

**НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ ГЕОЛОГИЯСИ ҲАМДА ҚИДИРУВИ
ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН НЕФТЬ-ГАЗ САНОАТИ ИЛМИЙ-
ТАДҚИҚОТ ВА ЛОЙИҲАЛАШ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ, И.М.ГУБКИН номидаги РОССИЯ
ДАВЛАТ НЕФТЬ ВА ГАЗ УНИВЕРСИТЕТИ ФИЛИАЛИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017
GM/T.41.01 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**И.КАРИМОВ номидаги
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

НАЗАРОВ АЗИЗБЕК УЛУГБЕКОВИЧ

**ТУГАБ БОРАЁТГАН ГАЗКОНДЕНСАТ – НЕФТЬ КОНЛАРИДА
ЯРАТИЛАДИГАН ЕР ОСТИ ГАЗ САҚЛАШ ОМБОРИ ЦИКЛИК
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШТИРИШНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ОПТИМАЛЛАШТИРИШ
(ГАЗЛИ ВА ХЎЖОБОД ЕР ОСТИ ГАЗ САҚЛАШ ОМБОРИ
МИСОЛИДА)**

04.00.13 – Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)
Content of dissertation abstract doctor sciences (DSc)

Назаров Азизбек Улугбекович

Туғаб бораётган газконденсат – нефть конларида яратиладиган ер ости газ сақлаш омбори циклик эксплуатацияси тизимларини лойиҳалаштиришни такомиллаштириш ва оптималлаштириш (Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омбори мисолида)..... 3

Назаров Азизбек Улугбекович

Совершенствование проектирования и оптимизация систем циклической эксплуатации ПХГ, создаваемых в истощенных газоконденсатно-нефтяных месторождениях (на примере ПХГ Газли и Ходжабад)..... 27

Nazarov Azizbek Ulugbekovich

Improvement of design & optimization of UGS cyclic operation systems to be established in the depleted gas condensate-oil fields (by example of Gazli & Khodjabad UGS) 51

Эльон килинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 55

**НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ ГЕОЛОГИЯСИ ҲАМДА ҚИДИРУВИ
ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН НЕФТЬ-ГАЗ САНОАТИ ИЛМИЙ-
ТАДҚИҚОТ ВА ЛОЙИҲАЛАШ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ, И.М.ГУБКИН номидаги РОССИЯ
ДАВЛАТ НЕФТЬ ВА ГАЗ УНИВЕРСИТЕТИ ФИЛИАЛИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017
GM/T.41.01 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**И.КАРИМОВ номидаги
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

НАЗАРОВ АЗИЗБЕК УЛУГБЕКОВИЧ

**ТУГАБ БОРАЁТГАН ГАЗКОНДЕНСАТ – НЕФТЬ КОНЛАРИДА
ЯРАТИЛАДИГАН ЕР ОСТИ ГАЗ САҚЛАШ ОМБОРИ ЦИКЛИК
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШТИРИШНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ОПТИМАЛЛАШТИРИШ
(ГАЗЛИ ВА ХЎЖОБОД ЕР ОСТИ ГАЗ САҚЛАШ ОМБОРИ
МИСОЛИДА)**

04.00.13 – Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация Комиссияси В2018.1.DSc/T206 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.ing.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Расмий оппонентлар:

Михайловский Александр Артёмович
техника фанлар доктори

Алимов Исмоил Алимович
техника фанлар доктори, профессор

Закиров Аъзамжон Алимжанович
техника фанлар доктори

Етакчи ташкилот:

«Ўзнефтьгазқазибчиқариш» АЖ

Диссертация ҳимояси Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти, Ўзбекистон нефть-газ саноати илмий-тадқиқот ва лойиҳалаш институти, Тошкент давлат техника университети, И.М.Губкин номидаги Россия давлат нефть ва газ университети филиали ҳузуридаги DSc 27.06.2017.GM/T.41.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил « 28 » ноябр соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100059, Тошкент шаҳри, Шота Руставели кўчаси, 114 уй. Тел.: (+99871) 253-09-78, факс: (+99871) 250-92-15. e-mail: igirnigm@ing.uz.

Диссертация билан Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (3855 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100059, Тошкент шаҳри, Шота Руставели кўчаси, 114 уй. Тел.: (+99871) 253-09-78, факс: (+99871) 250-92-15. e-mail: igirnigm@ing.uz.

Диссертация автореферати 2018 йил « 15 » ноябр куни тарқатилди.
(2018 йил « 22 » октябрдаги 1рақамли реестр баённомаси).

Ю.И.Иргашев

Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш Раиси, г.-м.ф.д., профессор

М.Г. Юлдашева

Фан доктори илмий даражасини бериш бўйича
Илмий кенгаш Илмий котиби г.-м.ф.н.

А.К. Рахимов

Илмий даражалар бериш бўйича
Илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар Раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда истеъмолчиларни газ билан таъминлаш тизимларининг ривожланиши табиий газни қазиб чиқариш, сақлаш ва транспортировка қилишда ресурслар ва энергияни тежаш чораларини амалга ошириш заруратини кўрсатмоқда. Ўрта ва узоқ муддатли истиқболда табиий газ энг самарали энергия ташувчи ва газ-кимё маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун хомашё бўлиб қолади, шунингдек қиш даврида жиддий даражада юқори бўлган табиий газ истеъмоли бўйича тоборо кучаяётган тенденциялар ушбу хомашёни жаҳон ҳамжамияти мамлакатларидаги иқтисодийнинг саноат ва ижтимоий-иқтисодий секторларига мавсумий нотекис етказиб берилишларини пасайтирувчи регуляторлар сифатида ер ости газ сақлаш тизимларини янада ривожлантириш кераклигини белгилаб қўйди.

Ҳозирги кунда дунёда, аномал паст қатлам босимларида ер ости газ сақлаш омборларини лойиҳалаштириш, газ ҳайдаладиган ва олинадиган қудуқлардан фойдаланиш тизимларини оптималлаштириш, қазилган газ-конденсат ва нефт конлари базасида яратилган объектлардаги қатлам резервуарларининг энергиясидан самарали фойдаланишнинг замонавий тизимларини ишлаб чиқиш бўйича бир мақсадга йўналтирилган тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу муаммоларни ҳал қилиш учун, қуйидаги йўналишлар ишлаб чиқилмоқда: ер ости газ сақлаш омборларидан фойдаланишни ахборот-таҳлилий тизимлар асосида тезкор таҳлил қилиш вазифаларида тизимли ёндашув тамойилларини қўллаш; ҳайдаладиган табиий газнинг газга бой ҳажмлардан ташқарига оқиб кетиши каби салбий гидродинамик жараёнларнинг олдини олиш ва уларни истисно қилиш; қудуқлар маҳсулотининг сув босишини пасайтириш; ҳайдаладиган газнинг қатламлар орасига оқиб кетишини истисно қилган ҳолда узоқ вақт давомида фойдаланиладиган қудуқларнинг технологик мустаҳкамлигини сезиларли даражада ошириш; қиш даврида табиий газ олинадиган газ омборларининг қувватини ошириш; газни ер остида сақлаш вазифаларини нефтли ҳошияларни охиригача қозиш вазифалари билан биргаликда ҳал этиш ишлари катта талабга эга бўлиб қолмоқда.

Республикада ёнилғи-энергетика мажмуини ривожлантиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Қабул қилинган дастурий чора-тадбирлар асосида, янги углеводород хомашёси конларини жадал ўзлаштириш, янги нефт-газ мажмуаларини барпо этиш ва уларни фойдаланишга топшириш ҳисобидан нефт-газ тармоғининг барқарор фаолияти таъминланмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «Ишлаб чиқаришни такомиллаштиришга йўналтирилган сиёсатни олиб бориш, тармоқни сифат жиҳатдан янги даражага ўтказиш йўли билан унинг технологик диверсификациясини ошириш»¹ вазифалари белгиланган. Шундан

¹ 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси / Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами. 2017. -№6.

келиб чиққан ҳолда, ер ости резервуарларининг ғовакли ҳажмларидан максимал самарали фойдаланишни таъминлаб, ер остида газ сақлаш тизимларини янада оптималлаштиришга йўналтирилган янги технологик ечимларни ишлаб чиқиш муҳим муаммолардан бири ҳисобланади ва бу катта илмий ҳамда амалий аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармонида, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 9 мартдаги ПҚ-2822-сонли “2017-2021 йилларда углеводород хомашёси казиб олишни кўпайтириш дастурини тасдиқлаш тўғрисида”ги ва 2017 йил 3 ноябрдаги ПҚ-3372-сонли “2017-2021 йилларда “Ўзбекнефтгаз” АЖ бўйича минерал ресурслар базасини ривожлантириш ва такомиллаштириш Давлат дастурини тасдиқлаш тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар ривожланишининг VIII «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи²².

Ер ости табиий газ омборларини яратиш ва улардан оптимал фойдаланишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий илмий-таълим муассасалари, жумладан: American Petroleum Institute (АҚШ), Halliburton (АҚШ) Baker Hughes (АҚШ), Schlumberger (Буюк Британия), China University Of Petroleum (ХХР), И.М.Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети (Россия), Бутунроссия Газ Илмий-Тадқиқот Институти (Россия), Бутунроссия нефт илмий-тадқиқот институти (Россия), «ВолгоУрал НИПИГаз» ташкилотида (Россия), шунингдек “ЎзЛИТИНефтгаз” АЖ ва И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Табиий газни сақлаш тизимларини яратиш бўйича методикалар ва илмий-технологик ечимларни ишлаб чиқишга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: заифлашган газ конларида ер ости газ сақлаш омборларини яратиш бўйича гидрогазодинамик ҳисоб-китоблар методлари ишлаб чиқилган (American Petroleum Institute, АҚШ); ер ости газ омборларидан циклик фойдаланишнинг 3 ўлчамли геологик-гидродинамик моделларини қуриш бўйича дастурий-техник комплекслар ҳамда сувли қатламлар ва заифлашган газ конларида омборлар яратиш бўйича технологик ечимлар ишлаб чиқилган

²² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи www.api.org, www.gubkin.ru, www.vniigaz.gazprom.ru, www.seb.com, www.gazprom.ru, www.runeft.ru, www.vesti-gas.ru, www.spe.org, www.oil-industry.net, www.kpfu.ru асосида бажарилди.

(Schlumberger, Halliburton, АҚШ); мураккаб геологик шароитда вертикал ва горизонтал кудукларни жойлаштириш технологичси яратилган (Baker Hughes, АҚШ); сувли горизонтларда ер ости газ сақлаш омборларини яратиш бўйича гидрогазодинамик ҳисоб-китобларнинг методологик базаси яратилган (И.М.Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети, Бутунроссия газ илмий-тадқиқот институти, Россия); Ўзбекистонда ер ости газ омборларини яратиш ва улардан фойдаланиш бўйича илк лойиҳавий-технологик ечимлар ишлаб чиқилган (ТошДТУ, ЎзЛИТИнефтваз, Ўзбекистон).

Дунёда ер ости газ сақлаш омборлари тизимини ривожлантириш ҳамда ресурслар ва энергияни тежаш чораларини амалга оширган ҳолда ушбу объектлардан самарали фойдаланиш учун қатор устувор йўналишлар бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан: газ омборларини яратиш ва улардан фойдаланишнинг ҳаққонийроқ ва реал геологик шароитларга мослашадиган геологик-технологик моделларини ишлаб чиқиш; кудуклар ва ер устида жиҳозланган объектлардан оқилона фойдаланиш тизимларини яратиш; кудуклардан узоқ вақт давомида фойдаланганда, сув босиши ва кумлилик намоён бўлишининг олдини олиш усуллари ишлаб чиқиш; ер ости газ омборларидан фойдаланишни лойиҳалаштириш ва мониторинг қилишнинг янги тамойилларини яратиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Фан ва технологиялар ривожланишининг ҳозирги ҳолати янги объектларни куриш ва мавжудларини такомиллаштириш масалаларида юқори технологик ускуналар ва техник тизимларни қўллаган ҳолда, ер ости газ омборларидан фойдаланишни лойиҳалаштириш ва таҳлил қилиш тизимларини такомиллаштириш заруратини белгилаб қўйди.

Шу билан бирга, янги технологик жараёнлар ва тизимларни қўллаш имкониятини асослаш, ер ости газ сақлаш омборларини лойиҳалаштириш ва уларнинг ишлашини таҳлил қилишнинг қўшимча ўрганиш ва ишлаб чиқишни талаб қиладиган методологик асосларини ривожлантириш билан чамбарчас боғлиқ. Хусусан, ҳозирга қадар турли типдаги газ омборларининг буферли ҳажмларини яратиш учун зарур бўлган табиий газ ҳажмларининг миқдори билан боғлиқ масалалар охиригача ўрганилмаган.

Бундан олдин кўплаб тадқиқотчилар томонидан газ олиш цикларида кудуклардан самарали фойдаланиш учун фаол газ сақлаш ҳажмларининг камида 50% миқдорида буферли ҳажмларни яратиш зарурати асослаб берилган эди. Газ омборларида буферли газ сақлаш ҳажмини камайтириш бўйича методологик ечимларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш, ер ости резервуарларида катта ҳажмда табиий газ консервациясини истисно қилган ҳолда, ушбу объектлардан фойдаланишнинг техникавий-иқтисодий самарадорлигини сезиларли даражада ошишини таъминлаши мумкин.

Шунингдек резервуарларда аномал паст катлам босими бўлганида ва фаол газ ҳажмлари сезиларли даражада ошганида газ омборларидан самарали фойдаланиш билан боғлиқ масалалар ҳам очиқлигича қолаётир.

Газ омборларини лойиҳалаштиришнинг горизонтал қудуқлар тизимидан фойдаланишга асосланган янги тамойилларини қўллашни қўзда тутувчи масалалар охиригача ўрганилмаган.

Истеъмолчилар томонидан газ узатиш тизимига етказиб бериладиган табиий газ сифатига қўйилаётган талабларнинг қатъийлашиши паст қатлам босимларида ер ости газ сақлаш омбордан олинадиган табиий газни тайёрлаш технологияларини янги технологик ечимларни қўллаган ҳолда такомиллаштириш заруратини белгилаб қўйди.

Шу муносабат билан мазкур диссертация ишида тугаб бораётган газконденсат – нефть конларида яратиладиган ер ости газ сақлаш омбори циклик эксплуатацияси тизимларини такомиллаштириш ва оптималлаштириш бўйича илмий-технологик асослар ҳамда уларни такомиллаштириш тизимларини лойиҳалаштириш бўйича ечимлар тақдим этилган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг 13/11-89/18-2011 «Газли конининг VII, VIII, IX, X, XI, XII горизонтлар бўйича қолдиқ геологик захираларини ва қазиб чиқариш имкониятларини баҳолаш» (2011-2012 йй.), 14/11-90/18-2011 «Қишки фойдаланиш даврларида Хўжобод ер ости газ сақлаш омборининг табиий газ олиш қувватларини ошириш» (2011-2013 йй.), 23/13-128/18-2013 «Газли ер ости газ сақлаш омборининг мавжуд узоқ вақт фойдаланилаётган қудуқларини такомиллаштириш технологияларини ишлаб чиқиш» (2013-2014 йй.), ИТХ-13-26 «Нефть захираларини максимал чиқариб олиш билан кечадиган газ тазйиқли усулда газ ости нефтли ҳошияларини қазиланишнинг самарали тизимларини яратиш» (2013-2014 йй.) мавзусидаги амалий, фундаментал ва инновацион лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ер ости газ омборларини такомиллаштириш шароитларида улардан фойдаланиш тизимларини лойиҳалаштириш ва оптималлаштиришнинг янги методологик асосларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

табиий газ олиш бўйича қувватларни оширишга йўналтирилган ер ости газ сақлаш омборининг эксплуатацион параметрларини мониторинг қилиш масалаларида тизимли ёндашувнинг методологик асосларини таҳлил қилиш;

ер ости газ сақлаш омборлардан фойдаланиш ва горизонтал қудуқлар тизимини яратиш орқали заифлашган газ конларини охиригача қазиланиш имкониятларини тадқиқ қилиш;

Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборлари тизимларини такомиллаштириш лойиҳалаштиришнинг геологик-технологик асосларини ишлаб чиқиш;

Газли ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланиш самарадорлигини горизонтал қудуқларни қўллаш орқали ошириш бўйича тизимли-оптимизацион вазифаларни белгилаш;

резервуарлардаги қатлам босимлари паст қийматларда бўлганида фойдаланиладиган ер ости газ сақлаш омборларини ер устида жиҳозлаш тизимларини оптималлаштириш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш;

нефтли ҳошияни охиригача қазиш билан биргаликда ер ости газ сақлаш омборлардан фойдаланиш тизимини лойиҳалаштириш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объектлари Ўзбекистон Республикасининг нефт ва газга бой Бухоро-Хива ҳудуди доирасида жойлашган Газли газ-конденсат ва нефт кони ҳамда Андижон вилоятида жойлашган Хўжобод ер ости газ сақлаш омбори ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети нефт-газ резервуарларини ер ости газ сақлаш омборларидан фойдаланиш билан биргаликда қазишнинг гидродинамик жараёнларини тадқиқ қилиш, газ сақланадиган объектларни такомиллаштириш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқишни ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда газ уюмларининг геологик тузилишига аниқлик киритиш ва захираларни газга бой қаватлар бўйича тақсимлаш учун геологик-технологик моделларни яратишнинг дастурий-аппарат комплексларини қўллаган ҳолда қудуқларнинг геофизикавий ва гидродинамик тадқиқотларига ишлов беришни ўз ичига олувчи комплекс тадқиқот методлари, кўп омилли таҳлил ва статистик материалларга ишлов бериш методлари қўлланган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Газли ва Хўжобод конларидаги газ уюмларини қазиш жараёнларини улардан ер ости газ сақлаш омбори режимида фойдаланиш параметрлари билан боғлаб тизимли умумлаштириш асосида объектларнинг қиш даврида табиий газ олиш қувватларини ошириш учун потенциал табиий газ ресурслари аниқланган;

ер ости газ сақлаш омборининг газни ҳайдаш ва олиш қувватини ошириш бўйича тизимли-оптимизацион масалаларни ҳал этиш асосида ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланишнинг технологик режимларини оптимал бошқариш методикалари ишлаб чиқилган;

ер ости резервуарларида аномал паст қатлам босимлари бўлганида, газ олиш жараёнида қудуқларнинг юқори унумдорлигини таъминловчи локал депрессион воронкаларни яратиш орқали горизонтал қудуқлар тизимларига эга ер ости газ сақлаш омборини лойиҳалаштиришга янгича ёндашувлар ишлаб чиқарилган;

газ сақлаш вазифаларини консервацияда бўлган горизонтлардан газ ва нефт қазиб чиқаришни тиклаш билан бирлаштирган ҳолда ер ости газ сақлаш омбор қувватини оширишнинг илмий-технологик ечими асосланган;

резервуарларда аномал паст қатлам босимлари бўлганида, истеъмолчиларга бериладиган табиий газнинг тегишли сифатини таъминлаш орқали ер ости газ сақлаш омборини ер устида жиҳозлаш тизимларини лойиҳалаштириш тамойили ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

Ўзбекистоннинг ер ости газ омборларида синовдан ўтган ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланишни тезкор таҳлил қилиш ва назорат қилишнинг ахборот-таҳлил тизими ишлаб чиқилган;

маҳсулотнинг сув босишини камайтириш орқали кудуклардан максимал самарали фойдаланишни таъминлайдиган ер ости газ сақлаш омборига газ ҳайдаш ва олишнинг технологик режимларини ўрнатиш тизими ишлаб чиқилган;

