учун тузилган газ динамик моделларининг ҳақиқий жараёнларга мос келмаслиги, бу ўз навбатида, газ конденсати конларини лойиҳалаш, ишлатиш ва улардан фойдаланишда қўлланиладиган тезкор маълумотларнинг сифатини шубҳа остига кўяди;

конларда қатлам босимининг пасайишида коннинг газни йиғиш, тайёрлаш ва узатиш тизими технологик режими параметрлари ўзгаришининг юқори динамикаси;

қатлам энергиясининг тушиши шароитида газ-конденсат конларини лойиҳалашда услубий ёндашувлар орасидаги номутаносибликлар мавжудлиги.

Газ-конденсат конларини ишлатишнинг сўнгги босқичида углеводород қазиб олиш тизими иккита асосий йўналишда такомиллаштиришни тақозо этади: қудуқлардан олинаётган маҳсулот бирлигига энергия сарфини тежаш ва техник воситалар, технологиялардан фойдаланган ҳолда ишлаб чиқаришни бошқаришнинг мақбул тизими билан таъминлаш. Турли

муаллифлар томонидан олиб борилган тадқиқотларнинг ўзига хос томони шундан иборатки, уларнинг барчаси доимий газ қазиб олиш даврида газни йиғиш, тайёрлаш ва узатиш тизимлари самарадорлигини ошириш масалаларини ўрганишга қаратилган. Айтиш пайтда, конларни эксплуатация қилишнинг ҳақиқий кўрсаткичлари таҳлили конларни рентабеллик билан ишлатишни таъминлаш учун газ қазиб олишнинг пасайиши даврида янги ёндашувларни қўллаш зарурлигини кўрсатмоқда. Бундай шароитларда табиий газ захираларини қазиб олишнинг рентабеллиги, газ конденсати конларида қатлам энергиясининг камайиши шароитида йиллик газ қазиб олишнинг сезиларли даражада камайишига йўл қўймаслик шarti билан ишларни ташкил этиш зарурлигини олдиндан белгилаб беради.

Юқоридаги хулосалар ушбу диссертациянинг мақсадини белгилашга олиб келди, у ишлатилаётган газ-конденсат конларининг табиий газ қазиб олишнинг нисбатан юқори ҳажмини таъминлаш учун конларда қатлам энергиясининг юқори даражада пасайиши шароитларида технологик иш режимларини назорат қилиш учун газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва ташишнинг оптимал тизимини ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришга бағишланган.

Диссертациянинг **"Газ-конденсат конларини ўзлаштириш тизимини тизимли моделлаштириш ва ҳисоблаш алгоритми"** деб номланган иккинчи бобида турли газ динамик тизимларни "қатлам сифими – қудук танаси - ер усти жиҳозлаш" интеграллашган ҳисоблаш услуби жиҳатларини ишлаб чиқишга бағишланган. Газ динамик тизим ўз моҳиятига кўра функционал ва ташкилий жиҳатдан кўп даражали иерархик тузилма ҳисобланади. Газ ишлаб чиқариш объектларининг ишлаш жараёнларини тизимли моделлаштириш муаммоларини ҳал қилиш углеводород тизимининг берилган оқим хусусиятлари учун газ босими ва ҳарорати асосий параметрларини баҳолаш билан боғлиқ.

Қудук усти газ босимининг технологик параметрларини аниқлаш зарур бўлганида текшириш ҳисоб-китобларини ўтказиш учун табиий боғлиқликлар бўйича газнинг қудукдан шлейфга узатилиши биномиал филтрлаш қонунига асосан тавсифланади:

$$Q(t) = \frac{-a\mu_{cp}Z_{cp} + \sqrt{(a\mu_{cp}Z_{cp})^2 - 4(bz_{cp} + \theta)(p_{уст}^2(t)e^{2s} - p_{пл}^2(t))}}{2(bz_{cp} + \theta)}, \quad (1)$$

бу ерда, a – қатламнинг филтрлашга қаршилик коэффиценти (филтрлаш қаршилигининг ёпишқоқ компоненти); b – филтрлашнинг қаршилик коэффиценти (филтрлаш қаршилигининг инерт компоненти); μ_{cp} – газнинг нисбий қовушқоқлиги; z_{cp} – газ сиқилувчанлиги коэффиценти; $P_{уст}(t)$ – қудук усти босими; $Q(t)$ – қудук бўйича газ дебити; $P_{пл}(t)$ – қатлам босими; θ – фаввора қувурларининг гидравлик қаршилик коэффиценти; s – коэффицент; t – конни ишлатиш йили.

Ушбу боғлиқликдан шакл алмаштиришлар билан қудук усти босимини ҳисоблаш имконини берадиган формула келиб чиқади:

$$p_{уст}(t) = \sqrt{\frac{(-a\mu_{cp} z_{cp})^2 + 4(bz_{cp} + \theta)p_{пл}^2(t) - (Q(t)2(bz_{cp} + \theta) + a\mu_{cp} z_{cp})^2}{4(bz_{cp} + \theta)e^{2S}}}. \quad (2)$$

Қудуқ дебитининг босим ва ҳарорат параметрларига боғлиқлигининг таҳлили шуни кўрсатдики, қудуқ бошида босимнинг пасайиши билан газ-конденсат қудуқларида оқим тезлиги ошади ва қудуқ усти газ босими геологик захиралар тугаши даврида уни узатишга имкон бермаслигини ҳисобга олган ҳолда сиқувчи компрессор станциялари орқали газни самарали сиқишни ташкил этишнинг турли вариантларини кўриб чиқиш тақозо этилади. Ушбу ҳолатдан келиб чиқиб, конларнинг ер устини жиҳозлаш тизимларида босим йўқотишларини максимал даражада камайтириш учун компрессор станциясини ўрнатиш нуқтасини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга.

Газ-конденсат конини ишлатиш кўрсаткичларининг самарадорлигини ошириш учун компрессор чиқишида (ГКТҚга киришда) газ босимини таъминлаган ҳолда кирувчи тармоқлар блоки (КТБ) ҳудудида компрессорни жойлаштириш тизими кўриб чиқилди. Компрессорни ўрнатиш жойи "қудуқ усти – шлейф – СКС - ПХСҚга кириш" тизимидаги стационар газ оқими қонунидан аниқланди.

Қудуқ усти босими, шлейф параметри ва қудуқ шлейфининг узунлигига нисбатан газни сиқиш ўртасидаги муносабатдан СКС жойлашиш нуқтасини аниқлаш мумкин ва у қуйидагича ифодаланади:

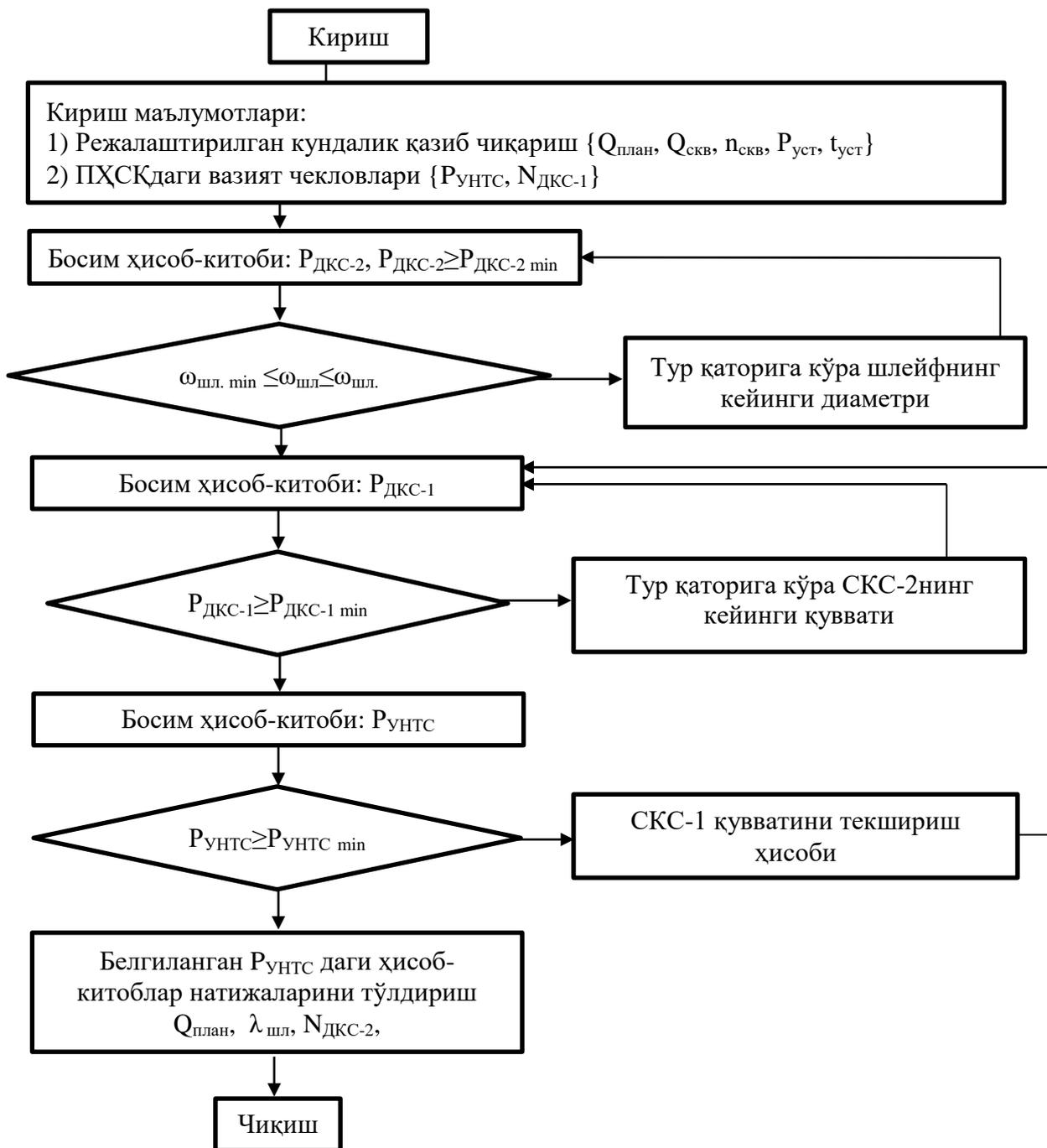
$$L_i = \frac{10,8 \cdot 10^3 E^2 d^5}{Q_{i\text{скв}}^2 \lambda_{гр} \Delta z_{cp} T_{cp}} * \left(P_{уст}^2 - \left(\frac{P_{унтс}}{\left(\frac{\eta_{дкс-1} N_{дкс-1} \eta_{м дкс-1} \eta_{пол дкс-1}}{14,4 Q_{i\text{план}} z_{ндкс-1} T_{ндкс-1}} + 1 \right)^{0,3}} : \left(\frac{\eta_{дкс-2} N_{дкс-2} \eta_{м дкс-2} \eta_{пол дкс-2}}{14,4 Q_{i\text{план}} z_{ндкс-2} T_{ндкс-2}} + 1 \right)^{0,3}} + 1 \right)^2 \right), \quad (3)$$

