

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/05.06.2020.T.03.06 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ЭРМАТОВ НАВРУЗ ХУШМУРАДОВИЧ

**ЯКУНИЙ ИШЛАТИШ ДАВРИДА ҚАТЛАМСИМОН ТУРДАГИ
НЕФТЬ УЮМЛАРИДА СУВ БОСТИРИШ САМАРАДОРЛИГИНИ
АНИҚЛОВЧИ ГЕОЛОГИК-ФИЗИК ВА ТЕХНОЛОГИК
КЎРСАТКИЧЛАРНИ АНИҚЛАШ**

04.00.13 – “Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш”

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

Тошкент-2021

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Content of dissertation abstract of doctor of sciences (DSc)

Эрматов Навруз Хушмурадович

Яқуний ишлатиш даврида қатламсимон турдаги нефть уюмларида сув бостириш самарадорлигини аниқловчи геологик-физик ва технологик кўрсаткичларни аниқлаш.....3

Эрматов Навруз Хушмурадович

Установление геолого-физических и технологических факторов, определяющих эффективность заводнения нефтяных залежей пластового типа, на поздней стадии разработки25

Ermatov Navruz Khushmuradovich

Determination of geological-physical and technological parameters that identify the effectiveness of flooding in stratified oil deposits during the final operation47

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works51

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/05.06.2020.T.03.06 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ЭРМАТОВ НАВРУЗ ХУШМУРАДОВИЧ

**ЯКУНИЙ ИШЛАТИШ ДАВРИДА ҚАТЛАМСИМОН ТУРДАГИ
НЕФТЬ УЮМЛАРИДА СУВ БОСТИРИШ САМАРАДОРЛИГИНИ
АНИҚЛОВЧИ ГЕОЛОГИК-ФИЗИК ВА ТЕХНОЛОГИК
КЎРСАТКИЧЛАРНИ АНИҚЛАШ**

04.00.13 – “Нефть ва газ конларини ўзлаштириш ҳамда ишлатиш”

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

Тошкент-2021

Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2019.2.DSc/T279 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий Кенгаш веб саҳифаси (www.tdtu.uz) ва “Ziynet” Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Агзамов Аваз Хамидиллаевич техника фанлари доктори, профессор, Россия табиий фанлар академияси аъзоси
Расмий оппонентлар:	Назаров Улуғбек Султанович техника фанлари доктори, профессор Закиров Алимджан Абдурахимович техника фанлари доктори, профессор Холмуродов Абдулхамид Эркинович физика-математика фанлари доктори
Етакчи ташкилот:	“Ўзбекнефгаз” АЖ

Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.03/05.06.2020.Т.03.06 рақамли Илмий Кенгашнинг 2021 йил “9” февраль соат “11.00” даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100097, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел/факс: (+99871)246-46-00, факс: (+99871)227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

Диссертация билан Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№196-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100097, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2, Тел/факс: (+99871)246-46-00, факс: (+99871)227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

Диссертация автореферати 2021 йил “___” январь куни тарқатилди.
(2021 йил “___” январдаги ___ рақамли реестр баённомаси).

А.А.Рахимов

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

Ш.А.Каримов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

А.А.Закиров

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

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда нефть казиб олувчи давлатларнинг асосий муаммоларидан бири ишлатилаётган конлардаги қолган геологик захираларни чиқариб олиш даражасини орттириш ҳисобланади, чунки уларнинг ҳажми ер шаридаги нефтьга истиқболли ўлкалардаги башорат қилинган захиралардан анча ортиқ. Ҳозирги вақтда маҳсулдор қатламлардан юқори суръатларда нефть олишга эришишнинг ва чиқариб олиш даражасини орттиришнинг асосий усули сув бостириш ҳисобланади. Шу сабабли, нефть конларининг геологик-физик шароитлари мураккаблашиб бораётган шароитларда уларнинг ишлатиш самарадорлигини орттириш кўп жиҳатдан, кўп йиллик қўлланиш тажрибасига қарамасдан, сув бостириш усулини янада такомиллаштиришга боғлиқ. Бу йўналишда асосий қолдиқ нефть захиралари жамланган мураккаб геологик-физик шароитлардаги маҳсулдор қатламларни сув бостириш усулининг методологик асосларини такомиллаштириш юқори нефть олиш суръатларига эришиш ва ер қаъридан захираларни нисбатан тўлароқ чиқариб олиш учун муҳим аҳамиятга эга.

Дунёда нефть конларини сув бостириш билан ишлатишнинг методологик асосларининг ривожланиши ҳозирги вақтда амалдаги усулни асослашнинг принципиал ҳолатларини қайта кўриб чиқишга йўналтирилган, жумладан жараёни бошлаш вақти, қудуқларни жойлаштириш тизими ва зичлиги, қудуқларни сувланиш сабабли тўхтатиш чегараси ва бошқ. Ушбу йўналишдаги тадқиқотлар ишлатиш объектларининг геологик-физик хусусиятларини нисбатан тўлароқ ҳисобга олишга асосланган. Нефть қатламларининг сув бостириш муаммоларини ҳал этиш учун узоқ муддат ишлатилаётган конларнинг маълумотлари асосида усулнинг амалиётдаги тажрибаларини умумлаштириш, уларнинг самарадорлигини баҳолаш, жараёни жорий этиш критерийларини аниқлаш ва асослаш зарурати юзага келмоқда.

Бугунги кунда Ўзбекистонда ишлатилаётган углеводород конларида жадаллаштириш ва қатламларнинг компонент бера олишини оширишнинг янги технологияларини қўллаш йўли билан нефть олиш суръатларини ва қолдиқ захираларни чиқариб олиш даражасини орттириш бўйича ишлар олиб борилмоқда. “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси”да¹ тежамкор технологияларни ишлаб чиқаришга кенг жорий этиш, иқтисодиёт тармоқларида меҳнат унумдорлигини ошириш ҳамда саноат тармоқлари фаолиятини янги технологик босқичга олиб чиқиш учун ишлаб чиқаришни ривожлантириш бўйича вазифалар белгилаб берилган.

Шундан келиб чиққан ҳолда, конларни сув бостириб ишлатишнинг методологик асосларини такомиллаштириш, юқори нефть олиш суръатларига

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш стратегияси тўғрисида”ги Фармони

ва қатламлардан тўлароқ чиқариб олиш даражасига эришиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон “2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чора-тадбирлар дастури тўғрисида”ги фармонлари ҳамда 2017 йил 9 мартдаги ПҚ-2822-сон “2017-2021 йилларда углеводород хомашёсини қазиб олишни ошириш тўғрисида”ги қарори ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг VIII “Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)” устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Турли турдаги сув бостиришни қўллаш билан қатлам босимини ушлаб туришнинг методологик асосларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан: Россия нефть илмий-тадқиқот институти (Россия), American Petroleum Institute (АПТ, АҚШ), Oil Gas Scientific Research Project Institute (АҚШ), Petroleum Engineering and Project Development JFP School (Франция), Озарбайжон нефть ва газ институти, Уфа нефть институти (Россия), Татаристон нефть илмий текшириш ва лойиҳалаш институти (Россия), И.М.Губкин номи Россия давлат нефть ва газ университети, Ўзбекистон нефтьгаз лойиҳа ва илмий текшириш институти ҳамда Тошкент давлат техника университети ва Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти (Ўзбекистон) олиб бормоқда.

Сув бостириш усулларини такомиллаштириш бўйича жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: нефть уюмларини геологик-физик шароитларга боғлиқ ҳолда сув бостириш усулини танлаш критерийлари ишлаб чиқилган (Россия нефть илмий-тадқиқот институти), олувчи ва ҳайдовчи қудукларни жойлаштириш тизими ва жараён жадаллиги асосида сув бостириш турларининг таснифи асосланган (Татаристон нефть илмий-текшириш ва лойиҳалаш институти, Россия), нефть уюмларини якуний ишлаш даврида жараённи амалга ошириш моделлари яратилган (Oil Gas Scientific Research Project Institute, АҚШ), сув бостириш жараёнининг технологик

² Диссертациянинг мавзуси бўйича хорижий илмий-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 ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

кўрсаткичларини башоратлаш ва ҳисобли экспериментлар ўтказиш учун алгоритмлар ишлаб чиқилган (Petroleum Engineering and Project Development JFP School, Франция), нефтнинг реологик хоссаларининг сув бостириш жараёни самарадорлигига таъсири баҳоланган (Уфа нефть институти, Россия), олувчи ва ҳайдовчи кудуқларни оқилона жойлаштириш, жумладан кудуқларни турли йўналишда бурғилаш ҳисобга олинган технологик қарорлар яратилган (American Petroleum Institute, АҚШ).

Дунёда нефтли қатламларни сув бостиришнинг методологик асосларини ривожлантириш учун қатор устувор йўналишлар бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан: сув бостириш жараёнида нефтли қатламда моделларнинг кўчишини ва нефть уюмининг ифлосланишини моделлаштириш; дарзли ва дарзли-ғовакли коллекторлардан иборат объектларда сув ҳайдаш ва суюқлик олиш кўрсаткичларини оптималлаш; горизонтал йўналишли ҳайдаш ва олиш кудуқларидан иборат нефть конларини ишлатишда фильтрация жараёнини ўрганиш; уюмларнинг турли геологик-физик шароитларда усул самарадорлигини баҳолаш ва нефтнинг геологик захираларини максимал чиқариб олиш мақсадида сув бостиришнинг комбинацион тизимларини яратиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нефтли қатламларнинг сув бостириш усулларини яратиш ва такомиллаштиришга кўп сонли назарий, кон ва экспериментал тадқиқотлар бағишланган.

Нефтли қатламларни сув бостиришнинг турли саволларини ўрганишга Афанасьев В.А., Базиев В.Ф., Баренблатт Г.И., Bass D.M., Гавура А.В., Grawford P.B., Горбунов А.Т., Дияшев Р.Н., Doscher T.M., Ентов В.М., Забродин Д.Б., Закиров С.Н., Иванова М.М., Колганов В.И., Крылов А.П., Кундин С.А., Kute V.B., Лысенко В.Д., Сабитов Д.К., Stenelift R.J., Stephan S.C., Сургучев М.Л., Хисамов Р.С., Harding T.G., Horne R.H., Farang-Ali S.M., Fetter C.W., Floen D.H., Шеметилло В.Г., Фомин С.А., Чугунов В.А. ва бошқаларнинг ишлари бағишланган.

Ушбу саволларни Ўзбекистон конлари маълумотлари асосида ўрганишга Азимов П.К., Назаров С.Н., Ирматов Э.К., Назаров У.С., Хужаёров Б.Х., Махмудов Н.Н., Закиров А.А., Акрамов Б.Ш., Сидикхўжаев Р.К., Назаров А.У. ва бошқаларнинг тадқиқотлари бағишланган.

Фан ва технологияларнинг замонавий ривожланиш ҳолати нефть олиш суръатларини ва қатламлардан нефть захираларини чиқариб олиш даражасини орттириш мақсадида, маҳсулдор қатламларда сув бостиришнинг турли усулларини қўллашга йўналтирилган нефть конларини лойиҳалаштириш ва ишлатишни таҳлил қилишни такомиллаштириш заруриятини белгилаб беради.

Шу сабабли, захиралари қийин чиқариб олинадиган тоифага кирувчи, мураккаб геологик-физик шароитлардаги конларда юқори нефть олиш суръатларини таъминлашга йўналтирилган илмий-технологик ва лойиҳавий ечимлар топилиши зарур. Ҳозирги вақтгача кичик ўтказувчан ва коллектор хоссалари турлича бўлган, газ ости нефть уюмлари ва юқори қовушқоқ

нефтли объектларда сув бостириш усулининг самарадорлик саволлари тўлиқ ҳал этилмаган.

Сув бостириш усулининг принципал ҳолатлари бўлган жараёни бошлаш вақти, суюқлик олиш ва сув ҳайдаш суръатлари, нефть чиқариб олиш даражаси камраб олинган ечимлар ўзининг ривожини талаб этади. Бундай ёндашув маҳсулдор қатламларда турли сув бостириш усуллари қўлланилганда нефть конларининг технологик ишлатиш кўрсаткичларини тўла асослаб башорат қилиш, суюқлик олиш ва сув ҳайдашни тезкор назорат қилиш, қудуқларни жойлаштириш тизимини ва зичлигини оптималлаштириш, олувчи ва ҳайдовчи қудуқларни ишлатишнинг оптимал технологик режимини ўрнатиш имкониятини яратади.

Бундай сув бостиришдаги принципал ҳолатларнинг ечилиши жараёни самарадорлигини, нефть олиш суръатини ва қатламдан чиқариб олиш даражасини орттириш сув олиш ҳажмларини камайтириш имконини беради.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №65-пуд-13 “Шўртепа конининг жорий ишлаш ҳолати таҳлили”, №ПГИ/51-18 “Шакарбулоқ конида нефть олишни барқарорлаштириш бўйича таҳлил ва геологик-техник тадбирлар ишлаб чиқиш”, №НГКИТФ/55-19 “Жанубий Миршоди конида нефть олишни барқарорлаштириш бўйича таҳлил ва геологик-техник тадбирлар ишлаб чиқиш” мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳсулдор қатламларга сув бостиришнинг принципал ҳолатларини асослаш усулларини ишлаб чиқиш ва Фарғона нефтгаз вилоятидаги конларда қатламсимон турдаги уюмлардан нефть олиш суръатини ва чиқариб олиш даражасини орттиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Фарғона нефтгаз вилоятидаги қатламсимон нефть уюмларининг геологик-физик шароитлари хусусиятларини тизимли умумлаштириш;
маҳсулдор қатламлар бўйича геологик ва олинадиган нефть захираларининг тақсимланишини ва олинганлик даражасини ўрганиш;

Фарғона нефтгаз вилоятидаги объектларни ишлатиш хусусиятларини тизимли умумлаштириш;

нефть қазиб олиш коэффиценти катталигини аниқловчи асосий геологик ва технологик кўрсаткичлар маълумотдорлигини баҳолаш ва ажратиш;

сув бостириш ва маҳсулдор қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштириш самарадорлигини баҳолаш;

жараённинг принципал ҳолатларини оптималлаштириш йўли билан сув бостириш самарадорлигини ошириш бўйича технологик қарорларни ривожлантириш.

Тадқиқотнинг объекти. Фарғона нефтгаз вилоятидаги қатламсимон нефть уюмлари тадқиқот объекти ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети қатламсимон нефть уюмларини ишлатишда сув бостиришни лойиҳалаштиришнинг методологик асосларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Қўйилган масалаларни ечишда геологик-кон маълумотларини тартиблаштириш ва таҳлил этиш, аналитик тадқиқот ва уларнинг натижаларини кон маълумотлари билан таққослаш, геологик-технологик маълумотларни статистик ва стохастик усуллар билан қайта ишлаш ҳамда нефть қазиб олиш жараёнининг математик моделлаштириш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Фарғона нефтгазли вилоятидаги маҳсулдор қатламлар бўйича геологик ва олинадиган нефть захираларининг тақсимланганлиги ва қазиб олинганлик даражаси аниқланган;

ишлатиш босқичлари бўйича суюқлик ва нефть олиш суръатлари орасидаги боғлиқликлар исботланган;

маҳсулдор қатламларни сув бостириш ҳисобига нефтни қазиб олинганлик коэффициентининг ортиши баҳоланган;

бир нечта қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштириш натижасида йўқотиладиган нефть ҳажми аниқланган;

чегара олди сув бостириш усулининг чегара ичра сув бостириш турли усуллари билан биргаликдаги нисбатан юқори самарадорлиги аниқланган;

нефтни қазиб олиш коэффициенти энг катта таъсир этувчи геологик-технологик кўрсаткичлар аниқланган;

нефть қазиб олиш коэффициентининг ўлчамсиз босимдан боғлиқлиги математик модели ишлаб чиқилган;

турли коллекторлар ва ишлатиш тизимлари учун нефть қазиб олиш коэффициентининг қатламнинг ювилганлик даражасидан боғлиқлиги математик моделлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

турли сув бостириш усуллари ва маҳсулдор қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштириш самарадорлигини аниқловчи геологик кўрсаткичлар асосланган бўлиб, уларни қўллаш ҳисобига нефть қазиб олиш коэффициентининг ортишини баҳолаш имконини беради;

ишлатиш босқичлари бўйича суюқлик олиш суръатларининг қудуқлар маҳсулотининг сувланишига таъсир даражаси асосланган бўлиб, қудуқларни ишлатиш режимини оптималлаштириш геологик-техник тадбирлар ишлаб чиқиш имконини беради;

қатламнинг ювилганлик ва нефтнинг қазиб олинганлик коэффициенти суюқлик олишнинг сув ҳайдаш билан қопланганликнинг таъсири даражаси асосланган бўлиб, суюқлик олиш ва сув ҳайдаш ҳажмини оптималлаштириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги конларни ишлатишда амалда олинган кўрсаткичларнинг ўрнатилган моделлар асосида олинган башоратланган кўрсаткичларга мос

келиши ҳамда уларнинг юқори корреляцион боғлиқликлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қатламсимон нефть уюмлари учун сув бостириш усулининг принципиал ҳолатларини оптималлашнинг методологик асосларини такомиллаштиришдан ва нефть қазиб олиш коэффициентининг геологик-техник кўрсаткичлардан ўрнатилган боғлиқликларидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сув бостиришни ва қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштиришнинг самарали қўллаш геологик-физик шароитларини, сув бостириш жараёнини оптимал бошлаш вақтини аниқлаш ва ҳайдовчи кудуқларнинг оқилона нисбатининг ўрнатилганлигида бўлиб, улар якуний натижада Фарғона нефтьгаз вилоятидаги қатламсимон турдаги нефть уюмларини ишлатиш самарадорлигининг ва нефть қазиб олиш даражасининг ортишига олиб келади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Якуний ишлатиш даврида қатламсимон турдаги нефть уюмларида сув бостириш самарадорлигини аниқловчи геологик-физик ва технологик кўрсаткичларни аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

бошланғич кудуқлар тўрини зичлаштириш технологияси “Муборакнефтьгаз” АЖнинг Шўртепа конидаги XIII горизонти ва “Гиссарнефтьгаз” МЧЖ қўшма корхонасининг Шакарбулоқ конидаги XV горизонтида жорий қилинган (“Ўзбекнефтьгаз” АЖнинг 2020 йил 14 сентябрдаги 05-25-1-103-сон маълумотномаси). Натижада, Шўртепа конида 2014–2017 йиллар даврида йиллик нефть қазиб олишни 2,4–2,5 минг тонна миқдорида барқарорлаштириш, Шакарбулоқ конида эса ҳисобланган якуний нефть қазиб олиш коэффициенти 15,36% га ошириш имконини берган;

сув оқими йўлини беркитиш технологияси “Жарқўрғоннефть” АЖнинг Хаудаг, Амударё, Учқизил, Жанубий Миршоди конларидаги кудуқларда жорий қилинган (“Ўзбекнефтьгаз” АЖнинг 2020 йил 14 сентябрдаги 05-25-1-103-сон маълумотномаси). Натижада, 2017–2019 йиллар мобайнида кудуқлар маҳсулоти таркибидаги сув миқдорини камайтириш ва қўшимча 6460 тонна нефть олиш имконини берган;

қатлам оралиқларини қўшимча отиш йўли билан ишлатишга киритилмаган қатламчаларни қўшиш технологияси “Андижоннефть” АЖнинг Андижон ва Жанубий Оламушук конларидаги кудуқларда жорий қилинган (“Ўзбекнефтьгаз” АЖнинг 2020 йил 14 сентябрдаги 05-25-1-103-сон маълумотномаси). Натижада, 2016–2018 йиллар мобайнида қўшимча 1951 тонна нефть олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотларнинг асосий натижалари 4 та халқаро ва 6 та Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижажаларининг эълон қилинганлиги. Ўтказилган тадқиқот натижаларига кўра 33 та илмий ишлар нашр қилинган, жумладан 11 таси диссертациянинг асосий илмий натижаларини эълон қилиш учун

Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган илмий журналларда ва улардан 4 таси чет эл журналларида эълон қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 204 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати, мақсад ва вазифаси асосланади, тадқиқот объекти таснифи, Республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги белгиланади, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари келтирилади, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилади, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилганлиги, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Фарғона нефтгаз вилоятидаги нефть уюмларининг геологик тузилиши хусусиятлари”** номли биринчи бобида уюмларнинг хусусиятлари, нефть ва коллекторлари хоссалари, қатламларни ишлатиш режимлари ва маҳсулдор ётқизиклар бўйича саноат миқёсидаги углеводород захираларининг тақсимланганлиги келтирилган.