объектни лойиҳалаштиришда фойдаланиш мақсадларида Газли конида заифлашган газ горизонтларидан газ қазиб чиқаришни тиклаш билан биргаликда фаол газни сақлаш ҳажмларини йилига 2,5 дан 10,0 млрд.кубометргача ошириш бўйича технологик ечимлар ишлаб чиқилган;

объектни лойиҳалаштиришда фойдаланиш учун Хўжобод ер ости газ сақлаш омборининг фаол газни сақлаш ҳажмларини йилига 0,9 дан 1,8 млрд.кубометргача ошириш бўйича технологик ечимлар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги кудукларнинг гидрогазодинамик тадқиқотлари асосида Газли конида ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборида олиб борилган экспериментал тажриба-саноат ишларининг ҳажми билан тасдиқланади. Объектларда фойдаланувда бўлган кудукларнинг ҳисобий ва ҳақиқий технологик ишлаш режимлари қийматларини таҳлил қилиш натижаларнинг юқори даражада тўғри келишини кўрсатди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти газ сақлаш вазифаларини консервацияда бўлган горизонтлардан газ ва нефт қазиб чиқаришни тиклаш билан бирлаштирган ҳолда, аномал паст қатлам босимларида заифлашган газ-конденсат ва нефт конларида ер ости газ сақлаш омборларини яратиш ва улардан фойдаланишнинг технологик асосларини такомиллаштиришдан, горизонтал кудуклар жойлашган зонада газнинг резервуар ичкарасига оқиб кетиш самарасини сезиларли даражада камайтиришни таъминлайдиган депрессион воронкаларни яратишнинг методологик асосларини ишлаб чиқишдан иборат. Горизонтал кудуклар тизимларига эга ер ости газ сақлаш омборларидан фойдаланиш ва уларни ишлатишнинг оқилона технологик режимларини ўрнатиш бўйича ишлаб чиқилган методология Ўзбекистонда ер ости газ омборларини такомиллаштириш лойиҳаларини тузиш учун асос бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти газ аномал паст қатлам босимларида сақланганида, горизонтал кудуклар ва газни тайёрлашнинг технологик тизимлари билан жиҳозланадиган ер ости газ сақлаш омборлардан фойдаланишнинг такомиллаштирилган тизимларини лойиҳалаштириш орқали Газли конида ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборида табиий газ сақлаш ҳажмларини йилига 3,4 дан 11,8 млрд.кубометргача ошириш имкониятларидан иборат. Умуман олганда эса, буларнинг барчаси ер ости газ омборларидан фойдаланиш самарадорлигининг ўсишига олиб келади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ер ости газ сақлаш омборининг эксплуатацияси тизимларини лойиҳалаштиришни такомиллаштириш ва оптималлаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

узоқ вақт консервацияда бўлган мавжуд қудуқларни капитал таъмирлаш технологияси Газли ер ости газ сақлаш омборида жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2018 йил 20 августдаги 02/14-2-26-5452-сон маълумотномаси). Натижада 503, 281 қудуқларни такрор фойдаланишга киритиш ва 2014-2017 йилларнинг қиш давларида ушбу қудуқлардан газ олиш ҳажмини 4,7% га ошириш имконини берган;

Газли ер ости газ сақлаш омбори остида ётган горизонтлардан газ қазиб чиқаришни тиклаш билан биргаликда табиий газ сақлаш ҳажмларини оширишнинг технологик схемаси «Ўзбекнефтгаз» АЖда амалиётга жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2018 йил 20 августдаги 02/14-2-26-5452-сон маълумотномаси). Натижада ушбу горизонтлардан йилига 890,0 млн. куб. м газ қазиб чиқариш ва тиклаш имконини берган;

фаол газ сақлаш ҳажмларини босқичма-босқич ошириш бўйича технологик схема Хўжобод ер ости газ сақлаш омборида жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2018 йил 20 августдаги 02/14-2-26-5452-сон маълумотномаси). Натижада лойиҳалаштиришга қабул қилинган такомиллаштириш тизими ёрдамида газни сақлаш ҳажмини 78% ошириш имкони яратилган;

«Ер ости газ омборлари. Тезкор таҳлил ва фойдаланишни назорат қилиш» бошқарув ҳужжати (О'zRH 39.0-144:2015) «Ўзбекнефтгаз» АЖда амалиётга жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 2018 йил 20 августдаги 02/14-2-26-5452-сон маълумотномаси). Натижада ер ости газ сақлаш омборини ишлатиш мониторинги самарасини ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотларнинг асосий натижалари 3 та Халқаро ва Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 28 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлардаги 19 та илмий мақола, жумладан 14 таси Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган, шунингдек 1 та Ўзбекистон Республикаси патенти олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 198 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари

тафсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Ер ости газ омборларидан фойдаланишни лойиҳалаштириш ва мониторинг қилиш тизимларининг ҳолати ва уларни ривожлантириш истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида қиш даврида Газли кони ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборидаги объектлардан фойдаланиш ҳолатини тезкор таҳлил қилиш бўйича вазифаларни ҳал этиш ҳамда газ олиш ҳажмларини ошириш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш орқали Ўзбекистонда газ сақлаш тизимларини ривожлантиришнинг методологик асоси ишлаб чиқилди.

Ушбу йўналишдаги илмий тадқиқотларни умумлаштириш ишлари, заифлашган нефт-газ конларида ва сувли қатламларда табиий газ сақлаш тизимларини яратиш бўйича дастлабки назарий асослар Америка нефт институти (API) мутахассислари М. Маскет, D. Katz и K.N. Coats, Rasin M. Tek, J. Dupuit, И.М. Губкин номидаги Москва нефт-кимё ва газ саноати институти мутахассислари И.А. Чарный, Б.Б. Лапук, Е.В. Левикин, А.И. Ширковский ва Г.И. Задора, В.Н. Шелкачёв, Бутуниттифок табиий газ илмий-тадқиқот институти (БТГИТИ) мутахассислари А.Л. Хейн, С.Н. Бузинов, А.А. Михайловский ва бошқалар томонидан ишлаб чиқилганини кўрсатди. Ушбу тадқиқотлар сувли горизонтлар ва заифлашган газ конларида ер ости газ сақлаш омборларидан фойдаланиш тизимларини лойиҳалаштириш методларини ишлаб чиқишга йўналтирилган эди.

Ер ости газ сақлаш омборларини яратиш ва уларнинг эксплуатацион ишончилигини ривожлантириш бўйича ҳозирги тадқиқотчилик ишлари, МДХ ва Европа мамлакатларида ушбу объектларни лойиҳалаштириш тизимлари Газпром – БТГИТИ (Россия), С.Н.Бузинов илмий мактаби томонидан ривожлантирилмоқда.

Ўзбекистонда газни ер остида сақлаш тизимини яратиш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг ривожига Тошкент политехника институти – ҳозирги Тошкент давлат техника университетининг “Нефт ва газ конларини қазииш ва улардан фойдаланиш” кафедрасининг т.ф.д. профессор С.Н.Назаров бошчилигидаги мутахассислари Б.Ш.Акрамов, А.В.Мавлянов, Н.В.Сипачёв, А.Г.Посевич ва бошқалар катта ҳисса қўшган.

Ушбу мутахассислар томонидан Шимолий Сўх конида юқори босимли газ рецеркуляцияси бўйича илк лойиҳавий-технологик ҳужжатлар ишлаб чиқилган. Қатламга газ ҳайдаш бўйича ўтказилган саноат экспериментал тадқиқотлар асосида, газ шапкаларини ҳосил қилиш орқали ер ости резервуарларидан қолдиқ нефт захираларини охиригача чиқариб олиш ва ушбу объектларни ер остида газ сақлаш режимига ўтказиш имкониятлари белгиланди. Мазкур тадқиқотлар Марказий Осиё минтақасидаги заифлашган

газ-нефт конларида ер ости газ омборларини лойиҳалаштиришнинг методологик асослари ишлаб чиқирилиши бошлаб берди.

Шунингдек Ўзбекистон, Қозоғистон, Қирғизистон ер ости газ омборларини лойиҳалаштириш тизимига “Ўртаосиёгазити” (“ЎзЛИТИнефтваз” АЖ) институтининг мутахассислари У.Д. Мамажонов, Г.Ф. Толкушин, А.Х. Умаров, Х.А. Вахабов, И.И. Климашкин, М.Г. Баркер ва бошқалар ҳам сезиларли ҳисса қўшган. Улар томонидан Газли, Шимолий Сўх, Хўжобод (Ўзбекистон), Майлису (Қирғизистон), Полторацкий ва Ақиртүбе (Қозоғистон) ер ости газ сақлаш омборларини лойиҳалаштириш ва улардан фойдаланишни таҳлил қилиш бўйича ишлар бажарилган.

Шу билан бирга, айти пайтга қадар ишлаб чиқаришларни тезкор бошқариш ва улардан фойдаланишнинг технологик режимларини прогноз қилиш билан шартланган газ қазиб чиқарувчи, сақловчи ва уни амалий текисликка транспортировка қилувчи объектларнинг ишлашини таҳлил қилиш бўйича ишлаб чиқилган методикалар ва процедураларни қўллаш, шунингдек газ сақлаш объектларини такомиллаштириш зарурати ва имкониятини илмий-технологик асослаш билан боғлиқ масалалар ҳамон очиқлигича қолмоқда.

Янги техника ва технологияларни жорий этиш зарурати муносабати билан табиий газни ер остида сақлашни ривожлантиришнинг ресурсларни тежовчи стратегиялари бўйича ишлар йўналиши ҳам ривожланмоқда.

Ушбу тадқиқот йўналишлари газни ҳайдаш ва олиш ҳажмларини турли мавсумларда мазкур энергия ташувчисига бўлган бозор конъюнктурасига қараб ўзгариши шароитларида газдан фойдаланиш характеристикаларини таҳлил қилиш ва уни сақлаш параметрларини прогноз қилиш учун ер ости резервуарларидан фойдаланишнинг геологик-гидродинамик моделларини яратиш ва мослаштиришни кўзда тутди.

Шу билан бир қаторда, қатлам резервуарларида газнинг мёрдан ташқари йўқолишларига йўл қўймаслик мақсадларида узоқ вақт фойдаланиладиган қудуқлар тизимининг эксплуатацион ишончилигини узайтиришни кўзда тутувчи йўналишлар ҳамда объектлардан фойдаланишнинг технологик режимларини оптималлаштириш билан боғлиқ тадқиқот ишлари ҳам ривожланмоқда.

Шунинг баробарида, айти пайтгача ер остида газ сақлаш тизимлари ишлашининг мослаштириладиган моделларини яратиш, ер ости газ сақлаш омборларидан аномал паст қатлам босимларида фойдаланиш ва сақланаётган газнинг ёндош горизонтларга эҳтимолий оқиб кетиши билан шартланган геологик хатарларни бошқариш бўйича муаммоли масалаларга етарлича эътибор қаратилмаяпти. Бундай шароитларда газ олиш даврида қудуқларнинг унумдорлигини сезиларли даражада оширишни ва узоқ муддат давомида аварияларсиз фойдаланишни таъминлайдиган қудуқлар қурилиши билан боғлиқ янги ёндашувларни ишлаб чиқиш зарур.

Табиий газни қазиб чиқариш, сақлаш ва транспортировка қилиш тизимларини комплекс бошқариш бўйича оптималлаштирилган ечимларни

ишлаб чиқишда тизимли таҳлил ва тизимли ёндашув тамойилларига мувофиқ диссертация мавзуси бўйича ишлаб чиқилган илмий-технологик ечимларни саноатга бериш имкониятини белгилайдиган тадқиқот ишларининг алгоритми ишлаб чиқилди.

Диссертация мавзуси бўйича тадқиқот вазифаларининг қўйилиши тадқиқот ишларининг қуйидаги турли босқичларида мақсадли функциялар ва вазифаларни ҳал этиш компонентларини белгиловчи тизимга структураланди:

1-босқич – мавжуд ер ости газ сақлаш омборлар қувватини ошириш заруратини тизимли баҳолаш. Ушбу вазифа Ўзбекистондаги мавжуд ер ости газ сақлаш омборларини Тошкент саноат узелида янги газ сақлаш объектларини қуришга муқобил сифатини такомиллаштириш заруратини тизимли баҳолашни кўзда тутди. Шунингдек ушбу вазифа ер ости резервуарларидан максимал самарали фойдаланишни ҳисобга олган ҳолда истеъмолчиларнинг эҳтиёжларини қондириш учун газ сақлашнинг зарур ҳажмларини асослашга қаратилган.

2-босқич – газ сақлаш ҳажмларини ошириш бўйича жорий салоҳиятни баҳолаш ва оптимизациялаштирилган ечимларни ишлаб чиқиш. Ушбу масала Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборлари борасида табиий газни сақлаш объектларининг бошланғич ва жорий геологик моделларига аниқлик киритиш бўйича тадқиқот ишларини ўтказиш билан боғлиқ. Мазкур ечимлар, лойиҳалаштиришнинг янги тамойиллари жорий этилганида, мавжуд объектларда газ сақлаш ҳажмларини ошириш имкониятлари бўйича технологик асосни ишлаб чиқишга йўналтирилган.

3-босқич – қудуқлардан фойдаланишни оптималлаштириш, ресурслар ва энергияни тежаш функционалларини амалга ошириш вазифаларини ҳал этиш омборлардаги фаол газ ҳажмларини сезиларли даражада ошириш учун буферли табиий газнинг мавжуд ҳажмларидан самарали фойдаланиш орқали газ омборларини такомиллаштириш бўйича янги ёндашувларни излашга қаратилган. Шунингдек ушбу вазифаларни ҳал қилиш қатлам резервуарларидаги энергиядан самаралироқ фойдаланишни таъминлашга, табиий газ оқиб кетишининг олдини олиш ва бундай ҳолатларни истисно этишга йўналтирилган.

4-босқич – фойдаланилмайдиган горизонтлардан газ қазиб чиқаришни тиклашга ва нефт қазиб чиқаришни ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланиш билан биргаликда ягона комплексида оширишга қаратилган тизимли ечимларни ишлаб чиқиш. Ушбу вазифалар газни сақлаш, табиий газ ва нефтни қазиб чиқариш бўйича ягона технологик тизимда қолдиқ геологик захираларнинг бутун углеводород салоҳиятидан самаралироқ фойдаланган ҳолда Газли ва Хўжобод конларидаги барча технологик горизонтлардан биргаликда фойдаланиш бўйича тизимли технологик ечимларни ишлаб чиқиш билан боғлиқ.

Газни ер остида сақлаш масалаларини газ-транспорт тизимининг линияли қисмидаги техник ресурслар ва газ истеъмолининг нотекислиги билан биргаликда тизимли кўриб чиқиш Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш

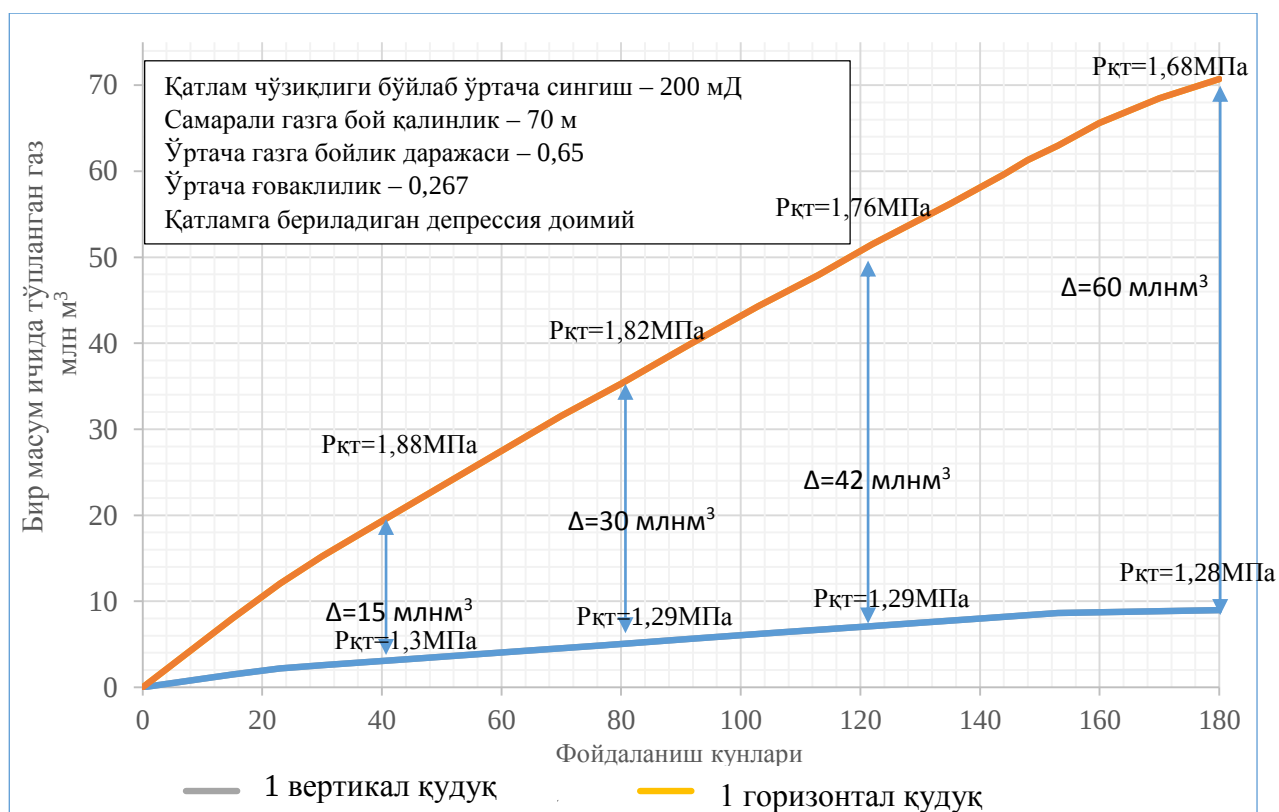
омборларини Тошкент вилоятида янги ер ости газ сақлаш омбори қурилишига муқобил сифатида такомиллаштириш лойиҳаларини амалга оширишнинг сезиларли афзалликларини аниқлади. Хавф-хатар омиллари ва ноаниқлик жиҳатларини ўрганиш асосида, Ўзбекистон иқтисодиётининг саноат ва ижтимоий-иқтисодий секторларида табиий газга бўлган эҳтиёжларни тўлиқ қондириш учун қиш даврида Ўзбекистон ер ости газ сақлаш омборларининг газ олиш бўйича қувватини (суткасига 30,0 дан 75,0 млн.кубометргача) оширишнинг мақсадли параметри аниқланди.

Мураккаб тизимларни бошқариш назарияси ва тизимли таҳлил тамойиллари асосида табиий газни сақлаш жараёнида технологик вазиятларни тезкор баҳолаш ва прогнозлаш вазифаларида хабардорликни сезиларли даражада оширишнинг методологик асослари ишлаб чиқилди. Бу газ сақланадиган ер ости резервуарларида газга бой ҳажмларнинг жорий параметрларини баҳолашнинг самарали механизмини ҳамда табиий газни ҳайдаш ва олиш тизимларини бошқариш алгоритмларини яратиш имконини берди. Ер ости резервуарларидаги газга бой ҳажмлар динамикасини тезкор баҳолаш бўйича ишлаб чиқилган алгоритмлар, ер ости газ омборларининг энергетик салоҳиятидан максимал самарали фойдаланган ҳолда, газ сақлаш ҳажмларини оширишга қаратилган технологик ечимларни ишлаб чиқиш асоси сифатида қудуқлардан фойдаланишнинг оптимал технологик режимларини ўрнатиш бўйича ахборот-таҳлил тизимини (“Газтаҳлилчи” АТТ) яратишга имкон берди.