бу ерда $Q_{i\text{скв}}$ – қудуқ бўйича газ дебити; z_{cp} – газ сиқилувчанлиги коэффиценти; $P_{уст}$ – қудуқ усти босими; d – шлейфнинг ички диаметри; λ – гидравлик қаршилик коэффиценти; L_i – шлейфнинг узунлиги; T_{cp} – шлейфдаги газ ўртача ҳарорати; E – суюқлик мавжудлиги сабабли шлейфнинг ўтказувчанлигини пасайтириш коэффиценти; $\eta_{дкс-1}$ – СКС-1да компрессорлар сони; $N_{дкс-1}$ – СКС-1 компрессорнинг қуввати; $Q_{i\text{план}}$ – лойиҳа бўйича газ дебити; $\eta_{м дкс-1}$ – СКС-1 сиқув компрессор блокининг механик фойдали иш коэффиценти (ФИК); $\eta_{пол дкс-1}$ – СКС-1 компрессор агрегатининг политроп фойдали иш коэффиценти; $z_{ндкс-1}$ – СКС-1нинг сиқиш коэффиценти; $T_{ндкс-1}$ – СКС-1даги газнинг ҳарорати; $\eta_{дкс-2}$ – СКС-2да компрессорлар сони; $N_{дкс-2}$ – СКС-2 компрессорнинг қуввати; $\eta_{м дкс-2}$ – СКС-2 сиқув компрессор блокининг механик фойдали иш коэффиценти (ФИК); $\eta_{пол дкс-2}$ – СКС-2 компрессор агрегатининг политроп фойдали иш коэффиценти; $z_{ндкс-2}$ – СКС-2нинг сиқиш коэффиценти; $T_{ндкс-2}$ – СКС-2даги газнинг ҳарорати.

Қудуқни жойлаштириш нуқтаси шлейфнинг диаметрига боғлиқлигини, шунингдек, турли узунликдаги қудуқларнинг маълум миқдори СКСга уланишини ҳисобга олган ҳолда СКС жойлаштириш нуқтасининг ўзи ўртача узунлик сифатида аниқланади:

$$L_{i \text{ ср.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i. \quad (4)$$

Металл минимал истеъмоли мезонига кўра, коллектор тизимларининг энг самарали жойлашувини рационал лаштириш масаласини ечиш қуйидаги блок-схема бўйича, шлейфлардаги босим йўқотишларини минималлаштириш технологик мезонига кўра, турли қудуқ усти босимларда ишлайдиган қудуқлар тизимининг белгиланган технологик иш режимларини боғловчи жараёни ҳисоблаш алгоритми ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш билан амалга оширилди (1-расм).



1-расм. Конни ўзлаштириш кўрсаткичларига таъсир қилувчи газни йиғиш ва сиқиш тизимининг рационал технологик параметрларини ҳисоблаш учун блок-схемаси (муаллиф Ли А.Р., 2021 йил)

(4) формуладан келиб чиққан ҳолда, СКСни жойлаштириш учун рационал нуқтани танлаш конни ишлатишнинг турли даврларида СКС бўйича умумий берилган иш режими ва техник-иқтисодий кўрсаткичлар билан боғлиқдир. Шу муносабат билан газ йиғиш тизимининг шлейфларини қуриш учун рационал ечимни аниқлаш ва СКС қувватини техник-иқтисодий кўрсаткичлар бўйича бир нечта вариантларни таққослаш асосида қўллаш керак. Ушбу тамойилларга асосланиб, СКСни ўрнатиш учун ҳисоб-китоб

вариантлари газ қувурининг диаметри ва СКСнинг сиқилиш нисбати билан боғлиқ бўлиши кераклиги аниқланди.

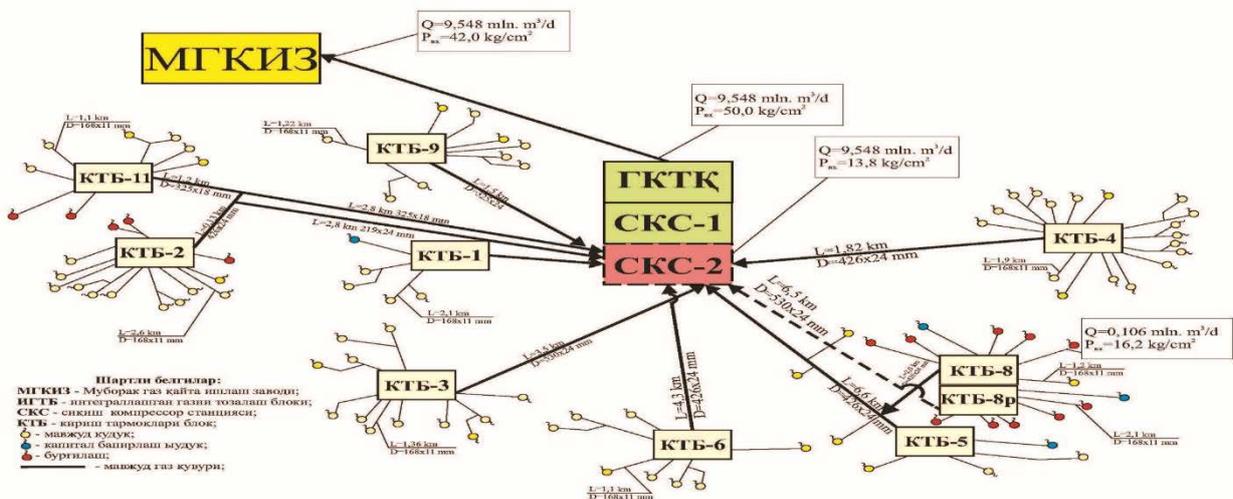
Зеварда конида ушбу ёндашувни қўллаш натижасида 2021 йилнинг апрель-июль ойлари учун ишлаб чиқаришнинг амалдаги ўсиши кузатилди ва товар гази бўйича ўсиш 100,061 млн.м³ ни ташкил этди.

Диссертациянинг "Газ қазиб олувчи коннинг иш режимини модернизация қилиш ва технологик параметрларини ҳисоблаш учун технологик ечимлар" деб номланган учинчи бобида Зеварда, Алан ва Денгизкўл конларида қўлланиладиган газ йиғиш ва сиқиш тизими иш режимининг технологик параметрлари ҳисоб-китоб натижалари келтирилган.

Қатлам энергиясининг табиий (фойдаланиш вақтида) камайиши муносабати билан табиий газни белгиланган минимал шароитларда тайёрлаш ва СКС-1 га узатиш учун Зеварда, Алан ва Денгизкўл конлари ҳудудларида паст босимли СКС-2 қуриш таклиф этилди.

"Қудуқ – шлейф – газни тайёрлаш ва сиқиш" тизимидаги газ ҳаракатини таҳлил этиш натижаларига кўра, конларда қатлам босимининг паст қийматлари туфайли қудуқнинг технологик режимларини тартибга солиш имкониятлари нисбатан пастлиги аниқланди.

Бундай шароитда конларни ер усти ишлатиш тизимларида босимнинг минимал йўқотишлари мезонига кўра газ динамик моделлар ишлаб чиқилган бўлиб, бу фойдаланишга бирлаштирилган конларнинг режим ва технологик хариталарини тузиш имконини беради (2-расм).



2-расм. Зеварда конида газ ишлаб чиқариш тезлигини максимал даражада сақлаб туруш учун гидравлик қаршиликни баҳолаш усулини қўллаш (муаллиф Ли А.Р., 2020 йил)

Тизимда ишлаб чиқилган усул бўйича газ динамик ҳисоб-китоблар амалга оширилди. Зеварда газ конденсат конида нурли газни йиғиш схемаси қўлланилган. Лойиҳа қудуқларидан (16 нафар) маҳсулот йиғиш диаметри 168 мм ва умумий узунлиги 10,5 км бўлган Зеварда кирувчи тармоқлар ипига уланган лойиҳалаштирилаётган шлейфлар бўйлаб амалга оширилиши тавсия этилди.