Фарғона нефтгаз вилоятидаги (ФНГВ) ишлатилаётган конларнинг ҳозирги нефть қазиб олиш ҳолати қуйидаги асосий хусусиятлардан иборат эканлиги келтирилган:

- кўп конларнинг якуний ишлатиш босқичига кирганлиги;
- эришилган нефть қазиб олиш коэффициенти даражаси паст кичик ўлчамли нефть уюмларининг борлиги;
- ишлатилаётган конларда олиниши қийин бўлган қолдиқ нефть захиралари улушининг ортиб бориши;
- нисбатан катта чуқурликда ётувчи нефть уюмларини ишлатиш самарадорлигининг пастлиги;
- янги конлар очиш истиқболининг асосан катта чуқурликдаги марказий қисми ва жанубий қисми билан боғлиқлиги.

Ушбу ўлкадаги конлар бўйича бажарилган ишларнинг натижаларини умумлаштириш асосида Фарғона нефтгаз вилоятининг тузилиши неоген, палеоген, мезозой (бўр, юра) ва палеозой ётқизикларидан иборатлиги келтирилган. Маълум нефть уюмлари асосан қатламсимон-кубба турга мансуб, бузилишлар билан мураккаблашган ҳолларда эса тектоник тўсикли уюмлар ҳам кузатилади. Нефть уюмларининг узунлиги 10 дан 15 км гача, кенлиги 2-3 км, қатламларнинг ётиш бурчаги 20-30° ва каттароқ бўлган тор асимметрик тузилмалар билан боғлиқ. Кўп қатламли уюмлар учун маҳсулдор қатламлар қалинлигининг катта эмаслиги, бошланғич қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими орасидаги фарқнинг кичиклиги деярли ҳамма конларга хосдир.

Маҳсулдор V, VI, VII, VIII, IX горизонтларнинг ташкил этувчи кесимидаги карбонат тоғ жинслари ҳажмий зичлиги $2,07-2,72 \text{ г/см}^3$, гилланганлиги 4-16%, ғоваклик коэффиценти 7-25% ва ўтказувчанлиги $0,01-0,393 \text{ мкм}^2$ бўлган оҳактошлар ва доломитлардан иборат.

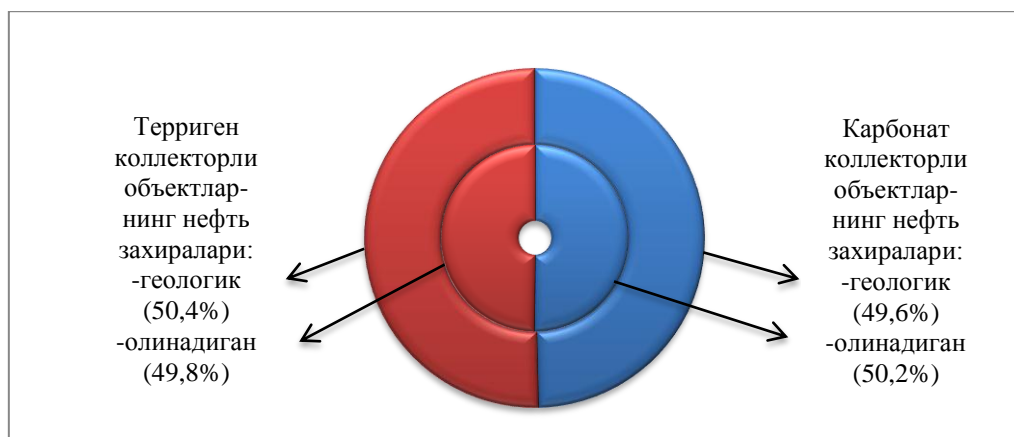
Маҳсулдор БРС, ККС, I, Ia, Ib, II, III, IV, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXVIII, XXX горизонтларнинг ташкил этувчи кесимидаги кумтошлар ва алевролитларнинг таркибидаги семон миқдори 10-12 дан 30-35% гача, ғоваклик коэффиценти 0,09-0,22 ва ўтказувчанлиги $0,004-0,440 \text{ мкм}^2$. Чақик тоғ жинслари зичланганлик даражаси бўйича кам зичланган, зичланган ва катта зичланган турларга мансуб. Фарғона нефтгаз вилоятидаги нефтларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссалари нисбатан турли. Уларнинг зичлиги $0,829$ дан $0,884 \text{ г/см}^3$ гача ўзгаради ва кичик олтингугуртли (0,09-0,75%), юқори мумли (1,4-18%), юқори қатронли (катрон+асфальтенлар 3,4 дан 30,27% гача) турларга мансуб.

Юқорида келтирилган кўрсаткичларнинг фарқ қилишига қарамай ФНГВ уюмларидаги нефтнинг қовушқоқлиги кичик ораликда 0,7 дан 6,0 мПа·с гача ўзгаради.

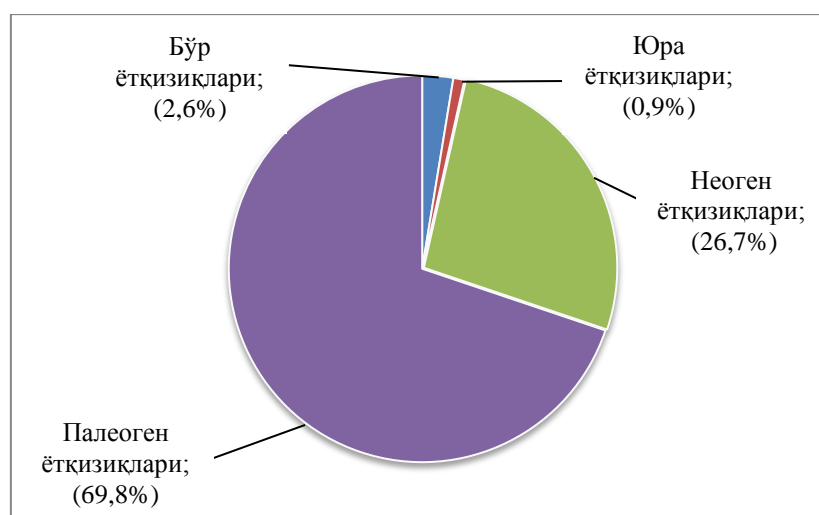
ФНГВ очилган конларнинг геологик ва олинадиган А+В+С, тоифалардаги захираларининг маҳсулдор қатламлар бўйича тақсимланиши таҳлили карбонатли ва терригенли коллекторда уларнинг деярли тенг эканлигини кўрсатмоқда (1-расм). Бироқ маҳсулдор қатламлар бўйича геологик ва олинадиган нефть захиралари жуда ҳам нотекис тақсимланган (2,3-расмлар). Геологик ва олинадиган нефть захираларининг асосий қисми палеоген ётқизикларига тўғри келса (мос холда 69,8 ва 70,5%), неогенда - 26,7 ва 24,7 %, бўрда - 2,6 ва 3,9% ва юрада - 0,9 ва 0,9% ни ташкил этади.

Диссертациянинг **“Конларни жорий ишлатиш ҳолатининг таҳлили ва сув бостиришнинг самарадорлигини баҳолаш”** номли иккинчи бобида ФНГВ конларнинг кўп қатламлилиги, маҳсулдор кесимидаги жинсларнинг литологик ўзгарувчанлиги, маҳсулдор қатламлар қалинлигининг кичиклиги, бошланғич қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими орасидаги фарқнинг озлиги ва нефтда қатрон миқдорининг кўплиги билан боғлиқ геологик-физик хусусиятларидан ташқари бир қатор ўзига хос технологик хусусиятларга эга, улар қаторига ҳамма объектларда қудуқлар учбурчак тўр билан жойлаштирилганлиги, бурғилаш даврининг 5-7 йилни ташкил этганлиги ҳамда сув бостириш усулларининг объектларнинг дастлаб табиий режимда ишлатилгандан сўнг қўлланилганлигини кўрсатиш мумкин.

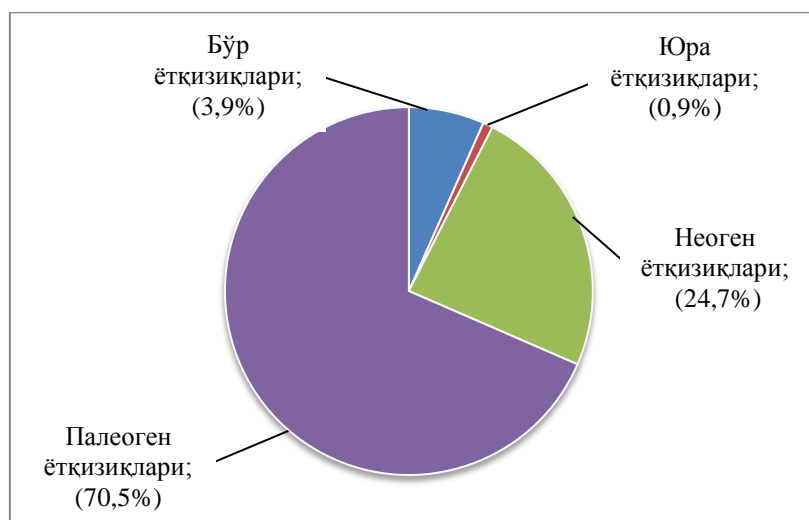
Тадқиқот объектларидаги нефть уюмларини ишлатиш жараёнида кўплаб технологик кўрсаткичлар турли суръатларда ўзгарсада, уларнинг босқичлар бўйича ўзгариш динамикасида дунёнинг нефть қазиб олиш ўлкаларидаги сув бостириш усуллари қўлланилган кўплаб конларда ўрнатилган маълум қонуниятлар борлиги кўрсатилган: биринчи - объектни саноат миқёсида ўзлаштириш, жадал бурғилаш ва объектни максимал нефть олиш даражасига чиқариш босқичи; иккинчи - максимал ва нисбатан барқарор нефть олиш босқичи; учинчи - қудуқлардан олинаётган маҳсулотнинг тез сувланиши натижасида нефть олишнинг кескин камайиши босқичи; тўртинчи - олинаётган



1-расм. ФНГВда ишлатилаётган конларнинг коллектор тури бўйича А+В+С₁ тоифа нефть захираларининг тақсимланиши.



2-расм. ФНГВда ишлатилаётган конларнинг ётқизиқлар бўйича А+В+С₁ тоифа нефтининг геологик захираларининг тақсимланиши.



3-расм. ФНГВда ишлатилаётган конларнинг ётқизиқлар бўйича А+В+С₁ тоифа нефтининг олинадиган захираларининг тақсимланиши.

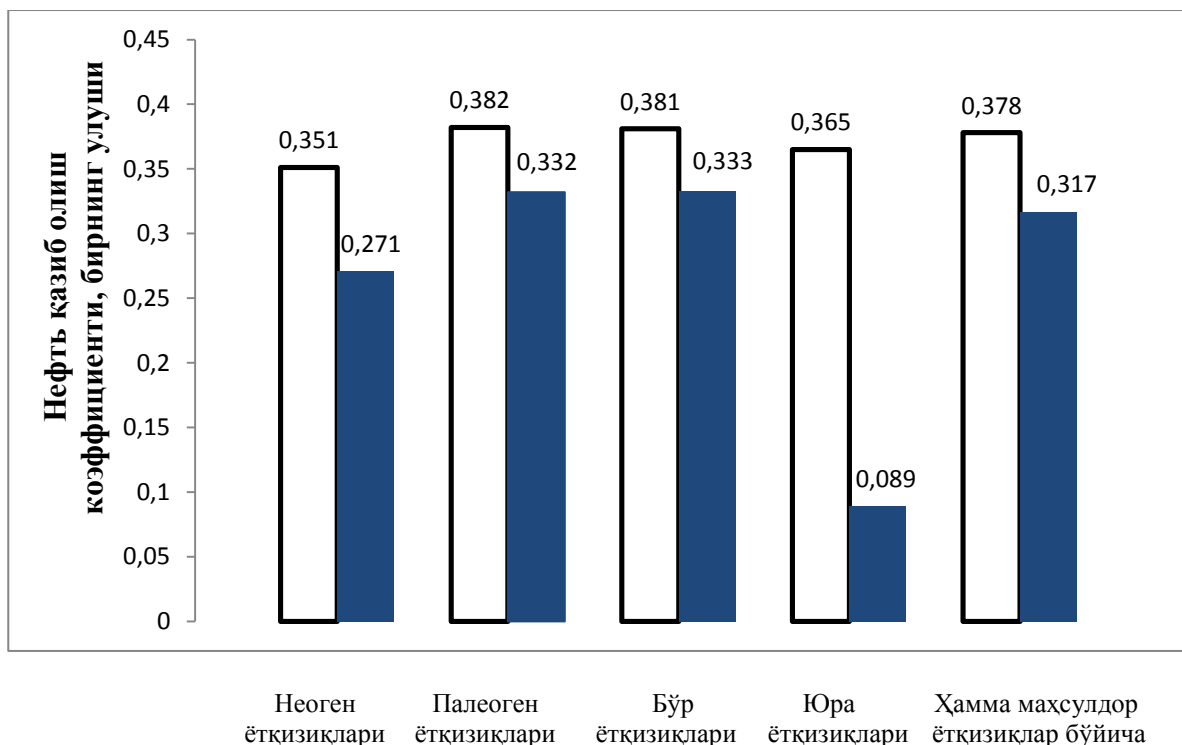
суюқликнинг юқори сувланганлиги ва нефть олишнинг кичик суръатлар билан хусусиятланувчи якуний босқичи.

Тасдиқланган ва эришилган нефть қазиб олиш коэффициентларини таққослаб, улар катталигининг кўп объектлар бўйича мос келиши ўрнатилган. Бироқ эришилган нефть қазиб олиш коэффициентининг тасдиқланган катталикларидан кўп ва кичик объектлар ҳам мавжуд. Бунда тасдиқланган нефть қазиб олиш даражасига эришилмасликнинг асосий сабаблари ушбу объектларни чегараланган қудуқлар фонди билан ва сўниш режимларида ишлатиш ҳисобланади. Умуман ФНГВ нинг ҳамма маҳсулдор ётқизиклари бўйича эришилган ўртача нефть қазиб олиш коэффициентининг тасдиқланган катталигидан озлиги аниқланди (4-расм).