Аномал паст қатлам босимларида (1,2 – 1,7 МПа) ер ости газ сақлаш омборларидан циклик фойдаланиш динамикасини тадқиқ қилиш натижалари горизонтал қудуқлар тизимини қўллаш орқали резервуарлардан фойдаланиш самарадорлигини сезиларли даражада ошириш имкониятини кўрсатди. Узунлиги 350 дан 500 метргача бўлган горизонтал қудуқларни қазганда вертикал қудуқлар унумдорлигидан камида 2-3 барабар юқори унумдорликнинг сезиларли ўсиши юз бериши аниқланди(1-расм).

Шу билан бир қаторда, (бутун горизонтал қудуқ узунлиги бўйлаб) горизонтал қудуқларнинг қудуқолди соҳасида газга бойлик даражаси юқори бўлган юқори босимли локал зоналар ҳосил бўлиши самараси ҳам аниқланди.

Ушбу аниқланган самара аномал паст қатлам босимларида ҳайдаш-фойдаланиш қудуқлари жойлашган зоналарда локал газ сақлаш объектларини шакллантириш бандини исботлайди, бу эса буферли ҳажмни оширмасдан газ сақлаш ҳажмларини ошириш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш учун асос беради.



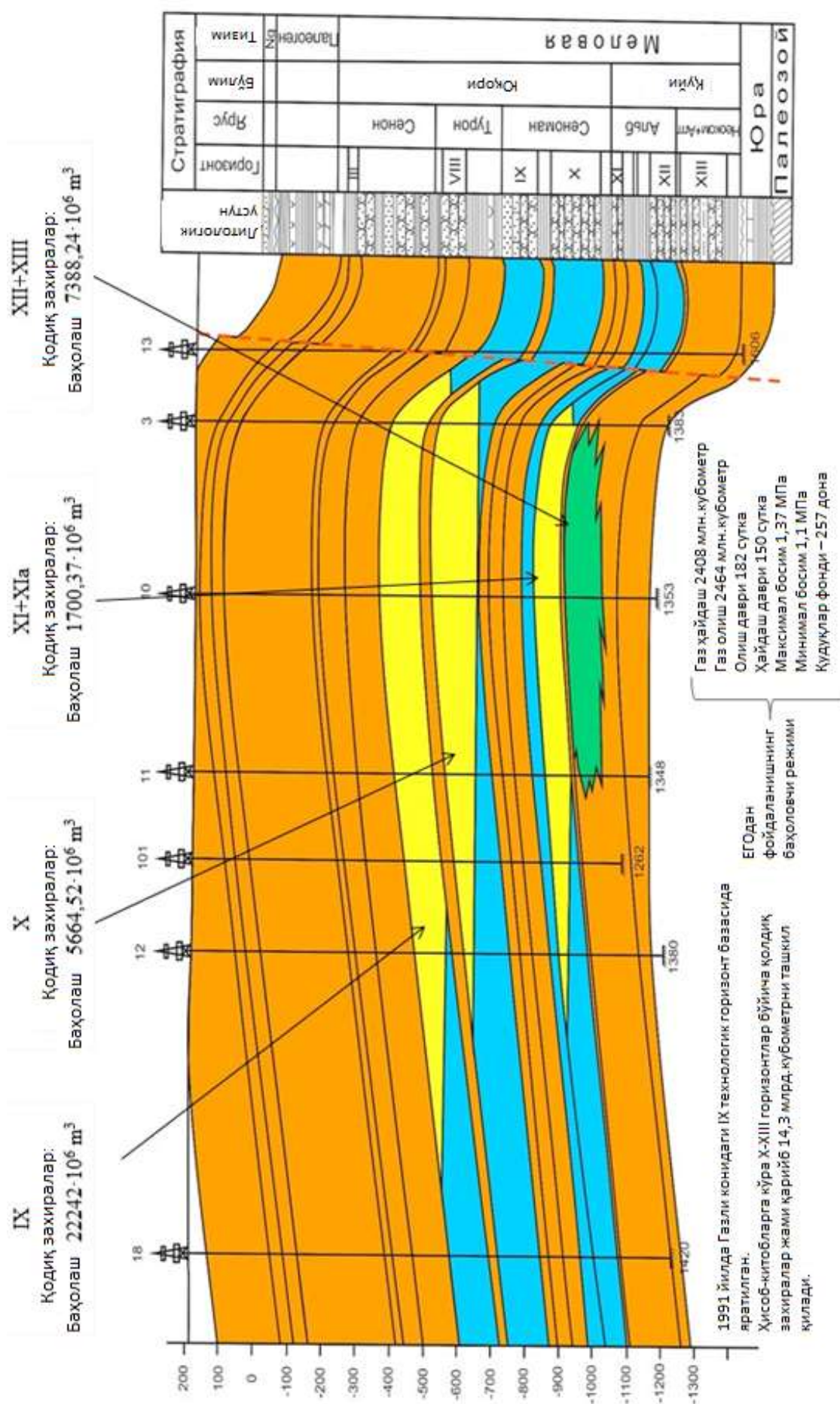
1-Расм. Вертикал ва горизонтал қудуқлар бўйича ҳайдалган газ ҳажмини чиқариб олиш салоҳияти

Ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланишни бошқариш вазифаларини тизимли умумлаштириш асосида, намоён бўлиши объектлардан фойдаланишга салбий таъсир кўрсатадиган геологик ва технологик характердаги ноаниқликлар гуруҳи бир тизимга солинди. Хавф-хатарлар гуруҳи уларнинг эҳтимолий намоён бўлиши даражасига қараб тартибга солинди, ер ости газ сақлаш омборларини такомиллаштириш лойиҳаларини амалга оширганда геологик хавф-хатарларни бошқариш тизими ишлаб чиқилди.

Диссертациянинг “Газли ер ости газ сақлаш омбори тизимларини такомиллаштириш қуйи горизонтларни охиригача разведка қилиш билан биргаликда лойиҳалаштиришнинг технологик асослари” деб номланувчи иккинчи бобида ер ости газ сақлаш омбори тизимларини такомиллаштириш (Газли ер ости газ сақлаш омбори мисолида) қуйи Х – XIII горизонтлардан газ қазиб чиқаришни тиклаш билан тизимли боғлиқликда комплекс лойиҳалаштиришнинг геологик-технологик асослари ишлаб чиқилди.

Тадқиқотлар асосида умуман Х – XIII горизонтлар бўйича камида 14,7 млрд.кубометр ҳажмда қолдиқ кўчма табиий газ захиралари мавжудлиги аниқланди (2-расм).

Ер ости газ сақлаш омбори режимида фойдаланиладиган IX горизонт бўйича 1988-2015 йиллар оралиғидаги даврда табиий газ ҳайдаш ва олиш цикллари тизимли тадқиқ қилиш бўйича статистика маълумотлари асосида 1963 йилдан 1987 йилгача бўлган даврдаги кон қазилари курсаткичлари бўйича мослаштириш билан табиий газни сақлашнинг технологик модели яратилди.



2-Расм. Газли конида газ захираларининг ҳолатини баҳолаш

IX горизонт резервуаридаги дренаж қилинадиган газ захираларини ҳар бир қудуқ бўйича баҳолаш натижалари, газ олиш циклларида қудуқларнинг унумдорлигини ошириш мақсадида, ҳайдаладиган газ энергиясидан самарали фойдаланиш бўйича технологик ечимларни ишлаб чиқиш имконини берди. Ушбу ечимлар газнинг қудуқлар жойлашган зонада ушлаб турилишини таъминловчи газ ҳайдашнинг радиал-сферик зонаси доирасида газ бўйича фазали ўтишни бошқаришга йўналтирилган.

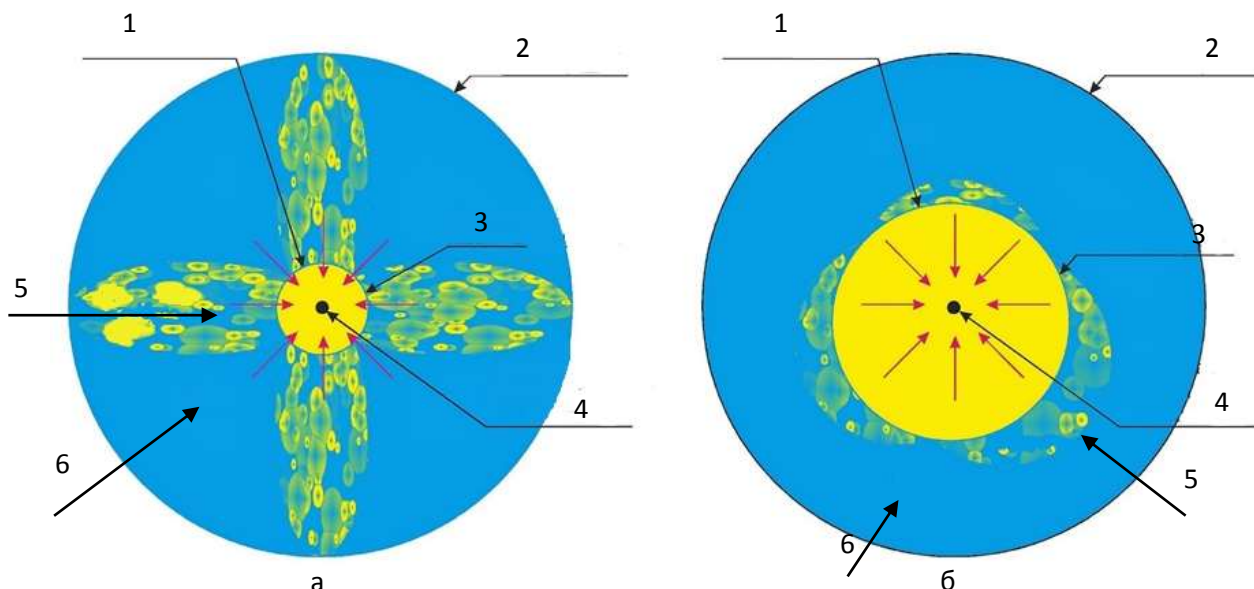
IX горизонт қатлам резервуарининг герметиклигини ва ушбу объектда газ сақлаш ҳажмлари оширилганида эҳтимолий хавф-хатарларни баҳолаш мақсадларида газнинг горизонтлар бўйлаб эҳтимолий оқиши тадқиқ қилинди.

Тадқиқот ишлари қудуқлардаги эксплуатацион устунлар герметик эмаслиги туфайли газ ҳайдаш ва олиш жараёнида IX ва X горизонтлар орасида газ оқиб ўтишлари мавжудлигини кўрсатди. Газнинг IX горизонтдан X горизонтга оқиб ўтиши IX горизонтда газ сақлаш ҳажмларининг ошиши билан, газнинг X горизонтдан IX горизонтга оқиб ўтиши эса, IX горизонтда газ сақлаш ҳажмларининг камайиши билан белгиланиши аниқланди.

Эҳтимолий оқиб ўтиш қийматларининг миқдорий ҳисоб-китоблари ер ости газ сақлаш омборини такомиллаштириш тизимини лойиҳалаштириш учун таъмирлаш-тиклаш ишларини ўтказишга яроқсиз бўлган узоқ вақт фойдаланиладиган фонд ўрнига янги қудуқларни қазитиш тавсия этишга асос беради.

Амалга оширилган тадқиқотлар, қиш мавсумининг энг авж нуқтага етган совуқ кунларида қатлам резервуарининг қисилган зоналаридан газ чиқариб олиш ҳисобидан суткалик газ олишларни камида 10-15% га оширишни таъминловчи оптимал технологик режимларни ўрнатиш методикасини ишлаб чиқиш имконини берди.

Ишлаб чиқилган методика фойдаланиш-ҳайдаш қудуқлари фондидан тўлиқ фойдаланган ҳолда табиий газни ер ости резервуарига (бутун газ ҳайдаш цикли давомида) бир текис ҳайдаш режимини ташкиллаштиришни кўзда тутди. Мазкур методика қудуқлар ости доирасида юқори босимли локал зоналарни яратиш учун газни ҳайдаш орқали резервуарнинг тўлиқ газга бой ҳажминини максимал қамраб олиш имкониятини таъминлашга қаратилган, бу бизнинг тадқиқотларимизга кўра, умуман ер ости газ сақлаш омборидан табиий газ олишнинг нисбатан юқори даражасини таъминлайди (3-расм).



а – ҳайдалаётган газнинг қудуқдан қатлам ичкарасига оқиши (қатлам изотроп бўлиб, барча траекториялар бўйлаб ғоваклилик бир хил, оқиш жараёни гидродинамик босим билан назорат қилинади) б – газ ҳайдаш фронтини бошқарганда газнинг оқиши (қатлам изотроп бўлиб, барча траекториялар бўйлаб ғоваклилик бир хил, оқиш жараёни газ бўйича (ҳайдаганда) ва сув бўйича (газ олганда) фазали сингишнинг камайиши билан назорат қилинади)

1 – газ пуфаги; 2 – газга бойлик даражасининг ташки контури; 3 – газга бойлик даражасининг ички контури; 4 – ҳайдаш-фойдаланиш қудуғи; 5 – газли сув; 6 – сув.

3-Расм. Газ оқишининг гипотетик жараёни

Тадқиқот натижалари газ ҳайдашнинг технологик режимларини тартибга солиш ва барча қудуқларни ҳайдаш жараёнига жалб қилиш қудуқлар тубига яқин зоналарда газнинг юқори концентрациясини таъминлаш, Газли ер ости газ сақлаш омбори ҳолатида эса, ҳар бир алоҳида қудуқни алоҳида ажратилган газ сақлаш объекти сифатида тақдим этиш имконини беришини кўрсатди. Шунингдек қудуқлардан горизонтал шахталар сифатида фойдаланиш, қисқа муддатли даврларда нисбатан юқори қатлам босимларида, қудуқ остига яқин зонада газ пуфагининг бутунлигини таъминлайди.

Диссертациянинг “**Х – XIII горизонтлардан газ қазиб чиқаришни тиклаган ҳолда Газли ер ости газ омборларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича тизимли-оптимизацион вазифалар**” деб номланувчи учинчи бобида IX горизонтда табиий газ сақлаш ҳажмларини ошириш ва Х – XIII горизонтларни охиригача қазиб учун эксплуатацион устунлари катта диаметрли (178 мм гача) горизонтал ва вертикал қудуқларни амалда қўллаш имкониятлари тадқиқ қилинган. Кўп вариантли тадқиқотлар асосида, Х – XIII горизонтларда қўшимча 25 та қудуқ бурғуланганида, йиллик табиий газ қазиб чиқариш ишлари, газ сақлаш ҳажмларини 10,0 млрд.кубометргача ошириш (IX горизонтда 117 тагача янги қудуқ бурғуланганида) билан биргаликда, йилига камида 890,0 млн.кубометр даражасида таъминланиши мумкинлиги аниқланди (4-расм).

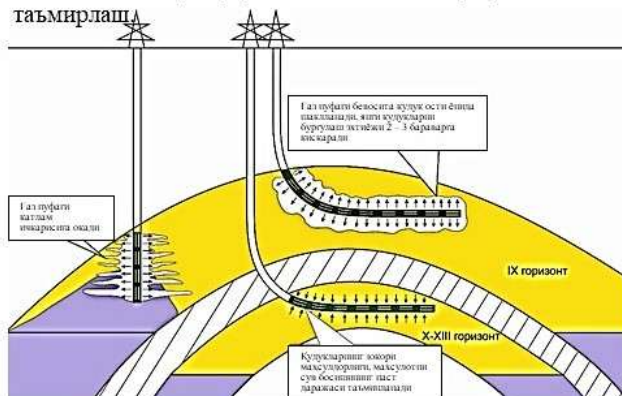
Ер ости қисмини лойиҳалаштириш сифатини таъминлаш мақсадларида VII – XIII горизонтларнинг маҳсулдор ётқизикларини вертикал пилот ва

горизонтал қудуқларга эга баҳолаш-эксплуатацион қудуқларни бурғулаш ва уларни интерваллар билан синаш орқали охиригача разведка қилишнинг кўп босқичли тизимини ўз ичига олувчи Газли конини газга бойлик қаватлари бўйича охиригача разведка қилиш ишларининг технологик асоси ишлаб чиқилди.

Ер ости қисми

ЕГОда 117 тагача янги горизонтал қудуқ бурғулаш.

100 тагача мавжуд қудуқ диагностикаси ва уларни таъмирлаш.



Йиллар	IX горизонт (ЕГО)			
	йиллик олиш (ҳайдаш), млн куб. м	қудуқлар сон, та		
		мавжуд	янги	жами
2018-2019	2500	255		255
2019-2020	3273	255	4	259
2020-2021	4651	255	28	283
2021-2022	7500	255	75	330
2022-2023	8789	255	97	352
2023-2024	10000	255	117	372
2024-2025	10000	255	117	372
2025-2026	10000	255	117	372
2026-2027	10000	255	117	372
2027-2028	10000	255	117	372
2028-2029	10000	255	117	372
2029-2030	10000	255	117	372
2030-2031	10000	255	117	372
2031-2032	10000	255	117	372
2032-2033	10000	255	117	372

Параметры модернизации ПХГ на прирост объемов 6,0 млрд куб. м

Курсаткичлар	6,0 млрд кубометр фвал газни ҳайдаш (207 сутка)								6,0 млрд кубометр фвал газни олиш (146 сут)				
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
Суткалар сон, та	18	31	30	31	31	30	31	5	15	31	31	28	31
Газ ҳажмлари, млн кубометр	180,6	797,4	1028,4	1062,6	1062,6	1028,4	797,4	42,6	475,8	1461,6	1461,6	1367,4	1062,6
Битта вертикал горизонтал қудуқ дебити, млн м ³ /сут.	224/591,6	215/568,8	204/538,2	191/505,8	178/471,6	165/436,8	155/409,2	154/408	209/553,2	191/504	173/457,2	157/416,4	146/386,4
вертикал/горизонтал қудуқ сон, та	75/17	199/45	280/64	298/68	320/73	345/78	276/63	92/21	252/57	411/93	453/103	515/117	390/89
Рқт, МПа	1,54	1,60	1,68	1,76	1,84	1,92	1,98	1,98	1,94	1,83	1,73	1,62	1,54

4-Расм. Ер ости газ омборининг ер ости қисмини такомиллаштириш концепцияси

40-50 йилдан ортиқ ишлатилган эски фондга кирувчи қудуқларнинг эксплуатацион ишончлилигини тиклаш бўйича имкониятларни излаш мақсадларида мавжуд қудуқларни тадқиқ қилинди ва устун орти маконининг герметиклигини тиклаш йўли билан уларни капитал таъмирлаш технологияси ишлаб чиқилди.

Технологик ечим қудуқларнинг тубига яқин зонага босим остида цемент асосидаги елимшак-қайишқоқ тизимларни ҳайдаш йўли билан қатламлараро тутатиш жойларини такрор герметизациялашни, қудуқларга диаметри 101 мм бўлган қўшимча эксплуатацион устунларни туширишни, устунлараро майдонни гель-цементли эритма билан герметизация қилишни ва қудуқларни насос-компрессор қувурларини туширмасдан фойдаланишга туширишни кўзда тутди.