Ҳисоб-китоблар, конларни модернизация қилиш бўйича комплекс чора-

тадбирларни амалга ошириш орқали, ҳаттоки қатлам энергиясининг пасайиб бориши шароитларида ҳам табиий газ қазиб олиш суръатларини ошириш мумкинлигини кўрсатди. Бу комплекс чора-тадбирлар қуйидагиларни ўз ичига олади:

мавжуд қудуқларни қўшимча бурғилаш ва капитал таъмирлаш;

мавжуд станцияларни юқори босимли газ билан таъминлаш учун паст босимли СКС ни қуриш;

кон коммуникацияларининг ўтказувчанлигини ошириш билан газ йиғиш тизимини кенгайтириш.

Юқоридаги жараёнлар бўйича тадқиқотлар ва уларни аномал даражадаги паст қатлам босими билан ишлайдиган газ-конденсат конларини қўшимча ишлатиш лойиҳаси фаолиятига татбиқ этиш конни ишлатишнинг якуний босқичида газ қазиб олишнинг пасайиш суръатини қисқартириш имкониятини бериши исботланди.

Ишлаб чиқилган ечимлар конларни ишлатишни лойиҳалаш вазибаларини ер усти объектлари тизимини лойиҳалаш вазибалари билан интеграцияланган ҳолда комплекс бирлаштириш заҳираларни тўлиқ ишлатиш даврида конларни эксплуатация қилишда прогноз кўрсаткичларининг энг ишончли сценарийсини беришини кўрсатди.

Диссертациянинг **“Газ-конденсат конларини қазиб олишнинг камайиши даврида газни тайёрлаш ва ташиш технологияларини такомиллаштириш”** деб номланган тўртинчи бобида газ олиш динамикасининг газни тайёрлаш ва ташиш кўрсаткичларига таъсирини ўрганиш натижалари келтирилган.

Конларни ишлатиш жараёнида ер усти қисми тизимларида иқтисодий йўқотишларни камайтириш мақсадида газни бирламчи тайёрлашда коннинг ўзида томчили суюқликларни утилизация қилиш ва газни якуний тайёрлаш қайта ишлаш заводида амалга ошириш таклиф этилди.

Олтингугурт миқдори паст конлардан Муборак ГҚИЗ га газ узатиш тизимини ўрганиш шуни кўрсатдики, станцияга киришда газнинг минимал ҳарорати $+17^{\circ}\text{C}$ дан паст эмас. Олтингугурт миқдори паст конлардан газни сиқиш ва қайта ишлаш учун эксплуатация харажатларини камайтириш учун газнинг шудринг нуқтасини бир фазали ҳолатда ташишни таъминлаган ҳолда $+15^{\circ}\text{C}$ даражасида ўрнатиш таклиф этилди.

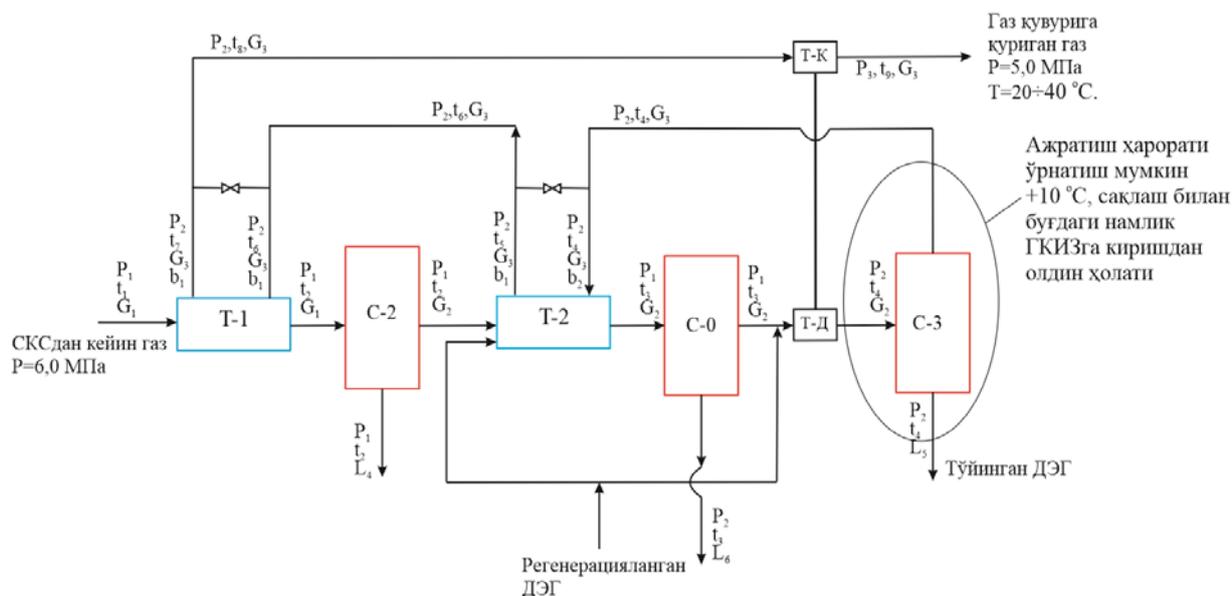
Зеварда, Алан ва Култак конларида олиб борилган илмий тадқиқот ишлари шуни кўрсатдики, газни тайёрлаш тизимидаги босим 1,0 МПа гача тушиши ҳолида сепарация температурасини $+10^{\circ}\text{C}$ гача таъминлаш мумкин, бу эса ўз навбатида қувурларда суюқлик пайдо бўлиши ва газ гидратлари ҳосил бўлишини минималлаштириш имконини беради.

Коннинг ўзида газни тайёрлашнинг ушбу усули яна шу билан асосланадики, тайёрланган газ таркибидаги газ конденсати миқдорини камайтиради, ҳамда конлардаги газнинг энергиясидан минимал фойдаланган ҳолда газни қайта ишлаш заводи кириш қисмидаги босимни кўтариш имконини беради.

Газни қайта ишлаш заводларида олтингугуртдан тозаландан сўнг

гликоль қурилмаларида қуритиш ёки сунъий совуқлик ёрдамида ёки турбодетандер қурилмаларида газнинг бутун ҳажмини совутиш орқали О'з Dst 948:2016 талабига мос газ сифатига эришилади.

Зеварда газ-конденсат кони мисолида қатлам энергияси тушиш даврида турбодетандер моноблочки агрегати билан сиқув компрессор станцияси технологик циклига уланган паст ҳароратли сепарация қурилмасининг приципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди (3-расм).



3-расм. Газни тайёрлаш учун рационал энергия (босим) ҳаражатлари схемаси (муаллиф Ли А.Р., 2020 йил)

3-расмда G_0 – сепарациянинг биринчи босқичи C-1га келаётган газнинг миқдори; L_0 – сепарациянинг биринчи босқичидан ажратилган конденсатнинг миқдори; G_1 – сепарациянинг биринчи босқичига келаётган газнинг миқдори; G_2 – иссиқлик алмаштиргичнинг биринчи босқичига келаётган газнинг миқдори; G_3 – қарама-қарши томондан узатилайётган газнинг миқдори; L_4 – C-2 сепаратордан ажралиб чиққан конденсатнинг миқдори; L_5 – C-3 сепаратордан ажралиб чиққан конденсатнинг миқдори; P_1, P_2 – ПХАга кириш ва чиқиш босими; $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t$ – газнинг ҳарорати; η – ТДнинг фойдали иш коэффиценти; t_s – газнинг изоэнтропик кенгайишининг назарий ҳарорати; k_1, k_2 – Т-1 ва Т-2 иссиқлик алмаштиргичнинг иссиқлик алмаштириш коэффицентлари; F_1, F_2 – Т-1 ва Т-2 иссиқлик алмаштиргичларинг иссиқлик алмашиш юзаси; b_1, b_2 – Т-1 ва Т-2 иссиқлик алмаштиргич қувурлари оралиғидаги газ сарфи.

Ишлаб чиқилган блок-схема ПХСҚ рационал иш технологик параметрларини аниқлаш имконини беради. Газни тайёрлаш тизими параметрларининг ўзгариши газ-конденсат аралашмаси фазавий ҳолатининг ўзгаришига олиб келади.

Газ ҳароратининг ўзгармас босимда пасайиши углеводородлардан бир қисмининг суяқ фазага ўтиши билан кечади. ГКТҚда босим пасайиши газнинг газ қувурига киришидаги босимини оширади.

Қувурлардаги босимнинг пасайиши улардан хавфсиз фойдаланиш имконини яратади.

1-жадвал

Зеварда конидаги паст ҳароратли сепарация қурилмасининг рационал технологик режими

№	Давр номи	С-101		С-102		С-0		С-103		ПҲС дан чиқиш	
		Р, МПа	t, °С	Р, МПа	t, °С						
1	Ўсувчи қазиб чиқариш	10,0	50,0	9,9	23,0	-	-	5,7	-10,0	5,5	40
2	Ўзгармас қазиб чиқариш	10,0	50,0	9,9	23,0	-	-	5,7	-10,0	5,5	40
3	Тушувчи қазиб чиқариш (таклиф қилинган режим)	0,5	50,0	6,0	17,0	5,8	17	4,5	+10	5,0	45

Ишлаб чиқилган технологик схемалар асосида Зеварда конида ПҲС тизимининг ишлаш режими ҳисоблаб чиқилди (1-жадвал) ҳамда “МГҚИЗ” гача бўлган газ қувурларининг гидравлик ҳисоби 2030-йилгача истиқбол даври учун ҳисоблаб чиқилди. Ҳисоб-китоблар натижалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Конлараро газ қувурларини ишлаш режимнинг рационал гидравлик параметрлари

Q, млн. м ³ /сут.	Диаметр, мм	Узунлиги, км	Газнинг бошланғич параметрлари		Газнинг якуний параметрлари		Тезлик, м/с
			Р _н , МПа	t _н , °С	Р _к , МПа	t _к , °С	
Зеварда III тармоғи - МГҚИЗ							
9,5	1020	60,0	5,0	40,0	4,45	29,1	3,2

Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, қувур ўтказувчанлиги 2020-2030 йилларда лойиҳаланаётган газ ҳажмларини узатиш учун етарли бўлиб, МГҚИЗ киришида босим 4.2 МПа ни ташкил қилмоқда ва конлараро газ қувурларини кенгайтириш ишлари талаб этилмайди.