Ишлатишнинг ажратилган тўртта босқичи бўйича суюқлик ва нефть олиш суръатлари орасидаги боғлиқлик даражаси тадқиқоти натижасида қуйидагилар аниқланди (5-8-расмлар):

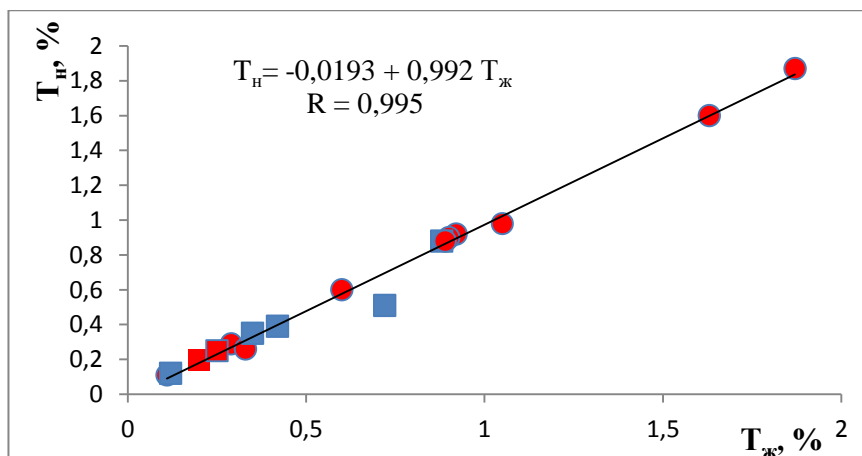
- I ва II босқичларда ушбу кўрсаткичлар орасида катта корреляцион коэффициентларга эга чизиқли боғлиқлик бор, бу карбонат коллекторли уюмлар учун мос равишда 0,995 ва 0,97 га тенг. Суюқлик ва нефть олиш суръатлари орасидаги юқори даражадаги боғлиқлик ушбу босқичларда одатда нефтни сиқиб чиқараётган сув кўламининг қудуқлар тубига етиб бормаганлиги билан тушунтирилади;

- III босқичда ҳам қудуқлар маҳсулотининг сувланишида маълум қонуниятлар сақланиб қолади, суюқлик ва нефть олиш суръатлари орасидаги



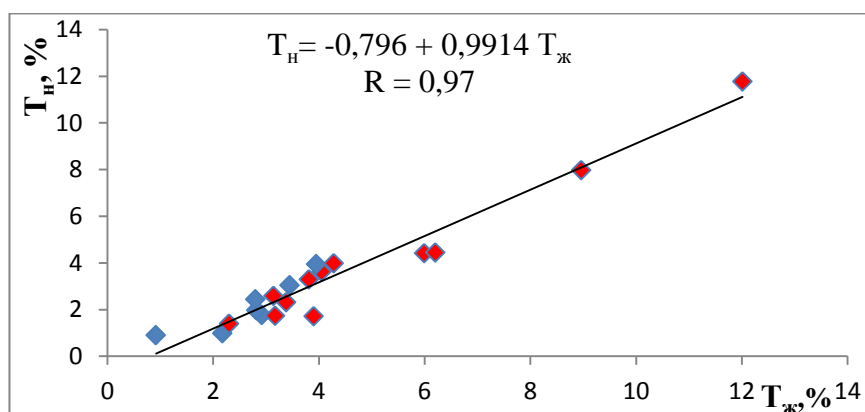
4-расм. ФНГВдаги маҳсулдор ётқизикларнинг тасдиқланган ва эришилган ўртача нефть қазиб олиш коэффициентлари:

- - олинган захираларни ҳисоблашда тасдиқлангани;
- - 01.01.2018 йил санасига эришилган катталиги.



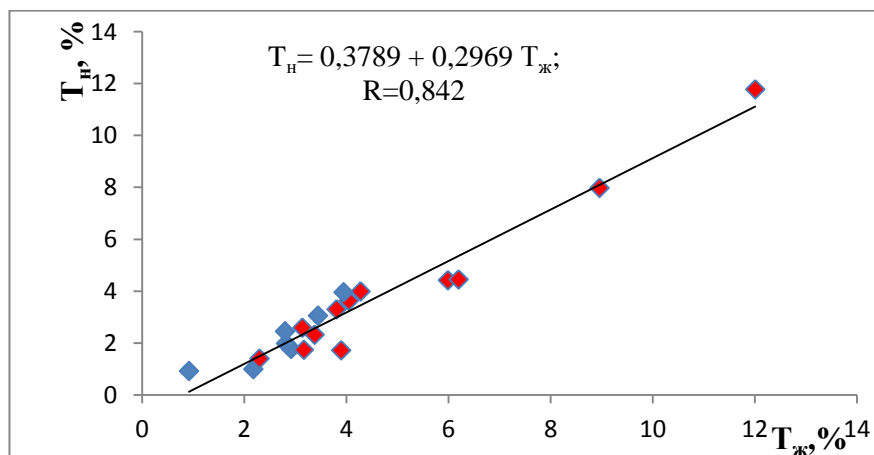
5-расм. Карбонат коллекторли объектларда I ишлатиш босқичи учун суюқлик ва нефть олиш суръати боғлиқлиги:

■ - сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар; ● - сув бостиришсиз ишлатилаётган объектлар.



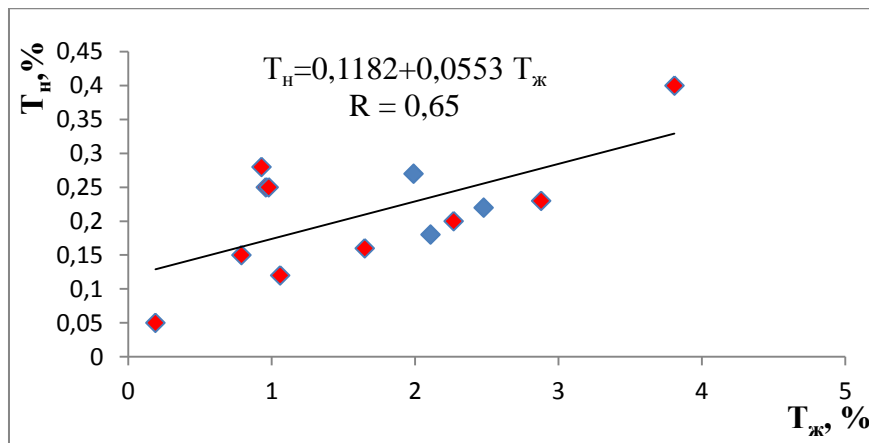
6-расм. Карбонат коллекторли объектларда II ишлатиш босқичи учун суюқлик ва нефть олиш суръати боғлиқлиги:

■ - сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар; ● - сув бостиришсиз ишлатилаётган объектлар.



7-расм. Карбонат коллекторли объектларда III ишлатиш босқичи учун суюқлик ва нефть олиш суръати боғлиқлиги:

■ - сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар; ● - сув бостиришсиз ишлатилаётган объектлар.



8-расм. Карбонат коллекторли объектларда IV ишлатиш босқичи учун суюқлик ва нефть олиш суръати боғлиқлиги: ■ - сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар; ● - сув бостиришсиз ишлатилаётган объектлар.

боғлиқликларнинг корреляция коэффициентлари 0,842 ни ташкил этади;

- IV босқичда суюқлик ва нефть олиш суръатлари орасидаги боғлиқликларнинг корреляция коэффициентлари 0,65 гача камаяди.

Анджон конининг ишлатиш объектлари учун нефтни сув билан сиқиб чиқариш тавсифларидан фойдаланиб сув бостиришдан олинган технологик самара баҳоланди. Ҳисоблаш натижаларининг таҳлили ва таққослашга асосланиб қуйидагилар аниқланди:

- сув бостириш усулидан фойдаланиб, маҳсулдор қатламлардан турли миқдорда нефть қазиб олиш коэффициентига эришилган, энг каттаси I қатламдаги нефть уюмида - 22,95%, энг кичиги III қатламдаги нефть уюмида - 4,65%;

- табиий режимларда ишлатилаётган объектларга нисбатан, сув бостириш билан ишлатилаётган объектларда юқори нефть қазиб олиш коэффициентларига эришилган.

Қатламларнинг геологик-кон кўрсаткичлари яқин бўлишига қарамасдан, уларни ягона ишлатиш объектига бирлаштиришда олинадиган нефть захираларининг бир қисмининг йўқотилиши кўрсатилган. ФНГВ даги узок муддат ишлатилаётган объектларнинг геологик-физик шароитларида маҳсулдор қатламларни алоҳида ишлатиш якуний нефть қазиб олиш коэффициентининг ягона объектга бирлаштирилган қатламларга нисбатан 20-23% ортиқ бўлишини таъминлайди.

Диссертациянинг “**Маҳсулдор қатламларнинг сув бостириш усуллари**ни ўзлаштириш ва такомиллаштириш динамикаси” номли учинчи бобида нефть уюмларини сув бостириш сувнинг арзонлиги, етарлилиги, нефтни нисбатан самарали сиқиб чиқариши сабабли нефть қазиб олишни орттиришнинг энг кенг фойдаланиладиган усули эканлиги кўрсатилган. Аммо, нефть уюмлари ҳолатининг турли табиий шароитлардалиги сабабли, сув бостириш усуллари ишлатиш объектларининг геологик-физик хусусиятларини янада тўлароқ ҳисобга олиш йўналишида такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар ҳозирги вақтга қадар

давом этмоқда. Бунда дунёнинг турли нефть қазиб олиш ўлкаларида нефть уюмларининг сув бостириш тизимлари турли йўллар билан амалга оширилмоқда.

Шу сабабли жараёни бошлаш вақти, қудуқларни жойлаштириш ва тўрининг зичлиги, қудуқларни бурғилаш тартиби, қудуқларнинг сувланиши сабабли беркитиш вақти, сув ҳайдаш ва суюқлик олиш суръати, сув-нефтли зоналарни ва кўп қатламли конларни ишлатиш, ҳайдалаётган сув хоссалари ва бошқа кўрсаткичлар билан фарқ қилувчи турли сув бостириш тизимлари юзага келди.

ФНГВ даги кўплаб нефть уюмларида сув бостириш тизимларини ўзлаштириш ва ишлатиш жараёнида кўп марталаб ўзгартиришлар киритилган, улар асосан сув ҳайдаш чизигини нефть олиш зонасига яқинлаштириш, сув ҳайдаш ҳажмини чегаралаш ёки ошириш, сув ҳайдашни вақтинча тўхтатиш, айрим ҳолларда эса сув бостириш тизимидан тўлиқ воз кечишдан иборат бўлган.

Чегара олди сув бостириш ФНГВ даги 90% дан ортиқ объектларда амалга оширилди, аммо унинг самарадорлиги уюмларнинг қуйидаги хусусиятларининг салбий таъсири натижасида паст булди:

- маҳсулдор қатламларнинг турлилиги ва уларнинг коллекторлик хоссаларининг сув-нефть туташ юзаси атрофида ёмонлашиши;
- тектоник ва литологик тўсиқлар, кенг ювилган зоналар ва горизонтларнинг қийикланиши туфайли уюмларнинг алоҳида қисмлари орасида гидродинамик боғлиқликнинг ёмонлиги;
- ФНГВ даги карбонат ва чақиқ коллекторларнинг катта қисмидаги сизилиш хусусиятларининг кичиклиги ва уларнинг кесимида гилли қатламчаларнинг борлиги.

Чегара олди сув бостириш усулининг кам самарадорлиги сабабли сув ҳайдаш чизигини бошланғичдан жорий нефтлилик чегарасига кўчириб, мураккаб турлари: чегара олдининг ўчоқсимон; куббали; ўқсимон; уюмни қисмларга бўлиш турлари билан бирга ўзлаштирилган.

ФНГВдаги нефть уюмларининг геологик-физик шароитларида энг яхши натижаларга чегара олди сув бостириш билан бир вақтда уюмнинг кубба қисмига газ ҳайдаш (Чўнғора-Ғалча конининг IV горизонтида ва Шимолий Сўҳ конининг VIII горизонтида) ва чегара олди билан ўчоқсимон сув бостириш (Андижон конининг III горизонтида) турларида эришилган; энг ёмон натижалар чегара олдини ўқсимон билан бирга амалга оширилганда олинганлиги кўрсатилган (Жанубий Оламушук конининг I, V+VI, VIII горизонтлари, Бўстон конининг III горизонти).

Диссертациянинг **“Нефть қазиб олиш коэффициентига геологик-кон кўрсаткичларининг таъсири даражасини баҳолаш”** номли тўртинчи бобида корреляцион таҳлил усули билан нефть қазиб олиш коэффициенти катталигига турли геологик омилларнинг таъсири миқдори баҳоланган. Бажарилган ҳисоблашлар натижасида нефтнинг қотиш ҳароратидан бошқа кўрсаткичларнинг таъсири аниқланмаган. Геологик-физик кўрсаткичлар билан нефть қазиб олиш коэффициенти орасида корреляцион боғлиқликнинг

йўқлиги тадқиқот объектларида кўрилган кўрсаткичларнинг катта ораликда ўзгармаслиги ҳамда уларнинг нефть олиш жараёнига бир вақтда таъсири билан изоҳланган.

Нефть қазиб олиш коэффицентининг эришилган катталигини изоҳлаш учун Манн-Уитни, Ван-дер-Варден нопараметрик мезонлари ва Кульбак ўлчами қўлланилиб, геологик-физик ва технологик кўрсаткичларнинг маълумотдорлиги баҳоланган. ФНГВ даги объектларнинг геологик-физик ва ишлатиш технологик кўрсаткиларида якуний ва жорий нефть қазиб олиш коэффицентига жорий (сув бостириш бошланган вақтдаги) қатлам босими ва нефтнинг газга тўйиниш босими нисбати, максимал қудуқлар тўри зичлиги, қатламнинг гидроўтказувчанлиги ва ювилганлик коэффицентлари энг катта таъсир этиши ўрганилди (1-жадвал).

Нефть қазиб олиш коэффицентини оширишнинг асосий йўналишлари ишчи омилларнинг ва техник воситаларнинг борлиги ва кам харажатлилиги, жараёни жорий этишнинг иқтисодий мақсадга мувофиқлиги, уларнинг самарадорлиги, амалга оширишнинг мураккаб эмаслиги ва экологик софлиги эканлигига асосланиши кўрсатилган. Нефть қазиб олиш коэффицентини ошириш усулларининг ФНГВ даги тадқиқот объектларининг геологик-физик шароитларига ва жорий ишлатиш ҳолатига энг истиқболлилиги ва самарадорлиги даврий бўлмаган сув бостириш ва физик-кимёвий усуллар ҳисобланади.

Диссертациянинг **“Нефть қазиб олиш коэффицентини катталигини аниқловчи асосий омилларнинг тадқиқоти”** номли бешинчи боби баёнида назарий, экспериментал ва кон тадқиқотлари натижаларига кўра нефть уюмларида сув бостиришдан максимал самара қатлам энергияси маълум даражада камайгандан сўнг амалга оширилганда эришилиши, бунда қатлам босимини пасайтириш даражаси уюмларнинг геологик-физик шароитлари ва қатлам суюқликлари хоссаларига боғлиқ равишда катта ораликда ўзгариши ёритилган. ФНГВдаги қатламсимон нефть уюмлари учун нисбатан юқори нефть қазиб олиш коэффицентига сув бостириш жорий қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими нисбати 0,6 дан 0,8 гача ўзгарганда эришилиши аниқланган (9-расм).

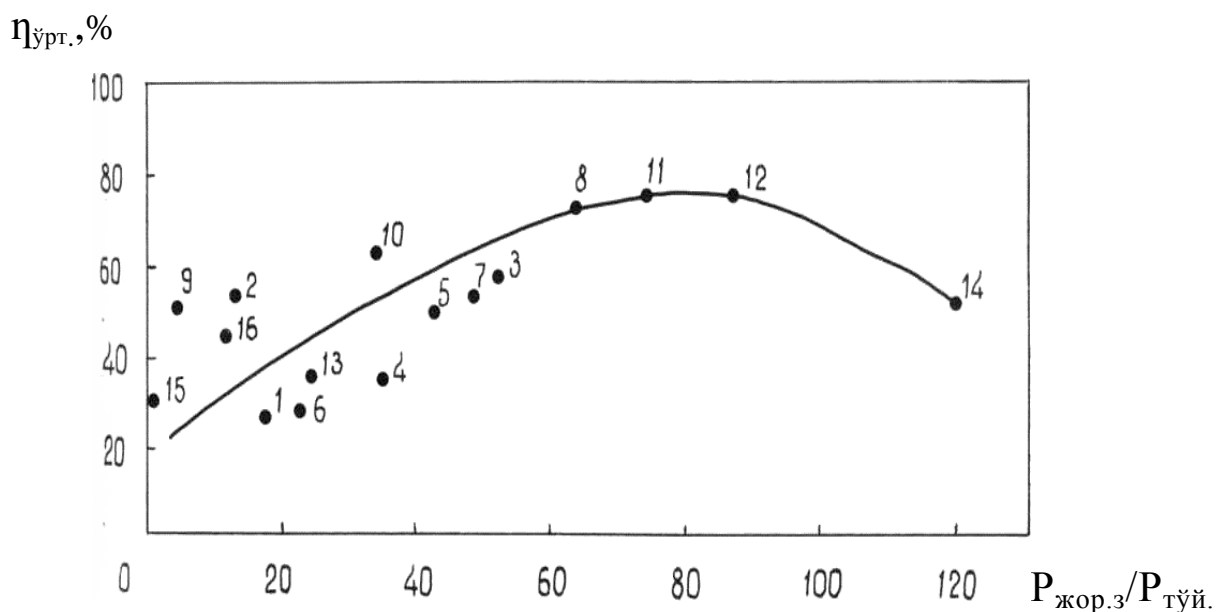
Қудуқларнинг гидродинамик тадқиқотлари натижалари асосида қудуқларни сув бостиришгача туб босимини нефтнинг газга тўйиниш босимидан кичик ҳолда ишлатишдан сўнг ва кейинги сув бостириш жараёнида туб босимини нефтнинг газга тўйиниш босимигача кўтариш натижасида қудуқнинг бошланғич маҳсулдорлигини тиклаш мумкинлиги кўрсатилган. Ушбу хулоса катта амалий аҳамиятга эга, чунки фаввораланиш шартларини бажариш заруриятдан қудуқларнинг кўп ҳолларда туб босими нефтнинг газга тўйиниш босимидан паст қилиб ишлатилади.

