«O‘ZLITINEFTGAZ» AJ HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.36/2025.27.12.T.01.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

MURODOV ABDULLAZIZ ILHOM O‘G‘LI

XO‘JAOBOD GAZNI YER OSTI SAQLASH INSHOOTIDA NAZORAT TIZIMLARINI MAQBULLASHTIRISH ORQALI ISHLATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

04.00.13 – Neft va gaz konlarini o‘zlashtirish hamda ishlatish

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UDK: 622.691.24:622.279.5

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Contents of the dissertation abstract of the doctor of philosophy (PhD) in technical sciences

Murodov Abdullaziz Ilhom o‘g‘li
Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootida nazorat tizimlarini maqbullashtirish orqali ishlatish samaradorligini oshirish…… 3

Муродов Абдуллазиз Илхом угли
Повышение эффективности эксплуатации Ходжаабадского подземного хранилища газа путем оптимизации систем контроля…… 21

Murodov Abdullaziz Ilhom ugli
Improving the operational efficiency of the Khojaabad underground gas storage facility through optimization of control systems…….. 39

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works……. 43

«O‘ZLITINEFTGAZ» AJ HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.36/2025.27.12.T.01.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

MURODOV ABDULLAZIZ ILHOM O‘G‘LI

XO‘JAOBOD GAZNI YER OSTI SAQLASH INSHOOTIDA NAZORAT TIZIMLARINI MAQBULLASHTIRISH ORQALI ISHLATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

04.00.13 – Neft va gaz konlarini o‘zlashtirish hamda ishlatish

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.4.PhD/T6136 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) «O‘ZLITINEFTGAZ» AJ Ilmiy kengashining veb-sahifasida (www.liting.uz) va “ZiyoNet” axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Abduraximov Muhammad Anvarovich** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim
Rasmiy opponentlar:	**Shevtsov Vladimir Mixaylovich** texnika fanlari doktori, professor
	Jo‘rayev Eldor Isroilovich texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Yetakchi tashkilot:	Buxoro davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi «O‘ZLITINEFTGAZ» AJ huzuridagi DSc.36/2025.27.12.T.01.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil “25” noyabr soat 14:00 dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100029, Toshkent sh., Taras Shevchenko ko‘chasi, 2, tel.: (+99871) 280-67-00; faks: (+99871) 256-66-48; e-mail: liting@liting.uz).

Dissertatsiya bilan «O‘ZLITINEFTGAZ» AJning Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№33 - raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100029, Toshkent sh., Taras Shevchenko ko‘chasi, 2, tel.: (+99871) 280-67-00; faks: (+99871) 256-66-48; e-mail: liting@liting.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil “___” _____ kuni tarqatildi.

(2026-yil “___” _____ dagi ___-raqamli tarqatish bayonnomasi reyestri).

U.S. Nazarov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

R.U. Shafiyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengashning ilmiy kotibi, texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

A.A. Rahimov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda yoz mavsumida tabiiy gazga bo‘lgan talabning kamayishi va qish mavsumida uning keskin ortishi bilan bog‘liq muammoni hal etish maqsadida tuzli va suvli qatlamlarda, shuningdek, tugagan uglevodorod konlarida gazni yer osti saqlash inshootlari (GYOSI) barpo etish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar olib borilmoqda. Yirik gaz iste’molchilari yaqinida yer osti gaz omborlarini yaratish uchun yaroqli qatlamlar tanqisligi, ayrim hollarda esa ular umuman mavjud emasligi sharoitida amaldagi GYOSIlarni modernizatsiya qilish va ularning maqbul ish rejimlarini ilmiy asoslash hisobiga yuqori samaradorlikka erishish neft-gaz sohasi uchun muhim ahamiyatga ega.

Jahonda GYOSIlarda gazni haydash va olish mavsumlarida yuzaga keladigan muammolarni o‘rganish hamda ularning oldini olish bo‘yicha geologik-texnologik tadbirlarni asoslashga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunday tadqiqotlar uzoq muddat ishlatilgan uglevodorod konlarining nisbatan katta chuqurlikda yotgan mahsuldor qatlamlarida barpo etilgan GYOSIlar uchun alohida ahamiyatga ega. Shu munosabat bilan kompleks tadqiqotlar asosida bunday inshootlarning samarali ishlatilishiga ta’sir etuvchi geologik va texnologik omillarni aniqlash hamda monitoring va nazorat tizimlarini maqbullashtirish orqali ularni takomillashtirish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Respublikamizda GYOSIlarda geologik o‘rganish usullarini, gazni haydash va olish rejimlarini maqbullashtirishni takomillashtirish va joriy etish orqali ularning ishlatish samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy va amaliy ishlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida[1] tarmoqni sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqish va uning texnologik diversifikatsiyasini oshirish vazifalari belgilangan. Shundan kelib chiqib, yer osti rezervuarlarining g‘ovak hajmidan maksimal samarali foydalangan holda gazni yer osti saqlash tizimlarini yanada maqbullashtirishga qaratilgan yangi texnologik yechimlarni ishlab chiqish katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 27-iyuldagi PF-116-son “Ma’muriy islohotlar doirasida tog‘-kon sanoati va geologiya sohasida davlat boshqaruvini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni, 2019-yil 9-iyuldagi PQ-4388-son “Aholi va iqtisodiyotni energiya resurslari bilan barqaror ta’minlash, neft-gaz tarmog‘ini moliyaviy sog‘lomlashtirish va uni boshqarish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”, 2019-yil 23-iyuldagi PQ-4401-son “Yer qa’rini geologik o‘rganishni yanada takomillashtirish va 2020-2021-yillarda mineral-xomashyo bazasini rivojlantirish va qayta tiklash davlat dasturini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur sohaga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar

[1]O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni.

rivojlanishining VIII. “Yer haqidagi fanlar (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xomashyoni qayta ishlash)” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Gazni yer osti saqlash inshootlarini barpo etish va ularni maqbul ishlatishga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqotlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta’lim muassasalarida, jumladan, American Petroleum Institute, Halliburton, Baker Hughes, Schlumberger (AQSh), China University of Petroleum (XXR), I.M. Gubkin nomidagi Rossiya davlat neft va gaz universiteti, Butunrossiya tabiiy gazlar ilmiy-tadqiqot instituti (VNIIGAZ), Butunrossiya neft ilmiy-tadqiqot geologiya-qidiruv instituti (VNIGRI), “VolgoUralNIPIgaz” (Rossiya), shuningdek, «O‘ZLITINEFTGAZ» AJ va Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetida (O‘zbekiston) olib borilmoqda.

Jahonda tabiiy gazni saqlash tizimlarini yaratish usullari va ilmiy-texnologik yechimlarini ishlab chiqish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi ilmiy natijalar olingan: tugagan gaz konlarida GYOSI barpo etishning gidrogazodinamik hisoblash usullari asoslangan (American Petroleum Institute, AQSh); yer osti gaz omborlarini siklik ishlatishning uch o‘lchamli geologik-gidrodinamik modellarini qurish dasturiy-texnik majmualari hamda suvli qatlamlar va tugagan gaz konlarida omborlar barpo etish bo‘yicha texnologik yechimlar ishlab chiqilgan (Schlumberger, Halliburton, AQSh); murakkab geologik sharoitlarda vertikal va gorizontal quduqlarni joylashtirish texnologiyalari yaratilgan (Baker Hughes, AQSh); suvli gorizontlarda GYOSI barpo etishni gidrogazodinamik prognozlashning metodologik asoslari shakllantirilgan (I.M. Gubkin nomidagi RDNGU, VNIIGAZ, Rossiya); O‘zbekistonda GYOSI barpo etish va ishlatish bo‘yicha dastlabki loyiha-texnologik yechimlar ishlab chiqilgan (TDTU, «O‘ZLITINEFTGAZ» AJ, O‘zbekiston).

Mazkur yo‘nalishdagi tadqiqot natijalari xorijlik olimlar A.V. Gavura, A.V. Raznitsyn, A.N. Anankin, A.R. Ziganshin, A.Yu. Vishnyakov, A.C. Bertolini, V.D. Lysenko, V.I. Kolganov, V.S. Boyko, V. Gholami, D.V. Zelinin, G.A. Yeremyan, G.G. Ismailov, E.K. Iskandarov, E.T. Brantson, I.S. Putilov, I.V. Matveyev, M.L. Surguchev, S.N. Zakirov, S.A. Haghighat, S.D. Mohaghegh, J.D. Schiozer, shuningdek, respublikamiz olimlari U.S. Nazarov, B.A. Aliyev, A.X. Agzamov, A.U. Nazarov, N.N. Maxmudov, M.A. Abduraximov, V.M. Shevtsov, N.X. Ermatov, A.A. Zakirov, B.Sh. Akramov, K.B. Nazarovlarning ishlarida yoritilgan. Ularning tadqiqotlarida yangi obyektlarni qurish va mavjudlarini takomillashtirishda yuqori texnologik uskunalar va texnik tizimlardan foydalangan holda GYOSIlarni loyihalash va ishlatishni tahlil qilish tizimlarini takomillashtirish zarurligi asoslangan.

Shu bilan birga, turli turdagi GYOSIlarning bufer hajmlarini yaratish uchun zarur bo‘lgan tabiiy gaz miqdori, gorizontal quduqlar tizimidan foydalanishga asoslangan yangi loyihalash tamoyillari, shuningdek, past qatlam bosimlarida olinadigan gazni tayyorlash texnologiyalarini takomillashtirish masalalari hozirgi vaqtgacha to‘liq o‘rganilmagan. Shu sababli tugayotgan gazkondensat-neft konlarida barpo etilgan GYOSIlarni siklik ishlatish tizimlarini nazorat va monitoring

vositalari asosida takomillashtirish va maqbullashtirishning ilmiy-texnologik asoslarini ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq № 03/9-588 "Neft konlarini o'zlashtirish va ishlatishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish" (2022), № 03/9-580 "Matnli materiallar va grafik ilovalarni raqamlashtirish" (2025) hamda № 03/9-416 "Gazni yer osti saqlash inshootlarida tabiiy gazni tozalash va quritish qurilmalarida dietilenglikolni tuzsizlantirish samaradorligini oshirish" (2025) mavzularidagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi neft-gaz qatlamlarida barpo etilgan gazni yer osti saqlash inshootlarida geofizik va gidrogazodinamik nazorat tizimlarini maqbullashtirish asosida ularning ishlatish samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy-texnologik yechimlarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

tabiiy gaz olish quvvatlarini oshirishga yo'naltirilgan GYOSI ekspluatatsion ko'rsatkichlari monitoringi masalalariga tizimli yondashuvning metodologik asoslarini tahlil qilish;

GYOSI barpo etish orqali past bosimli neft-gaz qatlamlarini oxirigacha ishlash imkoniyatlarini tadqiq etish;

gorizontal quduqlarni qo'llash orqali GYOSI ishlatish samaradorligini oshirishning tizimli maqbullashtirish vazifalarini asoslash;

past qatlam bosimlarida ishlatiladigan gazni yer osti saqlash inshootlarining yer usti jihozlanish tizimlarini maqbullashtirish bo'yicha texnologik yechimlar ishlab chiqish;

neft hoshiyasini qo'shimcha ishlash bilan uyg'unlashgan holda gazni yer osti saqlash inshootlarini ishlatish tizimini loyihalash bo'yicha texnologik yechimlar ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida O'zbekiston Respublikasi Andijon viloyatida joylashgan Xo'jaobod gazni yer osti saqlash inshooti olingan.