ХУЛОСА

Илмий тадқиқотлар асосида қатлам энергиясининг юқори даражада пасайиб бориши даврида ишлаётган газ-конденсат конларининг технологик иш режимларини бошқариш, табиий газ ишлаб чиқаришнинг нисбатан юқори ҳажмларини таъминлаш ва сақлаш, газни йиғиш, сиқиш, тайёрлаш ва узатишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш асосида қуйидаги хулосалар қилинди:

1. Амалдаги ва янги ишга туширилаётган конларда иш шароитларининг оғирлашуви ҳисобига газ ва газ-конденсатни қазиб олиш тезлигини максимал даражада ошириш мақсадида турли газ динамик тизимларнинг “қатлам–қудуқ танаси – ер усти жиҳозлаш тизимлари” комплекс ҳисоб-китобларининг услубий жиҳатлари такомиллаштирилди.

2. СКС нинг тахминий жойлашуви аниқланди, у қудуқнинг бошидаги босим ва шлейфнинг диаметри билан белгиланади, шунингдек турли узунликдаги қудуқларнинг маълум миқдори СКСга уланганлигини ҳисобга олган ҳолда СКСнинг жойлашув ўрни ўртача узунлик сифатида белгиланди.

3. Минимал металл истеъмоли мезонига кўра, коллектор тизимларининг энг самарали жойлашувини оқилона аниқлаш масаласи, блок-схема бўйича қудуқнинг турли босимларида ишлайдиган қудуқ тизимининг технологик иш режимини аниқлаш шлейфдаги босим йўқотишларини минималлаштиришнинг технологик мезони билан боғлайдиган жараённи ҳисоблаш алгоритми ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш билан амалга оширилди.

4. Конларни ишлатишни лойиҳалаш вазифаларини ер усти объектлари тизимини лойиҳалаш вазифалари билан интеграциялаш учун технологик ечимлар ишлаб чиқилган бўлиб, улар кон эксплуатациясининг реал шароитларига энг мос келадиган прогноз кўрсаткичларини таъминлашга имкон беради.

5. Конлардаги аномал паст қатлам босимларида, конларни ер усти жиҳозлаш тизимларида иқтисодий йўқотишларни камайтириш мақсадида газни дастлабки тозалашни коннинг ўзида томчи суюқликни утилизация қилиш (газ сифатининг янги кўрсаткичлари) билан, газни якуний тайёрлашни эса заводда амалга ошириш тавсия этилди.

6. Қатлам энергиясининг тушиши шароитида конларни модернизация қилишнинг инвестицион ҳаражатларини камайтириш учун газ динамик модел асосида паст ҳароратли сепарация қурилмасининг ишлаш режимининг рационал технологик параметрлари тавсия этилди.

7. Зеварда ва Алан конларига қўлланилган паст босимли СКС -ни қуриш орқали конларни кўшимча ишлатиш бўйича бажарилган тадқиқот ишларини қўллашнинг самарадорлигини баҳолаш Зеварда конида товар газни қазиб олиш ҳажмининг 2021 йил апрель-июль ойларида 100,061 млн. м³ га, Алан конида эса 2021 йил март-июль ойларида 237,096 млн. м³ га ортганини кўрсатди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.23/25.08.2021.Т.136.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
АО «O'ZLITINEFTGAZ»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ЛИ АЛЕКСАНДР РОБЕРТОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СБОРА И ПОДГОТОВКИ
ГАЗА НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

04.00.13 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2021.2.PhD/T2274.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (<https://liting.us/pages/view/77>) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный руководитель:	Назаров Улугбек Султанович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Хужаев Исмадулла Кушаевич доктор технических наук, профессор Шевцов Владимир Михайлович кандидат технических наук
Ведущая организация:	Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте (Республика Узбекистан)

Защита диссертации состоится 14 07 2022 г. в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.23/25.08.2021.T.136.01 при АО «O'ZLITINEFTGAZ» (адрес: 100029, г. Ташкент, ул. Тараса Шевченко, 2, тел.: +998712806700; факс: +998712566648), e-mail: liting@liting.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре АО «O'ZLITINEFTGAZ» за № 2, с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре (адрес: 100029, г. Ташкент, ул. Тараса Шевченко, 2, тел.: +998712806700; факс: +998712566648, e-mail: liting@liting.uz).

Автореферат диссертации разослан 28 06 2022 года.
(реестр протокола рассылки № 2 от 28 06 2022 года).



А.Х. Агзамов
Заместитель председателя Научного совета
по присуждению ученых степеней
д.т.н., профессор

Р.У. Шафиев
Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н.

Н.Н. Махмудов
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению ученых степеней
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы. В мире, в связи с интенсивной разработкой месторождений природного газа и истощением пластовой энергии в залежах, в последние годы уделяется особое внимание развитию и совершенствованию технологий добычи для максимального извлечения геологических запасов. Следует отметить, что создание новых и модернизация существующих систем добычи природного газа, являются одной из наиболее актуальных проблем. В связи с этим, одной из приоритетных задач нефтегазовой отрасли является усовершенствование методов добычи с целью дополнительных приростов углеводородного сырья, которые имеют важное теоретическое и практическое значение.

В мире проводится ряд научных исследований по наиболее полному использованию геологического потенциала месторождений путем изыскания прогрессивных научно-технологических решений для максимального разделения природного газа от попутно добываемой воды и газового конденсата. В этом направлении уделяется особое внимание созданию эффективных геолого-газодинамических моделей добычи природного газа, разработка и совершенствование методов и технологий сбора и подготовки газа, повышающих степень извлечения их запасов, в связи с ухудшающимися условиями добычи газа, а также модернизации применяемых систем разработки месторождений, что способствует увеличению прироста запасов и восполнения ресурсной углеводородной базы.

В Республике особое внимание уделяется совершенствованию технологии сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений достигнуты определенные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. отмечена необходимость «... повышения конкурентоспособности национальной экономики, ... сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, повышение производительности труда в отраслях экономики, ... внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, сферу управления»^{1 1}. В связи с этим, повышение эффективности разработки месторождений углеводородов на основе разработки и совершенствования технологии сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г., «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № УП-5646 от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы управления топливно-энергетической отраслью Республики Узбекистан» и в

¹ Указ Президента Республики Узбекистан ПФ-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4388 от 9 июля 2019г. «О мерах по стабильному обеспечению экономики и населения энергоресурсами, финансовому оздоровлению и совершенствованию системы управления нефтегазовой отрасли».

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VIII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на совершенствование технологии сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений, осуществляются в ведущих научных центрах, университетах технического профиля и технологических компаниях, разрабатывающих различные виды сепарационного и компрессорного оборудования, в том числе: Siemens (Германия), State University (США), Tokyo Institute of Technology (Япония), Российский государственный университет нефти и газа (Россия), ГазпромВНИИГаз (Россия), Cape Breton University (Канада), Herriott-Watt University (Великобритания), Texas A&M University Louisiana (США), Atyrau Institute of Oil and Gas (Казахстан), Azerbaijan Technical University (Азербайджан), University of New South Wales (Австралия).

В результате исследований, проведенных в мире по разработке эффективных систем сбора, подготовки, компримированию и транспорту газа, было создано огромное число вариантов этих систем, предназначенных на определенные периоды эксплуатации месторождений.

В мире большое значение отводится задачам проектирования рациональных систем доразработки газоконденсатных месторождений, с обеспечением сравнительно высоких темпов добычи природного газа на завершающих стадиях их эксплуатации, с положительными технико-экономическими показателями.

Вопросам исследования теоретических основ и практических задач моделирования технологических процессов добычи природного газа, в различных газодинамических условиях разработки месторождений, посвящены работы ряда зарубежных и отечественных ученых таких как Алдошин С.М., Барышкин Р.Л., Дунаев А. В., Казанцев Е. А., Ли Р.Ч., Максимова Т.В., Минликаев В.З., Назаров У.С., Хужаев И.К., J.G. Speight., Z. Duan, R. Svoboda и других исследователей. Проводимые исследования этими учеными велись в направлениях совершенствования технологий сбора и подготовки газа, разработки методов анализа функционирования и оперативного управления технологией сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа на поздней стадии разработки.

Наряду с этим, несмотря на имеющиеся достижения и полученные результаты, вопросы, связанные с применением этих разработок в период

эксплуатации месторождений при высокой истощенности пластовой энергии не до конца изучены.

Используемые газодинамические модели, в основном, не носят универсальный характер, а диапазоны их применимости ограничены перепадами давлений и температур при подготовке углеводородного сырья.