Конларда амалга оширилган ишлатиш тизимлари самарадорлигини баҳолаш мезони сифатида нефть билан тўйинган қатлам ҳажмининг бир хил ювилганлик даражасида эришилган нефть қазиб олиш коэффицентини қабул қилинди,

$$НҚОК = f(\tau), \quad (1)$$

Турли геологик-физик ва технологик кўрсаткичларнинг маълумотдорлик даражасини ҳисоблаш натижалари

Нефть қазиб олиш коэффициентига таъсир этувчи геологик-физик ва технологик кўрсаткичлар	U-Манн-Уитни мезони	X-Ван-дер-Варден мезони	Кульбак ўлчови
	Икки тарафлама мезон, аҳамиятлилик даражаси $\alpha = 0,05$ ёки $0,01$		
$\eta_k = \varphi(kh/\mu_H)$	маълумотдор	маълумотдор	1,98
$\eta_k = \varphi(kr_H/m)$	маълумотдор эмас	маълумотдор эмас	0,44
$\eta_k = \varphi(P_{\text{жор.з}}/P_{\text{тўй}})$	маълумотдор	маълумотдор	4,10
$\eta_k = \varphi(S_{\text{max}})$	маълумотдор	маълумотдор эмас	3,14
$\eta_k = \varphi(S_{\text{ўрта}})$	маълумотдор эмас	маълумотдор эмас	-
$\eta_k = \varphi(n_{\text{max}})$	маълумотдор эмас	маълумотдор эмас	-
$\eta_k = \varphi(n_{\text{ўрта}})$	маълумотдор эмас	маълумотдор эмас	0,21
$\eta_T = \varphi(Q_{\text{суюқ}}/Q_{\text{геол.}})$	маълумотдор	маълумотдор	1,76
$\eta_T = \varphi(Q_{\text{с.б}}/Q_{\text{геол.}})$	Ечим аниқ эмас		1,29
$\eta_T = \varphi(Q_{\text{с.б}}/Q_{\text{геол.}})$	маълумотдор эмас	маълумотдор эмас	1,65



9-расм. Нефть қазиб олиш коэффициенти нефтнинг газга тўйиниш орқали ифодаланган сув бостириш бошланган вақтидаги жорий қатлам босимига боғлиқлиги:

1, 2, 3 - Хўжаобод кони III, VII, VIII горизонтлар; 4, 5, 6, 7 - Жанубий Оламушук кони I, ККС, III, V+VI+VII горизонтлар; 8 - Бўстон кони III горизонт; 9, 10 - Андижон кони III горизонт кўтарилма ости ва шарқий майдон; 11-Чўнғара-Ғальча кони IV горизонт; 12 - Шимолий Сўх кони VIII горизонт; 13 - Чанғиртош кони III горизонт; 14 - Избоскент кони IX горизонт; 15 - Нефтобод кони II горизонт; 16 - Ким кони VII горизонт.

бунда $\tau = \sum Q_{\text{суюқ}}/\text{БГЗ}$ - ювилганлик даражаси, $\sum Q_{\text{суюқ}}$ - қатлам шароитида жамғарма олинган суюқлик; БГЗ - нефтнинг бошланғич геологик захираси.

10-расмда ФНГВдаги табиий режимларда ва сув бостириш билан ишлаётган карбонат коллекторли объектлар учун нефть қазиб олиш коэффициентининг қатламнинг ювилганлик даражасига боғлиқлиги келтирилган.

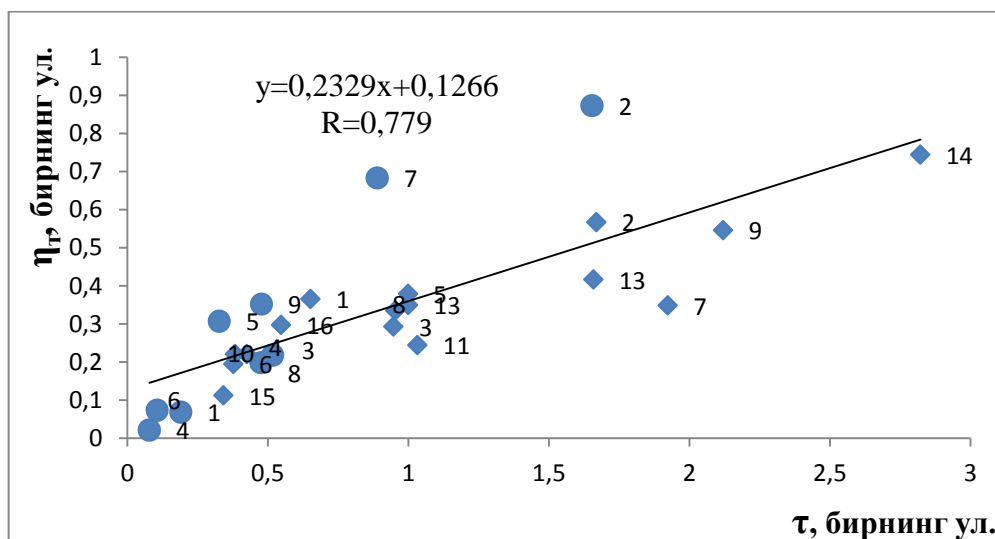
Ундан кўришиб турибдики ушбу кўрсаткичлар орасида юқори корреляцион коэффициентли чизикли боғлиқлик мавжуд:

$$\begin{aligned} \text{НҚОК} &= 0,1266 + 0,2329 \cdot \tau; \\ R &= 0,779. \end{aligned} \quad (2)$$

Бунда табиий режимларда ва сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар бўйича ҳам юқори корреляцион коэффициентли чизикли боғлиқликлар ўрнатилган:

- табиий режимдаги объектлар учун

$$\begin{aligned} \text{НҚОК} &= 0,0169 + 0,5604 \cdot \tau; \\ R &= 0,943. \end{aligned} \quad (3)$$



10-расм. Нефть қазиб олиш коэффициентининг қатламнинг ювилганлик даражасига боғлиқлиги:

◆ – сув бостириш билан ишлатилаётган объектлар: 1,2 – Андижон кони ККС+I,III қатламлар; 3,4,5,6,7,8 – Жанубий Оламушук кони I+Ia, Ib, ККС, III, XVIII, XIX-XXII қатламлар; 9,10 – Хўжаобод кони БРС+I, III қатламлар; 11,12 – Ғарбий Полвонтош кони БРС, III қатламлар; 13 – Хонқиз кони II қатлам; 14 – Чўнғора-Ғалча кони VI қатлам; 15,16 – Бўстон кони ККС+I+Ia+Ib, III қатламлар.

● – сув бостиришсиз ишлатилаётган объектлар: 1 – Полвонтош кони I+III қатламлар; 2 – Шарихон-Хўжаобод кони XX-XXII қатламлар; 3 – Шимолий Сўх кони II қатлам; 4,5 – Вариқ кони II, IV қатламлар; 6 – Аччиқсув кони II қатлам; 7 – Хўжаосмон XXII қатлам; 9 – Шарқий Хартум кони III қатлам.

- сув бостириш усули қўлланилган объектлар учун

$$\begin{aligned} \text{НҚОК} &= 0,1345 + 0,1946 \cdot \tau; \\ R &= 0,870. \end{aligned} \quad (4)$$

- коэффицентининг ўсиши 0,102 дан 0,020 гача камаяди. Бажарилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар қилинган:

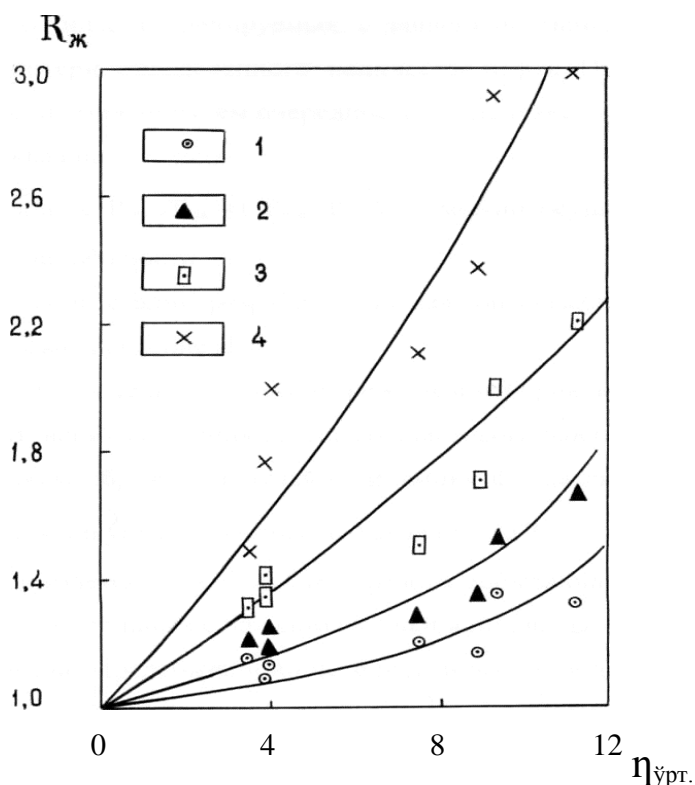
- сув бостириш усулининг қўлланилиши қатламнинг ювилганлик даража ва нефть қазиб олиш коэффицентининг ортишига олиб келади;

- табиий режимларда ва сув бостириш қўлланилиб ишлатилаётган объектларда нефть қазиб олиш жараёни ягона механизм асосида рўй беради;

- қатламнинг юқори ювилганлик даражасини таъминловчи сув босимли тизимнинг фаоллиги ортиб бориши билан нефть қазиб олиш коэффицентининг ортиши камаяди;

- сув бостириш усулидан табиий режимда қатламнинг ювилганлик даражаси 0,5 дан кам бўлганда энг катта самарага эришилади.

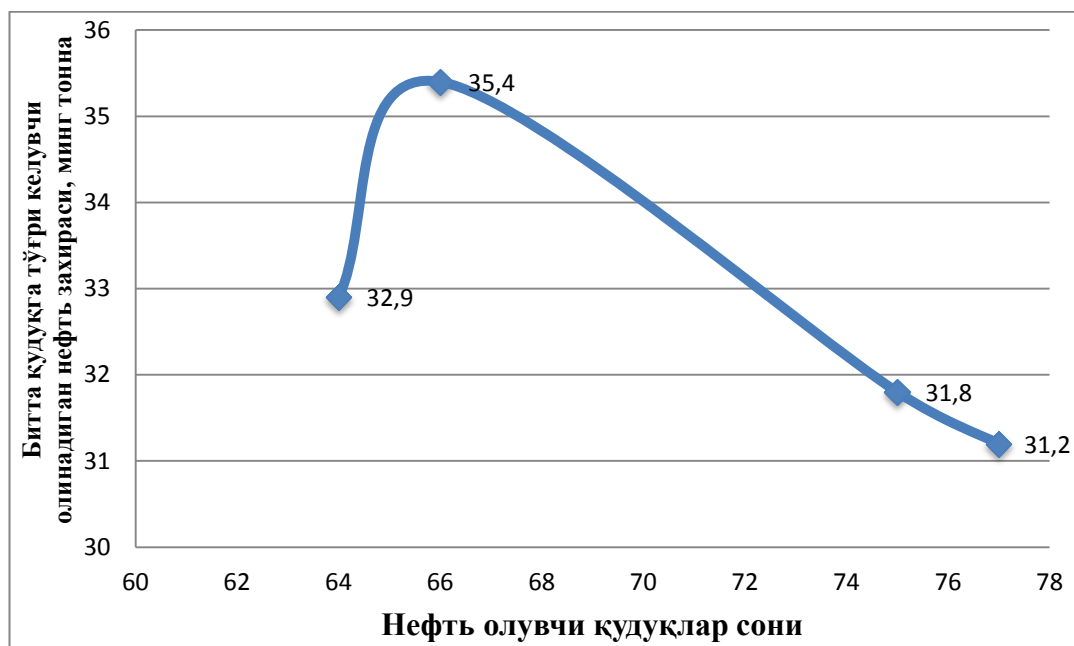
Суюқлик-нефть омили ҳамда олувчи ва хайдовчи қудуқларнинг ўртача нисбати орасидаги боғлиқлик ўрнатилиб, битта хайдовчи қудуққа тўғри келувчи олувчи қудуқлар сонини камайтириш нефтнинг сув билан сиқиб чиқариш самарадорлигининг ортиши ҳамда қудуқлар маҳсулотида сув таркибининг камайиши асосланган (11-расм).



11-расм. Олинадиган нефть захираларининг турли ўзлаштирилганлик даражасидаги суюқлик-нефть омилини нефть олувчи ва сув хайдаш қудуқлари сонига нибатан боғлиқлиги:

1 – $\eta_{\text{урт}} = 40\%$; 2 – $\eta_{\text{урт}} = 50\%$; 3 – $\eta_{\text{урт}} = 60\%$; 4 – $\eta_{\text{урт}} = 70\%$;

Зичлаштирувчи кудуқларни бурғилаш самарадорлиги кўп жиҳатдан аввал бурғиланган кудуқлар билан нефть қазиб олиш жараёни орқали камраб олинмаган майдонларнинг асосланган равишда аниқланишига боғлиқлиги кўрсатилган. Бунда янги кудуқларни нефть олиш жараёни билан камраб олинмаган зоналарда бурғилаш ҳар бир кудуққа мос келувчи олинадиган захираларнинг ва нефть қазиб олиш коэффициентининг ортишига, акс холда ҳар бир кудуққа мос келувчи олинадиган захираларнинг камайишига ва нефть қазиб олиш коэффициентининг нисбатан кам ортишига олиб келади (12-расм).



12-расм. Битта кудуққа тўғри келувчи олинадиган нефть захираларининг нефть оловчи кудуқлар сонидан боғлиқлиги.

ХУЛОСА

“Яқуний ишлатиш даврида қатламсимон турдаги нефть уюмларида сув бостириш самарадорлигини аниқловчи геологик-физик ва технологик кўрсаткичларни аниқлаш” мавзусидаги техника фанлари доктори (DSc) илмий даражасини олиш учун бажарилган диссертация тадқиқотлари натижалари асосида ишнинг илмий янгилиги, амалий ва илмий аҳамияти кўрсатилган ҳамда қуйидаги назарий хулосалар ва амалий тавсиялар шакллантирилган.

1. Фарғона нефтгаз вилоятидаги қатламсимон турдаги нефть уюмларига маҳсулдор қатламлар қалинлигининг кичиклиги, бошланғич қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими орасидаги фарқнинг камлиги, нефть таркибида парафиннинг кўплиги ва коллекторларнинг сизиш-ҳажмий хоссаларининг турлилиги хосдир.

Геологик-физик хусусиятларидан келиб чиқиб ҳамма объектлар текис тизим бўйича бурғиланган, қудуқлар учбурчак зич тўр бўйича жойлаштирилган, сув бостириш усуллари эса объектлар дастлаб табиий режимларда ишлатилганидан сўнг қўлланилган.

2. Сув бостириш ва қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштириш самарадорлигини баҳолаш учун нефтни сув билан сиқиб чиқариш тавсифлари қўлланилди. Ҳисоблашлар натижасида сув бостиришдан нефть қазиб олиш коэффициентининг турли катталиқда 4,65 дан 22,95% гача ортганлиги, қатламларни ягона ишлатиш объектига бирлаштириш эса 20-23% олинadиган нефть захираларининг қолиб кетишига олиб келиши аниқланди.

3. Фарғона нефтгаз вилоятидаги ишлатиш объектларида мураккаб сув бостириш усуллари - чегара олди турини чегара ичра турлари билан бирга амалга ошириш мақсадга мувофиқлиги аниқланган, чунки чегара олди сув бостириш тури тектоник ва литологик бузилишлар, горизонтларнинг кенг ювилган ва қийиқланиш зоналарининг борлиги, қатламларнинг коллекторлик хоссаларининг кичиклиги ва улар кесимида гилли қатламчаларнинг борлиги, уюмнинг турли қисмларининг гидродинамик боғлиқлиги ёмонлашгани сабабли самарадорлиги паст бўлади.

4. Нопараметрик мезонларни қўллаб, жорий ва якуний нефть қазиб олиш коэффициентига комплекс кўрсаткичларни: сув бостириш бошланган вақтдаги қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими нисбати орқали ифодаланган жорий қатлам босими; қудуқлар тўрининг максимал зичлиги; қатламнинг гидроўтказувчанлиги ва ювилганлик коэффициентининг энг катта таъсир этиши кўрсатилди.

5. Сув бостириш усулининг максимал нефть қазиб олиш коэффициентига эришиш учун жорий қатлам босими билан нефтнинг газга тўйиниш босими нисбати 0,6 дан 0,8 гача ўзгариши оралиғида қўллаш мақсадга мувофиқлиги аниқланди. Гидродинамик тадқиқотлар маълумотлари асосида сув бостириш қўлланилгунга қадар туб босими нефтнинг газга тўйиниш босимидан кичик ҳолда ишлатилган қудуқларнинг бошланғич маҳсулдорлигини тиклаш мумкинлиги асосланди.

6. Зичлаштирувчи қудуқларнинг бурғилаш самарадорлиги кўп жиҳатдан аввал бурғиланган қудуқлар билан нефть қазиб олиш жараёнига жалб этилмаган майдонларнинг асосланган равишда аниқланишига боғлиқ. Бунда янги қудуқларнинг нефть олиш жараёни билан қамраб олинмаган зоналарга бурғилаш ҳар бир қудуққа мос келувчи олинadиган захираларнинг ва нефть қазиб олиш коэффициентининг ортишига, акс ҳолда ҳар бир қудуққа мос келувчи олинadиган нефть захираларининг камайишига ва нефть қазиб олиш коэффициентининг нисбатан кам ортишига олиб келади.

7. Сув бостириш тизимини лойиҳалаштиришда битта сув ҳайдаш қудуғига тўғри келадиган нефть олиш қудуқлари сонини камайтириш таклиф этилади. Бунда нефтнинг сув билан сиқиб чиқариш самарадорлиги ортади, қудуқлар маҳсулоти таркибидаги сув миқдори камаяди.

8. Корреляцион ва регрессион таҳлил натижасида оқилона сув ҳайдаш ва суюқлик олиш суръатларини аниқлаш имконини берувчи, турли турдаги коллекторлар учун, нефть қазиб олиш коэффициентининг қатламнинг ювилганлик даражасига боғлиқликлари олинган.

9. Фарғона нефтгаз вилоятидаги нефть уюмларининг асосий қисми якуний ишлаш босқичидалиги сабабли қатламлардаги геологик захираларнинг қазиб олиш даражасини орттиришнинг асосий йўналишлари арзон ва қўллаш осон ишчи омилларига ва техник воситаларга, жараённи амалга оширишнинг иқтисодий қўлланиши ва унинг технологик самарадорлигига асосланиши керак.

Тадқиқот объектларининг геологик-физик шароитлари ва жорий ишлатиш ҳолатига ва нефть қазиб олиш коэффициентини ошириш усулларини самарали қўллаш мезонларига кўра даврий бўлмаган сув бостириш ва физик-кимёвий усуллар энг истиқболли ҳисобланади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc 03/05.06.2020.Т.03.06 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭРМАТОВ НАВРУЗ ХУШМУРАДОВИЧ

**УСТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАВОДНЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ
ПЛАСТОВОГО ТИПА НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ**

04.00.13 - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

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

Ташкент-2021

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2019.2. DSc/T279.