Tadqiqotning predmeti neft-gaz qatlamlarida barpo etilgan gazni yer osti saqlash inshootlarini ishlatishdagi gidrodinamik jarayonlar hamda gaz saqlash obyektlarini takomillashtirish bo'yicha texnologik yechimlarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda kon-geologik ma'lumotlarni tizimlashtirish va umumlashtirish, quduqlarni geofizik va gidrogazodinamik tadqiq qilish, statistik tahlil va moddiy balans usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

neft hoshiyalariga ega gaz qatlamlarida barpo etilgan gazni yer osti saqlash inshootlarining faol gaz hajmini qazib olinadigan neft hajmi hisobiga oshirish imkoniyati asoslangan;

suvlangan quduqlar ustyesidagi statik bosim bo'yicha hisoblangan qatlam bosimi asosida aniqlangan drenajlanadigan gaz zaxiralari chuqurlik manometrlari

yordamida o‘lchangan qatlam bosimi bo‘yicha baholangan qiymatlarga nisbatan 1,7-1,9 marta kam ko‘rsatilishi isbotlangan;

quduqlarni qatlamga katta depressiya bilan ishlatish qisqa muddatda ularning debitini oshirishi, uzoq muddatda esa quduq tubi zonasida skin-faktor ortishi hisobiga mahsuldorlik koeffitsientini kamaytirishi isbotlangan;

gaz olish mavsumining oxirida qum tiqinlarining hosil bo‘lishi jadallashishi, haydash davrida esa yuqori bosim ta’sirida ular zichlashib, filtratsion qarshilikni oshirishi asoslangan;

gaz bilan to‘yingan g‘ovakli hajmning qayta taqsimlanishini nazorat qilishning integral mezoni sifatida haydashning solishtirma ko‘rsatkichidan (qatlam bosimining 1 kgf/sm² ga o‘zgarishiga to‘g‘ri keladigan gaz hajmi) foydalanish asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

texnik holati murakkablashgan – ekspluatatsion kolonnalari ezilgan va filtr intervallari qum tiqinlari bilan berkilgan – quduqlarni murakkab tuzilgan quyi XX-XXII gorizontlardan nisbatan bir jinsli XIX gorizontga qaytarish samaradorligi asoslangan;

mahsuldorlik koeffitsientlari, qatlam bosimlari, texnik holati va filtratsion parametrlari bo‘yicha farqlanadigan quduqlar guruhlarining individual texnologik ish rejimlari asoslangan;

quduqlarning geologik va texnologik holatini kompleks tahlil qilish asosida qum tiqinlaridan tozalash usullarini asoslash algoritmi ishlab chiqilgan;

nazoratning statik va dinamik ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish orqali gazni yer osti saqlash inshooti sifatida ishlatilayotgan qatlamlar o‘rtasida suv va gaz migratsiyasi mavjud emasligi hamda ularni alohida mustaqil obyektlar sifatida ishlatish imkoniyati asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi quduqlarda o‘tkazilgan geofizik va gidrogazodinamik tadqiqotlar hamda geologik-texnik tadbirlar, ishlatish texnologik rejimlarining loyihaviy va amaldagi ko‘rsatkichlarining mosligi hamda ishlab chiqilgan amaliy tavsiyalarning samaradorligi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati gazkondensat va neft qatlamlarida barpo etilgan gazni yer osti saqlash inshootlarini ishlatish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni aniqlash, nazorat qilish va boshqarish usullarini asoslash, quduqlar mahsuldorligiga ta’sir etuvchi geologik va texnologik omillarni kompleks tahlil qilish, shuningdek, samaradorlikni baholashga metodik yondashuvlarni takomillashtirish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati quduqlar mahsuldorligini oshirish va ularning ish rejimlarini maqbullashtirish bo‘yicha geologik-texnologik tadbirlarni asoslash, qatlamning geologik tuzilishi va quduqlarni joylashtirish sxemasining bosimning maydon bo‘yicha notekis taqsimlanishiga ta’sirini aniqlash, shuningdek, faol gaz hajmini 13,1 % ga oshirish imkoniyatini asoslash bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Gazni yer osti saqlash inshootini ishlatish tizimlarini loyihalashni takomillashtirish va maqbullashtirish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

qatlam va quduq tubi bosimini chuqurlik manometri bilan o‘lchash, quduq tubidagi sathni nazorat qilish va ishchi depressiyani cheklash bo‘yicha tavsiyalar XIX gorizontning 802, 809, 811, 816, 821, 823, 824, 844, 856 va 857-sonli hamda XX-XXII gorizontlarning 829, 833, 841, 842, 848, 850, 852, 866, 873 va 874-sonli quduqlarida joriy etilgan (“O‘ZTRANSGAZ” AJning 2023-yil 21-sentabrdagi 04-12/2-45/4262-son ma’lumotnomasi). Natijada quduqlarning maqbul texnologik ish rejimlarini belgilash imkoni yaratilgan;

quduqlar bo‘yicha individual shtutser diametrini belgilash va gazodinamik tadqiqotlar hajmini 12-15 tagacha yetkazish bo‘yicha tavsiyalar GSP-1 va GSP-2 ning 62 ta ekspluatatsion qudug‘ida joriy etilgan (“O‘ZTRANSGAZ” AJning 2023-yil 21-sentabrdagi 04-12/2-45/4262-son ma’lumotnomasi). Natijada gazni yer osti saqlash inshootini ishlatish jarayonini tezkor nazorat qilish imkoni yaratilgan;

gazni faol saqlash hajmlarini bosqichma-bosqich oshirishning texnologik sxemasi Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootida joriy etilgan (“O‘ZTRANSGAZ” AJning 2023-yil 21-sentabrdagi 04-12/2-45/4262-son ma’lumotnomasi). Natijada faol gaz hajmini 13,1 % ga oshirish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 17 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, jumladan, 6 tasi respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxatidan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 118 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi, vazifalari, obyekti va predmeti shakllantirilgan, ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, natijalarning joriy etilishi, aprobatsiyasi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootining hozirgi holati va uni ishlatishni nazorat qilish tizimlarining ilmiy-nazariy asoslari” deb nomlangan birinchi bobida tadqiqot obyektining geologik tuzilishi, mahsuldor gorizontlarning kollektorlik xususiyatlari, qatlam bosimining GYOSIni ishlatishni nazorat qilishdagi asosiy ko‘rsatkich sifatidagi ahamiyati hamda O‘zbekiston, Rossiya Federatsiyasi va Qozog‘iston Respublikasidagi GYOSIlarni nazorat qilish va ishlatish tajribasining qiyosiy tahlili natijalari bayon etilgan.

Xo‘jaobod strukturasi Muyon yotqiziqlarining XX qatlami tomi bo‘yicha gumbazsimon antiklinal burmadan iborat (balandligi 190 m, eni 2,3 km, uzunligi 4,0 km); gumbaz qismida tektonik buzilishlarning yo‘qligi XIX-XXII qatlamlarda yer osti gaz ombori barpo etilgan tuzilmaning germetikligidan dalolat beradi.

Xo‘jaobod konida jami 11 ta mahsuldor qatlam aniqlangan bo‘lib, ulardan quyi bo‘r va yura yotqiziqlaridagi XIX, XX, XXI va XXII qatlamlar asosiy hisoblanadi. Sof gaz uyumi faqat XIX qatlamda mavjud bo‘lib, uning dastlabki qatlam bosimi 192,5 kgf/sm² ni tashkil etgan. XX, XXI va XXII qatlamlarda kichik neft hoshiyalariga ega gaz uyumlari mavjud bo‘lib, ularning yotish chuqurligi 2145 m dan 2320 m gacha o‘zgaradi. Uyumlar gazi gazkondensat turiga mansub bo‘lib, kondensat miqdori 8 dan 160 cm³/m³ gacha o‘zgaradi.

Kollektorlarning filtratsion-sig‘im xususiyatlari (FSX) tahlili natijasida mahsuldor qatlamlarning o‘rtacha g‘ovakligi va o‘tkazuvchanligi qiymatlari o‘rtasida sezilarli farq mavjudligi aniqlangan: XIX gorizontning g‘ovakligi 10 % atrofida, o‘tkazuvchanligi 18-56 mD (o‘rtacha 34 mD), XX-XXI gorizontlarniki esa o‘rtacha 15 % ni tashkil etadi; XX-XXII gorizontlarda kern bo‘yicha o‘tkazuvchanlik 0-7 mD dan oshmaydi, quduq mahsuldorligi bo‘yicha esa 20-150 mD ga yetadi.

XX, XXI va XXII qatlamlarning bir-biridan zich gilli to‘siqlar bilan ishonchli ajratilganligi ularni alohida mustaqil obyektlar sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. GYOSIni ishlatishda qatlam qopqog‘ida vertikal yoriqlar ochilishining oldini oluvchi maksimal ruxsat etilgan qatlam bosimi quyidagi shartdan aniqlangan:

$$P_{max} \leq \eta \cdot P_{tj}, \quad (1)$$

bu yerda η – plastik tog‘ jinslari uchun ichki ishqalanish burchagi orqali aniqlanadigan koeffitsient; Ptj – gaz ombori qopqog‘i ustidagi tog‘ jinslari bosimi.

Ombor qalinligi 5 m dan ortiq gilli qopqoq bilan qoplangan hollarda maksimal ruxsat etilgan bosim gidrostatik bosimdan 1,3-1,5 marta yuqori bo‘lishi mumkinligi asoslangan.

Gaz haydovchi (vertikal) va neft-gaz qazib oluvchi (gorizontal) quduqlarni ochish sxemalari bo‘yicha o‘tkazilgan ko‘p variantli tadqiqotlar asosida kon bo‘yicha 33 tagacha yangi gorizontal quduq (gorizontal qismining uzunligi 500 m gacha) burg‘ilanganda loyihani amalga oshirishning 16 yillik davrida 1,8 mln tonnagacha qoldiq geologik neft zaxiralarini qazib olish mumkinligi aniqlangan. Bundan tashqari, neft hoshiyalari bo‘yicha gaz saqlashga qo‘shimcha ravishda 21,5 % g‘ovak hajm jalb etilganda 10 yillik ishlatish davrida 187,0 ming tonnagacha qoldiq neft zaxiralarini qazib olish mumkinligi ko‘rsatilgan.

XIX gorizont quduqlari bo‘yicha 2019-2020-yillar gaz olish siklida bo‘shagan g‘ovak bo‘shliq hajmlari tahlil qilinib, qatlam bosimi, olingan gaz miqdori va ΔP/Z ko‘rsatkichi o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlangan. Gaz haydash davri oxirida ombordagi maksimal bosim 21,7 MPa dan 25,0 MPa gacha oshadi, gaz olish mavsumi oxirida XIX gorizont bo‘yicha qatlam bosimi 12,3 MPa ni tashkil etadi; 2019-2020-yillarda haydalgan (529,3 mln m³) va olingan (506,3 mln m³) gaz hajmlari loyiha ko‘rsatkichlariga yaqin.

O‘zbekiston Respublikasida tugagan gaz qatlamlari negizida barpo etilgan Xo‘jaobod, Gazli va Shimoliy So‘x (So‘x anklavi) GYOSIlari faoliyat ko‘rsatadi, ularning yillik gaz saqlash sig‘imi 4,6 mlrd m³ ni tashkil etadi; taqqoslash uchun, Qozog‘iston Respublikasi GYOSIlarining umumiy faol hajmi 4,6 mlrd m³ ni, Rossiya Federatsiyasidagi 27 ta GYOSIning operativ gaz zaxirasi esa 72,1 mlrd m³ ni tashkil etadi. Qiyosiy tahlil O‘zbekistonda gaz saqlanadigan qatlamlar nisbatan katta chuqurliklarda yotishini, bu esa yuqori haydash va qatlam bosimlarini ushlab turishni hamda uskunalarning texnik imkoniyatlari ushbu talablarga mos bo‘lishini taqozo etishini ko‘rsatgan.

Dissertatsiyaning “Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootini ishlatish samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar va ularni nazorat qilish usullari” deb nomlangan ikkinchi bobida inshootning ishlash holati va unga ta’sir etuvchi geologik, gidrodinamik, texnologik va texnik omillar, qum tiqinlarining hosil bo‘lish mexanizmi, quduq tubi zonasini tozalash usullari, qishki gaz olish mavsumi tadqiqotlari hamda faol gaz hajmini oshirish imkoniyatlarini moddiy balans usulida baholash natijalari bayon etilgan.

Inshootni ishlatish jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy omillar to‘rt guruhga birlashtirilgan: geologik (qumli kollektorlar, qatlamning geterogen tuzilishi – qum tiqinlarining hosil bo‘lishi), gidrodinamik (qatlam bosimining keskin mavsumiy o‘zgarishi – quduqlar qabul qiluvchanligining pasayishi), texnologik (gaz haydash va olish rejimlarining noto‘g‘ri tanlanishi – quduq tubi zonasi holatining yomonlashishi) va texnik (quduqlarning eski fondi va konstruktiv cheklovlar – avariya xavfining ortishi).