IX горизонтдаги газ қудуқларидан циклик режимда фойдаланишнинг гидродинамик характеристикалари асосида ҳар бир қудуқ газ олиш жараёнида ўзининг дренажлаш соҳасига эгаллиги аниқланди. Қудуққа ҳайдалаётган газ қатламнинг узок зоналарига оқиши натижасида қатлам энергияси йўқолиши юз беради. Мазкур ҳолат уларнинг бир таквим йилида 192 суткадан ошмайдиган фойдаланиш муддатида қудуқларнинг қазиб чиқариш

имкониятларига салбий таъсир кўрсатади (2011 йилги фактларга асосланган маълумотлар).

Бундан ташқари, агар газни битта қудуққа ҳайдаш ишлари ёз мавсумида қудуқлар оғзига юбориладиган 1,5 – 1,7 МПа босим билан 207 сутка давомида амалга оширилиши ҳақидаги банд қабул қилинадиган бўлса, унда ҳайдалган газ ҳажми қудуқ оғзига юборилган 1,0 – 1,2 МПа босимларда 192 сутка давомида ушбу қудуқдан олиниши мумкин эмас.

Кўрсатилганларни инобатга олган ва ер ости газ омборларини лойиҳалаштиришнинг методологик асосларидан келиб чиққан ҳолда, ҳайдалган газ ҳажмига тенг бўлган газ олиш ҳажмига эришиш ёз даврида газ ҳайдаладиган битта қудуққа қиш даврида камида учта фойдаланиладиган қазиб чиқарувчи қудуқ бўлиши заруратини белгилайди. Бунда қудуқлар бири-биридан газ ҳайдалган қудуқ бўйича дренажлашнинг солиштирма ҳажмини аниқлаш билан ҳисобланадиган масофада бўлиши керак.

Юқорида кўрсатилган маълумотлар газ олиш даврининг бошида қудуқ жойлашган зонадаги қатлам босими қанчалик юқори бўлса, белгиланган даврда газ олиш жараёнида уни дренажлашнинг солиштирма ҳажми шунчалик катта бўлиши ҳақида хулоса қилиш имконини беради.

Шу билан бирга, қудуққа ҳайдаш пайтида мавжуд газ оқиб кетиши жараёни қудуқ жойлашган зонада қатлам босимини сезиларли даражада ошириш имконини бермайди. Шу муносабат билан газ омборининг ер ости қисмидаги фаолиятини оптималлаштириш масалалари истиқболда шу соҳада максимал юқори қатлам босимига эришиш мезони бўйича қудуқларни дренажлашнинг солиштирма ҳажми доирасида газ пуфагини яратишни таъминловчи технологик ечимларни ишлаб чиқишга қаратилган бўлиши керак.

Ушбу масалани ҳал этиш қуйидаги иккита йўналиш бўйича таъминланиши мумкин:

1-Йўналиш – битта кон зонасида омборга ҳайдалган газ ҳажмларининг концентрацияси билан ягона дренажлаш соҳаси (ягона газ пуфаги)ни ҳосил қилиш орқали мазкур зонада қудуқларнинг локал тизимини яратиш.

Ушбу ечим ер ости газ сақлаш омборидан циклик фойдаланганда эластик сув тазйиқли режим намоён бўлганида самарали ҳисобланади. Бироқ, агар қатлам суви ҳайдалган контурларда газ тамбаси йўқлиги натижасида сувнинг юқори фаоллиги намоён бўлмаса (айниқса, ғовакли майдоннинг ўлчаб бўлмайдиган катта ҳажмларида), ушбу ечимнинг самарадорлиги энергетик йўқотишлар ҳисобидан сезиларли даражада пасаяди, бу глобал репрессия тепаликни яратишда газ оқилишининг олдини олиб бўлмаслик билан боғлиқ.

2-Йўналиш – мавжуд қудуқларнинг солиштирма дренажлаш ҳажми зонасида кўпikli тўсиқларни қўллаган ҳолда газ бўйича фазали ўтишни пасайтириш технологиясидан фойдаланиш орқали газни ҳайдаганда унинг оқиб кетишини камайтириш бўйича шароитларни яратиш.

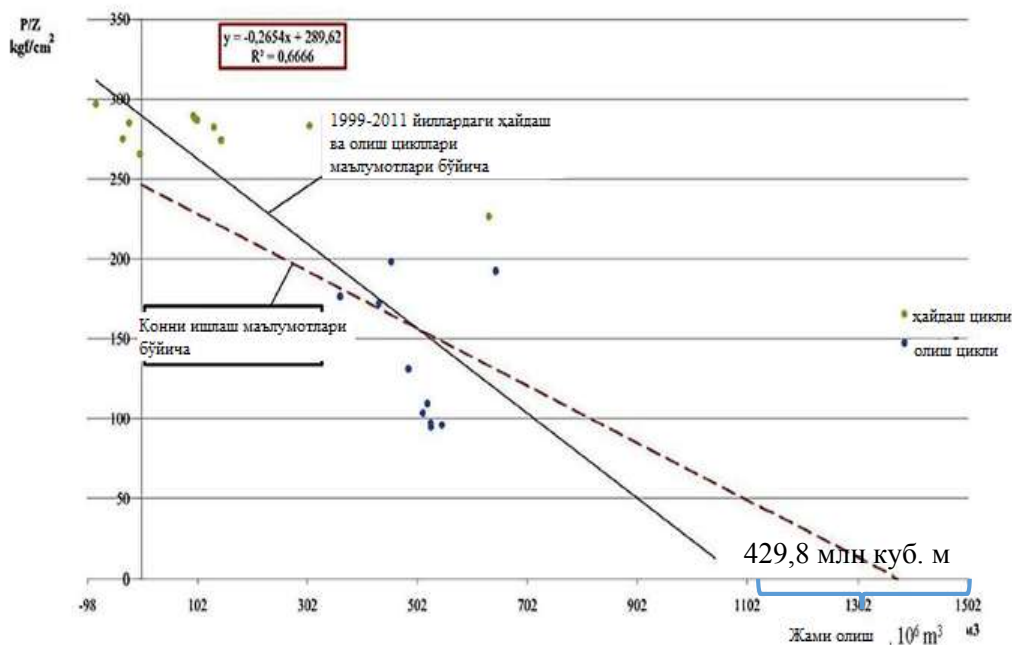
Ушбу технологик ечим газни яратиладиган газ пуфагида ушлаб қолган ҳолда газ ҳайдаладиган радиал-сферик зона доирасида газ бўйича фазали ўтишни тартибга солиш имкониятини таъминлаши лозим.

Газли конини такомиллаштиришнинг тўлиқ ва ўзаро боғланган комплекс тизимини лойиҳалаштириш заруратини ҳисобга олган ҳолда ер устида жиҳозлаш тизимларини лойиҳалаштиришнинг технологик концепцияси ишлаб чиқилди. Мазкур концепция ички ва ташқи бозор истеъмолчиларига газнинг товар сифатига қўйиладиган талабларни ишончли таъминлаш, конларни ишлаш жараёнида IX – XIII горизонтлар резервуарларида чўкиб қолган газ конденсати ва пропан-бутан фракцияларининг қолдиқ захираларини охиригача чиқариб олишни кўзда тутди.

Кўп вариантли тадқиқотлар асосида “қудуқлар – СЯКС – газ қуриштиш қурилмалари” ягона ишлаш тизимининг гидродинамик моделини яратиш орқали “Учқир” ОТҚ газни қайта ишлаш тизимлари билан ягона комплексда Газлидаги бош иншоотларни такомиллаштиришнинг самаралироқ схемаси асослаб берилди.

Диссертациянинг “Хўжобод ер ости газ омборларида газ сақлаш ҳажмларини оширишнинг технологик концепцияси” деб номланувчи тўртинчи бобида ер ости газ сақлаш омборини яратиш давригача ушбу объектларни охиригача қазिश бўйича геологик-кон маълумотларига ишлов бериш билан биргаликда XIX – XXII газ сақлаш горизонтларидан фойдаланишнинг тизимли таҳлили амалга оширилди.

Қолдиқ газ захираларини моддий баланс методи ёрдамида ва 3 ўлчамли геологик моделни яратиш орқали баҳолаш натижаларига кўра XIX – XXII горизонтларда (ер ости газ сақлаш омбори яратиш даврида) 429,8 млн.кубометргача ҳажмда қолдиқ газ захиралари аниқланди, бу ер ости газ сақлаш омборини такомиллаштириш лойиҳасини амалга ошириш мақсадида буферли ҳажмлар сифатида (ғовакли майдон ҳажмининг) ушбу захиралардан фойдаланиш учун асос яратади (5-расм).



5-Расм. XIX – XXII горизонтлардаги дренажланадиган ҳажмлар ва фойдаланиш режимларини ер ости газ сақлаш омборининг циклик ишлаш динамикаси ва объектларни қазिश маълумотлари бўйича солиштириш

Фойдаланишнинг яратилган геологик-технологик модели асосида газнинг 1,27 млрд.кубометргача бўлган буферли ҳажмида ушбу ер ости газ сақлаш омборини йилига 1,82 млрд.кубометргача табиий газни сақлаш режимида чиқариш бўйича технологик ечим ишлаб чиқилди. Умумий сақлаш ҳажмларини объектлар тузилмалари доирасида ушлаб туришнинг геологик хавф-хатарлари намоён бўлиши шароитларида табиий газни сақлаш ҳажмларини босқичма-босқич ошириш стратегияси ишлаб чиқилди.

Ушбу стратегия омбордаги фаол газ ҳажмини, 25,0 МПа даражасидаги қатлам босимининг максимал катталигини сақлаб қолган ҳолда, 878,7 млн.кубометрга оширишни кўзда тутди. Бунда газ олиш якунида минимал қатлам босими 6,0 – 7,0 МПа даражасида таъминланади, бу ер устида жиҳозлаш тизимларининг эксплуатацион характеристикаларини ҳамда истеъмолчиларга газ етказиб беришнинг технологиклигини сезиларли даражада яхшилайти. Умуман омбор бўйича суткалик максимал газ олиниши 9,1 дан 18,1 млн.кубометргача оширилади, бу эса қиш даврининг совуқ (авж) кунларида Фарғона минтақасининг газ билан таъминланишини сезиларли даражада яхшилайти.

Ушбу стратегия бўйича ишларни ташкиллаштириш 59 тагача қўшимча кудук фондини бурғулаш ва фойдаланишга киритишни талаб қилади. Омбор бўйича газ ҳайдаш ва олиш ишларида газга бой ҳажм контурининг ўзгаришини тезкор назорат қилиш бўйича тадқиқот ишлари билан биргаликда ер ости газ сақлаш омбори қувватларини босқичма-босқич оширишнинг бирлаштирилган технологик схемаси ишлаб чиқилди (1-жадвал).

Диссертациянинг **“Нефтли ҳошияларни охиригача қазиш билан бирлаштирилган ер ости газ омборларидан фойдаланиш тизимларини лойиҳалаштириш тамойиллари”** деб номланувчи бешинчи бобида Газли кони ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборидаги нефтли ҳошияларда қолдиқ нефт захираларини охиригача чиқариб олишнинг технологик схемалари тадқиқ қилинди. Унда ер ости газ сақлаш омбори объектидан циклик фойдаланганда сув-нефт аралашмасини сиқиб чиқариш режимида нефтни охиригача чиқариб олиш билан биргаликда нефтли ҳошияларнинг газ шапкаларида яратиладиган ер ости газ сақлаш омборларидан фойдаланишнинг бирлаштирилган схемаларини амалга ошириш имкониятлари кўриб чиқилди.

Кудуклар конструкцияси ва газ ҳайдаш режимларининг газ шапкаларидан циклик фойдаланганда нефтли ҳошиялардан нефтни чиқариб олишнинг геологик-технологик параметрларига таъсир қилиши аниқланди. Газ ҳайдовчи (вертикал) ва нефт-газ қазиб олувчи (горизонтал) кудукларни очиш схемалари бўйича кўп вариантли тадқиқотлар асосида газ сақлаш объектларининг нефтли ҳошиялардан геологик нефт захираларини охиригача қазиб чиқаришнинг технологик схемаларини ишлаб чиқиш имконияти аниқланди.

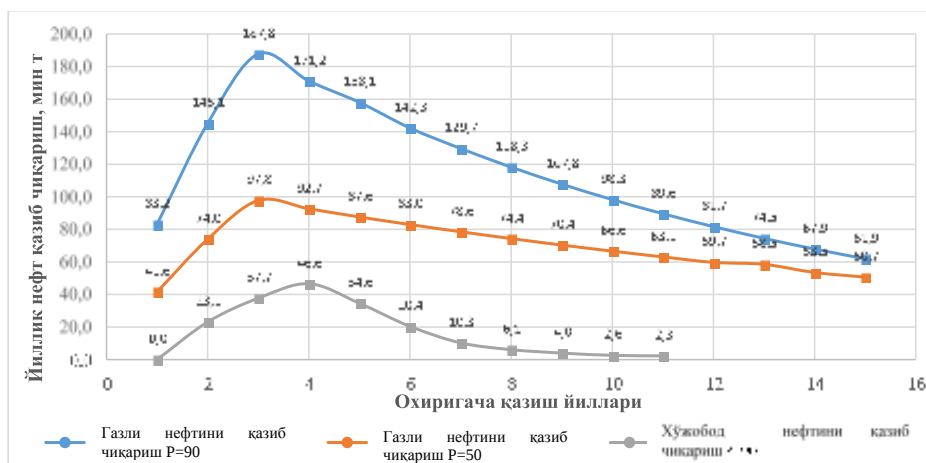
**ХIХ – ХХII горизонтлар бўйича Хўжобод ер ости газ омборларидан фойдаланишнинг бирлаштирилган қўрсаткичлари
умумий танламасидан тавсия этилган вариант**

№ тр	Параметр номи	Ўлчов бирлиги	Базавий вариант			1.10-вариант	2.11-вариант	жами
			XIX горизонт	XX – XXII горизонт	жами	XIX горизонт	XX – XXII горизонт	
1	Фаол газ ҳажми	10 ⁶ м ³	500,0	450,0	950,0	941,4	887,3	1828,7
2	383,5 млн.кубометр аниқланган захираларни ҳисобга олган ҳолда газнинг буферли ҳажми	10 ⁶ м ³	598,5	857,1	1455,6	503,2	774,5	1277,7
3	Умумий газ ҳажми	10 ⁶ м ³	1098,5	1307,1	2405,6	1444,6	1661,8	3106,4
4	Ғовақли майдоннинг газга бой ҳажми	10 ⁶ м ³	5,2	5,5	10,7	6,0	7,0	13,0
5	Фаол газ ҳажмининг ошиши	10 ⁶ м ³	-	-	-	441,4	437,3	878,7
6	Буферли газ ҳажмининг камайиши	10 ⁶ м ³	-	-	-	88,8	83,0	171,8
7	Максимал қатлам босими	кгс/см ²	217	248	-	250,0	250,0	-
8	Минимал қатлам босими	кгс/см ²	68	87	-	49,0	70,2	-
9	Оғизга кўрсатиладиган минимал босим	кгс/см ²	64	81	-	44,0	64,0	-
10	Максимал суткалик олиш	10 ³ м ³	5124	4011	9135	9493	8622	18115
11	Минимал суткалик олиш	10 ³ м ³	571	773	1344	1065	1321	2386
12	Максимал суткалик ҳайдаш	10 ³ м ³	4233	4135	8368	7105	6763	13868
13	Минимал суткалик ҳайдаш	10 ³ м ³	1222	1112	2334	2277	2354	4631
14	Олиш даврининг давомийлиги	сут.	162	162	162	162	162	162
15	Ҳайлаш даврининг давомийлиги	сут.	184	184	184	184	184	184
16	Зарур кудуклар сони, шу жумладан:	та	25	30	55	51	63	114
17	Мавжуд кудуклар	та	25	30	55	25	30	55
18	Янги кудуклар	та	-	-	-	26	33	59
19	Циклга чиқариш давомийлиги	йил	-	-	-	4	4	-

Изоҳ: технологик схема газга бой ҳажмининг ўзгаришини тизимли гидродинамик назорат қилишни ташкиллаштирган ва доимий амалда бўлган

3 ўлчамли геологик моделдан фойдаланган ҳолда куватларни 3 боскичда ошириш билан амалга оширилиши керак: 1-боскич – 1200,0 млн.кубометр; 2-боскич – 1450 млн.кубометр; 3-боскич – 1828 млн.кубометр.

Газ шапкаларидан ер ости газ сақлаш омбори режимида фойдаланиш билан бирлаштирилган Газли кони ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборининг нефтли хошияларини охиригача қазиб концепциялари ишлаб чиқилди. Технологик ҳисоб-китоблар Газли кони бўйича 33 тагача янги горизонтал кудук бурғуланганида (кудукнинг узунлиги – 500 м гача) лойиҳани амалга оширишнинг 16 йиллик даври ичида 1,8 млн.тоннагача қолдиқ геологик захираларни қазиб чиқариш имконияти мавжудлигини кўрсатмоқда.



6-Расм. Газли ва Хўжобод конларидаги нефтли хошияларни охиригача қазиб даврида йиллик нефт қазиб чиқариш потенциали

Хўжобод ер ости газ сақлаш омборининг нефтли хошиялари бўйича, газ сақлашга қўшимча 21,5% ғовакли ҳажмни қўшган ҳолда, 10 йиллик фойдаланиш даври ичида 187,0 минг тоннагача қолдиқ захирани қазиб чиқариш имконияти мавжуд (6-расм).

Олинган натижалар Ўзбекистон конларидаги нефтли хошиялар бўйича қўшимча нефт қазиб чиқариш ресурслари мавжудлигини ва захиралари қийин олинадиган конлардан нефт қазиб чиқариш даражасини ошириш технологияларини кенг миёқсда жорий этиш заруратини кўрсатмоқда.

ХУЛОСА

Мазкур “Туғаб бораётган газконденсат – нефть конларида яратиладиган ер ости газ сақлаш омбори циклик эксплуатацияси тизимларини лойиҳалаштиришни такомиллаштириш ва оптималлаштириш (Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омбори мисолида)” диссертация ишининг мавзуси бўйича ўтказилган тадқиқот қуйидаги асосий илмий ва амалий натижаларни баён этиш имконини беради:

1. Тизимли ёндашув тамойилларини қўллаш ва мураккаб тизимларни бошқариш назарияси асосида илк бор Ўзбекистон газ-транспорт тизимининг технологик фаолият кўрсатиш модели яратилди ҳамда Газли конида ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборида табиий газ сақлаш ҳажмларини ошириш имкониятлари ва бунинг мақсадга мувофиқлигини асослаб беради.

2. Табиий газни ҳайдаш ва олишда гидродинамик оқимлар хабар беришининг паст даражасида, турли технологик вазиятларни тизимли таҳлил қилиш ва технологик режимлар параметрларини қўшимча баҳолашнинг инструментал асоси

сифатида ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланиш бўйича геологик-технологик маълумотларни йиғиш ва уларга ишлов беришни таъминлайдиган алгоритмик тизим ва дастурий таъминот (“Газтахлилчи” ИТТ) тавсия этилади.

3. “Резервуар-кудуқлар-компрессор тизимлари ва газни транспортга тайёрлаш” тизимидан фойдаланишни оптималлаштириш вазифаларини ҳал этиш асосида аномал паст қатлам босимларида фойдаланиладиган ер ости газ омборларини лойиҳалаштиришнинг методологик асоси ишлаб чиқилган ва лойиҳалаштириш жараёнига тавсия этилади.

4. Бутун Газли конини қазиш ва ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланиш даври учун геологик-технологик материалларни тизимли умумлаштириш чиқариб олиниши мумкин бўлган 15,0 млрд.кубометргача ҳажмда саноат тоифаларининг қолдиқ геологик захиралари мавжудлиги аниқланади.