Докторская диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный консультант:

Агзамов Аваз Хамидиллаевич
доктор технических наук, профессор,
член Российской академии естественных наук

Официальные оппоненты:

Назаров Улугбек Султанович
доктор технических наук, профессор
Закиров Алимджан Абдурахимович
доктор технических наук, профессор
Холмуродов Абдулхамид Эркинович
доктор физико-математических наук

Ведущая организация:

АО «Узбекнефтегаз»

Защита диссертации состоится «9» февраля 2021 года в «11.00» часов на заседании Научного Совета DSc.03/05.06.2020.T.03.06 при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова по адресу: 100057, г.Ташкент, ул. Университетская, 2.

Тел.: +(99871) 246-46-00, факс: +(99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (зарегистрировано за №196). Адрес: 100057, г.Ташкент, ул.Университетская, 2.

Тел.: +(99871) 246-46-00, факс: +(99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

Автореферат диссертации разослан «__» января 2021 г.
(реестр протокола рассылки №__ от «__» января 2021 г.)

А.А.Рахимов

Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней, д.т.н.

Ш.А.Каримов

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор философии (PhD) по техническим наукам

А.А.Закиров

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире основной проблемой нефтедобывающих стран является увеличение степени извлечения остаточных геологических запасов разрабатываемых месторождений, т.к. их объемы значительно превышают прогнозные запасы всех перспективных на нефть регионов планеты Земля. В настоящее время основным методом достижения высоких темпов отбора и увеличения коэффициента извлечения нефти из продуктивных пластов является заводнение. В связи с этим повышение эффективности разработки нефтяных месторождений в осложняющихся горно-геологических условиях во многом будет зависеть от дальнейшего совершенствования метода заводнения, несмотря на многолетний опыт его применения. В этом направлении, совершенствование методологических основ заводнения продуктивных пластов с осложненными геолого-физическими условиями, содержащими основные геологические запасы остаточной нефти, имеет важное значение для достижения высоких темпов отбора нефти и более полного извлечения запасов из недр.

В мире развитие методологических основ разработки нефтяных месторождений с заводнением направлено на пересмотр существующих подходов к обоснованию принципиальных положений метода, в том числе времени начала процесса, системы размещения и плотности сетки скважин, предела отключения скважин и др. Исследования в этом направлении основаны на наиболее полном учете геолого-физических особенностей эксплуатационных объектов. Для решения проблемы заводнения нефтяных пластов возникает необходимость обобщения опыта реализации метода на материалах длительно разрабатываемых месторождений, оценки их эффективности, уточнении и обосновании основных критериев реализации процесса.

На сегодняшний день в Узбекистане путем внедрения новых технологий интенсификации и повышения компонентоотдачи пластов проводятся работы по увеличению темпов отбора и повышению степени извлечения остаточных запасов нефти из недр на разрабатываемых месторождениях углеводородов. В “Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”¹ определена необходимость широкого внедрения в производство энергосберегающих технологий, повышения производительности труда в отраслях экономики, а также продолжения политики стимулирования производства для поднятия на новый технологический уровень деятельности отраслей промышленности. Исходя из этого, совершенствование методологических основ разработки месторождений с заводнением, достижение более высоких величин темпа отбора и степени извлечения нефти из недр имеют важное значение.

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

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и №УП-4707 от 4 марта 2015 года «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-2019 годы» и Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-2822 от 9 марта 2017 года. «Об утверждении Программы по увеличению добычи углеводородного сырья на 2017-2021 годы», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в этой сфере.

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

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на совершенствование методологических основ поддержания пластового давления путем применения различных видов заводнения, осуществляются в ведущих научных центрах и высших научно-образовательных учреждениях мира, в том числе: Всероссийском научно-исследовательском институте нефти (Россия), American Petroleum Institute (API, США), Oil Gas Scientific Research Project Institute (США), Petroleum Engineering and Project Development JFP School (Франция), Азербайджанском институте нефти и газа, Уфимском нефтяном институте (Россия), АО «ТатНИПИнефть» (Россия), Российском государственном университете нефти и газа, АО «УзЛИТИнефтьгаз», а также Ташкентском государственном техническом университете и Каршинском инженерно-экономическом институте (Узбекистан).

В результате проводимых в мире исследований по совершенствованию методов заводнения, проведенных в научных центрах мира, получен ряд научных результатов, в том числе: разработаны критерии для выбора вида заводнения в зависимости от геолого-физических условий залежей нефти (Всероссийский научно-исследовательский институт нефти, Россия), обоснована классификация видов заводнения на основе схемы размещения добывающих и нагнетательных скважин и интенсивности процесса (АО «ТатНИПИнефть», Россия), созданы модели осуществления процесса в поздних стадиях разработки залежей нефти (Oil Gas Scientific Research Project Institute (США), разработаны алгоритмы для проведения вычислительных экспериментов и по прогнозированию технологических параметров процесса заводнения (Petroleum Engineering and Project Development JFP School, Франция), проведена оценка влияния реологических свойств нефти на

² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации выполнен на основе www.api.org, www.gupkin.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

эффективность процесса заводнения (Уфимский институт нефти, Россия), созданы технологические решения по оптимальному размещению добывающих и нагнетательных скважин, в том числе с различной траекторией проводки стволов (American Petroleum Institute, США).

В мире для развития методологических основ заводнения нефтяных пластов проводятся исследования по ряду приоритетных направлений, в том числе: моделированию переноса веществ в нефтяном пласте и загрязнению нефтяной залежи в процессе заводнения; оптимизации параметров закачки и отбора на объектах с трещиноватыми и трещиновато-пористыми коллекторами; изучению процесса фильтрации при разработке нефтяных месторождений системой нагнетательных и добывающих скважин с горизонтальными стволами; по оценке эффективности метода в различных геолого-физических условиях залежей и созданию комбинированных систем заводнения с целью максимального извлечения геологических запасов нефти.

Степень изученности проблемы. Созданию и совершенствованию методов заводнения нефтяных пластов посвящено большое количество теоретических, экспериментальных и промысловых исследований.

Изучению различных вопросов заводнения нефтяных пластов посвящены работы Афанасьева В.А., Базиева В.Ф., Баренблатт Г.И., Bass D.M, Гавура А.В., Grawford P.B., Горбунова А.Т., Дияшева Р.Н., Doscher T.M., Ентова В.М., Забродина Д.Б., Закирова С.Н., Ивановой М.М., Колганова В.И., Крылова А.П., Кундина С.А., Kute J.B., Лысенко В.Д., Сабитова Д.К., Stenelift R.J., Stephan S.C., Сургучева М.Л., Хисамова Р.С., Harding T.G., Horne R.H., Faraug-Ali S.M., Fetter C.W., Floen D.H., Шеметилло В.Г., Фомина С.А., Чугунова В.А. и др.

Изучению этого вопроса по месторождениям Узбекистана посвящены работы Азимова П.К., Назарова С.Н., Ирматова Э.К., Агзамова А.Х., Назарова У.С., Хужаёрова Б.Х., Махмудова Н.Н., Закирова А.А., Акрамова Б.Ш., Сидикходжаева Р.К., Назарова А.У. и др.

Современное состояние развития науки и технологий предопределяет необходимость совершенствования проектирования и анализа разработки нефтяных месторождений, направленную на применение различных видов заводнения продуктивных пластов, в целях повышения темпов отбора и степени извлечения запасов нефти из недр.

В связи с этим необходимо нахождение новых научно-технологических и проектных решений, направленных на обеспечение высоких темпов добычи нефти на месторождениях с осложненными геолого-физическими условиями, запасы которых относятся к категории трудноизвлекаемых.

До настоящего времени не в полной мере решены вопросы эффективности заводнения продуктивных пластов с низкопроницаемыми и неоднородными коллекторами, подгазовых нефтяных залежей и объектов с высоковязкими нефтями.

Требуют своего развития принципиальные положения заводнения,

связанные с временем начала процесса, темпами отбора жидкости и закачки воды, пределом отключения скважин, коэффициентом извлечения нефти. Решение этих положений исходит из типа и особенностей геологического строения залежей нефти.

Такой подход позволяет более обосновано прогнозировать технологические показатели разработки нефтяных месторождений при применении различных видов заводнения продуктивных пластов, производить оперативный контроль за отбором жидкости и закачки воды, оптимизировать схему размещения и плотности сетки скважин, совместно с установлением оптимальных технологических режимов работы добывающих и нагнетательных скважин.

Решение этих принципиальных положений заводнения позволит повысить эффективность процесса, темпов отбора и степени извлечения нефти, при снижении объемов добычи воды.

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 проектов Каршинского инженерно-экономического института по темам: №65-пуд-13 «Анализ текущего состояния разработки месторождения Шуртепе», №ПГИ/51-18 «Анализ и разработка геолого-технических мероприятий по стабилизации добычи нефти на месторождении Шакарбулак», №НГКИТФ/55-19 «Анализ и разработка геолого-технических мероприятий по стабилизации добычи нефти на месторождении Южный Миршади».

Целью исследования является разработка методов обоснования принципиальных положений заводнения продуктивных пластов и повышение темпа и степени извлечения нефти из залежей пластового типа месторождений Ферганской нефтегазоносной области.

Задачи исследования:

системное обобщение особенностей геолого-физических условий залежей нефти Ферганской нефтегазоносной области пластового типа;

исследование распределения и выработанности геологических и извлекаемых запасов нефти по продуктивным отложениям;

системное обобщение особенностей разработки объектов Ферганской нефтегазоносной области;

оценка информативности и выделение основных геологических и технологических факторов, определяющих величину коэффициента извлечения нефти;

оценка эффективности заводнения и объединения продуктивных пластов в единый объект разработки;

развитие технологических решений по повышению эффективности заводнения путем оптимизации принципиальных положений процесса.

Объектом исследования являются залежи нефти Ферганской нефтегазоносной области пластового типа.

Предмет исследования: совершенствование и разработка методологических основ проектирования заводнения при разработке залежей нефти пластового типа.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы систематизации и анализа геолого-промысловой информации, аналитических исследований и сопоставления их результатов с промысловыми данными, статистические и стохастические приемы обработки геолого-технологической информации и математического моделирования процесса извлечения нефти.

Научная новизна исследования:

определены распределения и степень извлечения геологических и извлекаемых запасов нефти по продуктивным отложениям Ферганской нефтегазоносной области;

доказаны зависимости между темпом отбора нефти и жидкости по стадиям разработки;

оценен прирост коэффициента извлечения нефти за счет заводнения продуктивных пластов;

выявлены объемы потерь нефти вследствие объединения нескольких пластов в единый объект эксплуатации;

определены причины низкой эффективности приконтурного и относительно высокой эффективности комбинированного – приконтурного в сочетании с различными видами внутриконтурного заводнения;

определены геолого-технологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на коэффициент извлечения нефти;

разработана математическая модель зависимости коэффициента извлечения нефти от безразмерного давления;

разработаны математические модели зависимости коэффициента извлечения нефти от коэффициента промывки пласта для различных типов коллекторов и систем разработки.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: обоснованы геологические факторы, определяющие эффективность различных видов заводнения и объединения продуктивных пластов в единый объект разработки, позволяющий оценить прирост коэффициента извлечения нефти за счет их применения;

обоснована степень влияния темпа отбора жидкости на обводненность продукции скважин по стадиям разработки, позволяющие разработать геолого-технологические мероприятия по оптимизации режима работы скважин;

обоснована степень влияния компенсации отбора жидкости закачкой воды на коэффициент промывки пласта и коэффициент извлечения нефти, позволяющая оптимизировать объемы закачки и отбора.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается сопоставлением фактических показателей

разработки месторождений с прогнозными показателями, полученными по установленным моделям и высокими коэффициентами их корреляции.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования состоит в совершенствовании методологических основ оптимизации принципиальных положений метода заводнения и установленных зависимостей коэффициента извлечения нефти от геолого-промысловых факторов, предложенных для залежей пластового типа.

Практическая значимость результатов исследований состоит в установлении геолого-физических условий эффективного применения заводнения и объединения пластов в единый объект разработки, оптимального времени начала процесса заводнения и соотношения добывающих и нагнетательных скважин, что в конечном итоге, приводит к повышению эффективности разработки и степени извлечения нефти из залежей Ферганской нефтегазоносной области пластового типа.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов, по установлению геолого-физических и технологических факторов, определяющих эффективность заводнения нефтяных залежей пластового типа, на поздней стадии разработки изучены:

технология уплотнения первоначальной плотности сетки скважин, реализованная на XIII горизонте месторождения Шуртепа АО “Мубарекнефтегаз” и XV горизонте месторождения Шакарбулак СП ООО “Гиссарнефтегаз” (справка АО “Узбекнефтегаз” от 14 сентября 2020 г. №05-25-1-103). В результате появилась возможность в период 2014-2017 гг. стабилизировать добычу нефти из месторождения Шуртепе на уровне 2,4-2,5 тыс.т в год, а по месторождению Шакарбулак увеличить расчетный конечный коэффициент извлечения нефти на 15,36%;

технология по изоляции водопритоков, реализованная в скважинах месторождений Хаудаг, Амударья, Учкизил, Южный Миршади АО “Джаркурганнефть” (справка АО “Узбекнефтегаз” от 14 сентября 2020 г. №05-25-1-103). В результате появилась возможность в 2017-2019 гг. снизить обводненность продукции скважин и дополнительно добыть 6460 т нефти;

технология вовлечения в разработку недренируемых пропластков путем дополнительного перестрела интервалов, реализованная в скважинах месторождений Андижан и Южный Аламышик АО “Андижаннефть” (справка АО “Узбекнефтегаз” от 14 сентября 2020 г. №05-25-1-103). В результате появилась возможность в период 2016-2018 гг. дополнительно добыть 1951 т нефти.

Апробация результатов исследования.

Основные результаты исследований обсуждались на 4 - Международных и 6 - Республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По результатам выполненных исследований опубликовано 33 - научные работы, в том числе 11 - в научных журналах и из них 4 - статьи в зарубежных журналах,

рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из: введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 204 - страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цели и задачи исследования, характеризуется объект исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Особенности геологического строения нефтяных залежей Ферганской нефтегазоносной области»** приведены характеристики залежей, свойств нефти и коллекторов, режимов работы пластов и распределение промышленных запасов углеводородов по продуктивным отложениям.

Показано, что основными особенностями современного состояния нефтедобычи в Ферганской нефтегазоносной области (ФНГО) являются:

- вступление большинства месторождений в завершающую стадию разработки;
- наличие небольших нефтяных залежей с низкими величинами достигнутого коэффициента извлечения нефти;
- рост доли трудно извлекаемых запасов нефти в разрабатываемых месторождениях;
- низкая эффективность разработки залежей нефти, залегающих на относительно глубоких горизонтах;
- перспективы открытия новых месторождений, в основном, глубоко погруженной центральной части и южной ступени.

На основе обобщения результатов работ по месторождениям данного региона показано, что в строении Ферганской нефтегазоносной области участвуют неогеновые, палеогеновые, мезозойские (мел, юра) и палеозойские отложения. Известные залежи нефти относятся, в основном, к пластово-сводовому типу, а в случаях усложненности их нарушениями наблюдаются тектонически экранированные залежи. Залежи нефти приурочены к узким асимметричным складкам длиной от 10 до 15 км при ширине 2-3 км, с углами падения пластов 20-30° и более. Почти все месторождения многопластовые. Для залежей характерны незначительная толщина продуктивных пластов, малая разница между начальным пластовым давлением и давлением насыщения нефти газом.

Карбонатные породы, слагающие разрезы продуктивных горизонтов V, VI, VII, VIII, IX сложены известняками и доломитами объемной плотностью 2,07-2,72 г/см³, глинистостью 4-16%, пористостью 0,07-0,25 доли ед. и проницаемостью 0,01-0,393 мкм².

Терригенные породы, слагающие разрезы продуктивных горизонтов БРС, ККС, I, Ia, Ib, II, III, IV, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXVIII, XXX, сложены песчаниками и алевролитами с количеством цемента от 10-12 до 30-35%, пористостью 0,09-0,22 доли ед. и проницаемостью 0,004-0,440 мкм². По степени уплотнения терригенные породы относятся к слабоуплотненным, уплотненным и сильноуплотненным.

Анализ показал, что состав и физико-химические свойства нефтей ФНГО относительно различны. Плотность их изменяется от 0,829 до 0,884 г/см³ и они относятся к малосернистым (0,09-0,75%), высокопарафинистым (1,4-18%), высокосмолистым (смола + асфальтенов от 3,4 до 30,27%). Несмотря на некоторое отличие выше приведенных параметров, вязкость нефтей залежей ФНГО изменяется довольно в узком диапазоне, от 0,7 до 6,0 мПа·с.

Анализ распределения геологических и извлекаемых запасов категории А+В+С₁ открытых месторождений ФНГО показывает, что по продуктивным горизонтам, представленным карбонатными и терригенными коллекторами, они распределены практически одинаково (рис.1). Однако геологические и извлекаемые запасы нефти распределены по продуктивным отложениям, крайне неравномерно (рис.2,3). Основная часть геологических и извлекаемых запасов нефти сосредоточены в палеогеновых отложениях, соответственно 69,8 и 70,5%, в неогеновых отложениях сосредоточено около 27 и 25% запасов нефти, а в меловых 2,6 и 3,9, юрских отложениях 0,9 и 0,9%.

Во второй главе диссертации «**Анализ текущего состояния разработки месторождений и оценка эффективности заводнения**» показано, что для месторождений ФНГО, помимо геолого-физических особенностей, связанных с многопластовостью, литологической изменчивостью пород продуктивной толщи, незначительной толщиной продуктивных пластов, малой разницей между начальным пластовым давлением и давлением насыщения нефти газом и большим содержанием парафина в нефти, также имеются специфические особенности технологического характера, к числу которых можно отнести то, что все объекты разбуривались по ползущей системе, размещались по треугольной сетке, продолжительность разбуривания составляла 5-7 лет, а методы заводнения применялись после предварительной их разработки на природном режиме.