Xo‘jaobod GYOSIda gaz haydash va olish mavsumlari oralig‘ida quduq ustyesidagi bosimning 180-190 kgf/sm² dan 18-25 kgf/sm² gacha keskin pasayishi kuzatiladi. Bunday katta bosimlar farqi ishchi depressiyaning ortishiga olib kelib, qum zarrachalarining qatlamdan quduq tomon jadal chiqishini, perforatsiya teshiklarining qisman yoki to‘liq berkilishini hamda quduq tubi zonasida kolmatatsiya jarayonlarining kuchayishini rag‘batlantiradi. Quduq tubi zonasi holatini miqdoriy baholashning asosiy ko‘rsatkichi sifatida filtratsion qarshilik koeffitsienti qabul qilingan:

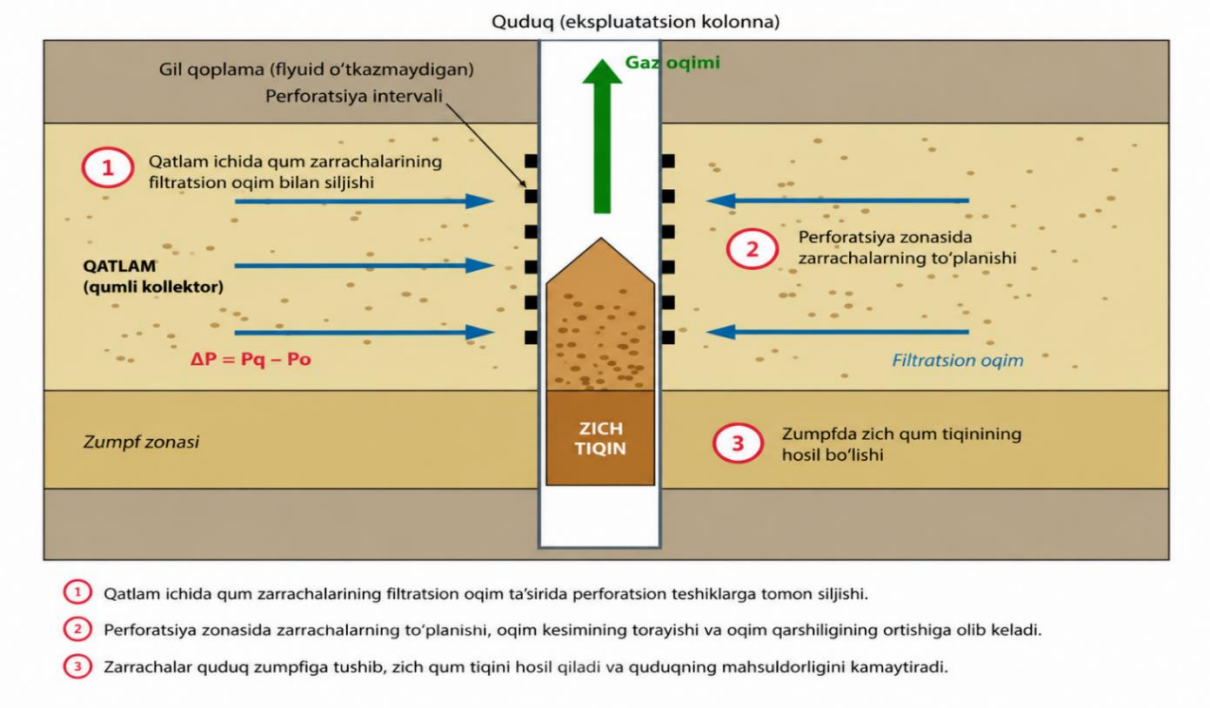
$$Rf = \Delta P/Q, \qquad (2)$$

bu yerda Rf – filtratsion qarshilik koeffitsienti; ΔP = Pq – P0 – ishchi depressiya, MPa. Rf qiymatining keskin ortishi quduq tubi zonasi ifloslanganligining asosiy indikatori hisoblanadi.

Qum tiqinlarining hosil bo‘lish jarayoni uch bosqichda kechishi aniqlangan: yuqori depressiya ta’sirida qum donalarining qatlam ichida siljishi; oqim tezligining keskin o‘zgarishi hisobiga zarrachalarning perforatsiya zonasida to‘planishi; quduq tubida (zumpfda) zich va mexanik mustahkam tiqinning shakllanishi (1-rasm).

Quduq tubida hosil bo‘lgan qum tiqini quduqlar qabul qiluvchanligining 30-60 % ga pasayishiga, ishchi depressiyaning ortishiga va quduq mahsuldorligining tez kamayishiga olib keladi. Gaz olish mavsumi oxirida ishchi depressiyaning keskin ortishi qum tiqinlari hosil bo‘lish jadalligini sezilarli oshirishi, keyingi haydash

mavsumida esa yuqori bosim ta’sirida ushbu tiqinlar zichlashib, qattiq mexanik tuzilmaga aylanishi tajribada tasdiqlangan.



1-rasm. “Qatlam – perforatsiya intervali – zumpf” zanjiri bo‘yicha qum tiqinining hosil bo‘lish sxemasi

Quduq tubi zonasini tozalash usullarini tanlashda qum tiqinining zichligi, joylashish chuqurligi, qatlam bosimi, quduq konstruksiyasi va texnologik xavflarni hisobga olish zarurligi ko‘rsatilgan.

Tahlil quduq tubini tozalashning universal usuli mavjud emasligini ko‘rsatgan: an’anaviy yuvish usullari faqat yangi hosil bo‘lgan g‘ovak tiqinlarda samarali bo‘lsa, bir necha mavsum davomida zichlashgan tiqinlarni bartaraf etishda vintli quduq tubi dvigateli (VQD), qattiq sementlashgan tiqinlarda esa pikodolota qo‘llash ilmiy va amaliy jihatdan asoslangan yechim hisoblanadi. Eng yuqori samaraga usullarni kompleks qo‘llash – avval g‘ovak tiqinlarni yuvish yoki jelonka bilan olib tashlash, so‘ngra zich tiqinlarni VQD yoki pikodolota yordamida bartaraf etish orqali erishilishi aniqlangan.

Quduq tubi zonasini tozalash ishlarini ilmiy asoslangan algoritm asosida tashkil etish taklif etilgan. Ishlab chiqilgan olti bosqichli algoritm quyidagilarni o‘z ichiga oladi: geofizik (GK, NNK, INNK) va gidrogazodinamik tadqiqotlar yordamida quduq holatini diagnostika qilish; qum tiqini balandligini aniqlash ($\Delta h > 3$-5 m bo‘lganda tozalash zarur); ishchi depressiya va xavf darajasini baholash; tiqinni uch sinfga (g‘ovak, zich, qattiq) ajratib, tozalash usulini tanlash; quduq tubini mexanik tozalash; qabul qiluvchanlikni tekshirish va quduqni ishlatishga qaytarish.

Xo‘jaobod GYOSIning XX-XXII gorizontlaridan 2019-2020-yillar qishki gaz olish mavsumida 32 ta quduq orqali jami 490,7 mln m³ tabiiy gaz olingan. Biroq geofizik, gidrogazodinamik va ekspluatatsion ma’lumotlar tahlili XX-XXII gorizontlar ekspluatatsion fondidagi 10 ta quduqda (828, 829, 831, 832, 836, 838, 840, 843, 852, 853-quduqlar) ekspluatatsion kolonnalarning ezilishi, filtr intervallarining qisman berkilishi va abraziv-korrozion yeyilish mavjudligini

ko‘rsatgan; ushbu quduqlarda ishchi depressiya ortganiga qaramay gaz debitining mutanosib o‘sishi ta’minlanmagan, ya’ni mahsuldorlik koeffitsienti J = Q/ΔP keskin pasaygan.

Past mahsuldor va texnik jihatdan murakkablashgan quduqlarni XIX gorizontga o‘tkazish maqsadga muvofiqligi ilmiy asoslangan. Bu qaror XIX gorizontda ishlatish sharoitlarining nisbatan barqarorligi, qum tiqinlari hosil bo‘lish jadalligining pastligi va gidrodinamik rejimlarni boshqarish imkoniyatlarining kengligi bilan izohlanadi. Shu asosda 2020-2021-yillarda kolonnalari ezilgan 10 ta quduqni XIX qatlamga o‘tkazish va ular o‘rniga XX-XXII gorizontlarga 10 ta yangi quduq burg‘ilashni nazarda tutuvchi qayta taqsimlash rejasi ishlab chiqilgan.

Mazkur qayta taqsimlashning faol gaz hajmiga ta’siri miqdoriy jihatdan aniqlangan: 10 ta quduqni XX-XXII gorizontlardan XIX gorizontga o‘tkazish va ular o‘rniga almashtiruvchi quduqlar burg‘ilash XIX gorizont bo‘yicha faol gaz hajmini 600,0 mln m³ ga, XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 450,0 mln m³ ga, inshoot bo‘yicha jami 1050,0 mln m³ ga yetkazish imkonini beradi. Loyihaviy ekspluatatsion fond 72 ta quduqni (XIX gorizontda 40 ta, XX-XXII gorizontlarda 32 ta) tashkil etadi, 2024-yil holatiga ko‘ra esa fondda 62 ta quduq mavjud; yetishmayotgan 10 ta quduq aynan qayta taqsimlash va almashtiruvchi quduqlarni burg‘ilash hisobiga to‘ldiriladi.

Ekspluatatsion fondni maqbullashtirish natijasida quduqlar soni 72 taga yetkazilganda mavjud ikkita gaz taqsimlash sexining (umumiy loyihaviy sutkalik quvvati 9,0 mln m³) texnologik imkoniyatlari chegarasiga yaqinlashishi aniqlangan. Gaz shleyflaridagi gidravlik yo‘qotishlar $\Delta P = \lambda \cdot (\frac{L}{D}) \cdot \frac{\rho v^2}{2}$ munosabati bo‘yicha baholanib, quduqlar soni ortishi bilan gaz oqimi tezligining o‘sishi bosim yo‘qotishlarining kvadratik ortishiga olib kelishi ko‘rsatilgan. Shu munosabat bilan quduqlar joylashgan maydonning geometrik markaziga yaqin zonada uchinchi gaz taqsimlash sexini (GTS-3) qurish taklifi ilmiy asoslangan; ushbu taklif inshootni kengaytirish loyihasiga kiritilgan va hozirda qurilish bosqichida.

Qishki mavsumda gaz olish rejimlarini kuzatish filtratsion qarshilik koeffitsientining mavsum oxiriga kelib 1,5-2 marta ortishi ayrim quduqlarda debitning 30-40 % ga kamayishiga olib kelishini ko‘rsatgan. Shu munosabat bilan qishki gaz olish rejimida yuqori depressiya qo‘llash qisqa muddatli samara bersa-da, uzoq muddatda quduq tubi zonasiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi ilmiy jihatdan isbotlangan. Maqbul yondashuv sifatida gaz olishni bosqichma-bosqich tashkil etish, debitlarni quduqlar bo‘yicha mutanosib taqsimlash, ishchi depressiyani me’yoriy qiymatlar doirasida ushlab turish hamda qum tiqini hosil bo‘lishiga moyil quduqlarda profilaktik ishlov berish qabul qilingan.

Kompleks geofizik, gidrodinamik va texnologik tahlil asosida inshootni 1050,0 mln m³ faol gaz hajmida ishlatish rejimi ilmiy va amaliy jihatdan asoslangan deb baholangan. Ombordagi umumiy gaz hajmi $V_{um} = V_a + V_b$ munosabatiga ko‘ra faol (V_a) va bufer (V_b) hajmlarga ajratilgan, faol gaz hajmining bosimlar diapazoniga bog‘liqligi esa $V_a \sim (P_{max} - P_{min})/Z$ ko‘rinishida ifodalangan. Ushbu rejimning asosiy parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Xo‘jaobod GYOSIni 1050 mln m³ faol gaz hajmida ishlatish parametrlari

Ko‘rsatkichlar	XIX gorizont	XX-XXII gorizontlar	Jami
Faol gaz, mln m³	600	450	1050
Bufer gaz, mln m³	600	550	1150
Maksimal qatlam bosimi, kgf/sm²	229,5	231,3	-
Ekspluatatsion quduqlar soni	40	32	72
Sutkalik maksimal gaz olish, mln m³	4,9	5,3	10,2

Ishlatilayotgan obyektlarda faol gaz hajmini oshirish imkoniyatini baholash maqsadida 2016-2017-yillar gaz olish mavsumi ma’lumotlari bo‘yicha olingan gaz miqdorining qatlam bosimi nisbiy pasayishiga chiziqli bog‘liqligiga asoslangan moddiy balans usuli qo‘llanilgan.

Mavsum boshi va oxirida quduqlarda o‘tkazilgan statik bosim o‘lchovlari asosida XIX va XX-XXII gorizontlar uchun izobar xaritalari tuzilgan. Moddiy balansning grafik yechimini qo‘llash natijasida drenajlanadigan gaz zaxiralari XIX gorizont bo‘yicha 575 mln m³ ni, XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 603 mln m³ ni tashkil etishi aniqlangan. Ushbu qiymatlar 2016-yil haydash mavsumi oxiridagi umumiy gaz hajmlari (mos ravishda 1054,354 va 1018,890 mln m³) bilan taqqoslanganda sezilarli tafovut qayd etilgan.