5. Қуйи Х – XIII горизонтлардан табиий газ қазиб чиқаришни тиклаш билан ягона комплексда табиий газ сақлаш ҳажмларини йилига 2,5 дан 10,0 млрд.кубометргача оширишга қаратилган “Газли” ер ости газ сақлаш омборини такомиллаштириш тизимини лойиҳалаштиришнинг геологик-технологик асоси илк бор тавсия этилади.

6. Олиб борилган комплекс тадқиқотлар асосида, табиий газни сақлашнинг буферли ҳажмларини оширмасдан, Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборларининг қувватларини ошириш имконияти исботланган, бу ер ости газ сақлаш омборларидаги мавжуд газга бой ҳажмлардан максимал самарали фойдаланишга қаратилади.

7. Истеъмолчиларга бериладиган табиий газ сифатига қўйиладиган талабларни таъминлаш учун газдаги олтингугуртни тозалаш ва пропан-бутан аралашмаларини ишлаб чиқариш тизимлари билан биргаликда табиий газ сақлаш ҳажмларини оширишни таъминловчи иншоотлар қурилишини кўзда тутадиган Газли конидаги бош иншоотларни ер устида жиҳозлаш тизимларини комплекс лойиҳалаштиришнинг технологик асоси ишлаб чиқилган ва лойиҳалаштиришда фойдаланиш тавсия этилади.

8. Геологик материалларни тизимли умумлаштириш ва ер ости резервуарининг ҳолатини қайта баҳолаш асосида Хўжобод ер ости газ сақлаш омборида газ сақлаш ҳажмларини йилига 0,9 дан 1,6 – 1,8 млрд.кубометргача ошириш бўйича технологик концепция тавсия этилади.

9. Газ шапкаларини кенгайтирган ҳолда нефтли ҳошиялардан сув-нефт аралашмасини сиқиб чиқариш масалаларини ҳал этиш асосида нефтли ҳошияларни охиригача ишлаш билан бирлаштирилган ер ости газ сақлаш омборидан фойдаланиш тизимларини лойиҳалаштириш тамойиллари ишлаб чиқилган, ва Ўзбекистон нефт ва газ саноатига жорий этишга тавсия этилган.

10. Ҳисоблаш экспериментлари асосида, 3 ўлчамли секторли моделлаштиришни қўллаган ҳолда Газли ер ости газ сақлаш омборидаги нефтли ҳошиялардан 1,82 млн.тоннагача (15 йил охиригача қазиш) ва табиий газни сақлаш учун қўшимча резервуарларни яратган ҳолда 187,7 минг тоннагача нефт қазиб чиқариш имкониятини беради.

11. Ишнинг асосий натижалари жорий этилган бўлиб, “Ўзтрансгаз” АЖ тизимида (Газли ва Хўжобод ер ости газ сақлаш омборлари) саноат апробацияси босқичида турибди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc
27.06.2017 GM/T.41.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ ГЕОЛОГИИ И РАЗВЕДКИ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, УЗБЕКСКОМ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ И ПРОЕКТНОМ ИНСТИТУТЕ
НЕФТИ И ГАЗА, ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ, ФИЛИАЛЕ РОССИЙСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА им.
И.М.ГУБКИНА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени И.КАРИМОВА**

НАЗАРОВ АЗИЗБЕК УЛУГБЕКОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ
СИСТЕМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПХГ, СОЗДАВАЕМЫХ
В ИСТОЩЕННЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНО-НЕФТЯНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
(НА ПРИМЕРЕ ПХГ ГАЗЛИ И ХОДЖАБАД)**

04.00.13 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2018.1.DSc/T206

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени И.Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб – странице Научного совета (www.ing.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Официальные оппоненты:

Михайловский Александр Артёмович
Доктор технических наук

Алимов Исмоил Алимович
доктор технических наук, профессор

Закиров Аъзамжон Алимжанович
доктор технических наук

Ведущая организация:

АО «Узнефтегаздобыча»

Защита диссертации состоится « 28 » ноября 2018 г. в « 14⁰⁰ » часов на заседании Научного совета DSc 27.06.2017.GM/T.41.01 при Институте геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений, Узбекском научно-исследовательском и проектном институте нефти и газа, Ташкентском государственном техническом университете, филиале Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина по адресу: 100059, г. Ташкент, ул. Шота Руставели, 114. Тел.: (+99871) 253-09-78, факс: (+99871) 250-92-15. e-mail: igirnigm@ing.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (зарегистрировано за № 3855). Адрес: 100059, г. Ташкент, ул. Шота Руставели, 114. Тел.: (+99871) 253-09-78, факс: (+99871) 250-92-15. e-mail: igirnigm@ing.uz.

Автореферат диссертации разослан « 15 » ноября 2018 года.
(реестр протокола рассылки № 1 от 22 октября 2018 г.)

Ю.И.Иргашев
Председатель Научного совета по присуждению
ученных степеней, д.г-м.н., профессор

М.Г. Юлдашева
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней , к.г-м.н.

А.К. Рахимов
Председатель семинара при Научном совете
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире развитие систем газоснабжения потребителей показывает на необходимость реализации мер по ресурсоэнергосбережению при добыче, хранении и транспортировке природного газа. Природный газ в средние и долгосрочной перспективах будет оставаться наиболее эффективным энергоносителем и сырьем для производства газохимической продукции. Кроме этого, усиливающиеся тенденции по высокому потреблению природного газа в зимние периоды предопределяют необходимость дальнейшего развития систем подземного хранения газа, как регуляторов снижения сезонной неравномерности поставок природного газа промышленному и социально-экономическому секторам экономики стран мирового сообщества.

В настоящее время в мире проводятся целенаправленные исследования по разработке современных систем проектирования подземных хранилищ газа (ПХГ) при аномально низких пластовых давлениях, оптимизации систем эксплуатации скважин по закачке и отборам газа, эффективного использования энергии пластовых резервуаров в объектах, созданных на базе выработанных газоконденсатно-нефтяных месторождений. Для решения данных проблем разрабатываются такие направления, как: применение принципов системного подхода в задачах оперативного анализа эксплуатации ПХГ на основе информационно-аналитических систем; предупреждение и исключение негативных гидродинамических процессов растекания закачиваемого природного газа за пределы газонасыщенных объемов; снижение обводненности продукции скважин; существенное повышение технологической надежности длительно эксплуатируемых скважин с исключением межпластовых перетоков закачиваемого газа; увеличение мощности газохранилищ по отборам природного газа в зимние периоды; совмещение задач подземного хранения газа с задачами доразработки нефтяных оторочек.

В Республике особое внимание уделяется развитию топливно-энергетического комплекса. На основе принимаемых программных мер обеспечивается стабильная работа нефтегазовой отрасли за счет ускоренного освоения новых месторождений углеводородного сырья, строительства и ввода в эксплуатацию новых нефтегазохимических комплексов. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи: «Проведение политики, направленной на модернизацию производства, повышение технологической диверсификации отрасли путем перевода ее на качественно новый уровень»³. Исходя из этого, одной из важнейших проблем является разработка новых технологических решений направленных на дальнейшую оптимизацию систем подземного хранения

³ Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах / сборник законодательных документов Республики Узбекистан, 2017. - №6

газа, обеспечением максимально эффективного использования поровых объемов подземных резервуаров, что имеет большое научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-2822 от 9 марта 2017 года «Программа по увеличению добычи углеводородного сырья на 2017-2021 годы», и № ПП-3372 от 3 ноября 2017 года «Об утверждении государственной программы развития и воспроизводства минерально-сырьевой базы по АО «Узбекнефтегаз» на период 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

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

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁴.

Научные исследования, направленные на создание и оптимальную эксплуатацию подземных хранилищ природного газа осуществляются в ведущих научных центрах и высших научно-образовательных учреждениях мира, в том числе: American Petroleum Institute (США), Halliburton (США) Baker Hughes (США), Schlumberger (Великобритания), China University Of Petroleum (КНР), Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина (Россия), Всероссийский научно-исследовательский институт газа (Россия), Всероссийский научно-исследовательский институт нефти (Россия), «ВолгоУрал НИПИГаз» (Россия), а также в АО «УзЛИТИнефтьгаз» и Ташкентском государственном техническом университете им. И.Каримова (Узбекистан).

В результате проводимых в мире исследований по разработке методик и научно-технологических решений создания систем хранения природного газа получен ряд научных результатов, в том числе: разработаны гидрогазодинамические методы расчетов создания ПХГ в истощенных газовых месторождениях (American Petroleum Institute США); разработаны программно-технические комплексы построения 3-мерных геолого-гидродинамических моделей циклической эксплуатации подземных хранилищ газа и технологические решения по созданию хранилищ в водоносных пластах и истощенных газовых месторождениях (Schlumberger, Halliburton, США); разработаны технологии проводки вертикальных и горизонтальных скважин в сложных горно-геологических условиях (Baker

⁴ Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации выполнен на основе www.api.org, www.gubkin.ru, www.vniigaz.gazprom.ru, www.seb.com, www.gazprom.ru, www.runeft.ru, www.vesti-gas.ru, www.spe.org, www.oil-industry.net, www.kpfu.ru

Hughes, США); создана методологическая база гидрогазодинамических расчетов создания ПХГ в водоносных горизонтах (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Всероссийский научно-исследовательский институт газа, Россия); разработаны первые проектно-технологические решения по созданию и эксплуатации подземных газохранилищ Узбекистана (ТашГТУ, УзЛИТИнефтьгаз, Узбекистан).

В мире, для развития систем ПХГ и эффективной эксплуатации этих объектов с реализацией мер ресурсоэнергосбережения, по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: разработка наиболее достоверных и адаптируемых к реальным геологическим условиям геолого-технологических моделей создания и оптимальной эксплуатации хранилищ газа; создание систем рациональной эксплуатации скважин и объектов наземного обустройства; разработка методов предупреждения обводнения и пескопроявления при длительной эксплуатации скважин; создание новых принципов проектирования и мониторинга эксплуатации подземных газохранилищ.

Степень изученности проблемы. Современное состояние развития науки и технологий предопределяет необходимость совершенствования системы проектирования и анализа эксплуатации подземных газохранилищ с применением высокотехнологичного оборудования и технических систем в задачах создания новых и модернизации существующих объектов.

Вместе с тем, обоснование возможности применения новых технологических процессов и систем неразрывно связано с развитием методологических основ проектирования и анализа функционирования ПХГ, которые требуют дополнительного изучения и разработки. Так, до настоящего времени не до конца изучены вопросы, связанные с количественным выражением объемов природного газа, которые необходимы для создания буферных объемов в газохранилищах различного типа.

Ранее многими исследователями обосновывалась необходимость создания буферных объемов в количестве не менее 50% от объемов хранения активного газа для эффективной эксплуатации скважин в циклах отбора газа. Вместе с тем, разработка и внедрение методологических решений по снижению объема хранения буферного газа в газохранилищах может обеспечить существенное повышение технико-экономической эффективности эксплуатации этих объектов, исключив консервацию в подземных резервуарах больших объемов природного газа.

Остаются открытыми также вопросы, связанные с эффективностью эксплуатации газохранилищ при аномально низких пластовых давлениях в резервуарах и существенном увеличении объемов активного газа.

Не до конца изучены вопросы по применению новых принципов проектирования газохранилищ, основанных на использовании систем горизонтальных скважин.

Ужесточение требований со стороны потребителей по качеству природного газа поставляемого в газотранспортную систему, предопределяет

необходимость совершенствования технологий подготовки природного газа, отбираемого из ПХГ при низких пластовых давлениях, применением новых технологических решений.

В связи с этим в настоящей диссертационной работе представлены научно-технологические обоснования по комплексной оптимизации системы эксплуатации ПХГ в истощенных газоконденсатно-нефтяных месторождениях, а также решения по проектированию систем их модернизации.

Связь темы диссертации с тематическими и научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ, прикладных, фундаментальных и инновационных проектов Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова, по темам: 13/11-89/18-2011 «Оценка остаточных геологических запасов и добычных возможностей Газлийского месторождения по VII, VIII, IX, X, XI, XII горизонтам» (2011-2012 гг.), 14/11-90/18-2011 «Увеличение мощности Ходжабадского ПХГ по отборам природного газа в зимние периоды эксплуатации» (2011-2013 гг.), 23/13-128/18-2013 «Разработка технологий модернизации существующих длительно эксплуатируемых скважин ПХГ Газли» (2013-2014 гг.), ИТД-13-26 «Создание эффективных систем разработки подгазовых нефтяных оторочек при газонапорном режиме с максимальным извлечением запасов нефти» (2013-2014 гг.).

Цель исследования является разработка новых методологических основ проектирования и оптимизации систем эксплуатации подземных хранилищ газа в условиях их модернизации.

Задачи исследования:

анализ методологических основ системного подхода в задачах мониторинга эксплуатационных параметров ПХГ, направленных на увеличение мощности по отборам природного газа;

исследование возможности эксплуатации ПХГ и доработки истощенных газовых месторождений созданием систем горизонтальных скважин;

разработка геолого-технологических основ проектирования систем модернизации ПХГ Газли и Ходжабад;

решение системно-оптимизационных задач по повышению эффективности эксплуатации ПХГ Газли, применением горизонтальных скважин;

разработка технологических решений по оптимизации систем наземного обустройства ПХГ, эксплуатируемых при низких значениях пластовых давлений в резервуарах;

разработка технологических решений по проектированию систем эксплуатации ПХГ, совмещенных с доработкой нефтяных оторочек.

Объектами исследования являются газоконденсатно-нефтяное месторождение Газли в Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области, а также ПХГ Ходжабад в Андижанской области Республики Узбекистан.

Предмет исследования – исследование гидродинамических процессов разработки нефтегазовых резервуаров в комплексе с эксплуатацией ПХГ, разработка технологических решений по модернизации объектов хранения газа.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие обработку геофизических и гидродинамических исследований скважин применением программно-аппаратных комплексов создания геолого-технологических моделей для уточнения геологического строения залежей и распределения запасов по этажам газоносности, методы многофакторного анализа и обработки статистических материалов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлены потенциальные ресурсы природного газа для увеличения мощности объектов по отборам природного газа в зимние периоды, на основе системного обобщения процессов разработки газовых залежей месторождений Газли и Ходжабад в увязке с параметрами их эксплуатации в режиме ПХГ;

разработаны методики оптимального управления технологическими режимами эксплуатации ПХГ, на основе решения системно-оптимизационных задач увеличения мощности ПХГ по закачке и отбору газа;

разработаны новые подходы к проектированию ПХГ системами горизонтальных скважин при аномально низких пластовых давлениях в подземных резервуарах, созданием локальных депрессионных воронок, обеспечивающих высокую продуктивность скважин в процессе отбора газа;

обосновано научно-технологическое решение по увеличению мощности ПХГ, совмещением задач хранения газа с восстановлением добычи газа и нефти из горизонтов, находящихся в консервации;

разработан принцип проектирования систем наземного обустройства ПХГ при аномально низких пластовых давлениях в резервуарах, обеспечением надлежащего качества природного газа, подаваемого потребителям.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана информационно-аналитическая система оперативного анализа и контроля эксплуатации ПХГ, которая прошла апробацию на подземных газохранилищах Узбекистана;

разработана и внедрена система установления технологических режимов закачки и отбора газа в ПХГ, обеспечивающая максимально-эффективную эксплуатацию скважин снижением обводненности продукции;

разработаны технологические решения по увеличению объемов хранения активного газа в месторождении Газли с 2,5 до 10,0 млрд куб. м в год в комплексе с восстановлением добычи газа из истощенных газовых горизонтов, в целях использования в проектировании объекта;

разработаны технологические решения по поэтапному увеличению объемов хранения активного газа ПХГ Ходжаабд с 0,9 до 1,8 млрд куб. м в год для использования в проектировании объекта.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается проведенным объемом экспериментальных опытно-промышленных работ на месторождении Газли и ПХГ Ходжаабд на основе гидрогазодинамических исследований скважин. Анализ значений расчетных и фактических технологических режимов работы эксплуатационных скважин на объектах показал высокую степень сходимости результатов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании технологических основ создания и эксплуатации ПХГ в истощенных газоконденсатно-нефтяных месторождениях при аномально низких пластовых давлениях, совмещением задач хранения газа с восстановлением добычи газа и нефти из горизонтов, находящихся в консервации, в разработке методологических основ создания депрессионных воронок в зоне расположения горизонтальных скважин, обеспечивающих существенное снижение эффекта растекания газа вглубь резервуара. Разработанная методология эксплуатации ПХГ системами горизонтальных скважин и установления рациональных технологических режимов их эксплуатации может служить основой для составления проектов модернизации подземных газохранилищ Узбекистана.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможностях увеличения объемов хранения природного газа в месторождении Газли и ПХГ Ходжаабд с 3,4 до 11,8 млрд куб. м в год проектированием усовершенствованных систем эксплуатации ПХГ, оснащаемых горизонтальными скважинами и технологическими системами подготовки газа, при аномально низких пластовых давлениях хранения газа. В целом, все это приведет к повышению эффективности эксплуатации подземных газохранилищ.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию проектирования и оптимизации эксплуатации ПХГ:

разработана технология капитального ремонта существующих скважин, находящихся в длительной консервации, которая внедрена на Газлийском ПХГ (справка АО «Узбекнефтегаз» от 20 августа 2018 г. №02/14-2-26-5452). В результате внедрения позволили ввести в повторную эксплуатацию скважины № 503 и 281, что обеспечило увеличение отбора газа в целом по ПХГ, в зимние периоды 2014-2017 годов, на 4,7%;

разработана и принята в проектирование технологическая схема увеличения объемов хранения природного газа на ПХГ Газли (справка АО «Узбекнефтегаз» от 20 августа 2018 г. №02/14-2-26-5452). В результате была восстановлена добыча газа из нижележащих горизонтов до 890,0 млн куб. м в год;

разработана технологическая схема поэтапного увеличения объемов хранения активного газа ПХГ Ходжабад (справка АО «Узбекнефтегаз» от 20 августа 2018 г. №02/14-2-26-5452). В результате, принятие к проектированию системы модернизации позволило увеличить объемы хранения газа на 78%;

разработан руководящий документ (О'zRH 39.0-144:2015) «Подземные хранилища газа. Оперативный анализ и контроль эксплуатации» (справка АО «Узбекнефтегаз» от 20 августа 2018 г. №02/14-2-26-5452). В результате внедрения повысится эффективность мониторинга эксплуатации ПХГ.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследований обсуждались на 3-х Международных и республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 28 научных работ. Из них 19 научных статей, в том числе 14 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, а также получен 1 патент Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 198 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований. Показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, приводятся сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации – **«Состояние и перспективы развития систем проектирования и мониторинга эксплуатации подземных хранилищ газа»**, – разработана методологическая основа развития систем хранения газа в Узбекистане решением задач по оперативному анализу состояния эксплуатации объектов и выработки технологических решений по увеличению отборов газа из месторождения Газли и ПХГ Ходжабад в зимние периоды.

Обобщение научных исследований в этом направлении показало, что первоначальные теоретические основы по созданию систем хранения природного газа в истощенных нефтегазовых месторождениях и водоносных пластах были заложены специалистами Американского института нефти (API) М. Маскет, D. Katz и K.N. Coats, Rasin M. Tek, J. Dupuit, Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И.М. Губкина И.А. Чарным, Б.Б. Лапук, Е.В. Левыкиным, А.И. Ширковским и Г.И. Задора, В.Н. Щелкачевым, Всесоюзного научно-исследовательского института

природного газа (ВНИИГАЗ) А.Л. Хейном, С.Н. Бузиновым, Михайловским А.А. и др. Эти исследования были направлены на разработку методов проектирования систем эксплуатации ПХГ в водоносных горизонтах и в истощенных газовых месторождениях.