Показано, что на исследуемых объектах в процессе эксплуатации нефтяных залежей многие технологические показатели изменяются различными темпами, однако в динамике их изменения по стадиям

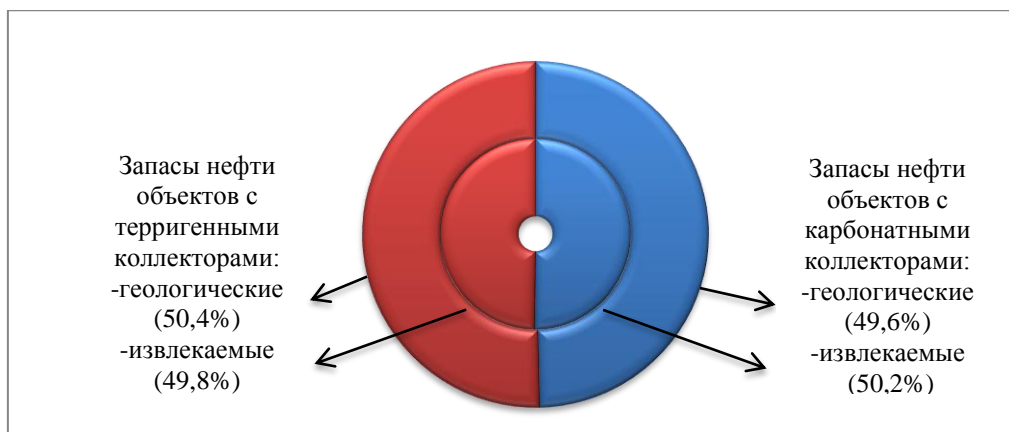


Рис.1. Распределение запасов нефти категории A+B+C₁ разрабатываемых месторождений ФНГО по типам коллектора.

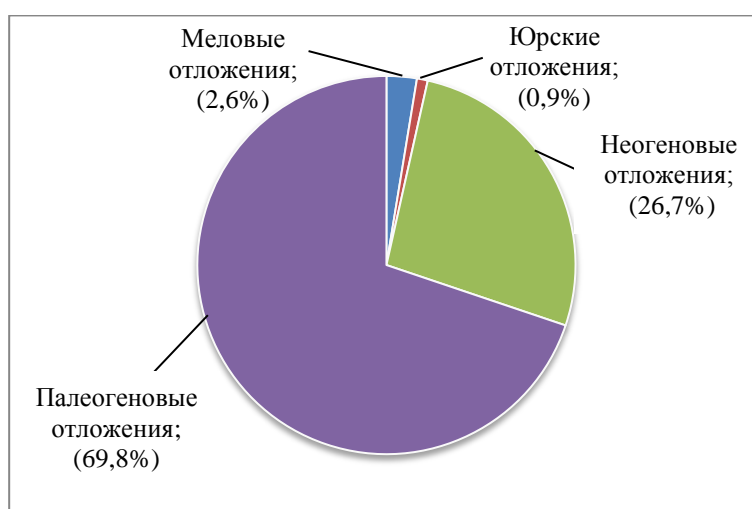


Рис.2. Распределение геологических запасов нефти категории A+B+C₁ разрабатываемых месторождений ФНГО по отложениям.

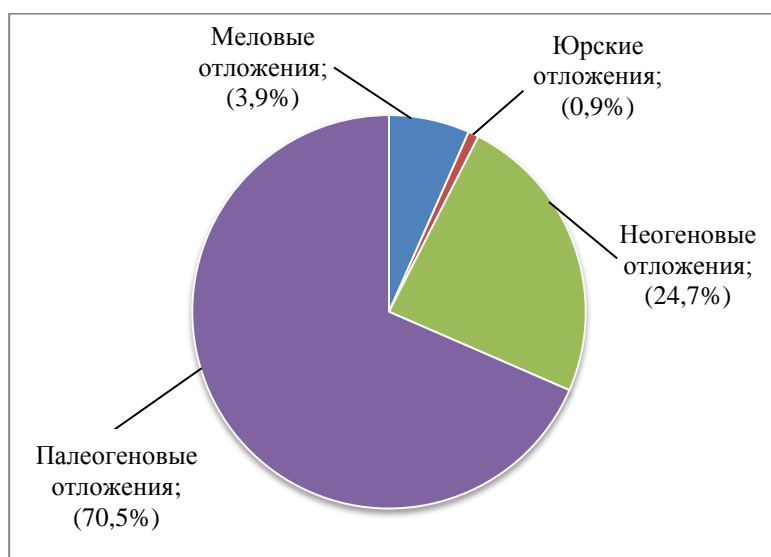


Рис.3. Распределение извлекаемых запасов нефти категории A+B+C₁ разрабатываемых месторождений ФНГО по отложениям.

наблюдаются определенные закономерности, установленные по многим месторождениям нефтедобывающих регионов мира, разрабатываемых с применением заводнения: первая - стадия промышленного освоения, интенсивного разбуривания и ввода объекта на максимальный уровень добычи нефти; вторая - стадия максимального и относительно стабильного уровня добычи нефти; третья - стадия резко падающей добычи нефти, сопровождаемой быстрым ростом обводненности добываемой продукции скважин; четвертая - завершающая стадия, характеризующаяся низкими уровнями добычи нефти при высокой обводненности отбираемой жидкости.

Сопоставлением утвержденных и достигнутых величин КИН установлено, что их значения по многим объектам совпадают. Однако имеются объекты, в которых достигнутые величины КИН как превышающие, так и недостигающие утвержденных значений. При этом основными причинами не достижения утвержденных величин КИН является разработка этих объектов ограниченным фондом скважин и эксплуатация их в режимах истощения. В целом, средние значения достигнутых КИН по всем продуктивным отложениям ФНГО оказались ниже утвержденных (рис.4).

Исследованиями степени связи между темпам отбора жидкости и нефти по выделенным четырем стадиям разработки установлено, что (рис.5-8):

- на I и II стадиях между этими параметрами имеется тесная линейная

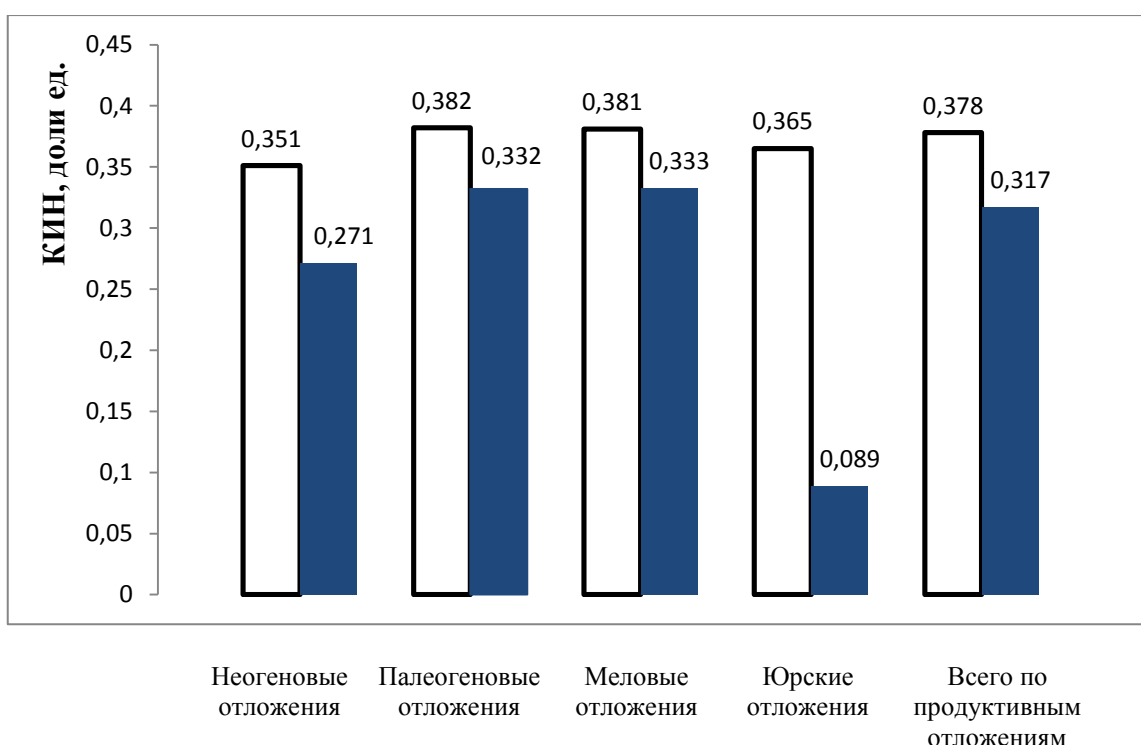


Рис.4. Утвержденные и достигнутые средние величины коэффициента извлечения нефти продуктивных отложений ФНГО:

- - утвержденные при подсчете извлекаемых запасов нефти;
- - текущая величина КИН на 01.01.2018 г.

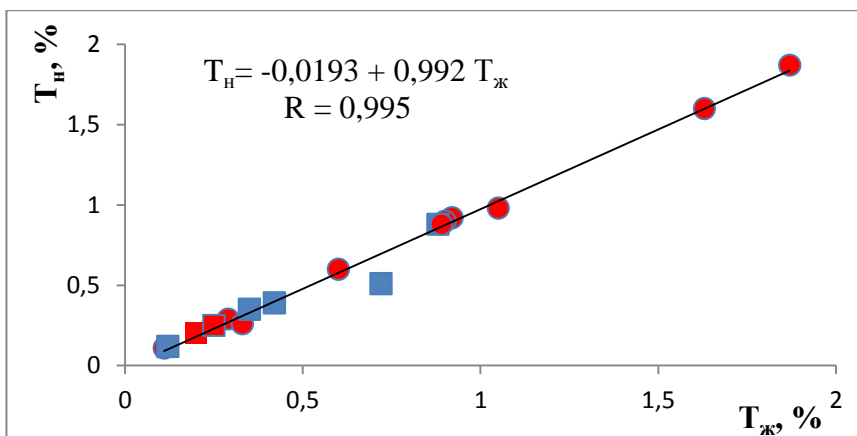


Рис.5. Зависимость темпа отбора нефти и жидкости для I стадии разработки, объекты, представленные карбонатными коллекторами:

■ - объекты, разрабатываемые с заводнением; ● - объекты, разрабатываемые без заводнения.

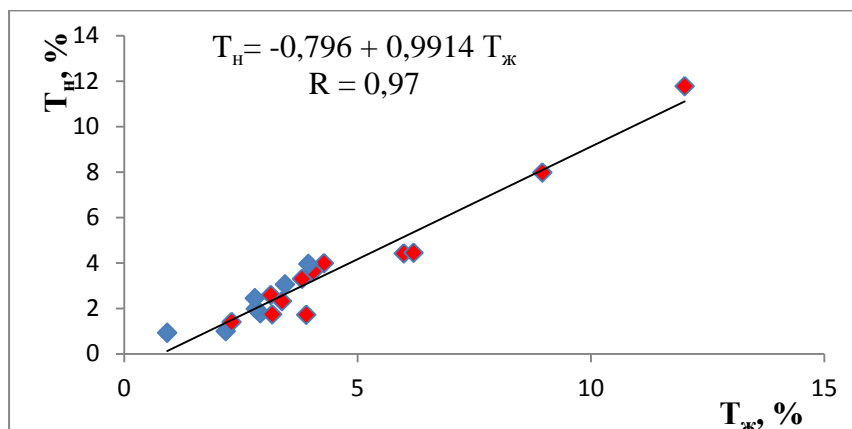


Рис.6. Зависимость темпа отбора нефти и жидкости для II стадии разработки, объекты, представленные карбонатными коллекторами:

■ - объекты, разрабатываемые с заводнением; ● - объекты, разрабатываемые без заводнения.

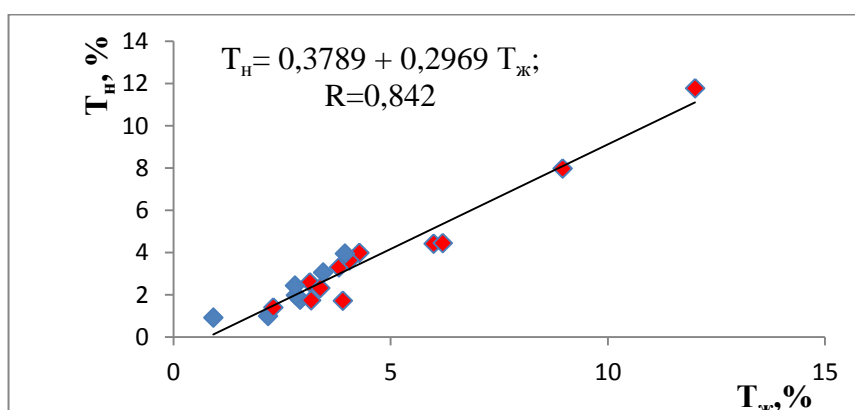


Рис.7. Зависимость темпа отбора нефти и жидкости для III стадии разработки, объекты, представленные карбонатными коллекторами:

■ - объекты, разрабатываемые с заводнением; ● - объекты, разрабатываемые без заводнения.

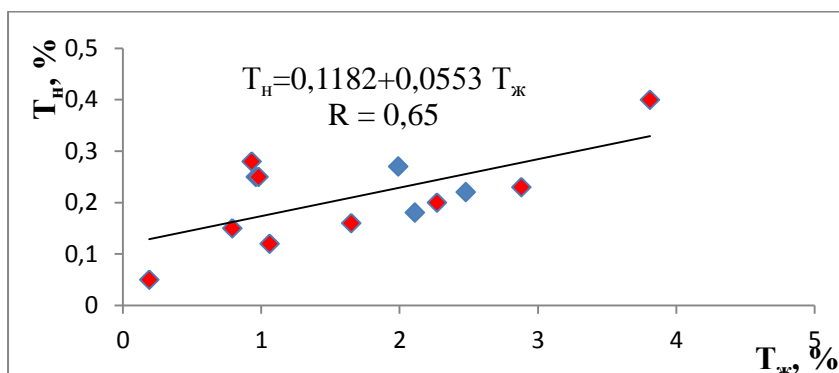


Рис.8. Зависимость темпа отбора нефти и жидкости для IV стадии разработки, объекты, представленные карбонатными коллекторами:

■ - объекты, разрабатываемые с заводнением; ● - объекты, разрабатываемые без заводнения.

связь с коэффициентом корреляции соответственно 0,995 и 0,97 для залежей с карбонатными коллекторами. Высокая степень связи между темпами отбора жидкости и нефти объясняется тем, что на этих стадиях обычно фронт вытесняемой воды не достигает забоя добывающих скважин;

- на третьей стадии коэффициент корреляции зависимости между темпами отбора жидкости и нефти для залежей с карбонатными коллекторами составляет 0,842, т.е. и на этой стадии сохраняются определенные закономерности обводнения продукции скважин;

- на четвертой стадии коэффициент корреляции между темпами отбора жидкости и нефти существенно снижается до 0,65 для залежей с карбонатными коллекторами.

С применением характеристик вытеснения нефти водой проведена оценка технологического эффекта от применения заводнения на эксплуатационных объектах месторождения Андижан. В результате анализа и сопоставления результатов расчета установлено, что:

- от применения заводнения достигнуты различные величины увеличения КИН, наибольшая в залежи нефти I пласта - 22,95%, наименьшая - в залежи нефти III пласта - 4,65%;

- по сравнению с объектами разрабатываемых на естественном режиме на залежах нефти, эксплуатируемых с заводнением, достигнуты более высокие значения КИН.

Показано, что объединение пластов в единый объект разработки приводит к потере части извлекаемых запасов нефти, несмотря на близкие геолого-промысловые параметры. В геолого-физических условиях, длительно эксплуатируемых объектов ФНГО, отдельная разработка пластов обеспечивает конечный КИН на 20-23% выше, чем из объединенных в единый объект разработки пласта.

В третьей главе диссертации **“Динамика освоения и совершенствования методов заводнения продуктивных пластов”** показано, что заводнение нефтяных залежей, вследствие доступности

дешевизны воды, относительно высокой эффективности вытеснения нефти водой, является наиболее широко применяемым методом повышения КИН. Однако, из-за разнообразия природных условий, в которых находятся скопления нефти, исследования по совершенствованию систем заводнения путем наиболее полного учета геолого-физических особенностей эксплуатационных объектов, продолжаются и по настоящее время. При этом развитие систем заводнения нефтяных залежей в различных нефтедобывающих регионах мира происходило разными путями. В результате чего сложились различные системы заводнения, отличающиеся временем начала процесса, системой размещения и плотностью сетки скважин, порядком разбуривания скважин, временем отключения скважин, темпами закачки воды и отбора жидкости, разработкой водонефтяных зон и многопластовых месторождений, свойствами закачиваемой воды и др.

По многим залежам нефти ФНГО, системы заводнения в процессе их освоения и эксплуатации подвергались неоднократным преобразованиям, которые заключались в приближении линии нагнетания воды к зоне отбора нефти, ограничении или увеличении объемов закачиваемой воды, освоении дополнительных нагнетательных скважин, временном прекращении закачки воды, а в некоторых случаях, и полном отказе от применяемой системы заводнения.

Приконтурное заводнение было осуществлено более чем на 90% объектах ФНГО, однако его эффективность оказалась низкой, вследствие отрицательного влияния следующих особенностей геологического строения залежей:

- значительная неоднородность продуктивных горизонтов и ухудшения их коллекторских свойств в области ВНК;
- плохая гидродинамическая связь отдельных частей залежей, обусловленная наличием тектонических и литологических экранов, обширных зон размыва и вклинивания горизонтов;
- низкие коллекторские свойства большей части терригенных и карбонатных коллекторов ФНГО и наличие в их разрезе глинистых прослоев.

Вследствие низкой эффективности приконтурного заводнения, широко практиковали перенос линии нагнетания воды от начального к текущему контуру нефтеносности и были освоены комбинированные виды: приконтурного в сочетании с очаговым; приконтурного в сочетании с сводовым; приконтурного в сочетании с осевым; приконтурного в сочетании с разрезанием залежи на блоки.

Показано, что в геолого-физических условиях разработки залежей нефти ФНГО, лучшие результаты составили – приконтурное заводнение с одновременным перепуском газа в сводовую часть залежи (участок Гальча IV горизонта месторождения Чонгара-Гальча и VIII горизонт месторождения Северный Сох) и сочетание приконтурного и очагового видов заводнения (восточное поле и поднадвига III горизонта месторождения Андижан); худшие - приконтурное заводнение в сочетании с осевым (I, V+VI, VIII

горизонты месторождения Южный Аламышик и III горизонт месторождения Бостон).