Tafovutlarning asosiy sababi suvlangan quduqlar ustyesida o‘lchanadigan statik bosimning quduq tubidagi suyuqlik ustuni ta’sirida $P_0^{st} = P_q - \rho g h$ munosabatiga ko‘ra sun’iy ravishda kam ko‘rsatilishi ekanligi isbotlangan. Qatlam bosimlarining haqiqiy qiymatlarini qayta baholash natijasida XIX gorizont bo‘yicha haqiqiy qatlam bosimi 119,2 kgf/sm² (quduq og‘zida o‘lchangan statik bosim – 45,2 kgf/sm²), XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 123,3 kgf/sm² (statik o‘lchangan bosim – 44,8 kgf/sm²) ekanligi aniqlangan.

Mazkur xulosa 2022-yilda Xo‘jaobod GYOSIda o‘tkazilgan maxsus gazodinamik tadqiqotlar bilan ham tasdiqlangan: MGN-400 va MSU-25-100 rusumli chuqurlik manometrlari bilan o‘lchangan o‘rtacha qatlam bosimi XIX gorizontda 187,62 atm ni tashkil etgan bo‘lsa, o‘sha quduqlar ustyesida o‘lchangan bosim atigi 157,95 atm ni ko‘rsatgan; XX-XXII gorizontlarda bu qiymatlar mos ravishda 196,11 va 163,78 atm ga teng bo‘lgan. Ya’ni quduq usti statik o‘lchovi haqiqiy qatlam bosimini muntazam ravishda 19-20 % ga past ko‘rsatadi. Aniqlangan haqiqiy bosimlar asosida 2016-2017-yillar gaz olish mavsumi uchun drenajlanadigan gaz zaxiralari qayta hisoblangan (2-jadvalga qarang).

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, quduq usti statik o‘lchovi bo‘yicha olingan zaxiralar (569,0 va 611,2 mln m³) moddiy balans usulida dastlab aniqlangan 575 va 603 mln m³ qiymatlar bilan mos tushadi, ya’ni ushbu hisoblar aynan statik o‘lchovga asoslangan.

2-jadval.

Drenajlanadigan gaz zaxirasini qatlam bosimini o‘lchash usuliga qarab baholash (2016-2017-yillar gaz olish mavsumi)

Ko‘rsatkichlar	XIX gorizont	XX-XXII gorizontlar
Mavsumda olingan gaz, mln m³	452,673	490,416
Mavsum boshidagi qatlam bosimi, kgf/sm²	202,0	236,0
Mavsum oxiridagi haqiqiy qatlam bosimi (chuqurlik manometri bo‘yicha), kgf/sm²	119,2	123,3
Drenajlanadigan gaz zaxirasi (quduq usti statik o‘lchovi bo‘yicha), mln m³	569,0	611,2
Drenajlanadigan gaz zaxirasi (chuqurlik manometri bo‘yicha), mln m³	1085,7	1034,9
“O‘ZTRANSGAZ” AJ hisob balansi bo‘yicha gaz hajmi, mln m³	1054,354	1018,890
Chuqurlik manometri bo‘yicha hisobning hisob balansidan chetlanishi, %	3,0	1,6

Chuqurlik manometri bo‘yicha aniqlangan zaxiralar esa “O‘ZTRANSGAZ” AJ hisob balansidan atigi 3,0 va 1,6 % ga farq qilib, muhandislik aniqligi doirasida bo‘ladi, statik o‘lchov bo‘yicha olingan qiymatlar esa hisob balansidan 1,9 va 1,7 marta past chiqadi. Olingan natijalar 2023-yilda tuzilgan raqamli 3D geologik-gidrodinamik model bilan ham tasdiqlangan: unga ko‘ra harakatchan gaz hajmi XIX gorizontda 972,711 mln m³ ni, XX-XXII gorizontlarda 907,283 mln m³ ni tashkil etadi. Shu sababli faol va qoldiq gaz hajmlarini aniqlash hamda ishlatish rejimlarini maqbullashtirishda qatlam bosimini chuqurlik manometrlari yordamida tizimli o‘lchash tavsiya etilgan.

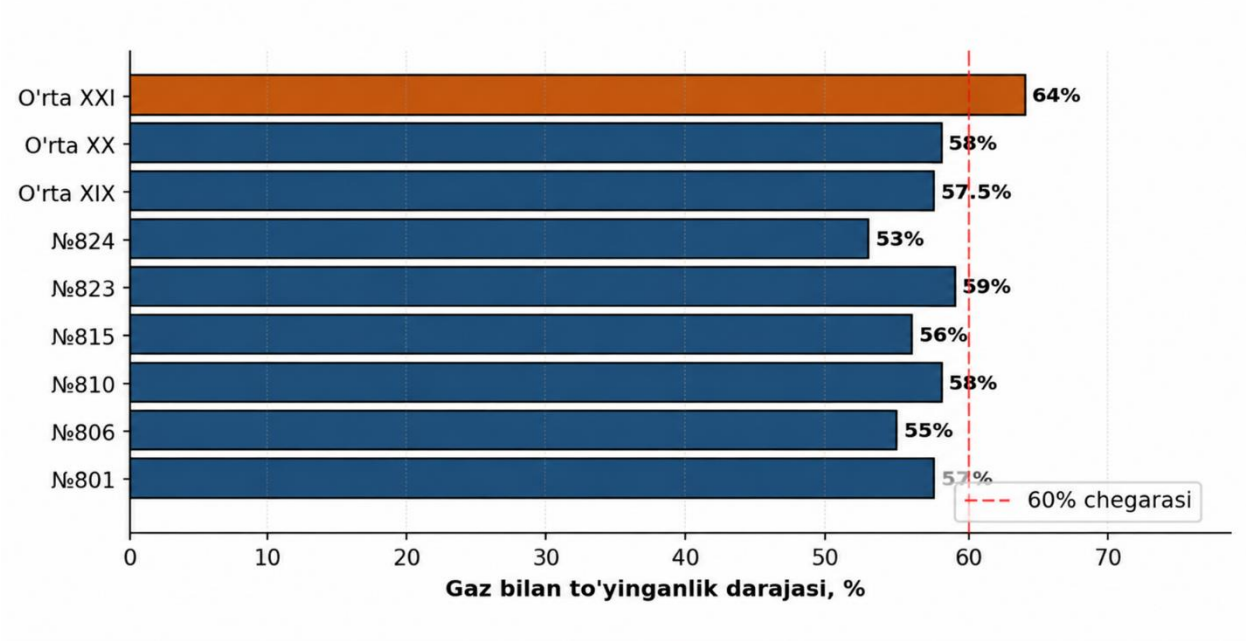
Xo‘jaobod GYOSI uchun tasdiqlangan loyihaga muvofiq qatlamdagi loyihaviy maksimal bosim P_{max} = 250,0 kgf/sm² etib belgilangan. Moddiy balans tahlili va qatlam bosimlarining haqiqiy qiymatlari asosida bosim ushbu qiymatgacha oshirilganda XIX gorizontda 1269,4 mln m³, XX-XXII gorizontlarda 1076,9 mln m³, inshoot bo‘yicha jami 2346,3 mln m³ gaz hajmini yaratish mumkinligi hisoblangan. Bu qatlamning tabiiy siqilish energiyasi va kollektor hajmlaridan hozircha to‘liq foydalanilmayotganligini hamda faol gaz hajmini 2,3 mlrd m³ dan ortiq darajaga yetkazish salohiyati mavjudligini ko‘rsatadi.

Gaz olish jarayonida suvlanish xavfini cheklash uchun ishchi depressiya $\Delta P \leq \Delta P_{kr}$ shartini qanoatlantirishi, kritik depressiya esa suv va gaz zichliklari farqi, vertikal o‘tkazuvchanlik, gaz-suv kontaktigacha bo‘lgan masofa va qatlam geterogenligini hisobga oluvchi $\Delta P_{kr} = (\rho_{suv} - \rho_{gaz}) \cdot g \cdot h/\alpha$ munosabati bo‘yicha baholanishi asoslangan. Suv konuslari hosil bo‘lishining oldini olishning zaruriy shartlari sifatida mavsumning yakuniy bosqichida minimal depressiyalarda ishlash, debitlarni keskin oshirmaslik va barcha quduqlarni bir maromda ishlatish asoslangan.

Dissertatsiyaning “Geofizik va gidrogazodinamik nazorat tizimlarini maqbullashtirish asosida Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootini ishlatish rejimlarini asoslash” deb nomlangan uchinchi bobida XIX, XX-XXII

ekspluatatsion gorizontlarda o‘tkazilgan geofizik va gidrogazodinamik tadqiqotlar metodologiyasi, ularning natijalari ilmiy tahlili hamda ularni kompleks qo‘llash asosida faol gaz hajmini oshirish va maqbul ishlatish rejimlarini ishlab chiqish natijalari yoritilgan.

Geofizik tadqiqotlar doirasida bir-birini to‘ldiruvchi usullar majmuasi qo‘llanilgan: GK – qatlamlarni litologik ajratish uchun; NGK, NNK, DNK – gaz va suv bilan to‘yingan intervallarni ajratish hamda gaz bilan to‘yinganlik koeffitsientlarini hisoblash uchun; INNK – gaz-suv kontaktlarining joriy holatini belgilash uchun; termometriya va debitometriya – quduqlarning texnik holati va quduq tubi zonasini baholash uchun.



2-rasm. Geofizik tadqiqotlar (INNK) ma’lumotlari bo‘yicha XIX-XXI gorizontlarning gaz bilan to‘yinganlik darajasini taqqoslash

Neytron usullari ma’lumotlarini miqdoriy interpretatsiya qilish natijasida XIX gorizont uchun o‘rtacha gaz bilan to‘yinganlik koeffitsienti 56-57 % ni, gaz bilan to‘yingan intervallarning o‘rtacha qalinligi 15-18 m ni (ayrim quduqlarda 20-22 m gacha) tashkil etishi aniqlangan. XX gorizont uchun o‘rtacha gaz bilan to‘yinganlik taxminan 58 % ni, XXI gorizont uchun 63-65 % ni tashkil etib, gaz bilan to‘yingan intervallarning o‘rtacha qalinligi 14-16 m ga teng (2-rasm). INNK ma’lumotlari gorizontlar o‘rtasida gaz yoki suvning vertikal migratsiyasiga oid aniq belgilar mavjud emasligini va gaz-suv kontaktlari holatining barqarorligini ko‘rsatib, inshootning tabiiy germetikligini tasdiqlagan.

Gidrogazodinamik tadqiqotlar natijalarining ishonchliligini ta’minlash maqsadida ular asosan neytral davrda – gaz haydash va olish mavsumlari oralig‘ida, qatlam bosimi nisbatan barqaror bo‘lgan sharoitda o‘tkazilgan.

Statsionar rejimlardagi tadqiqotlar diametri 8, 11, 12, 14 va ayrim hollarda 17 mm bo‘lgan shtutserlarda gaz debiti, ishchi depressiya va mahsuldorlik ko‘rsatkichlarini aniqlagan holda o‘tkazilgan (3-jadval).

3-jadval.

XIX gorizont quduqlarini gidrogazodinamik tadqiq qilish natijalari

Quduq №	Shtutser diametri, mm	Gaz debiti, ming m³/sut	Ishchi depressiya, kgf/sm²	Mahsuldorlik bahosi
801	12	310	42	yuqori
806	14	295	51	o‘rtacha
810	12	335	44	yuqori
815	14	270	55	pasaygan
823	12	360	41	yuqori
824	17	365	68	xavfli rejim

Tahlil shtutser diametri 12-14 mm bo‘lgan quduqlarda gaz debiti va ishchi depressiya o‘rtasida nisbatan maqbul muvozanat mavjudligini ko‘rsatgan: 801, 810 va 823-quduqlarda 12 mm li shtutserda depressiya 41-44 kgf/sm² oralig‘ida bo‘lganda 310-360 ming m³/sut debitga erishilgan. 824-quduqda 17 mm li shtutser qo‘llanilishi debitni 365 ming m³/sut gacha oshirish imkonini bergan, biroq depressiyaning 68 kgf/sm² gacha keskin ortishi qum zarrachalarining chiqishi va kolmatatsiya jarayonlarining rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin bo‘lgan xavfli ishlatish rejimi sifatida baholangan. Nostatsionar rejimlardagi tadqiqotlar bosim tiklanish egri chiziqlarini (BTECH) tahlil qilish orqali qatlamning o‘tkazuvchanligi va pyezoo‘tkazuvchanligini hamda quduq tubi zonasining filtratsion qarshilik koeffitsientlarini aniqlash imkonini bergan.