Современные исследовательские работы по созданию и развитию эксплуатационной надежности ПХГ, системы проектирования этих объектов в странах СНГ и Европы развиваются со стороны ГАЗПРОМ – ВНИИГАЗ (Россия), научной школой С.Н. Бузинова.

Большой вклад в развитие научно-исследовательских работ по созданию системы подземного хранения газа в Узбекистане внесли специалисты кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Ташкентского политехнического института ныне – Ташкентский государственный технический университет во главе с д.т.н. профессором С.Н. Назаровым – Б.Ш. Акрамов, А.В. Мавлянов, Н.В. Сипачев, А.Г. Посевич и др.

Этими специалистами была разработана первая проектно-технологическая документация по рецеркуляции газа высокого давления на месторождении Северный Сох. На основе промышленных экспериментальных исследований по закачке газа в пласт были определены возможности доизвлечения остаточных запасов нефти из подземных резервуаров созданием газовых шапок с последующим переводом этих объектов в режим подземного хранения газа. Исследования положили начало разработкам методологических основ проектирования подземных газохранилищ в истощенных газонефтяных месторождениях Центрально азиатского региона.

Значительный вклад в систему проектирования подземных газохранилищ Узбекистана, Казахстана, Кыргызстана внесли также специалисты института “Средазниигаз” (“УзЛИТИнефтьгаз”) У.Д. Мамаджанов, Г.Ф. Толкушин, А.Х. Умаров, Х.А. Вахабов, И.И.Климашкин, М.Г. Баркер и др. Ими выполнялись работы по проектированию и анализу эксплуатации ПХГ Газли, Северный Сох, Ходжабад (Узбекистан), Майлису (Кыргызстан), Полторацкое и Акыртюбе (Казахстан).

Вместе с тем до настоящего времени остаются открытыми вопросы, связанные с применением разработанных методик и процедур анализа функционирования объектов добычи, хранения и транспортировки газа в практическую плоскость, связанную с оперативным управлением производствами и прогнозированием технологических режимов их эксплуатации, а также научно-технологическим обоснованием необходимости и возможности модернизации объектов хранения газа.

В связи с необходимостью внедрения новой техники и технологии развиваются направления работ по ресурсосберегающим стратегиям развития подземного хранения природного газа.

Данные направления исследований предусматривают создание и адаптацию геолого-гидродинамических моделей эксплуатации подземных

резервуаров для анализа эксплуатационных характеристик и прогнозирования параметров хранения газа в условиях изменения объемов закачки и отбора газа, в зависимости от конъюнктуры рынка на этот энергоноситель в различные временные периоды.

Наряду с этим развиваются исследовательские работы по направлениям, связанным с продлением эксплуатационной надежности систем скважин эксплуатируемых в длительных периодах, а также оптимизацией технологических режимов эксплуатации объектов, в целях недопущения сверхнормативных потерь газа в пластовых резервуарах.

Вместе с тем, до настоящего времени не уделяется достаточного внимания проблемным вопросам по созданию адаптируемых моделей функционирования систем подземного хранения газа, управлению геологическими рисками, обусловленными эксплуатацией ПХГ в условиях аномально низких пластовых давлений и возможными перетоками хранимого газа в смежные горизонты. В этих условиях необходима разработка новых подходов, связанных со строительством скважин, обеспечивающих существенное увеличение их продуктивности в период отбора газа и безаварийную эксплуатацию в длительном периоде.

В соответствии с принципами системного анализа и системного подхода при разработке оптимизационных решений комплексного управления системами добычи, хранения и транспортировки природного газа разработан алгоритм исследовательских работ по теме диссертации, предопределяющий возможности передачи разработанных научно-технологических решений в промышленность.

Постановка задач исследований по теме диссертации была структурирована в систему, определяющую целевые функции и компоненты решения задач, на различных этапах исследовательских работ:

Этап 1 – системная оценка необходимости увеличения мощности существующих ПХГ. Задача предусматривает системную оценку необходимости модернизации существующих ПХГ Узбекистана, как альтернативы строительству новых объектов хранения газа в Ташкентском промышленном узле. Эта задача также направлена на обоснование необходимых объемов хранения газа для удовлетворения нужд потребителей с учетом максимально-эффективного использования подземных резервуаров.

Этап 2 – оценка текущего потенциала и разработка оптимизационных решений по увеличению объемов хранения газа. Данный вопрос связан с проведением исследовательских работ по уточнению начальной и текущей геологической модели объектов хранения природного газа, применительно к ПХГ Газли и Ходжабад. Эти решения направлены на разработку технологической основы по возможностям увеличения объемов хранения газа в существующих объектах при внедрении новых принципов проектирования.

Этап 3 – решение оптимизационных задач эксплуатации скважин, реализации функционалов ресурсоэнергосбережения, направлено на изыскание новых подходов в модернизации газохранилищ эффективным

использованием существующих объемов буферного природного газа для увеличения объемов активного газа в хранилищах. Также решение этих задач направлено на обеспечение наиболее эффективного использования энергии пластовых резервуаров, предупреждение и исключение перетоков природного газа.

Этап 4 – разработка системных решений, направленных на восстановление добычи газа из неэксплуатируемых горизонтов и увеличение добычи нефти в едином комплексе совместно с эксплуатацией ПХГ. Эти задачи связаны с разработкой системных технологических решений по совместной эксплуатации всех технологических горизонтов месторождений Газли и Ходжабад, с наиболее эффективным использованием всего углеводородного потенциала остаточных геологических запасов в единой технологической системе хранения газа, добычи природного газа и нефти.

Системное рассмотрение задач подземного хранения газа совместно с техническими ресурсами линейной части газотранспортной системы и неравномерностью потребления газа выявило существенные преимущества реализации проектов модернизации ПХГ Газли и Ходжабад, как альтернативы строительства нового ПХГ в Ташкентской области. На основе изучения факторов риска и аспектов неопределенности установлен целевой параметр увеличения мощности ПХГ Узбекистана по отборам газа в зимние периоды (с 30,0 до 75,0 млн куб. м в сутки) для полного удовлетворения потребностей в природном газе промышленного и социально-экономического секторов экономики Узбекистана.

На основе теории управления сложных систем и принципов системного анализа разработаны методологические основы существенного повышения информативности в задачах оперативного анализа и прогнозирования технологических ситуаций в процессе хранения природного газа. Это позволило создать эффективный механизм оценки текущих параметров газонасыщенных объемов в подземных резервуарах и алгоритмы управления системами закачки и отбора природного газа. Разработанные алгоритмы оперативной оценки динамики газонасыщенных объемов в подземных резервуарах позволили создать информационно-аналитическую систему по установлению оптимальных технологических режимов эксплуатации скважин с максимально эффективным использованием энергетического потенциала подземных хранилищ газа, как основы разработки технологических решений направленных на увеличение объемов хранения газа (ИАС «Газаналитик»).

Результаты исследований динамики циклической эксплуатации ПХГ при аномально низких пластовых давлениях (1,2 – 1,7 МПа) показали возможности существенного повышения эффективности эксплуатации резервуаров применением систем горизонтальных скважин. Выявлено, что при проводке горизонтальных стволов протяженностью от 350 до 500 м проявляется существенный рост продуктивности горизонтальных скважин, превышающий продуктивность вертикальных, не менее чем в 2 – 3 раза (рис. 1).

Наряду с этим установлен эффект образования в прискважинной области горизонтальных скважин локальных зон повышенного давления с высокой газонасыщенностью (по всей протяженности горизонтального ствола).

Выявленный эффект доказывает положение по формированию локальных объектов хранения газа в зонах расположения нагнетательно-эксплуатационных скважин при аномально низких пластовых давлениях, что дает основание для разработки технологических решений по увеличению объемов хранения газа без увеличения буферного объема.

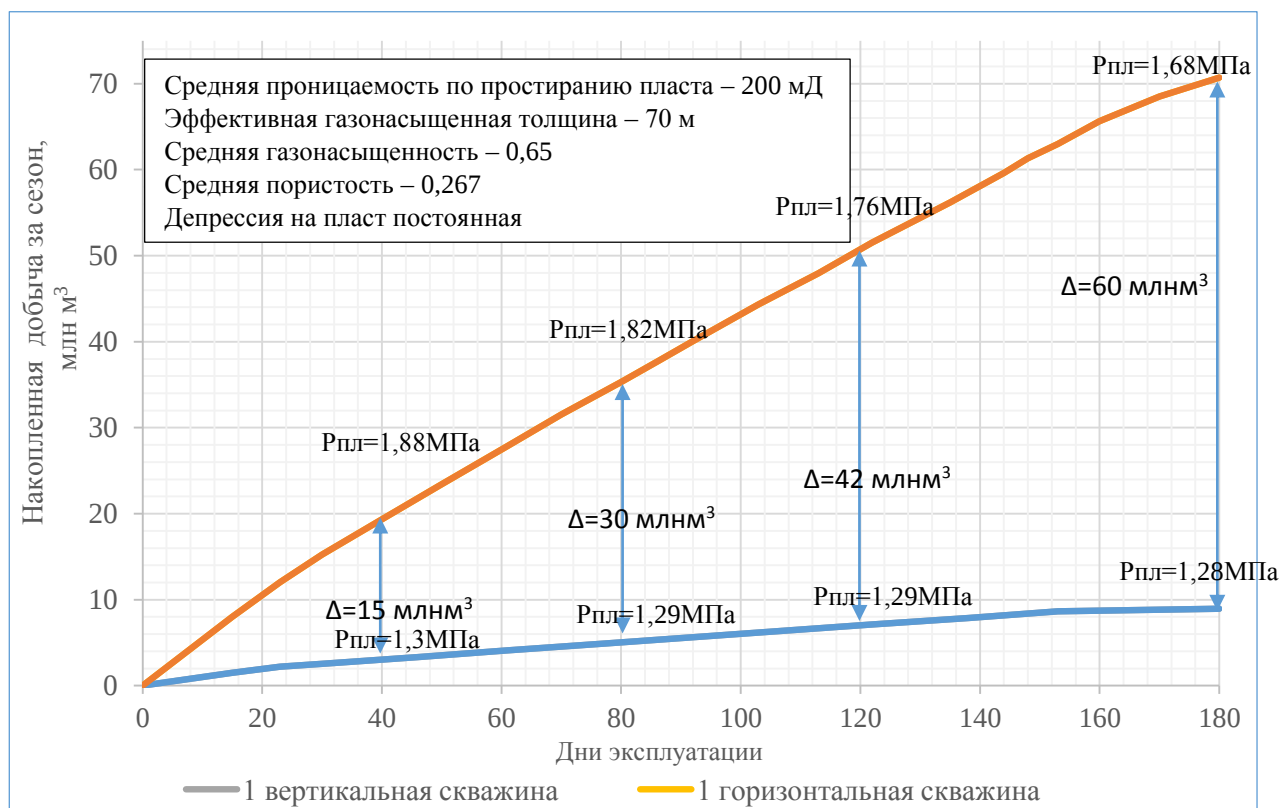


Рис. 1. Потенциалы извлечения закачанного объема газа по вертикальной и горизонтальной скважинам

На основе системного обобщения задач управления эксплуатации ПХГ систематизированы группы неопределенностей геологического и технологического характеров, проявление которых негативно отражается на эксплуатации объектов. Произведено ранжирование групп рисков по степени их возможного проявления, разработана система управления геологическими рисками при реализации проектов модернизации ПХГ.

Во второй главе диссертации – «**Технологические основы проектирования систем модернизации ПХГ Газли в комплексе с доразведкой нижних горизонтов**» – разработаны геолого-технологические основы комплексного проектирования систем модернизации ПХГ (на примере ПХГ Газли) в системной увязке с восстановлением добычи газа из нижних X – XIII горизонтов.

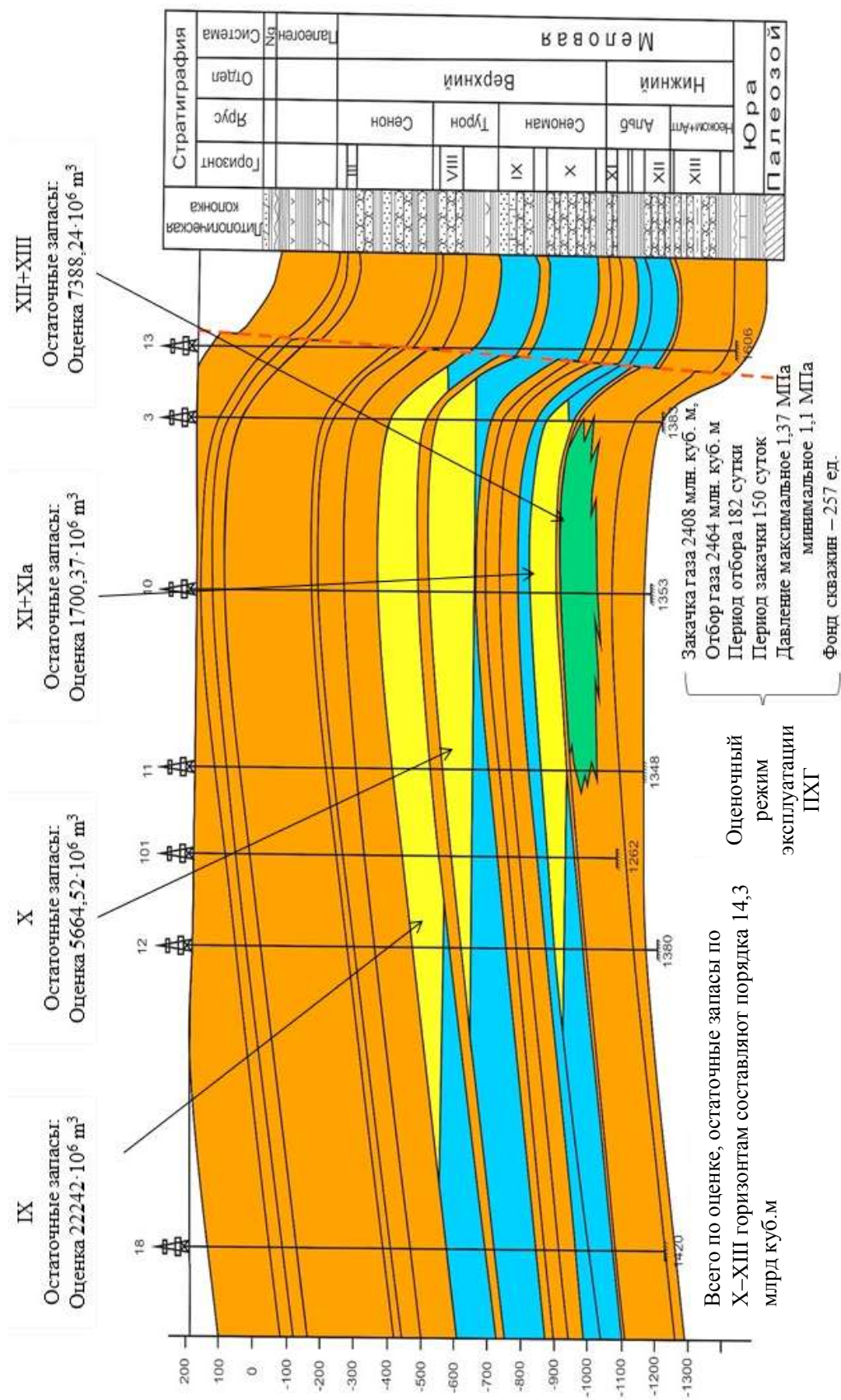


Рис. 2. Оценка состояния запасов газа в месторождении Газли

На основе исследований выявлено наличие остаточных подвижных запасов природного газа в целом по X – XIII горизонтам в объеме не менее 14,7 млрд куб. м (рис. 2).

По IX горизонту, эксплуатируемому в режиме ПХГ, на основе статистических данных исследований циклов закачки и отбора природного газа в период с 1988 по 2015 годы, создана технологическая модель хранения природного газа с ее адаптацией по параметрам разработки месторождения в период с 1963 по 1987 г.

Результаты поскважинной оценки дренируемых запасов газа в резервуаре IX горизонта позволили разработать технологические решения по эффективному использованию энергии закачиваемого газа с целью увеличения продуктивности скважин в циклах отбора газа. Решения направлены на регулирование фазовой проницаемости по газу в пределах радиально-сферической зоны закачки газа, обеспечивающего удержание газа в зоне расположения скважин.

В целях оценки герметичности пластового резервуара IX горизонта и возможных рисков в увеличении объемов хранения газа в этом объекте проведено исследование возможных перетоков газа по горизонтам.

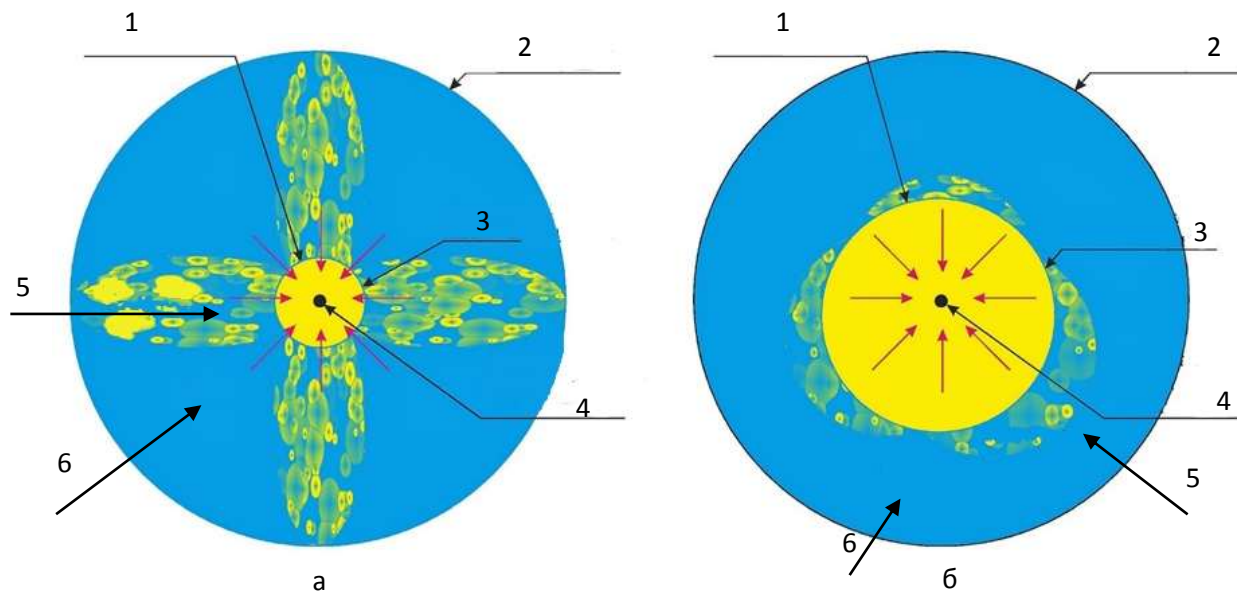
Исследование показало наличие перетоков газа между IX и X горизонтами в процессе разработки этих объектов, а также закачки и отбора газа в связи с негерметичностью эксплуатационных колонн скважин. Определено, что переток газа из IX в X горизонт зависит от увеличения объемов хранения газа в IX горизонте, и переток газа из X в IX горизонт определяется снижением объемов хранения газа в IX горизонте. Количественная оценка вероятностных значений перетоков дает основание рекомендовать для проектирования системы модернизации ПХГ проводку новых скважин взамен длительно эксплуатируемого фонда, который не пригоден к проведению ремонтно-восстановительных работ.