В связи с этим, в данной диссертационной работе сделано обобщение существующих методов моделирования и усовершенствованы технологии сбора, подготовки компримирования и транспорта газа, как сложного технического объекта, с целью получения адекватных моделей и алгоритмов для практического применения по анализу и оперативному управлению процесса транспорта газа на газоконденсатных месторождениях (ГКМ) и усовершенствована технология сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с научно-исследовательскими прикладными работами АО «O'ZLITINEFTGAZ»: 51/420-РП-2018 «Технологические решения на проектирование системы сбора, внутрипромыслового транспорта газа месторождения Южный Кемачи» (2018), 51/109-РП-2019 «Технологические решения на проектирование системы сбора и транспорта газа месторождения Зеварды со строительством ДКС» (2020), 51/111-РП-2019 «Технологические решения на проектирование системы сбора и транспорта газа месторождения Алан со строительством ДКС» (2020), № 51/113-РП-2019 «Технологические решения на проектирование системы сбора и транспорта газа месторождения Денгизкуль со строительством ДКС» (2020).

Целью исследования является разработка и совершенствование технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа в условиях истощения пластовой энергии для поддержания сравнительно высоких объемов добычи природного газа из газоконденсатных месторождений.

Задачи исследования:

анализ движения газожидкостных потоков технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа с определением проблем отбора газа в период падающей добычи;

разработка газодинамической модели и методики расчета параметров технологии сбора и компримирования при изменяющихся условиях эксплуатации месторождений;

разработка технологических решений по модернизации разрабатываемых месторождений в условиях истощения пластовой энергии для максимального удержания темпов добычи газа и газового конденсата;

установление степени влияния показателей разработки месторождений на технологические параметры подготовки газа при высокой истощенности пластовой энергии.

Объектом исследования являются технологии сбора,

компримирования, подготовки и транспорта газа на газоконденсатных месторождениях.

Предметом исследования является сложная газодинамическая система «пласт-скважина-установка подготовки газа-ДКС, интегрированная в систему подготовки газа», методы, процедуры их анализа и прогнозирования показателей эксплуатации газоконденсатных месторождений на перспективу.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы газодинамического моделирования, статистической обработки и системного анализа параметров добычи природного газа.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработаны газодинамическая модель и методика расчета технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа в условиях истощения пластовой энергии в месторождении;

разработаны новые технологические решения по модернизации длительно разрабатываемых месторождений для максимального удержания темпов добычи газа и газового конденсата;

установлены новые показатели качества газа на установках подготовки газа на поздних стадиях эксплуатации месторождений, для снижения потерь давления в газотранспортной системе газоконденсатных месторождений;

разработаны рациональные технологические параметры режима работы установок низкотемпературной сепарации для качественной подготовки газа на основе газодинамического моделирования, в период падающей добычи.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработана методика расчета технологического режима работы единой технологической системы, состоящей из подсистем сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа с изменяющимися во времени параметрами;

разработана методика оценки изменения параметров функционирования технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа газоконденсатных месторождений в условиях аномально низких пластовых давлений, позволяющая оперативно управлять режимами работы системы в целом.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что разработанные методологические основы совершенствования газопромысловых технологий успешно апробированы с научным сопровождением при проектировании и эксплуатации объектов обустройства газоконденсатных месторождений в условиях истощенности пластовой энергии, которые подкреплены утвержденными технологическими решениями на проектирование технологии сбора и компримирования газа и регламентами на эксплуатацию установок подготовки газа на месторождениях Зеварды, Алан и Денгикуль Мубарекского НГДУ.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования состоит в создании методического и алгоритмического обеспечения выбора рациональной

технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа в условиях истощения пластовой энергии и обеспечением довыработки остаточных запасов природного газа.

Практическая значимость результатов исследования заключается в обеспечении продолжительной эксплуатации газоконденсатного месторождения на поздней стадии разработки, путем эффективного использования пластовой энергии и встроенных в систему наземного обустройства компрессорных агрегатов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию технологии сбора и подготовки газа на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений:

разработанные технологические решения на проектирование технологии сбора и транспорта газа включены в Бизнес-план «Программы увеличения добычи углеводородного сырья на 2017-2021 годы (II этап)», (справка АО «Узбекнефтегаз» №03-17-5/156 от 19.10.2021 г.). В результате на месторождениях Зеварды и Алан получено увеличение добычи товарного газа, которое составило 337,157 млн. м³;

разработан технологический проект на увеличение добычи сырого газа и конденсата месторождения Денгизкуль, включённый в перспективные разработки Бизнес-плана «Программы увеличения добычи углеводородного сырья на 2017-2021 годы (II этап)» (справка АО «Узбекнефтегаз» №03-17-5/156 от 19.10.2021 г.). В результате на период 2020-2030 гг. ожидается увеличение добычи на месторождении Денгизкуль сырого газа в объеме 7483,32 млн. м³ и газового конденсата 6,69 тыс. т.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационного исследования были обсуждены на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 5 научных статей, в том числе 4 – в республиканских и 1 – в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Общий объем диссертации 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность, цели и задачи проведенных исследований, указаны объект и предмет исследований, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты, раскрыты их научная и практическая значимость, приведены сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Особенности технологии сбора и подготовки газа в период падающей добычи газа газоконденсатных месторождений**» проведен анализ состояния эксплуатации газоконденсатных месторождений в условиях снижения пластового давления газа в залежах, представляющих собой сложную систему, состоящую из большого числа элементов (скважины, установки комплексной подготовки газа (УКПГ), дожимные компрессорные станции (ДКС), трубопроводы и другие), взаимодействующие между собой и с внешней средой на разных уровнях, а также основные разновидности наземного обустройства газоконденсатных месторождений. Анализ проведенных работ показывает необходимость перехода от исследований отдельных элементов системы к комплексному системному осмыслению причинно-следственных связей сложных технологических объектов, каковыми являются объекты добычи газа и конденсата на различных стадиях разработки месторождений.

На основе проведенного анализа литературных источников и основных характеристиках объектов добычи газа выявлено, что имеется ряд нерешенных проблем снижающих эффективность эксплуатации месторождений в период истощения пластовой энергии. Основными из них являются:

несоответствие реальным процессам известных газодинамических моделей системы сбора, подготовки и транспорта газа, составленных с учетом неполноты информации, это в свою очередь ставит под вопрос качество получаемой оперативной информации, используемой при проектировании, разработке и эксплуатации газоконденсатных месторождений;

высокая динамика изменения параметров технологического режима работы системы сбора, подготовки и транспорта газа месторождения, при снижении пластового давления в залежах;

неувязка методических подходов к проектированию разработки газоконденсатных месторождений в условиях истощения пластовой энергии.

Разработка газоконденсатных месторождений на поздней стадии требует совершенствования систем добычи углеводородов по двум основным направлениям: экономии энергозатрат на единицу добываемой из скважин продукции и обеспечение оптимальной системы управления добычей с привлечением технических средств и технологий. Характерным фактором выполненных исследований различными авторами является и то, что все они направлены на изучение вопросов повышения эффективности систем сбора, подготовки и транспорта газа на период постоянной добычи газа. Вместе с тем, анализ фактических показателей эксплуатации месторождений показывает необходимость применения новых подходов в период снижения добычи газа для обеспечения рентабельной эксплуатации месторождений. Рентабельность извлечения запасов природного газа в этих условиях предопределяет необходимость организации работ по предупреждению

существенного снижения годовых объемов добычи газа, в условиях истощения пластовой энергии в залежах газоконденсатных месторождений.

Вышеизложенные выводы обусловили постановку цели настоящей диссертационной работы, посвященной разработке и совершенствованию оптимальной системы сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа для управления технологическими режимами работы эксплуатируемых газоконденсатных месторождений в период высокой истощенности пластовой энергии в месторождениях для обеспечения поддержания относительно высоких объемов добычи природного газа.

Вторая глава диссертации «**Системное моделирование и алгоритм расчета обустройства газоконденсатных месторождений**» посвящена разработке методических аспектов интегрированных расчетов различных газодинамических систем «пластовый резервуар-ствол скважин-системы наземного обустройства». Газодинамическая система по своей сути является многоуровневой иерархической структурой как в функциональном, так и в организационном плане. Решение задач системного моделирования процессов эксплуатации объектов добычи газа связана с оценкой основных параметров давления и температуры газа при заданных расходных характеристиках углеводородной системы.

Система физических зависимостей для проведения поверочных расчетов, в которых необходимо определить технологические параметры давлений газа на устье скважин, описывается двучленным законом фильтрации перед подачей газа в шлейф по нижеследующей зависимости:

$$Q(t) = \frac{-a\mu_{cp}z_{cp} + \sqrt{(a\mu_{cp}z_{cp})^2 - 4(bz_{cp} + \theta)(p_{уст}^2(t)e^{2S} - p_{пл}^2(t))}}{2(bz_{cp} + \theta)}, \quad (1)$$

где a – коэффициент фильтрационного сопротивления пласта (вязкостная составляющая фильтрационного сопротивления); b – коэффициент фильтрационного сопротивления (инерционная составляющая фильтрационного сопротивления); μ_{cp} – вязкость газа относительная; z_{cp} – коэффициент сжимаемости газа; $P_{уст}(t)$ – устьевое давление; $Q(t)$ – дебит газа по скважине; $P_{пл}(t)$ – пластовое давление; Θ – коэффициент гидравлического сопротивления фонтанных труб; S – коэффициент; t – год разработки месторождения.