В четвертой главе **«Оценка степени влияния геолого-промысловых факторов на коэффициент извлечения нефти»** проведена оценка количественного влияния различных геологических факторов на величину коэффициента извлечения нефти методом корреляционного анализа. Проведенными расчетами установлено, что за исключением температуры застывания нефти с остальными параметрами корреляционная зависимость отсутствует. Причиной отсутствия корреляционной зависимости между геолого-физическими факторами и КИН для рассмотренных объектов является небольшой диапазон изменения рассмотренных параметров, а также их одновременное влияние на процесс извлечения нефти.

С применением методов непараметрических критериев Манна-Уитни, Ван-дер-Вардена и меры Кульбака проведена оценка информативности геолого-физических и технологических факторов, объясняющих значение КИН. Установлено, что для геолого-физических условий и технологий разработки объектов ФНГО наибольшую степень влияния на конечный и текущий КИН оказывают отношения текущего пластового давления (при котором начато заводнение) и давление насыщения нефти газом, максимальная плотность сетки скважин, гидропроводность пласта, коэффициент промывки пласта (табл.1).

Показано, что основными направлениями повышения КИН являются доступность рабочих агентов и технических средств, экономическая применимость средств реализации процесса, его эффективность, простота осуществления и экологическая чистота. По критериям применимости методов повышения КИН для геолого-физических условий и текущего состояния разработки объектов ФНГО наиболее перспективными и эффективными для исследуемых объектов является реализация нестационарного заводнения и физико-химических методов.

В пятой главе диссертации **«Исследование основных факторов, определяющих величину коэффициента извлечения нефти»** приведены результаты теоретических, экспериментальных и промысловых исследований, показывающих, что максимальный эффект от заводнения нефтяных залежей достигается при их реализации на определенной стадии истощения пластовой энергии, при этом степень снижения пластового давления, в зависимости от геолого-физических условий залежей и свойств пластовых флюидов изменяются в довольно больших пределах. Установлено, что для залежей нефти ФНГО пластового типа наиболее высокое значение КИН достигается, когда заводнение начинается при соотношении текущего пластового давления и давления насыщения нефти газом в пределах от 0,6 до 0,8 (рис.9).

По результатам гидродинамических исследований скважин показано, что после эксплуатации скважин до заводнения с забойным давлением ниже давления насыщения нефти газом и последующем восстановлением в

Результаты расчета степени информативности различных геолого-физических и технологических факторов

Геолого-физические и технологические параметры, влияющие на нефтеотдачу	Критерий U-Манна-Уитни	Критерий X-Вандер-Вардена	Мера Кульбака
	Критерий двусторонний, уровень значимости $\alpha = 0,05$ или $0,01$		
$\eta_k = \varphi(kh/\mu_H)$	информативен	информативен	1,98
$\eta_k = \varphi(kp_H/m)$	не информативен	не информативен	0,44
$\eta_k = \varphi(P_{тек.з}/P_{нас})$	информативен	информативен	4,10
$\eta_k = \varphi(S_{max})$	информативен	не информативен	3,14
$\eta_k = \varphi(S_{сред})$	не информативен	не информативен	-
$\eta_k = \varphi(n_{max})$	не информативен	не информативен	-
$\eta_k = \varphi(n_{сред})$	не информативен	не информативен	0,21
$\eta_T = \varphi(Q_{ж}/Q_{бал})$	информативен	информативен	1,76
$\eta_T = \varphi(Q_{зак}/Q_{бал})$	Решение неопределенное		1,29
$\eta_T = \varphi(Q_{зак}/Q_{бал})$	не информативен	не информативен	1,65

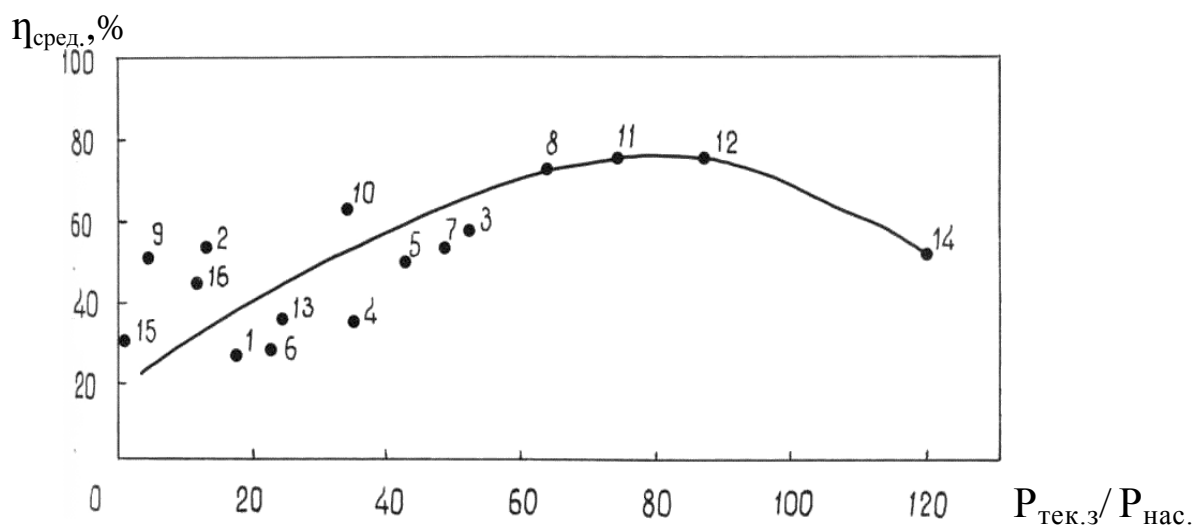


Рис.9. Зависимость η_k от текущего пластового давления, при котором начато заводнение, выраженное в процентах от давления насыщения нефти газом:

1, 2, 3 – месторождение Ходжабад горизонты III, VII, VIII; 4, 5, 6, 7 – месторождение Южный Аламышик горизонты I, ККС, III, V+VI+VII; 8 – месторождение Бостон горизонт III; 9, 10 – месторождение Андижан горизонт III (поднадвиг и восточное поле); 11 – месторождение Чонгара-Гальча горизонт IV; 12 – месторождение Северный Сох горизонт VIII; 13 – месторождение Чангырташ горизонт III; 14 – месторождение Избаскент горизонт IX; 15 – месторождение Нефтебад горизонт II; 16 – месторождение Ким горизонт VII.

процессе заводнения забойного давления выше давления насыщения возможно восстановить продуктивность скважины. Этот вывод имеет большое практическое значение, т.к. из-за необходимости обеспечения условия фонтанирования, скважины часто эксплуатируются с забойным давлением ниже давления насыщения нефти газом.

В качестве критерия оценки технологической эффективности реализуемых на месторождении систем разработки принято КИН достигаемый при одинаковой степени промывки объема пор, занятых нефтью,

$$\text{КИН} = f(\tau), \quad (1)$$

где $\tau = \frac{\sum Q_{\text{ж}}}{\text{НГЗ}}$, - кратность промывки, $\sum Q_{\text{ж}}$ - накопленный отбор жидкости в пластовых условиях; НГЗ - начальные геологические запасы нефти.

На рис.10 показана зависимость КИН от кратности промывки пласта по основным объектам ФНГО, представленных терригенными коллекторами, разрабатываемыми на естественных режимах и с применением заводнения.

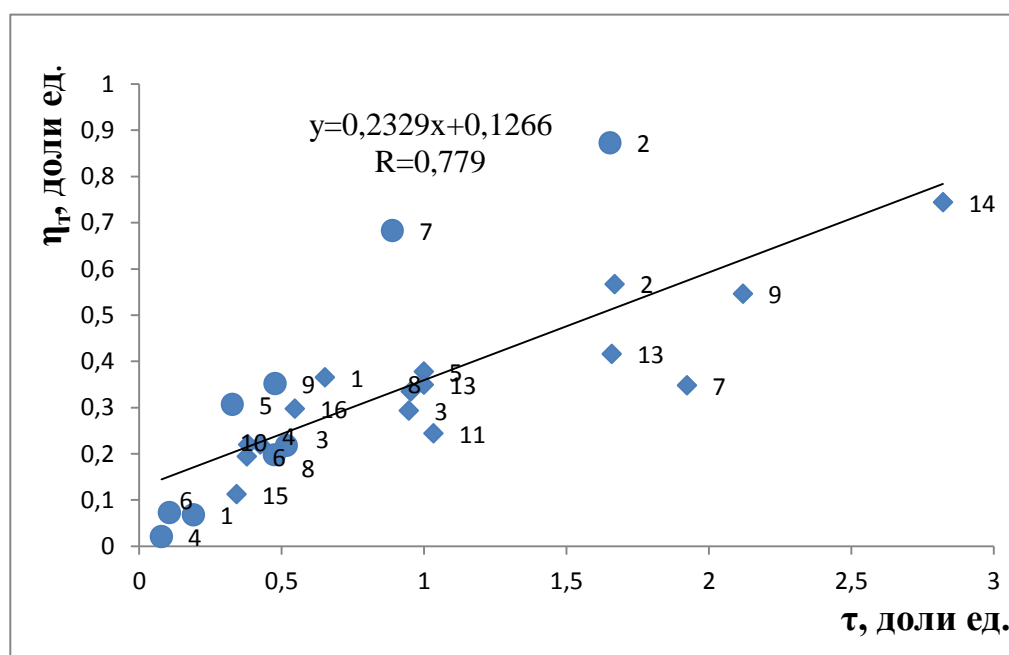


Рис.10. Зависимость КИН от степени промывки пласта:

◆ – объекты, разрабатываемые с заводнением: 1,2 – месторождение Андижан ККС+1, III пласты; 3,4,5,6,7,8 – Южный Аламышик I+Ia, Iб, ККС, III, XVIII, XIX-XXII пласты; 9,10 – Ходжабад БРС+I, III пласты; 11,12 – Западный Палванташ БРС, III пласты; 13 – Ханкыз II пласт; 14 – Чонгара-Гальча IV пласт; 15,16 – Бостон ККС+1+1a+1б, III пласты.

● – объекты разрабатываемые без заводнения: 1 – месторождение Палванташ I+III пласты; 2 – Шарихан-Ходжаабд XX-XXII пласты; 3 – Северный Сох II пласт; 4,5 – Варык II, IV пласты; 6 – Ачису II пласт; 7– Ходжаосман XX-XXII пласты; 9 – Восточный Хартум III пласт.

Из него видно, что между этими параметрами имеется тесная связь, описываемая линейной зависимостью с достаточно высоким коэффициентом корреляции:

$$\begin{aligned} \text{КИН} &= 0,1266 + 0,2329 \cdot \tau. \\ R &= 0,779. \end{aligned} \quad (2)$$

При этом объекты, разрабатываемые на естественных режимах и с применением заводнения, также описываются линейной функцией с высокими коэффициентами корреляции:

- на естественном режиме

$$\begin{aligned} \text{КИН} &= 0,0169 + 0,5604 \cdot \tau; \\ R &= 0,943; \end{aligned} \quad (3)$$

- с применением заводнения

$$\begin{aligned} \text{КИН} &= 0,1345 + 0,1946 \cdot \tau; \\ R &= 0,870. \end{aligned} \quad (4)$$

По полученным зависимостям можно оценить технологический эффект (прирост КИН) от заводнения при различных значениях степени промывки пласта.

Расчеты показывают, что прирост КИН по мере роста τ снижается, от 0,102 до 0,020 при τ равной 0,5 и 2,0 соответственно.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- системы разработки с применением заводнения обеспечивают увеличение степени кратности промывки пласта и коэффициента извлечения нефти;

- процесс извлечения нефти на объектах, разрабатываемых на естественном режиме и с применением заводнения, происходит по единому механизму;

- по мере роста активности водонапорной системы, обеспечивающей высокую степень промывки пласта, прирост КИН от применения заводнения снижается;

- наибольший эффект от заводнения достигается на объектах, где природный режим не обеспечивает достижения степени промывки пласта более 0,5.

Установлена зависимость между жидкостно-нефтяным фактором и средним значением соотношения добывающих и водонагнетательных скважин, свидетельствующее о том, что при уменьшении числа добывающих скважин, приходящихся на одну нагнетательную эффективность процесса вытеснения нефти водой увеличивается, а доля воды в продукции скважин снижается (рис.11).

Показано, что эффективность бурения уплотняющих скважин во многом зависит от обоснованного определения зон, не вовлеченных в процесс дренирования имеющимся фондом скважин, бурение новых скважин

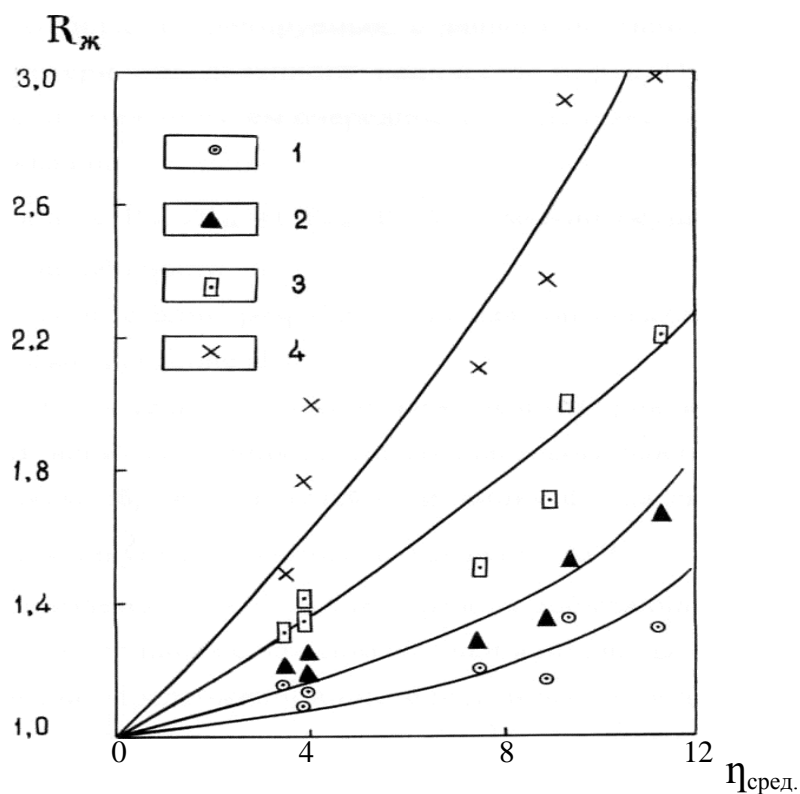


Рис.10. Зависимость жидкостно-нефтяного фактора от соотношения числа нефтяных и нагнетательных скважин при различной степени использования извлекаемых запасов нефти:

1 – $\eta_{\text{сред.}} = 40\%$; 2 – $\eta_{\text{сред.}} = 50\%$; 3 – $\eta_{\text{сред.}} = 60\%$; 4 – $\eta_{\text{сред.}} = 70\%$;

в зонах, не охваченных процессом дренирования первоначальной сеткой приводит к увеличению удельных извлекаемых запасов нефти и КИН, в противном случае - к снижению удельных извлекаемых запасов и относительно более меньшему увеличению КИН (рис.12).

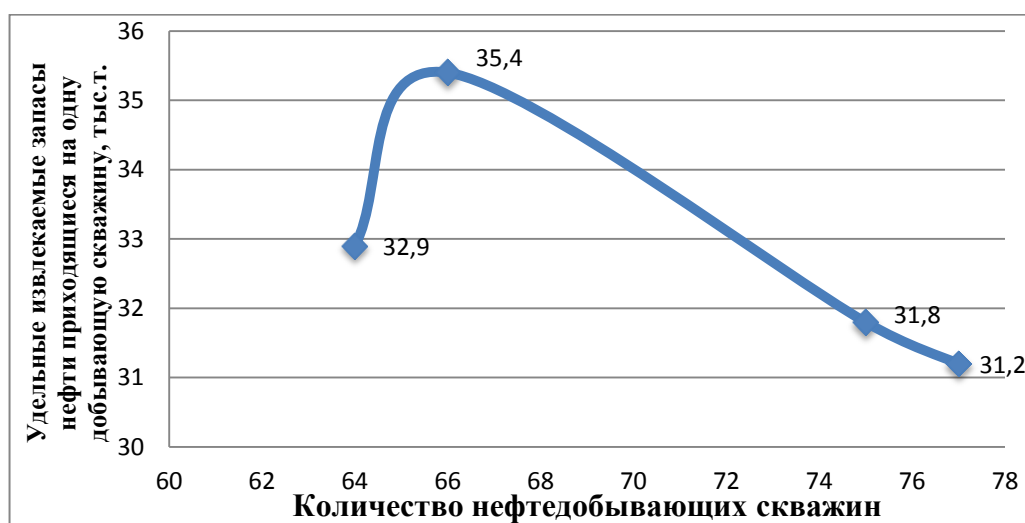


Рис.11. Зависимость удельных извлекаемых запасов нефти, приходящихся на одну добывающую скважину в зависимости от количества нефтедобывающих скважин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследований диссертации доктора технических наук (DSc) по теме «Установление геолого-физических и технологических факторов, определяющих эффективность заводнения нефтяных залежей пластового типа на поздней стадии разработки» показаны научная новизна, практическая и научная значимость работы и сформулированы следующие теоретические выводы и практические рекомендации.

1. Залежам нефти Ферганской нефтегазоносной области пластового типа характерны незначительная толщина продуктивных пластов, малая разница между начальным пластовым давлением и давлением насыщения нефти газом, большое содержание парафина в нефти и неоднородность фильтрационно-емкостных свойств коллекторов.

Исходя из геолого-физических условий залежей нефти, все объекты разбуривались по ползущей системе, скважины размещались по треугольной плотной сетке, а методы заводнения применялись после предварительной разработки объектов на природном режиме.

2. Для оценки эффективности заводнения и объединения пластов единый объект разработки использована характеристика вытеснения нефти водой. По результатам расчетов установлено, что от применения заводнения достигнуты различные величины увеличения коэффициента извлечения нефти от 4,65 до 22,95%, а объединение пластов в единый объект разработки приводит к потере до 20-23% извлекаемых запасов нефти.

3. Определена целесообразность применения на объектах разработки Ферганской нефтегазоносной области комбинированного – сочетания приконтурного и различных видов внутриконтурного заводнения, так как приконтурное заводнение из-за плохой гидродинамической связи отдельных частей залежей обусловлено наличием тектонических и литологических экранов, обширных зон размыва и выклинивания горизонтов, а также низких коллекторских свойств и наличием в их разрезе глинистых прослоев, что оказалось малоэффективным.