Выполненные исследования позволили разработать методику установления оптимальных технологических режимов, обеспечивающую увеличение суточных отборов газа в пиковые дни зимних периодов не менее чем на 10 – 15% за счет извлечения газа из защемленных зон пластового резервуара.

Разработанная методика предусматривает организацию режима закачки природного газа в подземный резервуар в равномерном режиме (в течении всего цикла закачки газа) использованием полного фонда эксплуатационно-нагнетательных скважин. Методика направлена на обеспечение максимально возможного охвата полного газонасыщенного объема резервуара закачкой газа, для создания локальных зон повышенного давления в пределах забоев скважин, что, согласно нашим исследованиям, обеспечивает сравнительно высокие отборы природного газа в целом из ПХГ (рис. 3).

Результаты исследований показали, что регулирование технологических режимов закачки газа и вовлечение всех скважин в закачку позволяет обеспечить высокую концентрацию газа в призабойных зонах скважин, для

случая ПХГ Газли, на основе модели представления каждой отдельной скважины как обособленного объекта хранения газа. Также выявлено, что эксплуатация скважин горизонтальными стволами обеспечивает сохранность газового пузыря в призабойной зоне, при сравнительно высоких пластовых давлениях, в кратковременные периоды.



а – растекание закачиваемого газа от скважины вглубь пласта (пласт изотропный, пористость по всем траекториям одинакова, процесс растекания контролируется гидродинамическим давлением) б – растекание газа при регулировании фронта закачки газа (пласт изотропный, пористость по всем траекториям одинакова, процесс растекания контролируется снижением фазовой проницаемости по газу (при закачке) и по воде (при отборе газа))

1 – газовый пузырь; 2 – внешний контур газонасыщенности; 3 – внутренний контур газонасыщенности; 4 – нагнетательно эксплуатационная скважина; 5 – вода с газом; 6 – вода.

Рис. 3. Гипотетический процесс растекания газа

В третьей главе диссертации – «Системно-оптимизационные задачи по повышению эффективности эксплуатации подземных хранилищ газа Газли совместно с восстановлением добычи газа из X – XIII горизонтов» – исследованы возможности практического применения горизонтальных и вертикальных скважин с большим диаметром эксплуатационных колонн (до 178 мм) для увеличения объемов хранения природного газа в IX горизонте и доразработке X – XIII горизонтов. На основе многовариантных исследований определено, что при бурении дополнительных 25 скважин на X – XIII горизонты годовая добыча природного газа может быть обеспечена на уровне не менее 890,0 млн куб. м в год совместно с увеличением объемов хранения газа до 10,0 млрд куб. м (при бурении до 117 новых скважин на IX горизонте) (рис. 4).

В целях обеспечения качества проектирования подземной части разработано технологическое обоснование доразведочных работ по этажам газоносности месторождения Газли, включающее многоэтапную систему доразведки продуктивных отложений VII – XIII горизонтов, бурением и

поинтервальным испытанием оценочно-эксплуатационными скважинами, с вертикальным пилотным и горизонтальным стволами.

В целях изыскания возможностей по восстановлению эксплуатационной надежности старого фонда скважин, эксплуатируемого более 40 – 50 лет, проведены исследования и разработана технология капитального ремонта существующих скважин, восстановлением герметичности заколонного пространства.

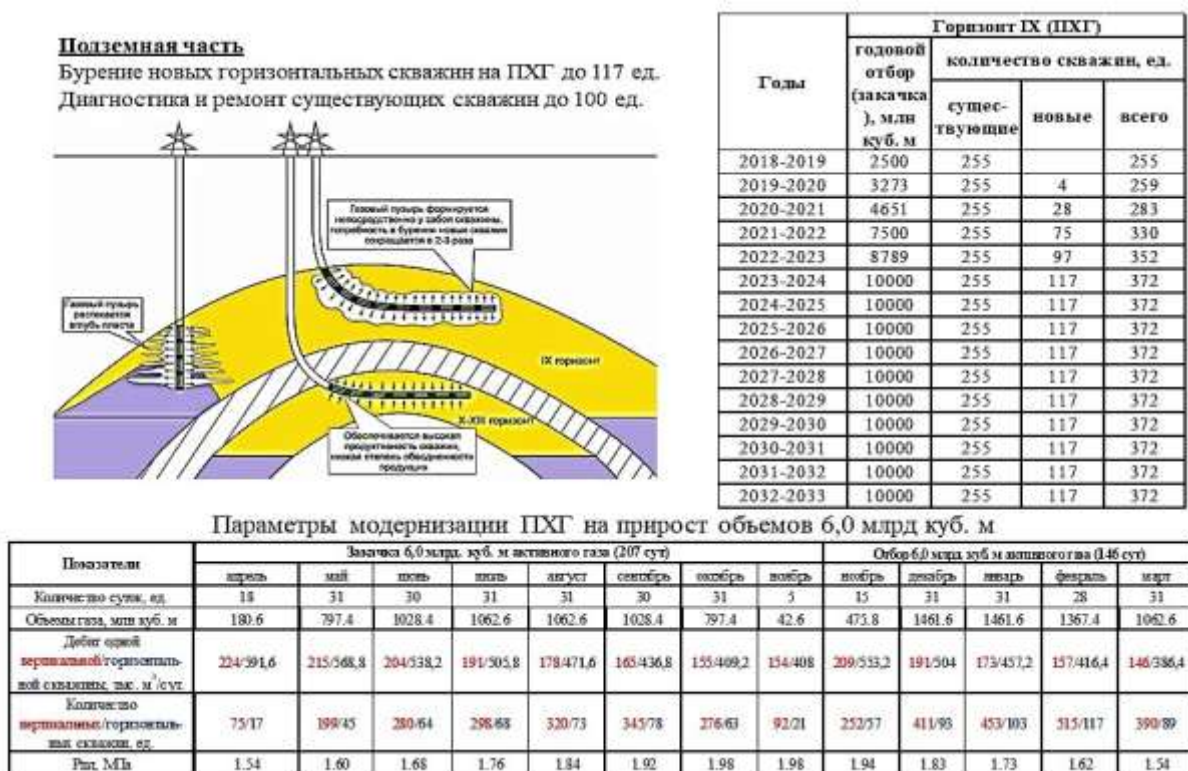


Рис.4. Концепция модернизации подземной части подземного хранилища газа

Технологическое решение предусматривает повторную герметизацию межпластовых перетоков путем прокачки под давлением вязкоупругих систем на цементной основе в призабойную зону скважин, спуск в скважины дополнительной эксплуатационной колонны диаметром 101 мм, герметизацию межколонного пространства гелцементным раствором и ввод скважины в эксплуатацию без спуска насосно-компрессорных труб.

На основе гидродинамических характеристик эксплуатации газовых скважин IX горизонта в циклическом режиме выявлено, что каждая скважина имеет свою область дренирования в процессе отбора газа. В результате растекания закачиваемого в скважину газа в удаленные зоны пласта имеют место потери пластовой энергии. Это обстоятельство негативно отражается на добывных возможностях скважин при сроке их эксплуатации в календарном году, не превышающем 192 суток (фактические данные 2011 г.).

Кроме того, если принять положение, что закачка газа в одну скважину осуществляется в течение 207 суток в летние периоды с давлением нагнетания на устье скважин 1,5 – 1,7 МПа, то объем закачанного газа не может быть

извлечен из этой скважины в течение 192 суток при давлениях на устье 1,0 – 1,2 МПа.

Учитывая указанное и исходя из методологических основ проектирования подземных газохранилищ, достижение объема отбора газа равного закачке, предопределяет необходимость наличия не менее трех эксплуатационных добывающих скважин в зимний период на одну скважину, в которую закачивается газ в летний период. Причем скважины должны находиться друг от друга на расстоянии, рассчитываемом исходя из удельного объема дренирования по скважине, в которую был закачан газ.

Указанное позволяет сделать вывод о том, что чем выше пластовое давление в зоне расположения скважины на начало периода отбора газа, тем больше удельный объем ее дренирования в процессе отбора газа в установленном периоде.

Вместе с тем имеющийся процесс растекания газа при закачке в скважину не позволяет существенно увеличить пластовое давление в зоне расположения скважины. В связи с этим, задачи оптимизации работы газохранилища по подземной части в перспективе должны быть направлены на разработку технологических решений обеспечивающих создание газового пузыря в пределах удельного объема дренирования скважин, по критерию достижения максимально высокого пластового давления в этой области.

Решение этой задачи может быть обеспечено по следующим двум направлениям:

Направление 1 – создание локальной системы скважин в одной зоне месторождения, путем образования единой области дренирования (единого газового пузыря) и концентрацией в этой зоне объемов закачки газа в хранилище.

Это решение является эффективным при проявлении упруговодонапорного режима при циклической эксплуатации ПХГ. Однако, если не проявляется высокая активность воды в результате отсутствия подпора газа на контурах закачки (особенно при несоизмеримо больших объемах порового пространства), эффективность этого решения существенно снижается за счет энергетических потерь и связана с невозможностью предотвращения растекания газа для создания глобального репресссионного холма.

Направление 2 – создание условий по снижению растекания газа при его закачке использованием технологии снижения фазовых проницаемостей по газу в зоне удельного объема дренирования существующих скважин, применением пенных барьеров.

Данное технологическое решение должно обеспечить возможность регулирования фазовой проницаемости по газу в пределах радиально-сферической зоны закачки газа с его удержанием в создаваемом газовом пузыре.

С учетом необходимости проектирования полного и взаимоувязанного комплекса системы модернизации Газлийского месторождения разработана

технологическая концепция проектирования систем наземного обустройства. Концепция предусматривает создание единой технологической цепочки на головных сооружениях Газли для надежного обеспечения требований по товарному качеству газа потребителям внутреннего и внешнего рынков, доизвлечения остаточных запасов газового конденсата и пропан-бутановой фракций, осевших в процессе разработки месторождения в резервуарах IX – XIII горизонтов.

На основе многовариантных исследований созданием гидродинамической модели функционирования единой системы «скважины – ДКС – установки осушки газа» обоснована наиболее эффективная схема модернизации головных сооружений Газли, в едином комплексе с системами переработки газа СОУ «Учкыр».

В четвертой главе диссертации – «Технологическая концепция увеличения объемов хранения газа в подземном хранилище газа Ходжабад» – проведен системный анализ эксплуатации XIX – XXII горизонтов хранения газа в комплексе с обработкой геолого-промысловой информации по доработке этих объектов, до периода создания ПХГ.

По результатам оценки остаточных запасов газа, методом материального баланса и с построением 3-мерной геологической модели, выявлены остаточные запасы газа в XIX – XXI горизонтах (на период создания ПХГ) в объеме до 429,8 млн куб. м, что дает основание для использования этих запасов (объема порового пространства) как буферных объемов газа для реализации проекта модернизации ПХГ (рис. 5).

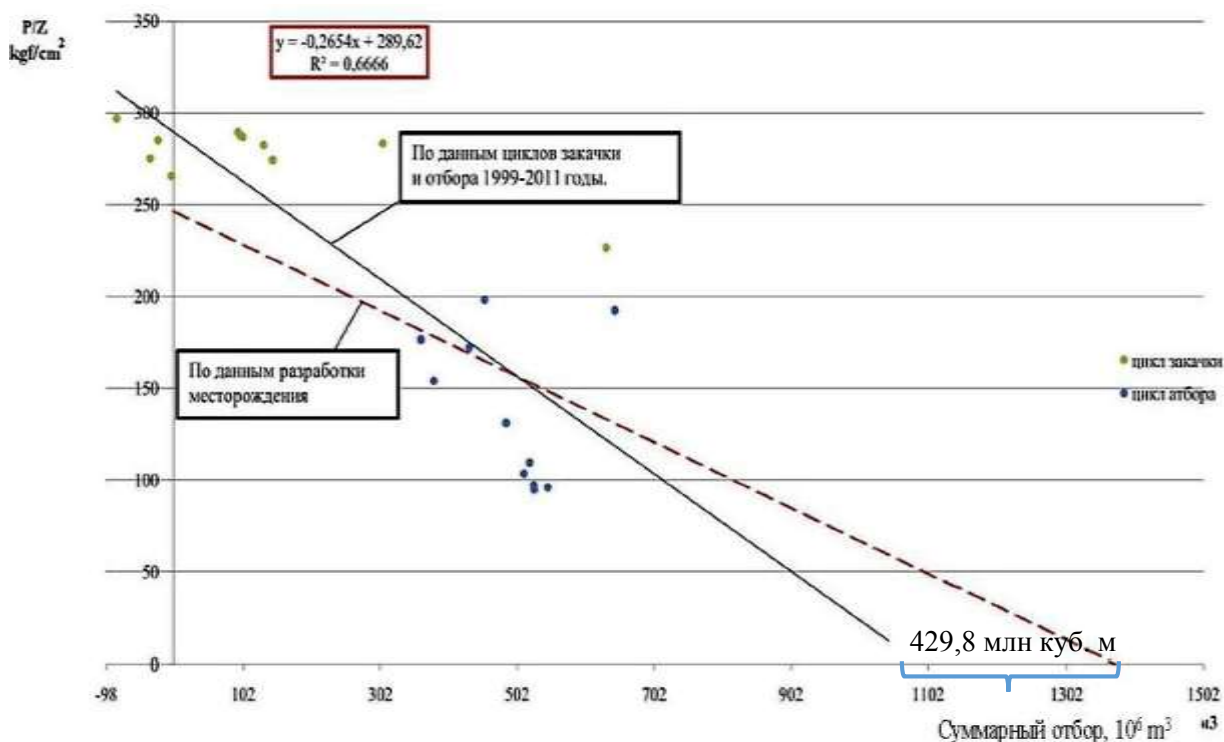


Рис. 5. Сравнение дренируемых объемов и режимов эксплуатации XIX – XXII горизонтов по динамике циклической работы ПХГ и данным разработки объектов

На основе созданной геолого-технологической модели эксплуатации разработано технологическое решение по выводу этого ПХГ на режим хранения природного газа до 1,82 млрд куб. м в год, при буферном объеме газа до 1,27 млрд куб. м. Разработана стратегия поэтапного увеличения объемов хранения природного газа в условиях проявления геологических рисков удержания общих объемов хранения в пределах структуры объектов.

Стратегия предусматривает увеличение объема активного газа в хранилище на 878,7 млн куб. м при сохранении максимальной величины пластового давления на уровне 25,0 МПа. При этом минимальное пластовое давление в конце отбора газа будет обеспечиваться на уровне 6,0 – 7,0 МПа, что существенно улучшит эксплуатационные характеристики систем наземного обустройства, а также технологичность поставки газа потребителям. Максимальный суточный отбор газа в целом по хранилищу будет увеличен с 9,1 до 18,1 млн куб. м, что существенно улучшит газоснабжение Ферганского региона в холодные (пиковые) дни зимних периодов.

Организация работ по этой стратегии потребует бурения и ввода в эксплуатацию дополнительного фонда скважин до 59 ед. Разработана совмещенная технологическая схема поэтапного увеличения мощности ПХГ в комплексе с исследовательскими работами по оперативному контролю за изменением контура газонасыщенного объема при закачке и отборах газа по хранилищу (табл. 1).

В пятой главе диссертации – **«Принципы проектирования систем эксплуатации подземных хранилищ газа совмещенные с доразработкой нефтяных оторочек»** – исследованы технологические схемы доизвлечения остаточных запасов нефти в нефтяных оторочках месторождения Газли и ПХГ Ходжабад. Рассмотрены возможности реализации совмещенных схем эксплуатации ПХГ, создаваемых в газовых шапках нефтяных оторочек, совместно с доизвлечением нефти в режиме вытеснения водонефтяной смеси при циклической эксплуатации объекта ПХГ.

Выявлено влияние конструкций скважин и режимов нагнетания газа на геолого-технологические параметры извлечения нефти из нефтяных оторочек при циклической эксплуатации газовых шапок. На основе многовариантных исследований по схемам вскрытия газонагнетательных (вертикальных) и нефтегазодобывающих (горизонтальных) скважин выявлена возможность разработки технологической схемы доизвлечения геологических запасов нефти из нефтяных оторочек объектов хранения газа.

Разработаны концепции доразработки нефтяных оторочек месторождения Газли и ПХГ Ходжабад, совмещенные с эксплуатацией газовых шапок в режиме ПХГ. Технологические расчеты показали, что по месторождению Газли имеется возможность извлечения остаточных геологических запасов до 1,8 млн т, за 16-летний период реализации проекта, при бурении до 33 новых горизонтальных скважин (протяженность ствола – до 500 м).

Таблица 1
Рекомендуемый вариант из общей выборки совмещенных показателей эксплуатации подземных хранилищ газа
Ходжиабад по XIX – XXII горизонтам

№ пп	Наименование параметра	Единица измерения	Базовый вариант			Вариант 1.10 XIX горизонт	Вариант 2.11 XX – XXII горизонт	всего
			XIX горизонт	XX – XXII горизонт	всего			
1	Активный объем газа	10 ⁶ м ³	500,0	450,0	950,0	941,4	887,3	1828,7
2	Буферный объем газа с учетом выявленных запасов 383,5-429,0 млн куб.м	10 ⁶ м ³	598,5	857,1	1455,6	503,2	774,5	1277,7
3	Общий объем газа	10 ⁶ м ³	1098,5	1307,1	2405,6	1444,6	1661,8	3106,4
4	Газонасыщенный объем порового пространства	10 ⁶ м ³	5,2	5,5	10,7	6,0	7,0	13,0
5	Увеличение активного объема газа	10 ⁶ м ³	-	-	-	441,4	437,3	878,7
6	Уменьшение буферного объема газа	10 ⁶ м ³	-	-	-	88,8	83,0	171,8
7	Максимальное пластовое давление	кгс/см ²	217	248	-	250,0	250,0	-
8	Минимальное пластовое давление	кгс/см ²	68	87	-	49,0	70,2	-
9	Минимальное устьевое давление	кгс/см ²	64	81	-	44,0	64,0	-
10	Максимальный суточный отбор	10 ³ м ³	5124	4011	9135	9493	8622	18115
11	Минимальный суточный отбор	10 ³ м ³	571	773	1344	1065	1321	2386
12	Максимальная суточная закачка	10 ³ м ³	4233	4135	8368	7105	6763	13868
13	Минимальная суточная закачка	10 ³ м ³	1222	1112	2334	2277	2354	4631
14	Продолжительность периода отбора	сут.	162	162	162	162	162	162
15	Продолжительность периода закачки	сут.	184	184	184	184	184	184
16	Количество потребных скважин, в том числе:	ед.	25	30	55	51	63	114
17	Существующие скважины	ед.	25	30	55	25	30	55
18	Новые скважины	ед.	-	-	-	26	33	59
19	Продолжительность вывода на цикл	лет	-	-	-	4	4	-

Примечание: технологическая схема должна реализовываться в 3 этапа увеличения мощности с организацией системного гидродинамического контроля за изменением газонасыщенного объема, использованием постоянно действующей 3-мерной геологической модели: этап 1 – 1200,0 млн куб. м; этап 2 – 1450 млн куб. м; этап 3 – 1828 млн куб. м.

По нефтяным оторочкам ПХГ Ходжабад имеется возможность извлечения до 187,0 тыс. т, за 10-летний период эксплуатации приобщением к хранению газа 21,5 % дополнительного порового объема (рис. 6).