Преобразование этой зависимости позволяет производить расчет давления на устье скважины:

$$p_{уст}(t) = \sqrt{\frac{(-a\mu_{cp}z_{cp})^2 + 4(bz_{cp} + \theta)p_{пл}^2(t) - (Q(t)2(bz_{cp} + \theta) + a\mu_{cp}z_{cp})^2}{4(bz_{cp} + \theta)e^{2S}}}. \quad (2)$$

Анализ зависимости дебита газа скважины от параметров давления и температуры показывает, что при снижении давления на устье скважин увеличивается дебит газоконденсатных скважин и учитывая, что давление газа на устье скважин не позволяет обеспечить его транспортировку в период

истощения геологических запасов и необходимо рассмотреть различные варианты организации эффективного компримирования газа дожимными компрессорными станциями (ДКС). Исходя из этого положения, важным является определение точки установки компрессорной станции для максимального снижения потерь давления в системах наземного обустройства месторождений.

Для повышения эффективности показателей разработки газоконденсатного месторождения рассмотрена система расположения компрессоров на площадке блока входных ниток (БВН) с обеспечением давления на выходе компрессора (вход УКПГ) газа. Место установки компрессора определяется из закона стационарного течения газа в системе «устье скважин – шлейф – ДКС - вход УНТС».

Решая преобразованную взаимосвязь давления на устье скважины, параметра шлейфа и компримирования газа по отношению к длине шлейфа скважины, можно определить точку расположения ДКС, которая будет выражаться по нижеследующей зависимости:

$$L_i = \frac{10,8 \cdot 10^3 E^2 d^5}{Q_{i \text{ скв}}^2 \lambda_{\text{гр}} \Delta z_{\text{ср}} T_{\text{ср}}} * \left(P_{\text{уст}}^2 - \left(\frac{P_{\text{УНТС}}}{\left(\frac{n_{\text{ДКС-1}} N_{\text{ДКС-1}} \eta_{\text{м ДКС-1}} \eta_{\text{пол ДКС-1}} + 1 \right)^{\frac{1}{0,3}}} : \left(\frac{n_{\text{ДКС-2}} N_{\text{ДКС-2}} \eta_{\text{м ДКС-2}} \eta_{\text{пол ДКС-2}}}{14,4 Q_{i \text{ план}} z_{\text{ндКС-2}} T_{\text{ндКС-2}}} + 1 \right)^{\frac{1}{0,3}}} \right)^2 \right), \quad (3)$$

где $Q_{i \text{ скв}}$ – дебит скважины; $z_{\text{ср}}$ – коэффициент сжимаемости в шлейфе; $P_{\text{уст}}$ – давление на устье скважины; d – внутренний диаметр шлейфа; λ – коэффициент гидравлического сопротивления; L_i – длина шлейфа; $T_{\text{ср}}$ – средняя температура газа в шлейфе; E – коэффициент уменьшения пропускной способности шлейфа из-за наличия жидкости; $n_{\text{ДКС-1}}$ – количество компрессоров ДКС-1; $N_{\text{ДКС-1}}$ – мощность компрессора ДКС-1; $Q_{i \text{ план}}$ – плановая добыча газа; $\eta_{\text{м ДКС-1}}$ – механический коэффициент полезного действия (КПД) компрессорного агрегата ДКС-1; $\eta_{\text{пол ДКС-1}}$ – политропный КПД компрессорного агрегата ДКС-1; $z_{\text{ндКС-1}}$ – коэффициент сжимаемости ДКС-1; $T_{\text{ндКС-1}}$ – температура газа ДКС-1; $n_{\text{ДКС-2}}$ – количество компрессоров ДКС-2; $N_{\text{ДКС-2}}$ – мощность компрессора ДКС-2; $\eta_{\text{м ДКС-2}}$ – механический КПД компрессорного агрегата ДКС-2; $\eta_{\text{пол ДКС-2}}$ – политропный КПД компрессорного агрегата ДКС-2; $z_{\text{ндКС-2}}$ – коэффициент сжимаемости ДКС-2; $T_{\text{ндКС-2}}$ – температура газа ДКС-2.

Учитывая, что точка расположения скважины зависит от диаметра шлейфа, а также принимая во внимание подключение к ДКС определенного количества скважин имеющих различную протяженность до точки установки ДКС, сама точка расположения ДКС определена как среднестатистическая протяженность:

$$L_{i \text{ ср.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i. \quad (4)$$

Задачи рационального определения наиболее эффективной прокладки коллекторных систем по критерию минимальной металлоемкости произведена по нижеследующей блок-схеме с разработкой алгоритма и программного обеспечения по вычислениям процесса, увязывающего заданный технологическим режим эксплуатации системы скважин, работающих при различных устьевых давлениях, по технологическому критерию минимизации потерь давления в шлейфах (рис. 1).

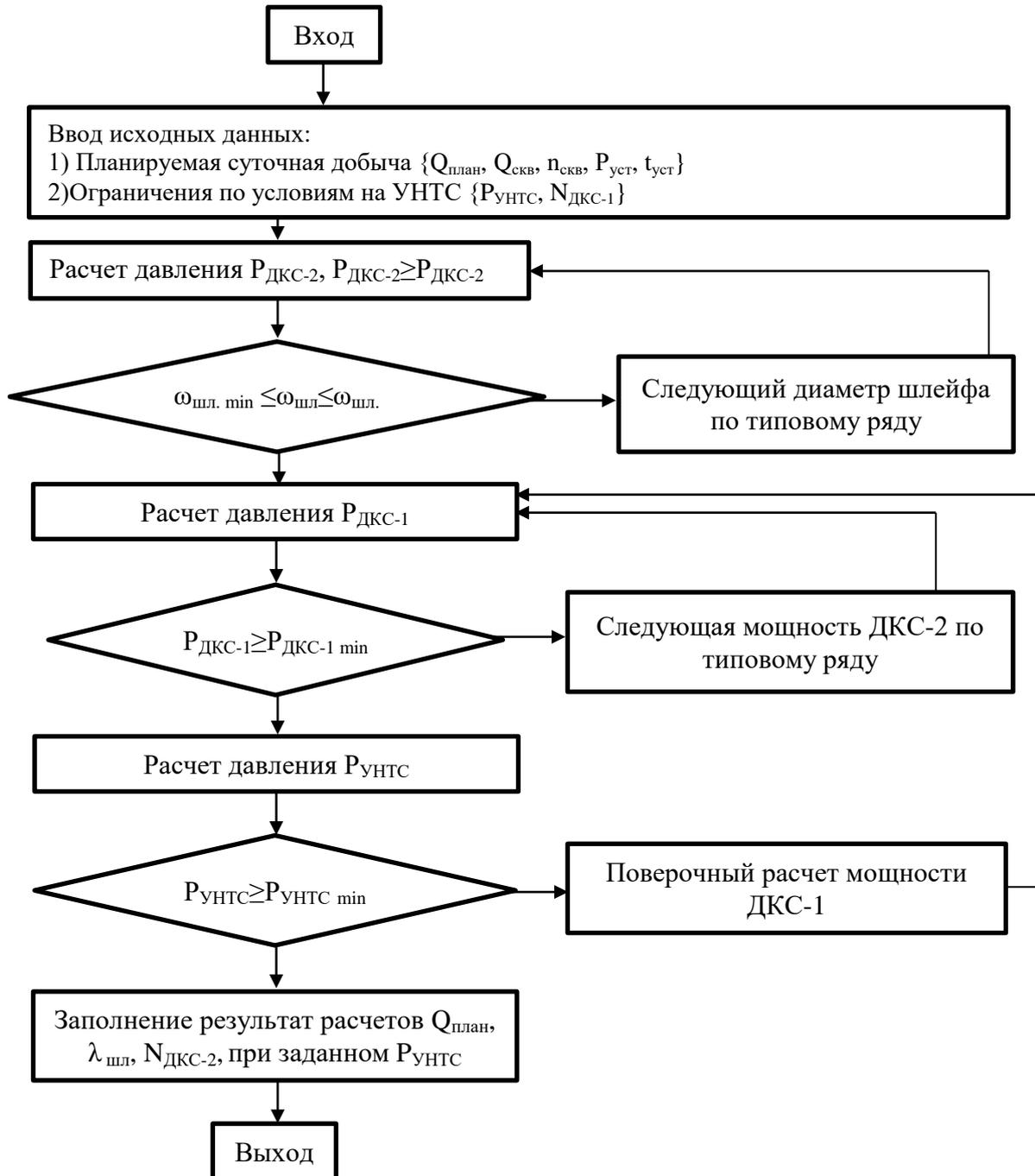


Рис. 1. Блок-схема расчета рациональных технологических параметров системы сбора и компримирования газа влияющие на показатели разработки месторождения (автор Ли А.Р., 2021 год)

Как видно из (4), выбор рациональной точки расположения ДКС связан с заданным режимом работы ДКС в различные периоды эксплуатации месторождения и технико-экономическими показателями работы ДКС в целом. В связи с этим определение рационального решения строительства шлейфов системы сбора газа и мощности ДКС должно производиться на основе сопоставления нескольких вариантов технико-экономических показателей. На основе этих принципов определено, что расчетные варианты установки ДКС должны быть увязаны с диаметром газопровода и степенью сжатия дожимной компрессорной станции.

По месторождению Зеварды, в результате применения такого подхода, фактическое увеличение добычи за период апрель-июль 2021г. товарного газа составило 100,061 млн. м³.

В третьей главе диссертации **«Технологические решения по модернизации и расчет технологических параметров режима работы газодобывающего месторождения»** приведены результаты расчета технологических параметров режима работы системы сбора и компримирования газа, применительно к месторождениям Зеварды, Алан и Денгизкуль.

В связи с естественным (в процессе эксплуатации) истощением пластовой энергии предлагается строительство ДКС-2 низкого давления на площадях месторождений Зеварды, Алан и Денгизкуль с целью подготовки природного газа до минимально установленных условий и подачи на ДКС-1.