Gidrogazodinamik va geofizik ma’lumotlarning birgalikdagi tahlili gaz bilan to‘yinganlik darajasi yuqori baholangan intervallarda quduqlar debiti yuqori, ishchi depressiya esa belgilangan chegaralarda ekanligini ko‘rsatib, ikki turdagi tadqiqot natijalarining o‘zaro muvofiqligi va ishonchliligini tasdiqlagan. XX-XXI gorizontlar bo‘yicha quduqlarning filtratsion parametrlari tahlili XXI gorizont quduqlari o‘rtacha yuqoriroq o‘tkazuvchanlikka (120-168 mD) ega ekanligini va gaz olishda asosiy ishchi fond sifatida qaralishi mumkinligini ko‘rsatgan.

Ko‘rsatkichlarni kompleks tahlil qilish natijasida ekspluatatsion quduqlar texnik va gidrodinamik holatiga ko‘ra uch guruhga ajratilgan: birinchi guruh – yuqori mahsuldor, depressiyaga kam sezgir, barqaror ishlaydigan quduqlar (asosiy ishchi fond); ikkinchi guruh – o‘rtacha mahsuldor, ish rejimiga sezgir quduqlar (shtutser diametrini asoslangan tanlash va depressiyani qat’iy nazorat qilish talab etiladi); uchinchi guruh – quduq tubi zonasi ifloslangan past mahsuldor quduqlar (chuqur yuvish, fizik-kimyoviy va kislotali ishlov berish zarur).

2021-yil oxirida rezervuardagi gaz zaxiralarining taqsimlanishi tahlili XIX gorizontda umumiy gaz hajmi 1033,347 mln m³ (bufer gaz – 520,0, faol gaz – 513,347 mln m³), XX-XXII gorizontlarda esa 914,842 mln m³ (bufer gaz – 500,0, faol gaz – 414,842 mln m³) ekanligini ko‘rsatdi; faol gaz ulushi gidrodinamik jihatdan barqaror bo‘lgan XIX gorizontda nisbatan yuqori.

Ishlatish rejimlarini maqbullashtirish, ishchi depressiyani belgilangan intervallarda ushlab turish va quduqlarni individual boshqarish orqali XIX gorizont bo‘yicha faol gaz hajmini 513,347 mln m³ dan 600,0 mln m³ gacha, ya’ni 16,9 % ga oshirish imkoniyati ilmiy asoslangan. Moddiy balans usulida hisoblangan gaz

zaxiralari qiymatlarining geofizik ma’lumotlar bilan muvofiqligi qo‘llanilgan metodik yondashuvning to‘g‘riligini tasdiqlagan.

Ishlatish rejimlarini maqbullashtirishning quyidagi asosiy ilmiy tamoyillari ishlab chiqilgan: har bir quduq uchun individual ishlatish rejimini belgilash; ishchi depressiyani ilmiy asoslangan me’yoriy intervalda ushlab turish; mavsum davomida shtutser diametrini bosqichma-bosqich o‘zgartirish (mavsum boshida kichik diametrli shtutserlarni qo‘llash); bir vaqtning o‘zida yuqori depressiyada ishlaydigan quduqlar sonini cheklash; qatlam bosimi dinamikasini geofizik va gidrodinamik usullar bilan doimiy nazorat qilish. Quduqlarning aksariyati uchun maqbul rejim sifatida 12-14 mm shtutser diametrlari diapazoni asoslangan.

Nazorat ma’lumotlari bo‘yicha XX-XXII gorizontlardan XIX gorizontga o‘tkaziladigan quduqlar uch guruh mezonlar asosida tanlangan: geofizik (kolonnaning ezilishi yoki deformatsiyasi, gaz bilan to‘yinganlikning pasayishi, gaz-suv kontaktining quduq tubiga yaqinlashishi), gidrogazodinamik (mahsuldorlik koeffitsientining pasayishi, filtratsion qarshilik va skin-faktorning ortishi, BTECH xarakteri) va ekspluatatsion (qum tiqinlari sababli to‘xtab qolishlar chastotasi, ta’mirlashlar soni). O‘tkazish uchun 10 ta quduq (828, 830, 831, 832, 836, 838, 840, 846, 852 va 853-quduqlar) belgilangan. Ulardan 8 tasi II bobda aniqlangan kolonnasi ezilgan quduqlar bilan mos keladi.

O‘tkaziladigan quduqlar va ular o‘rniga burg‘ilanadigan almashtiruvchi quduqlarning to‘liq tarkibi 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

Nazorat ma’lumotlari bo‘yicha quduqlar fondini gorizontlar o‘rtasida qayta taqsimlash tarkibi

Yil	Soni	Quduq raqamlari	Nazorat ma’lumotlari bo‘yicha asos
XX-XXII gorizontlardan XIX gorizontga o‘tkaziladigan quduqlar			
2020	3	852, 838, 840	GIS: kolonnaning ezilishi, filtr intervalining berkilishi; GDT: mahsuldorlik koeffitsientining pasayishi
2021	7	828, 853, 846, 836, 832, 831, 830	GIS: kolonna deformatsiyasi; GDT: filtratsion qarshilik va skin-faktorning ortishi
Jami	10	-	10 tasi texnik holati bo‘yicha muammoli fondga mos keladi
XX-XXII gorizontlarga burg‘ilanadigan almashtiruvchi quduqlar			
2020 (loyiha)	3	883, 884, 888	fondni saqlash
2021 (loyiha)	7	885, 886, 887, 889, 890, 891, 892	fondni saqlash
2025-yil, amalda	10	866, 868, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879	“O‘ZTRANSGAZ” AJ ma’lumotlari bo‘yicha, 2025-yil

Ishlatish rejimini nazorat qilishning integral mezoni sifatida haydashning solishtirma ko‘rsatkichi – qatlam bosimining 1 kgf/sm² ga o‘zgarishiga to‘g‘ri keladigan gaz hajmi asoslangan. Uning XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 2010-yildagi 3,70 dan 2024-yilda 2,67 mln m³/(kgf/sm²) gacha izchil pasayishi qatlam sig‘imining kamayganligidan dalolat beradi va quyi gorizontlarni yengillashtirilgan rejimda ishlatish zarurligini tasdiqlaydi. Gidrodinamik model bo‘yicha 2024-2025-

yillar gaz olish mavsumida sutkalik gaz olish har bir obyekt bo‘yicha 4,5 mln m³ dan va inshoot bo‘yicha jami 9,0 mln m³ dan oshmagan holda XIX gorizontdan 455,0 mln m³ va XX-XXII gorizontlardan 372,0 mln m³ gaz olish mumkinligi aniqlangan.

XIX gorizont bo‘yicha haydashning solishtirma ko‘rsatkichi esa 2024-yilda 3,93 mln m³/(kgf/sm²) ni tashkil etib, 2023-yildagi 3,69 ga nisbatan oshgan, bu ushbu gorizontda qatlam sig‘imi saqlanib qolayotganini ko‘rsatadi. Quduqlar fondining joriy holatini hisobga olgan holda 2024-2025-yillar gaz olish mavsumi uchun gidrodinamik model bo‘yicha aniqlangan prognoz ko‘rsatkichlari dissertatsiyaning 3.9-jadvalida keltirilgan.

Gorizontlar bo‘yicha qiyosiy tahlil XIX gorizontda faol gaz hajmining oshishiga asosan ishlatish rejimlarini maqbullashtirish hisobiga, XX gorizontda – rejimlarni maqbullashtirish va quduq tubi zonasi holatini yaxshilashni uyg‘un qo‘llash orqali erishilishini, XXI gorizontda esa yuqori samara faqat gaz bilan to‘yinganligi yuqori bo‘lgan istiqbolli intervallarda qo‘shimcha geofizik tadqiqotlar va maqsadli texnologik tadbirlar bilan birgalikda amalga oshirilganda olinishini ko‘rsatgan.

XULOSA

“Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshootida nazorat tizimlarini maqbullashtirish orqali ishlatish samaradorligini oshirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi doirasida o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshooti qatlamlarining holatini baholash, quduqlarning ish rejimlarini maqbullashtirish va texnologik xavflarni kamaytirishga yo‘naltirilgan kompleks nazorat usuli ilmiy asoslandi. Taklif etilgan yechimlar inshootning ishonchliligi va ekspluatatsion samaradorligini oshirish imkonini berdi.

2. Suvlangan va qisman suvlangan quduqlar ustyesida qatlam bosimini statik usulda o‘lchash haqiqiy qiymatni deyarli ikki barobar kam ko‘rsatishi aniqlandi: XIX gorizont bo‘yicha 119,2 kgf/sm² o‘rniga 45,2 kgf/sm², XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 123,3 kgf/sm² o‘rniga 44,8 kgf/sm². Statik o‘lchovlar bo‘yicha hisoblangan drenajlanadigan gaz zaxiralari XIX gorizont bo‘yicha 569,0 mln m³ ni va XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 611,2 mln m³ ni, chuqurlik manometriyasi bo‘yicha esa mos ravishda 1085,7 va 1034,9 mln m³ ni tashkil etdi. Shu asosda nazorat tizimida chuqurlik o‘lchovlariga o‘tish zarurligi ilmiy asoslandi.

3. Geofizik nazorat usullarini (GK, NGK, NNK, DNK, INNK, termometriya, debitometriya) kompleks qo‘llash natijasida XIX, XX va XXI gorizontlar o‘rtasida suv va gaz migratsiyasi mavjud emasligi hamda ularni mustaqil obyektlar sifatida ishlatish imkoniyati asoslandi. Gaz bilan to‘yinganlik koeffitsienti XIX gorizont bo‘yicha 56-57 % ni, XX gorizont bo‘yicha 58 % ni va XXI gorizont bo‘yicha 63-65 % ni tashkil etishi aniqlandi. 2024-yilda 15 ta quduqda o‘tkazilgan tadqiqotlar kolonnalararo oqimlar mavjud emasligini va inshoot germetikligi saqlanganligini tasdiqladi.

4. Gidrogazodinamik nazorat ma’lumotlari bo‘yicha quduqlarni katta depressiya bilan ishlatish qisqa muddatda debitni oshirsa-da, qum tiqinlari hosil

bo‘lishi, suvlanishning jadallashuvi va mahsuldorlik koeffitsientining pasayishiga olib kelishi isbotlandi. Quduqlarning aksariyati uchun maqbul shtutser diametri 12-14 mm ekanligi asoslandi.

5. Ekspluatatsion kolonnalari ezilgan va filtr intervallari qum tiqinlari bilan berkilgan quduqlarni murakkab tuzilgan XX-XXII gorizontlardan nisbatan bir jinsli XIX gorizontga o‘tkazish samaradorligi asoslandi. Nazorat ma’lumotlari bo‘yicha tanlangan 10 ta quduqni o‘tkazish va ular o‘rniga yangi quduqlar burg‘ilash XIX gorizont bo‘yicha faol gaz hajmini 600,0 mln m³ ga, XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 450,0 mln m³ ga yetkazish imkonini berishi aniqlandi.

6. Ekspluatatsion quduqlar sonining 72 taga yetishi mavjud ikkita gaz taqsimlash sexining quvvati uchun cheklovchi omilga aylanishi aniqlandi. Uchinchi gaz taqsimlash sexini quduqlar joylashgan maydonning geometrik markazida joylashtirish hisobiga shleyflardagi gidravlik yo‘qotishlarni kamaytirish asoslandi. Maqbul rejim sifatida sutkalik gaz olishni har bir obyekt bo‘yicha 4,5 mln m³ va inshoot bo‘yicha jami 9,0 mln m³ bilan cheklash asoslandi.

7. Haydashning solishtirma ko‘rsatkichi gaz bilan to‘yingan g‘ovak hajmning qayta taqsimlanishini nazorat qilishning integral mezoni sifatida asoslandi. Ushbu ko‘rsatkichning XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 2010-yildagi 3,70 dan 2024-yilda 2,67 mln m³/(kgf/sm²) gacha pasayishi qatlam sig‘imining kamayganligidan dalolat beradi. Moddiy balans va maqbullashtirilgan nazorat tizimi asosida faol gaz hajmini 928,2 mln m³ dan 1050,0 mln m³ gacha, ya’ni 13,1 % ga oshirish imkoniyati asoslandi. Natijalar gidrodinamik model bilan tasdiqlandi: unga ko‘ra 2024-yil mavsumi oxirida drenajlanadigan gaz zaxiralari XIX gorizont bo‘yicha 1180,38 mln m³ ni va XX-XXII gorizontlar bo‘yicha 1138,5 mln m³ ni tashkil etdi. Ishlab chiqilgan texnologik sxema Xo‘jaobod GYOSIda joriy etildi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.36/2025.27.12.T.01.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ АО «O‘ZLITINEFTGAZ»

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА

МУРОДОВ АБДУЛЛАЗИЗ ИЛХОМ УГЛИ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОДЖААБАДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ

04.00.13 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан за номером B2025.4.PhD/T6136.