4. Применение непараметрических критериев показало наибольшее влияние на текущую и конечную нефтеотдачу комплексных факторов: отношение текущего пластового давления, при котором начато заводнение, и давления насыщения нефти газом; максимальная плотность сетки скважин; гидропроводность и коэффициент промывки пласта.

5. Определена целесообразность начать заводнение при соотношении текущего пластового давления и давления насыщения нефти газом в пределах от 0,6 до 0,8 для достижения максимальной нефтеотдачи. На материалах гидродинамических исследований показано восстановление первоначальной продуктивности скважин после их эксплуатации до заводнения с забойным давлением ниже давления насыщения нефти газом.

6. Эффективность бурения уплотняющих первоначальную сетку скважин во многом зависит от обоснованного определения зон не вовлеченных в дренирование имеющимся фондом скважин. Определено, что

бурение новых скважин в зонах, не охваченных процессом дренирования первоначальной сеткой, приводит к увеличению удельных извлекаемых запасов и коэффициента извлечения нефти, в противном случае и снижению удельных извлекаемых запасов, и относительно более меньшему увеличению нефтеотдачи пластов.

7. При проектировании систем заводнения рекомендуется уменьшить количество добывающих скважин, приходящихся на одну нагнетательную скважину. При этом увеличивается эффективность процесса вытеснения нефти водой, а доля воды в продукции скважин снижается.

8. На основе корреляционного и регрессионного анализа получены зависимости коэффициента извлечения нефти от коэффициента промывки пласта для различных типов коллекторов и систем разработки, которые позволяют выбирать оптимальные темпы закачки воды и отбора жидкости.

9. В связи с нахождением залежей нефти Ферганской нефтегазоносной области на поздней стадии разработки основными направлениями повышения степени извлечения геологических запасов являются доступность рабочих агентов и технических средств, экономическая применимость средств реализации процесса, его эффективность.

По критериям применимости методов повышения коэффициента извлечения нефти для геолого-физических условий и текущего состояния разработки объектов исследования наиболее перспективными являются реализация нестационарного заводнения и физико-химических методов.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSC 03/05.06.2020.T.03.06 AT TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS INSTITUTE

ERMATOV NAVRUZ KHUSHMURADOVICH

**DETERMINATION OF GEOLOGICAL-PHYSICAL AND
TECHNOLOGICAL PARAMETERS THAT IDENTIFY THE
EFFECTIVENESS OF FLOODING IN STRATIFIED OIL DEPOSITS
DURING THE FINAL OPERATION**

04.00.13 – Mining and exploitation of oil and gas deposits

**ABSTRACT
OF DOCTORAL DISSERTATION (DSc) OF TECHNICAL SCIENCES**

The theme of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan by number of № B2019.2. DSc/T279.

The dissertation has been carried out at the Karshi engineering-economics institute.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume) is placed on the webpage of the Scientific Council (www.tdtu.uz) and Information and Educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz)

Scientific supervisor: **Agzamov Avaz Hamidillayevich**
Doctor of technical sciences, professor,
member of the Russian Academy of Natural Sciences

Official opponents: **Nazarov Ulugbek Sultanovich**
Doctor of technical sciences, professor

Zakirov Alimdjan Abdurakhimovich
Doctor of technical sciences, professor

Khalmuradov Abdulkhamid Erkinovich
Doctor of technical sciences

Leading organization: **JS «Uzbekneftgaz»**

Defence of the dissertation will be held in «9» february 2021 at 11.00 o'clock at the meeting of scientific council on award of scientific degrees DSc 03/05.06.2020.T.03.06 at the Tashkent state technical university named after Islam Karimov.

Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (+99871) 246-46-00; fax: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent state technical university named after Islam Karimov under №196. Address: 100057. Tashkent, st. Universitet 2, Tel/fax: (+99871) 246-46-00, fax: (+99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

The abstract of the dissertation has been distributed in «__» january 2021
(routing protocol registry № __ of «__» january 2021)

A.A.Rakhimov
Chairman of scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences

Sh.A.Karimov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
PhD of technical sciences

A.A.Zakirov
Chairman of scientific academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences

INTRODUCTION (the abstract of doctoral dissertation (DSc))

The aim of the research is to develop methods for rationale of the principles of productive formations waterflooding and increasing the rate and degree of oil recovery from reservoir-type deposits of fields in the Ferghana oil and gas region.

Subject of the research: improvement and development of methodological framework for designing of waterflooding in the development of oil deposits of a reservoir type.

The scientific novelty of the research:

Determining the distribution and the degree of extraction of geological and recoverable oil reserves by productive deposits of the Ferghana oil and gas region made it possible to identify promising horizons in the explored areas and the reasons for failing to achieve the design values of the oil recovery coefficient at the developed facilities;

Obtaining the correlation between the rate of oil and fluid withdrawal at the stages of development allowed to establish the optimal rate of fluid withdrawal and to develop geological and technical measures to reduce water cut in well production;

Estimating the increase in the oil recovery coefficient due to waterflooding of productive formations made it possible to identify the geological and physical conditions for its effective application;

Predicting the technological and economic efficiency of this development system made by identifying the volumes of oil losses due to the combination of several layers in a single operation object;

the reasons for the low efficiency of the near-edge and relatively high efficiency of the combined-near-water in combination with various types of intra-contour water flooding, which determine the geological and physical conditions for their application are identified;

Identifying the geological and technological factors that have the greatest impact on the oil recovery coefficient made it possible to substantiate the optimal parameters of development systems with waterflooding;

a mathematical model of the dependence of the oil recovery coefficient on dimensionless pressure has been developed, which allows substantiating the optimal time for the beginning of water flooding;

the mathematical models of the dependence of the oil recovery coefficient on the washing coefficient of the reservoir have been developed for various types of reservoirs and development systems allowing to establish optimal rates of fluid withdrawal and water injection.

Implementation of the research results. Establishing the geological, physical and technological factors based on the obtained scientific results allowed determining the effectiveness of waterflooding of oil deposits of a reservoir type at a late stage of development, the following were studied:

the technology of compaction of the initial density of the grid of wells implemented on the XIII horizon of the Shurtepa field of Mubarekneftgaz JSC and the XV horizon of the Shakarbulak field of JV Gissarneftgaz LLC (certificate of Uzbekneftegaz JSC from 2020). As a result, it became possible in the period 2014-2017 to stabilize oil production from the Shurtepe field at the level of 2.4-2.5 thousand tons per year, and to increase the estimated final oil recovery coefficient for the Shakarbulak field by 15.36%;

the technology for isolation of water inflows implemented in the wells of the Khudag, Amudarya, Uchkizil and South Mirshadi fields of Jarkurganneft JSC (Uzbekneftegaz certificate from 2020). As a result, it made possible to reduce the water cut of well products and additionally produce 6460 tons of oil in 2017-2019;

the technology of involving non-drained interlayers in the development by additional interval re-shooting, implemented in the wells of the Andijan and South Alamyshik fields (Uzbekneftegaz JSC certificate from 2020) resulted in additional production of 1951 tons of oil between 2016-2018.

The structure and scope of the dissertation.

The dissertation consists of introduction, five chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the dissertation is 204 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; part I)

1. Эрматов Н.Х. Исследование геолого-физических и технологических факторов, определяющих эффективность заводнения нефтяных залежей пластового типа // Монография. –Ташкент: 2020. –158 с.

2. Махмудов Н.Н., Эрматов Н.Х., Каршиев А.Х., Хамраев Б.Ш. Оценка извлекаемых запасов нефти XIII горизонта меторождения Шуртепе при различной степени конечной обводненности продукции скважин // Вестник ТашГТУ. –Ташкент: 2014. –№2. –С.99-104 (04.00.00; №6).

3. Каршиев А.Х., Эрматов Н.Х., Хамраев Б.Ш. Оценка степени способа перфорации на дебит скважины в геолого-физических условиях месторождений Западного Узбекистана // Узбекский журнал нефти и газа. –Ташкент: 2015. –№3. –С.33-37 (04.00.00; №4).

4. Махмудов Н.Н., Каршиев А.Х., Эрматов Н.Х., Турдиев Ш.Ш. Результаты сопоставления эффективности различных методов увеличения темпа отбора жидкости, на поздней стадии разработки залежей с высоковязкими нефтями // Узбекский журнал нефти и газа. –Ташкент: 2019. –№1. –С.24-29 (04.00.00; №4).

5. Эрматов Н.Х., Мухаммадиев Х.М., Агзамов А.А. О возможности оценки степени очищения призабойной зоны пласта по данным гидродинамических исследований скважин // Инновацион технологиялар. –Карши: 2019. –№2(34). –С.3-6 (04.00.00; №11).

6. Эрматов Н.Х., Сахатов Б.Г., Мухаммадиев Х.М. О степени восстановления продуктивности скважин после увеличения забойного давления выше давления насыщения нефти газом // Инновацион технологиялар. –Карши: 2019. –№2(34). –С.6-10 (04.00.00; №11).

7. Махмудов Н.Н., Агзамов А.Х., Агзамов А.А., Эрматов Н.Х. Результаты оценки фильтрационно-емкостных свойств коллекторов глубокозалегающих продуктивных горизонтов Ферганской впадины // Нефтепромысловое дело. –Москва: 2019. –№3. –С.37-39 (04.00.00; №23).

8. Эрматов Н.Х., Бобомуродов У.З., Рахмонкулов М.Т., Гулямов Р.А. Алгоритм построения карты распределения остаточных запасов нефти на основе формулы объемного метода // Инновацион технологиялар журнали. –Карши: 2020. –№1. –С.3-7 (04.00.00; №11).

9. Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х., Агзамов А.А., Мухаммадиев Х.М. О степени влияния кратности промывки пласта на коэффициент извлечения нефти залежей Ферганской нефтегазоносной области, представленных карбонатными породами // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. –М.: ВНИИОЭНГ, 2020. –№1. –С.41-47 (04.00.00; №11).

10. Agzamov A.Kh., Ermatov N.Kh., Agzamov A.A., Normatov B.R. Distribution And State Of Operation Of Reserves Of Oil Deposits Of Productive

Sediments Of The Fergana Oil And Gas-Bearing Region // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. –India: -2020/-Vol. 7, Issue 1, –Pp. 12384-12389 (05.00.00; №8).

11. Agzamov A.Kh., Ermatov N.Kh., Normatov B.R., Ashirov V.R., Rahmonqulov M.T. On The Degree Of Influence Of The Formation Washing Ratio On The Oil Recovery Coefficient Of The Deposits Of The Ferghana Oil And Gas Region Represented By Terrigenous Rocks // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. –India: -2020/-Vol. 7, Issue 2, –Pp. 12734-12743 (05.00.00; №8).

12. Эрматов Н.Х., Мустафаев А.С., Мухаммадиев Х.М., Жураев Э.И. Результаты гидродинамических исследований скважин, добывающих высоковязкие нефти // Инновацион технологиялар. –Қарши: 2020. –№3. –С.14-17 (04.00.00; №11).

II бўлим (II часть; part II)

13. Агзамов А.Х., Посевич А.Г., Эрматов Н.Х., Амиркулов Н.С. Новые ресурсосберегающие технологии в нефтегазовой промышленности и их экономическая эффективность // «Энергия ва ресурсларни тежаш муаммолари» Республика илмий-техникавий ва амалий анжумани материаллари тўплами. –Тошкент: 2002. –С.150-152.

14. Эрматов Н.Х., Хайтов О.Г., Махмудов Н.Н., Турсунов М.А. Ўзбекистонда сув ҳайдаш тизимларини ўзлаштириш тарихи // «Ёқилғи-энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари» III-Республика илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. –Қарши: 2002. –С.8-9.

15. Эрматов Н.Х., Зайниев Л.Н., Эшев С.С., Буриев Б.Н. Крук конида катлам босимини сақлаш самарадорлигини ошириш // «Ёқилғи-энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари» III-Республика илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. –Қарши: 2002. –С.10-11.

16. Хайтов О.Г. Сагдуллаев Ш.М, Эрматов Н.Х. Ишлатилаётган нефть ва газ захираларининг аниқлик даражаси таҳлили // «Ёқилғи-энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари» III-Республика илмий амалий конференция мақолалар тўплами. –Қарши: 2002. –С.39.

17. Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х., Номозов Б.Д. Размещение водонагнетательных скважин заводнения залежи при давлениях его начала ниже давления насыщения нефти газом// «Ёқилғи-энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари» III-Республика илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. –Қарши: 2002. –С.119-121.

18. Махмудов Н.Н., Эрматов Н.Х., Камолов Б.С., Севаров У.И. Анализ текущего состояния разработки XIII горизонта меторождения Шуртепа // Инновацион технологиялар. –Қарши: 2014. –№2. –С.3-10.

19. Эрматов Н.Х., Матниязов О.П., Донниев Д.У., Абдираззаков А.И. Влияние геологической неоднородности пластов на коэффициент извлечения

нефти // Инновацион технологиялар. –Қарши: 2014. –№2. –С.14-16.

20. Эрматов Н.Х., Донниев Д.У., Набиева Н.К., Хамроев Б.Ш. Анализ статических зависимостей коэффициента извлечения нефти от плотности сетки скважин // Инновацион технологиялар. –Қарши: 2015. –№1. –С.16-18.

21. Эрматов Н.Х., Мутиев Ш.А., Муродов А.О., Узоков А.Б. О возможных причинах снижения продуктивности скважин на больших депрессиях на пласт // «Иқтисодиётни модернизация қилиш ва технологик янгилаш шароитида фан-таълим-ишлаб чиқариш интеграциясини ривожлантириш» Республика илмий-амалий анжумани материаллари. –Қарши: 2015. –С.142-143.

22. Эрматов Н.Х., Агзамова Х.А., Мутиев Ш.А., Муродов А.О. Энергия тежамкорлиги иқтисодиёт ривожланишининг асосий омилдир // «Иқтисодиётни модернизация қилиш ва технологик янгилаш шароитида фан-таълим-ишлаб чиқариш интеграциясини ривожлантириш» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. –Қарши: 2015. –С.143-145.

23. Эрматов Н.Х., Тукаева А.А., Турдикулов А.Т. Эффективность инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли Узбекистана // «Интеллектуал салоҳият - таракқиёт мезони» илмий мақолалар тўплами. –Тошкент: 2017. –№12. –С.158-162.

24. Эрматов Н.Х., Каршиев А.Х., Бобомуродов У.З. Оценка эффективности заводнения на месторождениях Сурхандарьинской нефтегазоносной области Узбекистана // «Фундаментальные и прикладные проблемы науки». Материалы XIII Международного симпозиума. –Москва: 2018. –С.185-193.

25. Эрматов Н.Х., Мухаммадиев Х.М., Агзамов А.А. О возможности оценки степени очищения призабойной зоны пласта по данным гидродинамических исследований скважин // «Инновационное развитие нефтегазогеологической науки Узбекистана и роль молодежи в решении ее проблем» (Акрамходжаевские чтения). Материалы VI научно-практической молодежной конференции. –Ташкент: 2018. –С.114-117.

26. Эрматов Н.Х., Турдиев Ш.Ш. Обоснование системы разработки нефтегазоконденсатных месторождений Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона // «Интеллектуал салоҳият-таракқиёт мезони» илмий мақолалар тўплами. –Тошкент: 2018. –С.22-25.

27. Maxmudov N.N., Ermatov N.Kh., Agzamov A.Kh., Turdiyev Sh.Sh. Peculiarities of Water Supply of Gas Wells in Massive Type Oil Reservoirs // Energy and Environment Research. –Canada: -2019/-№1. –Pp.18-22 (05.00.00; №22).

28. Maxmudov N.N., Agzamov A.X., Ermatov N.X., Mukhammadiyev Kh.M. Assesment of the degress of influense of geological and physical and technological factors on the efficiency of water flooding of oil deposits in the Fergana depression of the reservoir type // Austrian Journal of Technical and natural Sciences. –Vienna: 2019. –№1-2. –Pp.36-40.

29. Эрматов Н.Х., Агзамова С.А., Норматов Б.Р. Распределение промышленных запасов нефти месторождений Ферганской нефтегазоносной

области по продуктивным отложениям // Сб. мат. межд. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы нефтегазовой геологии и инновационные методы и технологии освоения углеводородного потенциала недр». –Ташкент: АО «ИГИРНИГМ», 2019. –С.256-258.

30. Эрматов Н.Х., Жовлиев А.М., Шодиев Н.Т., Бойкобилова М.М. Исследований влияния снижения забойного давления ниже давления насыщения нефти газом на продуктивность скважин // Республиканская научно-практическая конференция «Совершенствование экономических и финансовых механизмов развития предпринимательской активности в домашних хозяйствах и в условиях перехода к инновационной экономике». –Карши: 2019. –С.290-292.

31. Эрматов Н.Х., Ашуров М.Х., Панжиев С.Ч. Метод оценки эффективности заводнения нефтяных залежей // Сб. мат. межд. науч.-практ. конф. «Наука третьего тысячелетия». –Нефтекамск: Башкортостан, 2020. –С.1035-1040.

32. Эрматов Н.Х., Низомов Ш. Распределение и состояние выработанности запасов залежей нефти продуктивных отложений Ферганской нефтегазоносной области // Сб. мат. IV межд. науч.-практ. конф. «Наука и техника. Мировые исследования». –Саратов: 2020. –С.174-179.

33. Эрматов Н.Х., Мухаммедов Г.Р., Эшонкулов Ж.З., Хошимов Э.А. Анализ результатов экспериментальных исследований влияния снижения забойного давления насыщения нефти газом на продуктивность скважин // «Геологик-қидирув ишларининг замонавий муаммолари ва ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. –Қарши: 2020. –С.287-290.

Автореферат Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг
Тахририят-нашриёт бўлимида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме)
тилларидаги матнлари мослиги текширилди.

Босишга рухсат этилди: 16.01.2021
Бичими: 60x84 1/8 “Times New Roman”
гарнитурда рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 3,4. Адади: 100. Буюртма: № 16.01
Тел: (99) 832 99 79; (97) 815 44 54

“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.
Манзил: Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6 уй