Полученные результаты указывают на наличие дополнительных ресурсов добычи нефти в целом по нефтяным оторочкам месторождений Узбекистана и на необходимость широкомасштабного внедрения технологий повышения степени извлечения нефти из месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

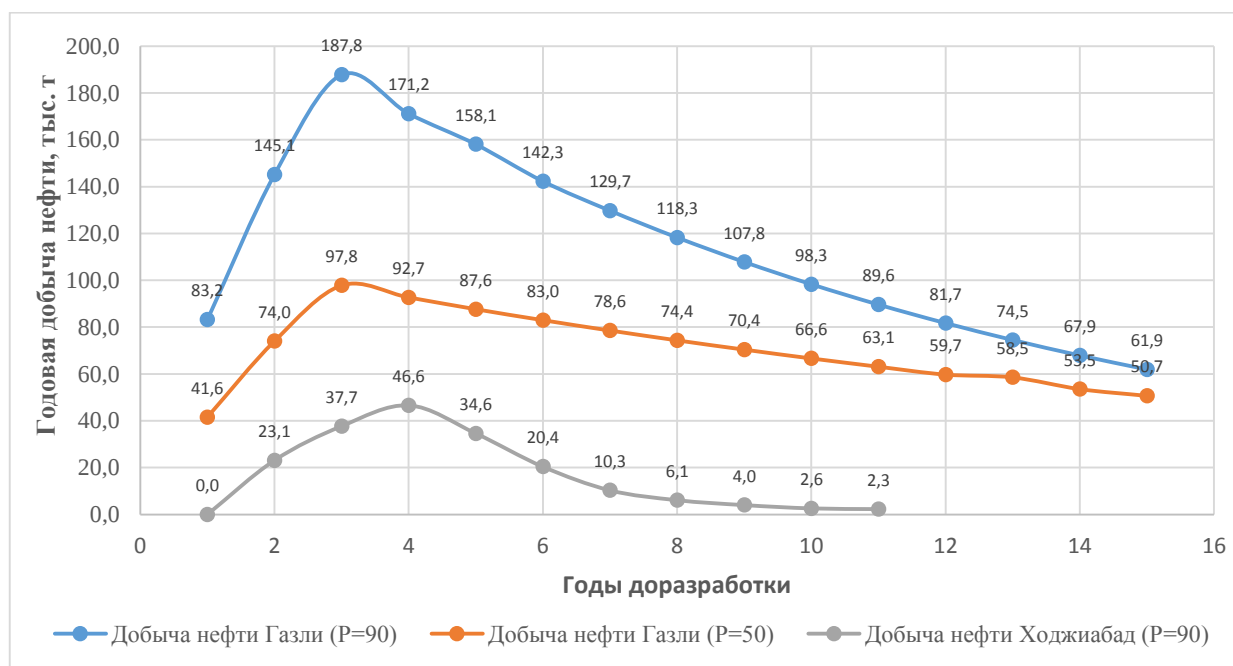


Рисунок 6. Потенциал годовой добычи нефти в период доразработки нефтяных оторочек месторождений Газли и Ходжабад

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование по теме настоящей диссертационной работы «Совершенствование проектирования и оптимизация систем циклической эксплуатации подземных хранилищ газа (ПХГ), создаваемых в истощенных газоконденсатно-нефтяных месторождениях (на примере ПХГ Газли и Ходжабад)» позволяет формулировать следующие основные научные и практические результаты:

1. На основе применения принципов системного подхода и теории управления сложными системами впервые создана технологическая модель функционирования газотранспортной системы Узбекистана и обоснованы возможности и целесообразность увеличения объемов хранения природного газа в Газлийском месторождении и ПХГ Ходжабад.

2. Создана и рекомендована к внедрению алгоритмическая система и программное обеспечение (ИАС “Газаналитик”) обеспечивающие сбор и обработку геолого-технологической информации по эксплуатации ПХГ, как инструментальная основа системного анализа различных технологических ситуаций и косвенной оценки параметров технологических режимов, при низкой информативности гидродинамических потоков при закачке и отборах природного газа.

3. Разработана методологическая основа проектирования подземных хранилищ газа, эксплуатируемых при аномально низких пластовых давлениях, на основе решения оптимизационных задач эксплуатации системы “резервуар-скважины-системы ДКС и подготовки газа к транспорту”, передана в систему проектных работ.

4. Системное обобщение геолого-технологических материалов за весь период разработки месторождения Газли и эксплуатации ПХГ выявило наличие остаточных геологических запасов промышленных категорий, возможных к извлечению, до 15,0 млрд куб. м.

5. Впервые разработана геолого-технологическая основа проектирования системы модернизации ПХГ «Газли», на увеличение объемов хранения природного газа с 2,5 до 10,0 млрд куб. м в год в едином комплексе с восстановлением добычи природного газа из нижних X – XIII горизонтов.

6. На основе проведенных комплексных исследований доказана возможность увеличения мощностей ПХГ Газли и Ходжабад без увеличения буферных объемов хранения природного газа, что направлено на максимально эффективное использование существующих газонасыщенных объемов ПХГ.

7. Разработана и рекомендована к внедрению технологическая основа комплексного проектирования систем наземного обустройства головных сооружений Газлийского месторождения предусматривающая строительство сооружений, обеспечивающих увеличение объемов хранения природного газа в комплексе с системами сероочистки газа и производства пропан-бутановой смеси, для обеспечения требований по качеству природного газа, подаваемого потребителям, передана в систему проектных работ.

8. Разработана технологическая концепция поэтапного увеличения объемов хранения газа в ПХГ Ходжабад с 0,9 до 1,8 млрд куб. м в год на основе системного обобщения геологических материалов и переоценки состояния подземного резервуара.

9. Разработаны принципы проектирования систем эксплуатации ПХГ совмещенных с доработкой нефтяных оторочек, на основе решения задач вытеснения водонефтяной смеси из нефтяных оторочек расширением газовых шапок, переданы для внедрения в нефтегазовой отрасли Узбекистана.

10. На основе вычислительных экспериментов, применением секторного 3-мерного моделирования, установлены возможности извлечения до 1,82 млн т нефти из нефтяных оторочек месторождения Газли (15 лет доразработки) и до 187,7 тыс. т нефти из ПХГ Ходжабад, созданием дополнительных резервуаров для хранения природного газа.

11. Основные результаты работы внедрены и находятся в стадии промышленной апробации в системе АО “Узтрансгаз” (ПХГ Газли и Ходжабад).

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREE
DSc 27.06.2017 GM/T.41.01 AT INSTITUTE OF GEOLOGY AND
EXPLORATION OF OIL AND GAS FIELDS, UZBEK SCIENTIFIC-
RESEARCH AND PROJECT INSTITUTE OF OIL AND GAS, TASHKENT
STATE TECHNICAL UNIVERSITY, BRANCH OF RUSSIAN STATE
UNIVERSITY OF OIL AND GAS NAMED AFTER I.M.GUBKINA**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED I.KARIMOV

NAZAROV AZIZBEK ULUGBEKOVICH

**IMPROVEMENT OF DESIGN & OPTIMIZATION OF UGS
CYCLIC OPERATION SYSTEMS TO BE ESTABLISHED IN
THE DEPLETED GAS CONDENSATE-OIL FIELDS
(BY EXAMPLE OF GAZLI & KHODJABAD UGS)**

04.00.13 – Mining and exploitation of oil and gas deposits

**DISSERTATION ABSTRACT
FOR THE DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCES (DSc)**

Tashkent – 2018

The title of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2018.1.DSc/T206.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named I. Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the webpage of the Scientific Council (www.ing.uz) and on the web-site «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziynet.uz).

Official opponents:

Mihailovskiy Aleksandr Artyomovich
Doctor of Technical Science

Alimov Ismoil Alimovich
Doctor of Technical Science, Professor

Zakirov Azamjon Alimjonovich
Doctor of Technical Science

Lead organization:

JSC “Uzneftgazqazibchiqarish”

Defence of the thesis will be held « 28 » November 2018 at 14⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc 27.06.2017.GM/T41.01 with the Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields, Uzbek Scientific-Research and Project Institute of Oil and Gas Industry, Tashkent State Technical University, The branch of Russian State University of Oil and Gas named after I.M.Gubkina at the address 100059, Tashkent, st. Shota Rustaveli, 114. Tel.: (+99871) 253-09-78, fax: (+99871) 250-92-15, e-mail: igirnigm@ing.uz.

The dissertation can be found at the Information Resource Centre of Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Deposits (registered under № 3855). Address: 100059, Tashkent, st. Shota Rustaveli, 114. Tel.: (+99871) 253-09-78, fax: (+99871) 250-92-15, e-mail: igirnigm@ing.uz.

The abstract of the dissertation is sent out « 15 » November 2018.
(mailing list No. 1 dated « 22 » October 2018.)

Yu.I.Irgashev

Chairman of the scientific council for awarding
of the Scientific degrees, Doctor of Geology
and Mineralogical Sciences, Professor

M.G.Yuldasheva

The Scientific Secretary of the Scientific
Council for awarding the degree of Science,
PhD of Geological and Mineralogical Sciences

A.K.Rakhimov

Charmen of the scientific council for awarding
of the Scientific degrees
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of research work is to develop a methodological framework for the design and optimization of systems for the operation of underground gas storage facilities in the context of their modernization

The object of the research work is Gazli gas condensate-oil field based within Bukhara-Khiva oil-and-gas bearing area, as well as Khodjaabad UGS based within Andijan region of the Republic of Uzbekistan.

Scientific novelty of the research work is as follows:

potential natural gas resources were identified to increase the capacity of natural gas extraction facilities during winter periods, based on a systematic generalization of the development processes of gas deposits in the Gazli and Khodjaabad fields in conjunction with the parameters of their operation in the UGS mode;

methods have been developed for optimal control of the UGS technological operation modes based on solving system-optimization problems for increasing the capacity of UGS for gas injection and gas extraction;

developed new approaches to designing UGS systems for horizontal wells at abnormally low reservoir pressures in underground reservoirs, creating local depression craters that ensure high productivity of wells in the gas extraction process;

justified scientific and technological decision to increase the capacity of UGS, combining gas storage tasks with the restoration of gas and oil production from the horizons in conservation;

new design principle has been developed for the UGS surface management systems at abnormally low reservoir pressures in reservoirs, ensuring the proper quality of natural gas supplied to consumers.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the improvement of the design and optimization of the UGS operation:

a technology has been developed for the overhaul of existing wells that are in long-term mothballing, which was introduced at the Gazli UGS (reference No. Uzbekneftegaz dated August 20, 2018 No. 02 / 14-2-26-5452) As a result of the implementation, they allowed to enter into operation the wells No. 503 and 281, which ensured an increase in gas withdrawal for the entire UGS in the winter periods of 2014-2017, by 4.7%;

the technological scheme for increasing the storage volumes of natural gas at the Gazli UGS gas storage was developed and adopted in design (reference No. Uzbekneftegaz dated August 20, 2018 No. 02 / 14-2-26-54545). As a result, gas production from the underlying horizons was restored to 890.0 million cubic meters. m per year;

a flowchart of a phased increase in the storage volume of Khodjiabab UGS active gas has been developed (reference No. Uzbekneftegaz dated August 20, 2018 No. 02 / 14-2-26-5452). As a result, the adoption of a modernization system for designing has allowed an increase in gas storage volumes by 78%;

developed a guidance document (O'zRH 39.0-144: 2015) "Underground gas storage facilities. Operational analysis and control of operation "(reference JSC" Uzbekneftegaz "dated August 20, 2018 № 02 / 14-2-26-5452). As a result of the introduction, the efficiency of monitoring the operation of UGS will increase.

The structure and volume of the thesis: Thesis consists of introduction, five chapters, conclusion, bibliography and appendixes. Thesis volume makes 198 pages.

ЭЪЛОН КИЛИНГАН ИШЛАРИ РУЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I булим (I часть; part I)

1. Назаров А.У. Технология циклической эксплуатации истощенной нефтегазоконденсатной залежи в режиме подземного хранилища газа // Кимёвий технология. Назорат ва бошкарув. – Ташкент, 2009. – №3. – С. 10 – 12. (05.00.00 №12).

2. Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Абдумаликов С.А. К вопросу рациональной разработки месторождения Южный Кемачи // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2012. – №3. – С. 55 – 59. (04.00.00 №4).

3. Назаров У.С., Эшмурадов Б.Б., Мамедов А.Н., Арипов Г.А., Назаров А.У., Турсунов М.А., Махмудов Ф.М., Мейлиев А., Ким А.А. Комплексные технологии обеспечения эксплуатационной надежности нефтяных и газовых скважин // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2012. – №3. – С. 49 – 54. (04.00.00 №4).

4. Назаров У.С., Эшмурадов Б.Б., Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Ким А.А. Возможности доработки нижних этажей газоносности с оптимальным использованием наземных объектов хранения природного газа месторождения Газли // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2012. – №4. – С. 31 – 34 (04.00.00 №4).

5. Назаров У.С., Эшмурадов Б.Б., Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Абдумаликов С.А. К вопросу увеличения мощности Ходжабадского ПХГ // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2012. – №4. – С. 27 – 30 (04.00.00 №4).

6. Эшмурадов Б.Б., Назаров А.У., Ким А.А. К вопросу проектирования технологических режимов циклической эксплуатации Газлийского ПХГ // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2013. – №1. – С.39– 43 (04.00.00 №4).

7. Назаров А.У. Системные задачи оптимального управления объектами добычи нефти и газа // ТошДТУ Хабарлари. – Ташкент, 2013. – №1 – С.72 – 77 (04.00.00 №6).

8. Назаров А.У. Системный подход в задачах технологического управления нефтегазовыми месторождениями и транспортом газа // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2013 – Спец. Выпуск. – С. 137 – 14 (04.00.00 №4).

9. Эшмурадов Б.Б., Назаров А.У., Куртов М.Х., Садиев Х.Ф. Информационно – аналитическая система оперативного анализа и контроля за эффективностью эксплуатации подземных газохранилищ // Кимёвий технология назорат ва бошкарув. – Ташкент, 2013. – №3. – С. 68 – 72 (02.00.00 №10).

10. Махмудов Ф.М., Назаров А.У., Игамбердиева Л.З. Исследование возможностей увеличения темпов отбора нефти и конечного коэффициента

извлечения нефти рециркуляцией газа высокого давления // ТошДТУ Хабарлари. – Ташкент, 2014. – №3. – С.134 – 140 (04.00.00 №6).

11. Назаров А.У., Игамбердиева Л.З., Махмудов Ф.М., Зокиров С.Х. Результаты экспериментальных исследований по влиянию рециркуляции газа высокого давления на темпы извлечения геологических запасов // ТошДТУ Хабарлари. – Ташкент, 2014. – №3. – С.134 – 140 (04.00.00 №6).

12. Махмудов Ф.М., Назаров А.У., Садиев Х.Ф. Возможности увеличения добычи нефти из нефтяных оторочек месторождения Газли // ТошДТУ Хабарлари. – Ташкент, 2014. – №2. – С. 86 – 90 (04.00.00 №6).

13. Назаров У.С., Нестеров И.В., Туляганов Ш.Д., Назаров А.У. Стратегия создания современных систем автоматизированного управления в задачах реконструкции и модернизации технологических процессов нефтегазовой отрасли // Узбекский журнал нефти и газа. Ташкент, 2015. Спец выпуск. – С.79 – 85 (04.00.00 №4).

14. Махмудов Ф.М., Назаров А.У., Абдумаликов С.А. К вопросу об оптимизации технологических режимов эксплуатации глубинно – насосных установок при добыче нефти // Технологии нефти и газа. – Москва, 2015. – №1. – С. 58 – 62 (05.00.00 №80).

15. Назаров А.У., Туляганов Ш.Д. К вопросу комплексной модернизации Газлийского газотранспортного узла // Газовая промышленность. – Москва, 2018. – №7. – С. 66 – 71 (05.00.00 №23).

16. Назаров А.У., Агзамов Ш.К., Туляганов Ш.Д. Оптимизационные задачи повышения эффективности эксплуатации компрессорных агрегатов Газлийского газотранспортного узла // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2018. – № 1. – С. 66 – 67 (04.00.00 №4).

17. Назаров А.У., Туляганов Ш.Д. Technological prospects of optimizing underground gas storage systems // European science review. – Vienna, 2018. May – June. – № 5 – 6. – С. 308 – 312 (05.00.00 №3).

II булим (II часть; part II)

18. Назаров А.У. Технология активного воздействия на разработку остаточной нефтегазоконденсатной залежи // Иновационные решения для нефтегазовой отрасли (Опыт и перспективы). Тез. докл. Молодежной научно – технической конференции с Международным участием. – Оренбург. 19 – 20 апрель, 2012.

19. Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Ким А.А. Исследование эффективности технологических режимов эксплуатации Газлийского ПХГ //Современные проблемы и пути освоения нефтегазового потенциала недр. Международная научно – техническая конференция. – Ташкент. 22 ноября, 2012. – С. 93 – 100.

20. Назаров А.У. Системный подход в задачах анализа функционирования и прогнозирования показателей эксплуатации систем добычи и транспорта нефти и газа // Современные проблемы и пути освоения

нефтегазового потенциала недр. Международная научно – техническая конференция. – Ташкент. 22 ноября, 2012. – С.108 – 114.

21. Назаров А.У., Куртов М.Х., Садиев Х.Ф. Информационно – аналитическая система оперативного анализа и контроля за эффективностью эксплуатации подземных газохранилищ // Современные проблемы и пути освоения нефтегазового потенциала недр. Международная научно – техническая конференция. – Ташкент. 22 ноября, 2012. – С. 147 – 155.

22. Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Абдумаликов С.А., Ким А.А. Исследование возможностей доизвлечения остаточных запасов из нефтяных оторочек Ходжабадского ПХГ // Современные проблемы и пути освоения нефтегазового потенциала недр. Международная научно – техническая конференция. – Ташкент. 22 ноября, 2012. – С. 147 – 155.

23. Назаров А.У., Махмудов Ф.М., Абдумаликов С.А., Авазов Р.Ш. Результаты исследований возможностей повышения эффективности разработки подгазовых нефтяных оторочек // Современные проблемы и пути освоения нефтегазового потенциала недр. Международная научно – техническая конференция. – Ташкент. 22 ноября, 2012. – С.157 – 168.

24. Нестерев И.В., Туляганов Ш.Д., Назаров А.У. Innovative automated control system of objects of oil and gas, their role in resource – saving production // Восьмая всемирная конференция. Интеллектуальные системы для индустриальной автоматизации. – Ташкент. 25 – 27 ноября, 2014. – С 407 – 411.

25. Назаров А.У., Махмудов Ф.М. Нефтяные месторождения Узбекистана: проектные решения по доразведке и доработке // Oil & gas journal Russia. – М. 2014. – №8. –С.38–42.

26. Назаров А.У., Махмудов Ф.М. Газлийское ПХГ Совершенствование технологии хранения // Oil & gas journal Russia. – М., 2014. – №9. – С.70–73.

27. Назаров У.С., Эшмуратов Б.Б., Назаров А.У., Куртов М.Х., Махмудов Ф.М., Садиев Х.Ф., Туляганов Ш.Д. «Gazanalitic» ер ости газ омборини ишлатиш ҳолатини тезкор таҳлил ва назорат қилиш информацион-аналитик тизими //№ DGU 02844. – Тошкент. 3 июнь, 2014.

28. Назаров У.С., Назаров А.У., Махмудов Ф.М. Подземные хранилища газа. Оперативный анализ и контроль эксплуатации. // Руководящий документ. – Ташкент. – Oz RH 39.0 – 144: – 2015.

Автореферат «_____» журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилган. (06.11.2018 йил).

Бичими: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи: 3,6. Адади 100. Буюртма №28.

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.