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета АО «O‘ZLITINEFTGAZ» (www.liting.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Абдурахимов Мухаммад Анварович** доктор философии (PhD) по техническим наукам, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	**Шевцов Владимир Михайлович** доктор технических наук, профессор
	Жураев Элдор Исроилович доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент
Ведущая организация:	Бухарский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «25» ноября 2026 года в 14:00 часов на заседании Научного Совета по присуждению ученых степеней DSc.36/2025.27.12.T.01.01 при АО «O‘ZLITINEFTGAZ», по адресу: 100029, г. Ташкент, ул. Тараса Шевченко, 2. Тел.: (+99871) 280-67-00, факс: (+99871) 256-66-48, e-mail: liting@liting.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре АО «O‘ZLITINEFTGAZ» (регистрационный номер №33) Адрес: 100029, г. Ташкент, ул. Тараса Шевченко, 2. Тел.: (+99871) 280-67-00, факс: (+99871) 256-66-48, e-mail: liting@liting.uz.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2026 года

(реестр протокола рассылки № ___ от «___» _____ 2026 года).

У.С. Назаров
Председатель Научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Р.У. Шафиев
Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, старший научный сотрудник

А.А. Рахимов
Председатель Научного семинара при
Научном совете по присуждению
ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в целях решения проблемы, связанной со снижением спроса на природный газ в летний период и его резким ростом в зимний период, широко ведутся работы по созданию подземных хранилищ газа (ПХГ) в соляных и водоносных пластах, а также в истощенных месторождениях углеводородов. В условиях дефицита, а в ряде случаев полного отсутствия пластов, пригодных для создания подземных газохранилищ вблизи крупных потребителей газа, достижение высокой эффективности за счет модернизации существующих ПХГ и научного обоснования их оптимальных режимов работы имеет важное значение для нефтегазовой отрасли.

В мире проводятся исследования, направленные на изучение проблем, возникающих на ПХГ в сезоны закачки и отбора газа, и обоснование геолого-технологических мероприятий по их предупреждению. Такие исследования имеют особое значение для ПХГ, созданных в продуктивных пластах длительно эксплуатировавшихся месторождений углеводородов, залегающих на относительно больших глубинах. В связи с этим выявление на основе комплексных исследований геологических и технологических факторов, влияющих на эффективную эксплуатацию таких сооружений, и их совершенствование путем оптимизации систем мониторинга и контроля представляют собой актуальную научную проблему.

В нашей республике проводятся научные и практические работы по совершенствованию и внедрению на ПХГ методов геологического изучения, оптимизации режимов закачки и отбора газа с целью повышения эффективности их эксплуатации. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы[1] определены задачи по переводу отрасли на качественно новый уровень и повышению ее технологической диверсификации. Исходя из этого, разработка новых технологических решений, направленных на дальнейшую оптимизацию систем подземного хранения газа при максимально эффективном использовании порового объема подземных резервуаров, имеет большое научное и практическое значение.

В определенной степени это служит выполнению задач, определенных в Указе Президента Республики Узбекистан от 27 июля 2023 года № УП-116 «О мерах по эффективной организации государственного управления в сфере горнодобывающей промышленности и геологии в рамках административных реформ», постановлениях Президента Республики Узбекистан от 9 июля 2019 года № ПП-4388 «О мерах по стабильному обеспечению населения и экономики энергоресурсами, финансовому оздоровлению нефтегазовой отрасли и совершенствованию системы ее управления», от 23 июля 2019 года № ПП-4401 «О мерах по дальнейшему совершенствованию геологического изучения недр и реализации Государственной программы развития и воспроизводства минерально-сырьевой базы на 2020-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

[1]Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28.01.2022 г. «Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

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

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на создание подземных хранилищ газа и их оптимальную эксплуатацию, проводятся в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира, в том числе в American Petroleum Institute, Halliburton, Baker Hughes, Schlumberger (США), China University of Petroleum (КНР), Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина, Всероссийском научно-исследовательском институте природных газов (ВНИИГАЗ), Всероссийском нефтяном научно-исследовательском геологоразведочном институте (ВНИГРИ), «ВолгоУралНИПИгаз» (Россия), а также в АО «O‘ZLITINEFTGAZ» и Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова (Узбекистан).

В результате проведенных в мире исследований по разработке методов и научно-технологических решений создания систем хранения природного газа получены следующие научные результаты: обоснованы гидрогазодинамические методы расчета создания ПХГ в истощенных газовых месторождениях (American Petroleum Institute, США); разработаны программно-технические комплексы построения трехмерных геолого-гидродинамических моделей циклической эксплуатации подземных газохранилищ и технологические решения по созданию хранилищ в водоносных пластах и истощенных газовых месторождениях (Schlumberger, Halliburton, США); созданы технологии размещения вертикальных и горизонтальных скважин в сложных геологических условиях (Baker Hughes, США); сформирована методологическая база гидрогазодинамического прогнозирования создания ПХГ в водоносных горизонтах (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, ВНИИГАЗ, Россия); разработаны первые проектно-технологические решения по созданию и эксплуатации ПХГ в Узбекистане (ТашГТУ, АО «O‘ZLITINEFTGAZ», Узбекистан).

Результаты исследований в данном направлении освещены в работах зарубежных ученых А.В. Гавуры, А.В. Разницына, А.Н. Ананкина, А.Р. Зиганшина, А.Ю. Вишнякова, В.Д. Лысенко, В.И. Колганова, В.С. Бойко, Д.В. Зелинина, Г.А. Еремяна, Г.Г. Исмаилова, Е.К. Искандарова, И.С. Путилова, И.В. Матвеева, М.Л. Сургучева, С.Н. Закирова, E.T. Brantson, A.C. Bertolini, V. Gholami, S.A. Haghighat, S.D. Mohaghegh, J.D. Schiozer, а также ученых нашей республики У.С. Назарова, Б.А. Алиева, А.Х. Агзамова, А.У. Назарова, Н.Н. Махмудова, М.А. Абдурахимова, В.М. Шевцова, Н.Х. Эрматова, А.А. Закирова, Б.Ш. Акрамова, К.Б. Назарова. В их исследованиях обоснована необходимость совершенствования систем проектирования и анализа эксплуатации ПХГ с применением высокотехнологичного оборудования и технических систем при строительстве новых и совершенствовании существующих объектов.

Вместе с тем вопросы, связанные с количеством природного газа, необходимого для создания буферных объемов ПХГ различных типов, новые принципы проектирования, основанные на использовании систем

горизонтальных скважин, а также вопросы совершенствования технологий подготовки газа, отбираемого при низких пластовых давлениях, до настоящего времени изучены не в полной мере. В связи с этим разработка научно-технологических основ совершенствования и оптимизации систем циклической эксплуатации ПХГ, созданных в истощающихся газоконденсатно-нефтяных месторождениях, на основе средств контроля и мониторинга является актуальной задачей.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова в рамках прикладных проектов по темам: № 03/9-588 «Внедрение инновационных технологий при освоении и эксплуатации нефтяных месторождений» (2022); № 03/9-580 «Цифровизация текстовых материалов и графических приложений» (2025) и № 03/9-416 «Повышение эффективности обессоливания диэтиленгликоля в установках очистки и осушки природного газа на подземных хранилищах газа» (2025).

Целью исследования является разработка научно-технологических решений по повышению эффективности эксплуатации подземных хранилищ газа, созданных в нефтегазовых пластах, на основе оптимизации систем геофизического и гидрогазодинамического контроля.

Задачи исследования:

анализ методологических основ системного подхода к вопросам мониторинга эксплуатационных показателей ПХГ, направленного на увеличение мощностей отбора природного газа;

исследование возможностей доразработки нефтегазовых пластов с низким давлением путем создания ПХГ;

обоснование задач системной оптимизации повышения эффективности эксплуатации ПХГ путем применения горизонтальных скважин;

разработка технологических решений по оптимизации систем наземного обустройства подземных хранилищ газа, эксплуатируемых при низких пластовых давлениях;

разработка технологических решений по проектированию системы эксплуатации подземных хранилищ газа в сочетании с доразработкой нефтяной оторочки.

Объектом исследования является Ходжаабадское подземное хранилище газа, расположенное в Андижанской области Республики Узбекистан.

Предметом исследования являются гидродинамические процессы эксплуатации подземных хранилищ газа, созданных в нефтегазовых пластах, и разработка технологических решений по совершенствованию объектов хранения газа.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы методы систематизации и обобщения промыслово-геологических данных, геофизических и гидрогазодинамических исследований скважин, статистического анализа и материального баланса.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснована возможность увеличения объема активного газа подземных хранилищ газа, созданных в газовых пластах с нефтяными оторочками, за счет объема добываемой нефти;

доказано, что дренируемые запасы газа, определенные на основе пластового давления, рассчитанного по статическому давлению на устье обводненных скважин, занижаются в 1,7-1,9 раза по сравнению с величинами, оцененными по пластовому давлению, замеренному глубинными манометрами;

доказано, что эксплуатация скважин с большой депрессией на пласт в краткосрочной перспективе увеличивает их дебит, а в долгосрочной – снижает коэффициент продуктивности за счет роста скин-фактора в призабойной зоне;

обосновано, что в конце сезона отбора газа ускоряется образование песчаных пробок, а в период закачки под воздействием высокого давления они уплотняются, увеличивая фильтрационное сопротивление;

обосновано использование удельного показателя закачки (объема газа, приходящегося на изменение пластового давления на 1 кгс/см^2) в качестве интегрального критерия контроля перераспределения газонасыщенного порового объема.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснована эффективность возврата скважин с осложненным техническим состоянием – со смятыми эксплуатационными колоннами и перекрытыми песчаными пробками интервалами фильтра – из сложнопостроенных нижних горизонтов XX-XXII на относительно однородный XIX горизонт;

обоснованы индивидуальные технологические режимы работы групп скважин, различающихся по коэффициентам продуктивности, пластовым давлениям, техническому состоянию и фильтрационным параметрам;

на основе комплексного анализа геологического и технологического состояния скважин разработан алгоритм обоснования методов очистки от песчаных пробок;

комплексным анализом статических и динамических показателей контроля обосновано отсутствие миграции воды и газа между пластами, эксплуатируемыми в качестве подземного хранилища газа, и возможность их эксплуатации как отдельных самостоятельных объектов.

Достоверность результатов исследования подтверждается проведенными в скважинах геофизическими и гидрогазодинамическими исследованиями и геолого-техническими мероприятиями, сходимостью проектных и фактических показателей технологических режимов эксплуатации, а также эффективностью разработанных практических рекомендаций.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется обоснованием методов выявления, контроля и управления проблемами, возникающими в процессе эксплуатации подземных хранилищ газа, созданных в газоконденсатных и нефтяных пластах, комплексным анализом геологических и технологических факторов, влияющих на продуктивность скважин, а также совершенствованием методических подходов к оценке эффективности.

Практическая значимость результатов исследования объясняется обоснованием геолого-технологических мероприятий по повышению продуктивности скважин и оптимизации режимов их эксплуатации, определением влияния геологического строения пласта и схемы размещения скважин на неравномерность распределения давления по площади, а также обоснованием возможности увеличения объема активного газа на 13,1 %.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию и оптимизации проектирования систем эксплуатации подземного хранилища газа:

рекомендации по измерению пластового и забойного давления глубинным манометром, контролю уровня на забое и ограничению рабочей депрессии внедрены на скважинах №№ 802, 809, 811, 816, 821, 823, 824, 844, 856 и 857 горизонта XIX и скважинах №№ 829, 833, 841, 842, 848, 850, 852, 866, 873 и 874 горизонтов XX-XXII (справка АО «O‘ZTRANSGAZ» от 21 сентября 2023 года № 04-12/2-45/4262). Это позволило установить оптимальные технологические режимы работы скважин;

рекомендации по назначению индивидуального диаметра штуцера по скважинам и доведению объема газодинамических исследований до 12-15 внедрены на 62 эксплуатационных скважинах ГСП-1 и ГСП-2 (справка АО «O‘ZTRANSGAZ» от 21 сентября 2023 года № 04-12/2-45/4262). Это позволило оперативно контролировать процесс эксплуатации подземного хранилища газа;

технологическая схема поэтапного увеличения объемов активного хранения газа внедрена на Ходжаабадском подземном хранилище газа (справка АО «O‘ZTRANSGAZ» от 21 сентября 2023 года № 04-12/2-45/4262). В результате появилась возможность увеличить объем активного газа на 13,1 %.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования прошли апробацию на 2 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 17 научных работах, в том числе 9 статей в научных журналах (6 – в республиканских и 3 – в зарубежных), рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертационной работы составляет 118 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты, приведены сведения о внедрении результатов, апробации, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Современное состояние Ходжаабадского подземного хранилища газа и научно-теоретические основы систем контроля его эксплуатации» изложены результаты исследований геологического строения объекта, коллекторских свойств продуктивных горизонтов, пластового давления как основного показателя контроля эксплуатации ПХГ, а также сравнительного анализа опыта контроля и эксплуатации ПХГ Узбекистана, Российской Федерации и Республики Казахстан.