По результатам анализа движения газа в системе «скважина-шлейф-установка подготовки и транспорта газа» выявлена сравнительно низкая возможность регулирования технологическими режимами эксплуатации скважин в связи с низкими значениями пластового давления в залежах.

Применительно к таким условиям разработаны газодинамические модели по критерию минимальных потерь давления в системах наземного обустройства месторождений, что позволяет осуществлять построение режимно-технологических карт интегрированных в эксплуатацию месторождений (рис. 2).

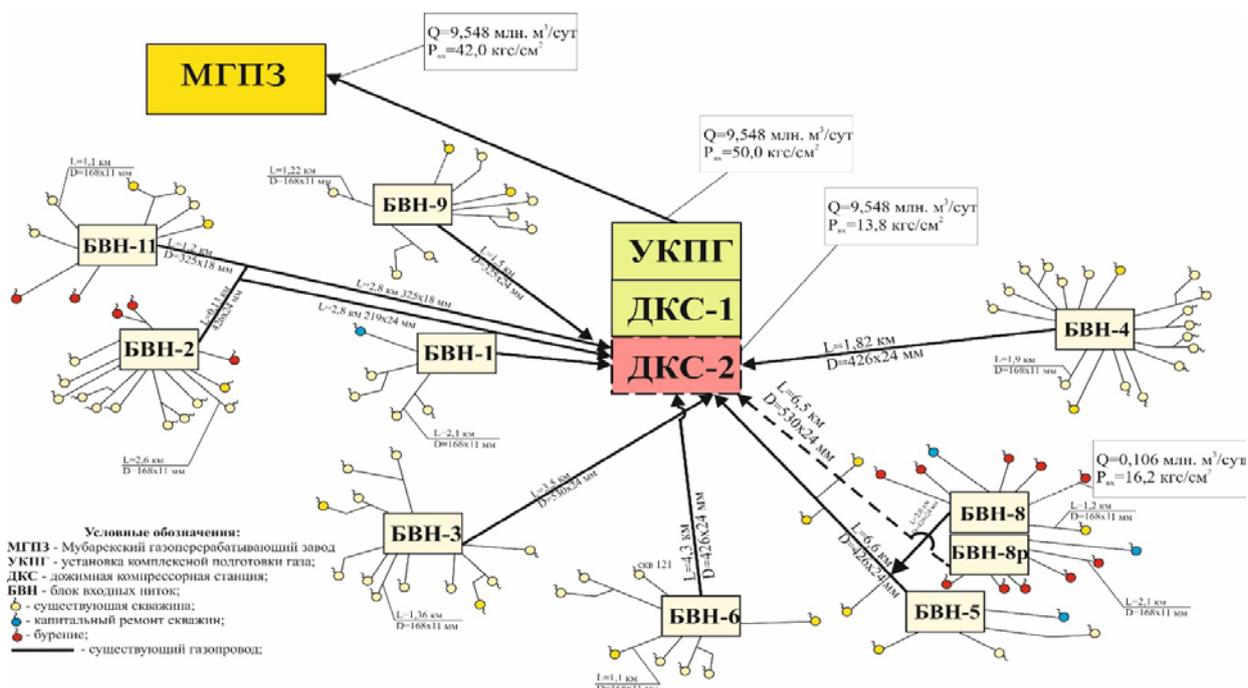


Рис. 2. Применение методики по оценке гидравлических сопротивлений в целях максимального удержания темпов добычи газа месторождения Зеварды (автор Ли А.Р., 2020 год)

Проведены газодинамические расчеты по разработанной методике в системе «устье скважин – шлейф – ДКС – вход УНТС». На газоконденсатном месторождении Зеварды предусмотрена лучевая схема сбора газа. Сбор продукции проектных скважин (16 ед.) предлагается осуществлять по проектируемым шлейфам, диаметром 168 мм и общей протяженностью 10,5 км, подключенных к блоку входных ниток Зеварды.

Расчеты показали возможность увеличения темпов добычи природного газа, даже в условиях истощения пластовой энергии, за счет реализации комплекса мероприятий, связанных с модернизацией месторождений, предусматривающих:

- бурение дополнительных и капитальный ремонт имеющихся скважин;
- строительство низконапорной ДКС, обеспечивающую подачу газа с более высоким давлением на существующие станции;
- расширение системы сбора газа с увеличением пропускной способности промысловых коммуникаций.

Исследования по вышеуказанным процессам и реализация их в мероприятиях проекта дообустройства газоконденсатных месторождений, эксплуатируемых с аномально низкими пластовыми давлениями, доказали возможность снижения темпов падения добычи газа в завершающей стадии разработки месторождений.

Разработанные решения позволили совместить задачи проектирования разработки месторождений с задачами проектирования систем наземного обустройства в интегрированном комплексе с наиболее достоверным сценарием прогнозных показателей эксплуатации месторождений на период полной выработки извлекаемых запасов

В четвертой главе диссертации **«Совершенствование технологии подготовки и транспорта газа в период падающей добычи газоконденсатных месторождений»** приводятся результаты исследования динамики влияния темпа отбора газа на показатели подготовки и транспорта газа.

Для уменьшения экономических потерь в системах наземного обустройства месторождений предлагается осуществлять первичную подготовку газа на самом месторождении с утилизацией капельной жидкости, а окончательную подготовку газа производить на газоперерабатывающем заводе. Это решение направлено на снижение инвестиционных затрат на систему низкотемпературной сепарации газа в период снижающейся добычи.

Исследования системы транспорта газа с малосернистых месторождений на Мубарекский ГПЗ показывает, что минимальная температура газа на входе в ГПЗ составляет не ниже $+17^{\circ}\text{C}$. В целях снижения эксплуатационных затрат на компримирование и подготовку газа малосернистых месторождений предлагается установить точку росы газа на уровне $+15^{\circ}\text{C}$ с обеспечением его транспортировки в однофазном состоянии.

Научно-технологические работы, проведенные на месторождениях Зеварды, Алан и Култук показали возможности установления перепада давления в системах подготовки газа до 1,0 МПа с достижением температуры сепарации газа $+10^{\circ}\text{C}$, что обеспечивает минимизацию образования в трубопроводной системе углеводородной жидкости и газовых гидратов.

Применение этой системы промысловой подготовки газа также обосновывается снижением содержания углеводородного конденсата в составе подготавливаемого газа, а также возможностью повышения давления газа на входе в газоперерабатывающий завод при минимальном использовании энергии газа (потери давления газа) на месторождениях.

На газоперерабатывающих заводах после сероочистки предусматривается проводить осушку на гликолевых установках или охлаждать весь объем газа с использованием искусственного холода или в турбодетандерах для получения качества газа в соответствии с O'z Dst 948:2016.

Разработана принципиальная технологическая схема установки низкотемпературной сепарации с подключением в технологический цикл дожимной компрессорной станции с моноблочным турбодетандерным агрегатом на примере газоконденсатного месторождения Зеварды в период истощения пластовой энергии (рис. 3).

1	Нарастающая добыча	10,0	50,0	9,9	23,0	-	-	5,7	-10,0	5,5	40
2	Постоянная добыча	10,0	50,0	9,9	23,0	-	-	5,7	-10,0	5,5	40
3	Падающая добыча (предлагаемый режим)	0,5	50,0	6,0	17,0	5,8	17	4,5	+10	5,0	45

На основе разработанных технологических схем производится расчет режима работы системы НТС на месторождении Зеварды (табл. 1), также произведен гидравлический расчет газопроводов до «МГПЗ» с определением давления в конце газопроводов на перспективу до 2030 года. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Результаты гидравлических расчетов показали, что пропускная способность трубопроводов достаточна для транспортировки газа в прогнозируемых объемах на период 2020-2030 гг. с обеспечением давления на входе в газоперерабатывающий завод в 4,2 МПа, при этом расширение межпромысловых газопроводов не требуется.

Таблица 2

Рациональные гидравлические параметры режима работы межпромысловых газопроводов

Q, млн. м ³ /сут.	Диаметр, мм	Длина, км	Параметры газа в начале		Параметры газа в конце		Скорость м/с
			P _н , МПа	t _н , °С	P _к , МПа	t _к , °С	
Зеварды III нитка-МГПЗ							
9,5	1020	60,0	5,0	40,0	4,45	29,1	3,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе исследований по разработке и совершенствованию рациональной технологии сбора, компримирования, подготовки и транспорта газа для управления технологическими режимами работы эксплуатируемых газоконденсатных месторождений в период высокой истощенности пластовой энергии на месторождении для обеспечения и поддержания относительно высоких объемов добычи природного газа сделаны следующие выводы:

1. Усовершенствованы методологические аспекты интегрированных расчетов различных газодинамических систем «пластовый резервуар-ствол скважин-системы наземного обустройства» для максимального удержания темпов добычи газа и газового конденсата при ухудшающихся условиях эксплуатации длительно разрабатываемых существующих месторождений.

2. Определена ориентировочная точка расположения ДКС, которая зависит от давления на устье скважины и определяется диаметром шлейфа, также учитывая, что к ДКС подключается определенное количество скважин,

имеющих различную протяженность, сама точка расположения ДКС определена как среднестатистическая протяженность.

3. Задача рационального определения наиболее эффективной прокладки коллекторных систем по критерию минимальной металлоемкости решена по блок-схеме, с разработкой алгоритма и программного обеспечения, увязывающего заданный технологический режим эксплуатации системы скважин, работающих при различных устьевых давлениях, по технологическому критерию минимизации потерь давления в шлейфе.

4. Разработаны технологические решения, совмещающие задачи проектирования разработки месторождений с задачами проектирования систем наземного обустройства в интегрированном комплексе, позволяющие обеспечить наиболее адаптивные к реальным условиям прогнозные показатели эксплуатации месторождения.