Ходжаабадская структура по кровле XX пласта муянских отложений представляет собой куполовидную антиклинальную складку (высота 190 м, ширина 2,3 км, длина 4,0 км); отсутствие тектонических нарушений в купольной части свидетельствует о герметичности строения, в котором в пластах XIX-XXII создано подземное газохранилище.

На Ходжаабадском месторождении выявлено всего 11 продуктивных пластов, из которых основными являются пласты XIX, XX, XXI и XXII нижнемеловых и юрских отложений. Чисто газовая залежь имеется только в XIX пласте с первоначальным пластовым давлением 192,5 кгс/см². В пластах XX, XXI и XXII имеются газовые залежи с небольшими нефтяными оторочками, глубина залегания которых изменяется от 2145 до 2320 м. Газ залежей относится к газоконденсатному типу, содержание конденсата изменяется от 8 до 160 см³/м³.

По результатам анализа ФЕС коллекторов установлено значительное расхождение средних значений пористости и проницаемости продуктивных пластов: пористость горизонта XIX составляет около 10 % при проницаемости 18-56 мД (в среднем 34 мД), горизонтов XX-XXI – в среднем 15 %; проницаемость горизонтов XX-XXII по керну не превышает 0-7 мД, тогда как по данным продуктивности скважин она достигает 20-150 мД.

Надежная изоляция пластов XX, XXI и XXII друг от друга плотными глинистыми перемычками, позволяет рассматривать их как отдельные самостоятельные объекты. Максимально допустимое пластовое давление при эксплуатации ПХГ, предотвращающее раскрытие вертикальных трещин в покрышке пласта, определено из условия:

$$P_{max} \leq \eta \cdot P_{tj}, \quad (1)$$

где η – коэффициент, определяемый через угол внутреннего трения для пластичных горных пород; P_{tj} – давление горных пород над покрышкой хранилища газа.

Обосновано, что при перекрытии хранилища глинистой покрышкой толщиной более 5 м, максимально допустимое давление может превышать гидростатическое в 1,3-1,5 раза.

На основе многовариантных исследований схем вскрытия газонагнетательных (вертикальных) и нефтегазодобывающих (горизонтальных) скважин установлено, что при бурении по месторождению до 33 новых горизонтальных скважин (с длиной горизонтального участка до

500 м) за 16-летний период реализации проекта возможна добыча до 1,8 млн тонн остаточных геологических запасов нефти. Кроме того, показано, что при вовлечении в хранение газа дополнительно 21,5 % порового объема по нефтяным оторочкам за 10-летний период эксплуатации возможна добыча до 187,0 тыс. тонн остаточных запасов нефти.

Проанализированы объемы освобожденного порового пространства по скважинам XIX горизонта в цикле отбора газа 2019-2020 годов и установлены зависимости между пластовым давлением, количеством отобранного газа и показателем $\Delta P/Z$. К концу периода закачки максимальное давление в хранилище повышается с 21,7 до 25,0 МПа, в конце сезона отбора пластовое давление по XIX горизонту составляет 12,3 МПа; в 2019-2020 годах объемы закачанного (529,3 млн м³) и отобранного (506,3 млн м³) газа близки к проектным.

На территории Республики Узбекистан на базе истощенных газовых пластов функционируют Ходжаабадское, Газлинское и Северо-Сохское ПХГ (анклав Сох) с годовой емкостью хранения газа 4,6 млрд м³; для сравнения, суммарный активный объем ПХГ Республики Казахстан составляет 4,6 млрд м³, а оперативный запас газа 27 ПХГ Российской Федерации – 72,1 млрд м³. Сравнительный анализ показал, что в Узбекистане пласты для хранения газа залегают на относительно больших глубинах, что требует поддержания высоких давлений закачки и пластовых давлений, а также соответствия технических возможностей оборудования этим требованиям.

Во второй главе диссертации «Факторы, влияющие на эффективность эксплуатации Ходжаабадского подземного хранилища газа, и методы их контроля» изложены состояние работы хранилища и влияющие на него геологические, гидродинамические, технологические и технические факторы, механизм образования песчаных пробок, методы очистки призабойной зоны скважин, исследования зимнего сезона отбора газа, а также результаты оценки возможностей увеличения объема активного газа методом материального баланса.

Основные факторы, влияющие на процесс эксплуатации сооружения, объединены в четыре группы – геологические (песчаные коллекторы, гетерогенное строение пласта – образование песчаных пробок), гидродинамические (резкие сезонные изменения пластового давления – снижение приемистости скважин), технологические (неправильный выбор режимов закачки и отбора газа – ухудшение состояния призабойной зоны) и технические (старый фонд скважин и конструктивные ограничения – рост аварийных рисков).

На Ходжаабадском ПХГ между сезонами закачки и отбора газа наблюдается резкое снижение устьевого давления со 180-190 до 18-25 кгс/см². Столь большая разница давлений приводит к росту рабочей депрессии, стимулируя интенсивный вынос песчаных частиц из пласта к скважине, частичное или полное перекрытие перфорационных отверстий и усиление процессов кольматации в призабойной зоне. В качестве основного показателя количественной оценки состояния призабойной зоны скважины принят коэффициент фильтрационного сопротивления:

$$Rf = \Delta P/Q, \qquad (2)$$

где Rf – коэффициент фильтрационного сопротивления; $\Delta P = P_q - P_0$ – рабочая депрессия, МПа. Резкий рост значения Rf является основным индикатором загрязненности призабойной зоны скважины.

Установлено, что процесс образования песчаных пробок протекает в три этапа: перемещение песчаных зерен внутри пласта под воздействием высокой депрессии; накопление частиц в зоне перфорации за счет резкого изменения скорости потока; формирование плотной и механически прочной пробки на забое скважины (в зумпфе) (рис. 1).

Образовавшаяся на забое песчаная пробка приводит к снижению приемистости скважин на 30-60 %, росту рабочей депрессии и быстрому снижению продуктивности скважины. Экспериментально подтверждено, что резкий рост рабочей депрессии в конце сезона отбора газа существенно повышает интенсивность образования песчаных пробок, а в последующий сезон закачки под воздействием высокого давления эти пробки уплотняются, превращаясь в твердую механическую структуру.

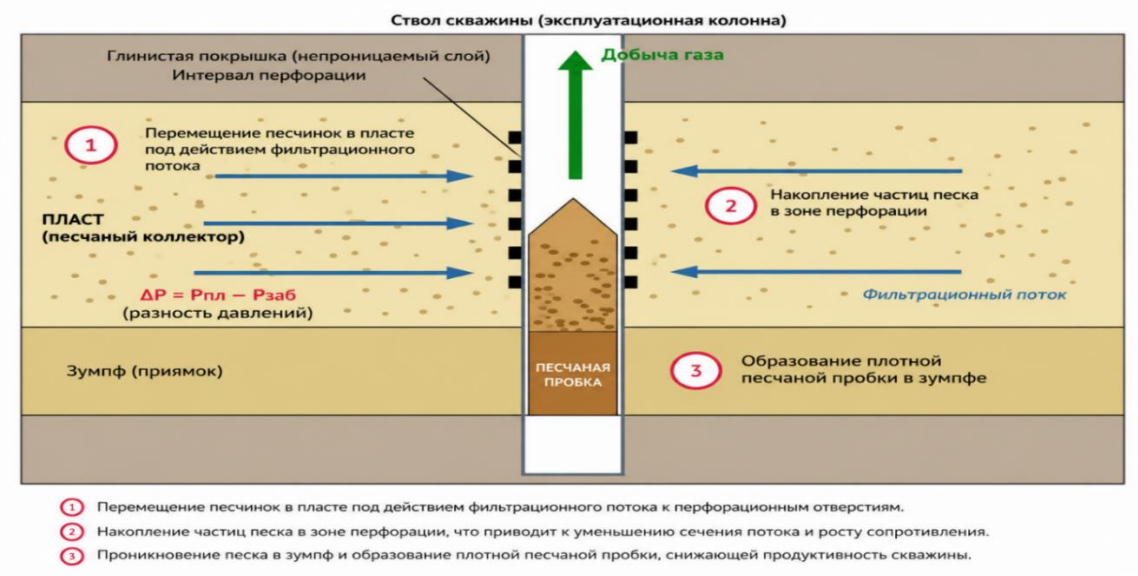


Рис. 1. Схема образования песчаной пробки по цепи «пласт-интервал перфорации-зумпф»

Показано, что при выборе методов очистки призабойной зоны скважины необходимо учитывать плотность песчаной пробки, глубину ее расположения, пластовое давление, конструкцию скважины и технологические риски.

Анализ показал, что универсального метода очистки забоя скважин не существует: если традиционные методы промывки эффективны только при вновь образованных рыхлых пробках, то при ликвидации пробок, уплотнившихся в течение нескольких сезонов, научно и практически обоснованным решением является применение винтового забойного двигателя (ВЗД), а при твердых сцементированных пробках – пикодолота. Установлено, что наибольший эффект достигается комплексным применением методов – сначала удалением рыхлых пробок промывкой или желонкой, а затем ликвидацией плотных пробок с помощью ВЗД или пикодолота.

Предложено организовать работы по очистке призабойной зоны скважин на основе научно обоснованного алгоритма. Разработанный шестиэтапный

алгоритм включает: диагностику состояния скважины посредством геофизических (ГК, ННК, ИННК) и гидрогазодинамических исследований; определение высоты песчаной пробки (очистка необходима при $\Delta h > 3$-5 м); оценку рабочей депрессии и степени риска; классификацию пробки по трем классам (рыхлая, плотная, твердая) с выбором метода очистки; механическую очистку забоя скважины; проверку приемистости и возврат скважины в эксплуатацию.

В зимний сезон отбора газа 2019-2020 годов из XX-XXII горизонтов Ходжаабадского ПХГ через 32 скважины было добыто в общей сложности 490,7 млн м³ природного газа. Однако анализ геофизических, гидрогазодинамических и эксплуатационных данных показал наличие в 10 скважинах эксплуатационного фонда XX-XXII горизонтов (№№ 828, 829, 831, 832, 836, 838, 840, 843, 852, 853) смятия эксплуатационных колонн, частичного перекрытия интервалов фильтра и абразивно-коррозионного износа; в этих скважинах, несмотря на рост рабочей депрессии, пропорционального роста дебита газа не обеспечивалось, то есть коэффициент продуктивности $J = Q/\Delta P$ резко снизился.

Научно обоснована целесообразность перевода низкопродуктивных и технически осложненных скважин на XIX горизонт. Это решение объясняется относительной стабильностью эксплуатационных условий XIX горизонта, низкой интенсивностью образования песчаных пробок и более широкими возможностями управления гидродинамическими режимами. На этой основе разработан план перераспределения, предусматривающий перевод в 2020-2021 годах 10 скважин со смятыми колоннами на XIX пласт и бурение взамен них 10 новых скважин на XX-XXII горизонты.

Влияние данного перераспределения на объем активного газа определено количественно: перевод 10 скважин с горизонтов XX-XXII на горизонт XIX и бурение взамен них замещающих скважин позволяет довести объем активного газа по горизонту XIX до 600,0 млн м³, по горизонтам XX-XXII – до 450,0 млн м³, а по хранилищу в целом – до 1050,0 млн м³. Проектный эксплуатационный фонд составляет 72 скважины (40 по горизонту XIX и 32 по горизонтам XX-XXII), тогда как по состоянию на 2024 г. в фонде числятся 62 скважины; недостающие 10 скважин восполняются именно за счет перераспределения и бурения заменяющих скважин.