5. При аномально низких пластовых давлениях в месторождениях, рекомендовано осуществлять первичную подготовку газа на самом месторождении с утилизацией капельной жидкости (новые показатели качества газа), а окончательную подготовку газа производить на газоперерабатывающем заводе для уменьшения экономических потерь в системах наземного обустройства месторождений.

6. Рекомендованы рациональные технологические параметры режима работы установки низкотемпературной сепарации на основе газодинамической модели, для снижения инвестиционных затрат модернизации месторождений в условиях истощенности пластовой энергии.

7. Проведенная оценка эффективности внедрения выполненных работ по дообустройству месторождений со строительством ДКС низкого давления применительно к месторождениям Зеварды и Алан показала фактическое увеличение добычи товарного газа по месторождению Зеварды за период апрель-июль 2021 г. - 100,061 млн. м³, по месторождению Алан за период март-июль 2021 г. – 237,096 млн. м³.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.23/25.08.2021.T.136.01 ON AWARDING
ACADEMIC DEGREES AT «O‘ZLITINEFTGAZ» JSC**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

LI ALEKSANDR ROBERTOVICH

**IMPROVEMENT OF GAS COLLECTION AND PREPARATION
TECHNOLOGY AT THE LATER STAGE OF DEVELOPMENT OF GAS
CONDENSATE FIELDS**

04.00.13 – Mining and exploitation of oil and gas deposits

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE
DOCTOR OF PHILOSOFI (PhD) OF TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2022

The topic of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2021.2.PhD/T2274.

The dissertation was carried out at Tashkent state technical university.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council website (<https://liting.us/pages/view/77>) and Information-educational portal «ZiyoNet» www.ziyo.net.

Scientific supervisor: Nazarov Ulugbek Sultanovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Hudjaev Ismatulla Kushaevich
Doctor of technical sciences, professor

Shevzov Vladimir Mihailovich
Doctor philosophy of technical sciences

Leading organization: Branch of federal state autonomous educational establishment of higher education "Russian state University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin" in Tashkent city (Republic of Uzbekistan)

The defense of the dissertation will take place on «14» 07 2022 at «11»⁰⁰ at the meeting of scientific council on awarding scientific degree of DSc.23/25.08.2021.T.136.01 at the «O'ZLITINEFTGAZ» JSC. Address: 100029, Tashkent city, Taras Shevchenko street, 2 Tel./fax: +998712806700, +998712566648, e-mail: liting@liting.uz.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the «O'ZLITINEFTGAZ» JSC, (its registered number is № 2). Address, e-mail: liting@liting.uz.

The abstract of the dissertation was mailed by «28» 06 2022 (mailing report № 2 dated «28» 06 2022).


A.Kh. Agzamov
Deputy Chairman of the Scientific Council
for the award of the degree of Doctor of Science,
doctor of technical sciences, professor

R.U. Shafiev
Scientific secretary of Scientific council on award of
scientific degree of doctor of sciences,
doctor of technical sciences

N.N. Maxmudov
Chairman of the Scientific seminar at Scientific
council on awarding of scientific degree of doctor of sciences,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop and improve a system for collecting, compressing, treating and transporting gas in the conditions of observed formation energy in order to evaluate large volumes of gas production.

The objects of the research work is the system of gas collection, compression, treatment and transportation in gas condensate fields.

The scientific novelty of the research work is as follows:

a gas-dynamic model and a method for calculating the system for collecting, compressing, treating and transporting gas under conditions of depletion of reservoir energy in the field were developed;

new technological solutions have been developed for the modernization of long-term developed fields in order to maintain the maximum rate of gas and gas condensate production;

new indicators of gas quality were established at gas treatment units at the later stages of field operation to reduce pressure losses in the gas transmission system of gas condensate fields;

rational technological parameters of the operating mode of low-temperature separation units for high-quality gas treatment based on gas-dynamic modeling during the period of declining production have been developed.

Implementation of the research results.

Based on the obtained scientific results on improving the technology of gas collection and treatment at a late stage of development of gas condensate fields:

the developed technological solutions for the design of gas collection and transportation technology are included in the Business Plan "Programs for increasing hydrocarbon production for 2017-2021 (Stage II)", (certificate of Uzbekneftegaz JSC No. 03-17-5/156 dated 10/19/2021). As a result at the Zevardy and Alan fields, an increase in commercial gas production was obtained, which amounted to 337.157 million m³;

a technological project was developed to increase the production of raw gas and condensate from the Dengizkul field is included in the promising developments of the Business Plan "Programs for increasing hydrocarbon production for 2017-2021 (Stage II)", (certificate of Uzbekneftegaz JSC No. 03-17-5/156 dated 10/19/2021). As a result, for the period 2020-2030 an increase in production at the Dengizkul field of raw gas in the amount of 7,483.32 million. m³ and gas condensate 6.69 thousand tons.

The structure and volume of dissertation. The dissertation consists of a direction, four chapters, a review, a list of used literature. Main content 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Ли Р.Ч., Ли А.Р. Показатели качества газа при подготовке на газоконденсатных месторождениях // «O‘zbekiston neft va gaz» ilmiy-texnika jurnali 2/2020/aprel,may,iyun. Ташкент, 2020. – с. 21-22. (04.00.00; № 4)

2. Li A.R. Arrangement of a gas gathering system during a period of declining gas production at gas condensate fields // «Technical science and innovation» 2020, №4(06). Tashkent, 2020. – Pp. 4-13. (04.00.00; № 6)

3. Ли А.Р. Модернизация системы сбора, компримирования и подготовки газа на месторождении Денгизкуль // «O‘zbekiston neft va gaz» ilmiy-texnika jurnali 1/2021/yanvar, fevral, mart. Ташкент, 2021. – С. 20-22. (04.00.00; № 4)

4. Li A.R. Gas collection system equipment during the drop gas production period of gas condensate fields // «Technical science and innovation» 2021, №1(07). Tashkent, 2021. – с. 176-183. (04.00.00; № 6)

5. Ли А.Р. Моделирование системы сбора газа на газоконденсатных месторождениях // Нефтепромысловое дело, Москва, 2021. – №6. – с. 65-68. (04.00.00; № 23).

II бўлим (II часть; part II)

6. Ким А.М., Абдурахимов М.А., Вершкова С.А., Ли А.Р. Определение оптимального варианта компримирования газа месторождений Умид, Пирназар и Жейнов / Актуальные вопросы развития нефтегазовой отрасли Республики Узбекистан. Материалы Республиканской научно-практической конференции. 23 октября 2015. – Ташкент. 2015. – с. 108-110.

7. Ли Р.Ч., Кадиров М.М., Ли А.Р. Опыт обустройства нефтегазоконденсатного месторождения Южный Кемачи // Современный прогноз углеводородного потенциала недр и прогрессивные технологии поисково-разведочных работ на нефть и газ. Республиканская научно-техническая конференция. 17-18 ноября 2016. – Ташкент, 2016. – с. 171-173.

8. Ли А.Р., Абдурахимов М.А. Перспективы подготовки и транспорта газа на ГКМ Чилкувар / Переработка нефти и газа, альтернативное топливо. Материалы Республиканской научно-технической конференции. 24-25 ноября 2016. – Ташкент, 2016. – с. 140-142.

9. Ли А.Р. Период падающей добычи разработки газоконденсатных месторождений / Сборник научных трудов АО «O‘ZLITINEFTGAZ» в честь «Поддержки активного предпринимательства, инновационных идей и технологий». – Ташкент, 2018. – с. 106-110.

10. Ли А.Р., Зорин Ю.Н. Обустройство системы сбора газа в период падающей добычи газоконденсатных месторождений // Сборник материалов научной конференции (труды молодых ученых и специалистов, выпуск № 6). 23 ноября 2018. Инновационное развитие нефтегазогеологической науки

Узбекистана и роль молодежи в решении её проблем (Акрамходжаевские чтения). Внедрение передовых технологий-основа развития нефтегазовой промышленности Узбекистана. – Ташкент, 2018. – с. 134-135.

11. Ли А.Р. Структура энерготехнологической системы газоконденсатного промысла / «Инновацион техника ва технологияларнинг атроф мухит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истикболлари». Международная научно-техническая конференция. 17-19 сентябрь 2020 йил, Тошкент, 2020. – с. 255-256.

12. Ли Р.Ч., Ли А.Р. Модернизация системы обустройства на газоконденсатном месторождении Зеварды и Алан / «Инновацион техника ва технологияларнинг атроф мухит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истикболлари». Международная научно-техническая конференция. 17-19 сентябрь 2020 йил, Тошкент, 2020. – с. 253-255.

13. Ли А.Р. Методика расчета параметров газового потока при использовании компрессорной добычи на газоконденсатных месторождениях / АО « O‘ZLITINEFTGAZ». Научные труды, выпуск 1. Нефтепромысловая геология, разработка месторождений, подготовка и переработка нефти и газа, экономические исследования и промышленная безопасность. – Ташкент, 2021. – с. 197-202.

14. Ли А.Р. Дообустройство системы газоконденсатного месторождения в период падающей добычи газа / АО « O‘ZLITINEFTGAZ». Научные труды, выпуск 1. Нефтепромысловая геология, разработка месторождений, подготовка и переработка нефти и газа, экономические исследования и промышленная безопасность. – Ташкент, 2021. – с. 202-206.

Автореферат « АО „OZLITINEFTGAZ“ » журнали
тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги
матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100 дона. Буюртма № 40/22.
Гувоҳнома № 851684.
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.