Установлено, что в результате оптимизации эксплуатационного фонда при доведении числа скважин до 72 технологические возможности двух существующих газораспределительных цехов (суммарной проектной суточной мощностью 9,0 млн м³) приближаются к своему пределу. Гидравлические потери в газовых шлейфах оценены по соотношению $\Delta P = \lambda \cdot (L/D) \cdot \rho v^2/2$, и показано, что с ростом числа скважин увеличение скорости газового потока приводит к квадратичному росту потерь давления. В связи с этим научно обосновано предложение о строительстве третьего газораспределительного цеха (ГРЦ-3) в зоне, близкой к геометрическому центру площади размещения скважин; данное предложение включено в проект расширения хранилища и в настоящее время находится на стадии строительства.

Наблюдения за режимами добычи газа в зимний период показали, что увеличение коэффициента фильтрационного сопротивления к концу сезона в

1,5-2 раза приводит к снижению дебита в некоторых скважинах на 30-40 %. В связи с этим научно доказано, что применение высокой депрессии в режиме зимнего отбора газа, давая краткосрочный эффект, в долгосрочной перспективе отрицательно влияет на призабойную зону скважины. В качестве оптимального подхода приняты поэтапная организация отбора газа, пропорциональное распределение дебитов по скважинам, поддержание рабочей депрессии в пределах нормативных значений и проведение профилактических обработок в скважинах, склонных к образованию песчаных пробок.

На основе комплексного геофизического, гидродинамического и технологического анализа режим эксплуатации хранилища в объеме 1050,0 млн м³ активного газа, оценен как научно и практически обоснованный. Общий объем газа в хранилище разделен на активный (V_a) и буферный (V^b) объемы, согласно соотношению $V_{um} = V_a + V^b$, а зависимость объема активного газа от диапазона давлений выражена в виде $V_a \sim (Pmax - Pmin)/Z$. Основные параметры данного режима приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры эксплуатации Ходжаабадского ПХГ при объеме активного газа 1050 млн м³

Показатели	XIX горизонт	XX-XXII горизонты	Итого
Активный газ, млн м³	600	450	1050
Буферный газ, млн м³	600	550	1150
Максимальное пластовое давление, кгс/см²	229,5	231,3	-
Число эксплуатационных скважин	40	32	72
Максимальный суточный отбор газа, млн м³	4,9	5,3	10,2

С целью оценки возможности увеличения активного объема газа на эксплуатируемых объектах по данным сезона отбора газа 2016-2017 годов, применен метод материального баланса, основанный на линейной зависимости накопленного отбора газа от относительного снижения пластового давления.

На основе статических замеров давления, проведенных в скважинах в начале и конце сезона, построены карты изобар для XIX и XX-XXII горизонтов. В результате применения графического решения материального баланса установлено, что дренируемые запасы газа составляют: по XIX горизонту 575 млн м³, по XX-XXII горизонтам – 603 млн м³. При сопоставлении этих значений с общими объемами газа на конец сезона закачки 2016 года (соответственно 1054,354 и 1018,890 млн м³) зафиксировано существенное расхождение.

Доказано, что основной причиной расхождений является искусственное занижение статического давления, замеряемого на устье обводненных скважин, под воздействием столба жидкости на забое согласно соотношению $P_0^{ст} = Pq - \rho gh$. В результате переоценки фактических значений пластовых давлений установлено, что фактическое пластовое давление по XIX горизонту составляет 119,2 кгс/см² (статическое давление, замеренное на устье – 45,2 кгс/см²), по XX-XXII горизонтам – 123,3 кгс/см² (статически замеренное давление – 44,8 кгс/см²).

Данный вывод подтвержден также специальными газодинамическими исследованиями, проведенными на Ходжаабадском ПХГ в 2022 году: среднее пластовое давление, замеренное глубинными манометрами МГН-400 и МСУ-25-100, по горизонту XIX составило 187,62 атм, тогда как давление, замеренное на устье тех же скважин, – лишь 157,95 атм; по горизонтам XX-XXII эти значения составили соответственно 196,11 и 163,78 атм. То есть статический замер на устье систематически занижает фактическое пластовое давление на 19-20 %. На основе установленных фактических давлений выполнен пересчет дренируемых запасов газа для сезона отбора 2016-2017 годов (см. таблицу 2).

Таблица 2

Оценка дренируемых запасов газа в зависимости от способа замера пластового давления (сезон отбора 2016-2017 годов)

Показатели	XIX горизонт	XX-XXII горизонты
Отобрано газа за сезон, млн м³	452,673	490,416
Пластовое давление на начало сезона, кгс/см²	202,0	236,0
Фактическое пластовое давление на конец сезона (по глубинному манометру), кгс/см²	119,2	123,3
Дренируемые запасы газа (по статическому замеру на устье), млн м³	569,0	611,2
Дренируемые запасы газа (по глубинному манометру), млн м³	1085,7	1034,9
Объем газа по учетному балансу АО «O‘ZTRANSGAZ», млн м³	1054,354	1018,890
Отклонение расчета по глубинному манометру от учетного баланса, %	3,0	1,6

Как видно из таблицы, запасы, полученные по статическому замеру на устье (569,0 и 611,2 млн м³), совпадают с первоначально определенными методом материального баланса значениями 575 и 603 млн м³, то есть эти расчеты основаны именно на статическом замере. Запасы, определенные по глубинному манометру, отличаются от учетного баланса АО «O‘ZTRANSGAZ» всего на 3,0 и 1,6 %, то есть находятся в пределах инженерной точности, тогда как значения по статическому замеру ниже учетного баланса в 1,9 и 1,7 раза. Полученные результаты подтверждены также цифровой 3D геолого-гидродинамической моделью, построенной в 2023 году: согласно ей подвижный объем газа составляет 972,711 млн м³ по горизонту XIX и 907,283 млн м³ по горизонтам XX-XXII. В связи с этим при определении активного и остаточного объемов газа и оптимизации режимов эксплуатации рекомендовано систематическое измерение пластового давления глубинными манометрами.

Согласно утвержденному проекту для Ходжаабадского ПХГ проектное максимальное давление в пласте установлено равным P_{max} = 250,0 кгс/см². На основе анализа материального баланса и фактических значений пластовых давлений рассчитано, что при повышении давления до этой величины возможно создание объема газа 1269,4 млн м³ в XIX горизонте и 1076,9 млн м³ в XX-XXII горизонтах, всего по сооружению – 2346,3 млн м³. Это свидетельствует о том, что энергия естественного сжатия пласта и объемы

коллектора пока используются не в полной мере и имеется потенциал доведения объема активного газа до уровня свыше 2,3 млрд м³.

Обосновано, что для ограничения риска обводнения в процессе отбора газа рабочая депрессия должна удовлетворять условию $\Delta P \leq \Delta P_{кр}$, а критическая депрессия оценивается по соотношению $\Delta P_{кр} = (\rho_в - \rho_г)\cdot g\cdot h/\alpha$, учитывающему разность плотностей воды и газа, вертикальную проницаемость, расстояние до газоводяного контакта и гетерогенность пласта. В качестве необходимых условий предупреждения образования водяных конусов обоснованы режим работы на минимальных депрессиях на завершающей стадии сезона, недопущение резкого увеличения дебитов и равномерная эксплуатация всех скважин.

В третьей главе диссертации «Обоснование режимов эксплуатации Ходжаабадского подземного хранилища газа на основе оптимизации систем геофизического и гидрогазодинамического контроля» освещены методология геофизических и гидрогазодинамических исследований, проведенных на эксплуатационных горизонтах XIX, XX и XXI, научный анализ их результатов, а также результаты увеличения объема активного газа и разработки оптимальных режимов эксплуатации на основе их комплексного применения.

В рамках геофизических исследований применен комплекс взаимодополняющих методов: ГК – для литологического разделения пластов; НГК, ННК, ДНК – для выделения газо- и водонасыщенных интервалов и расчета коэффициентов газонасыщенности; ИННК – для определения текущего положения газоводяных контактов; термометрия и дебитометрия – для оценки технического состояния скважин и призабойной зоны.

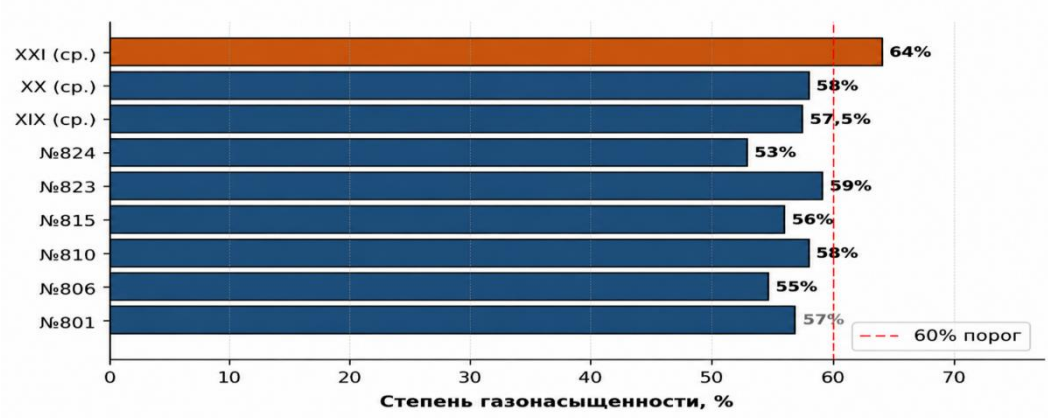


Рис. 2. Сопоставление степени газонасыщенности XIX-XXI горизонтов по данным геофизических исследований (ИННК)

В результате количественной интерпретации данных нейтронных методов установлено, что для XIX горизонта средний коэффициент газонасыщенности составляет 56-57 %, средняя толщина газонасыщенных интервалов – 15-18 м (в отдельных скважинах до 20-22 м). Для XX горизонта средняя газонасыщенность составляет около 58 %, для XXI горизонта – 63-65 % при средней толщине газонасыщенных интервалов 14-16 м (рис. 2). Данные ИННК показали отсутствие явных признаков вертикальной миграции газа или воды между горизонтами и стабильность положения газоводяных контактов, подтвердив естественную герметичность сооружения.

С целью обеспечения достоверности результатов гидрогазодинамических исследований они проводились преимущественно в нейтральный период – между сезонами закачки и отбора газа, при относительно стабильном пластовом давлении.

Исследования при стационарных режимах проведены на штуцерах диаметром 8, 11, 12, 14 и в отдельных случаях 17 мм с определением дебита газа, рабочей депрессии и показателей продуктивности (таблица 3).

Таблица 3

Результаты гидрогазодинамических исследований скважин XIX горизонта

№ скв.	Диаметр штуцера, мм	Дебит газа, тыс. м³/сут	Рабочая депрессия, кгс/см²	Оценка продуктивности
801	12	310	42	высокая
806	14	295	51	средняя
810	12	335	44	высокая
815	14	270	55	пониженная
823	12	360	41	высокая
824	17	365	68	опасный режим

Анализ показал наличие относительно оптимального баланса между дебитом газа и рабочей депрессией в скважинах с диаметром штуцера 12-14 мм: в скважинах №№ 801, 810 и 823 на 12-мм штуцере достигнут дебит 310-360 тыс. м³/сут при депрессии в пределах 41-44 кгс/см². В скважине № 824 применение 17-мм штуцера позволило довести дебит до 365 тыс. м³/сут, однако резкий рост депрессии до 68 кгс/см² оценен как опасный режим эксплуатации, способный вызвать вынос песчаных частиц и развитие процессов кольматации. Исследования при нестационарных режимах путем анализа кривых восстановления давления (КВД) позволили определить проницаемость и пьезопроводность пласта, а также коэффициенты фильтрационного сопротивления призабойной зоны.

Совместный анализ гидрогазодинамических и геофизических данных показал, что в интервалах с высокой оценкой газонасыщенности дебиты скважин высоки, а рабочая депрессия находится в установленных пределах, что подтвердило взаимную согласованность и достоверность результатов двух видов исследований. Анализ фильтрационных параметров скважин по XX-XXI горизонтам показал, что скважины XXI горизонта обладают в среднем более высокой проницаемостью (120-168 мД) и могут рассматриваться как основной рабочий фонд при отборе газа.

В результате комплексного анализа показателей эксплуатационные скважины разделены на три группы по техническому и гидродинамическому состоянию: первая группа – высокопродуктивные, малочувствительные к депрессии, стабильно работающие скважины (основной рабочий фонд); вторая группа – среднепродуктивные скважины, чувствительные к режиму работы (требуются обоснованный выбор диаметра штуцера и строгий контроль депрессии); третья группа – низкопродуктивные скважины с загрязненной призабойной зоной (необходимы глубокие промывки, физико-химические и кислотные обработки).

Анализ распределения запасов газа в резервуаре на конец 2021 года показал, что общий объем газа в горизонте XIX составляет 1033,347 млн м³ (буферный газ – 520,0, активный газ – 513,347 млн м³), в горизонтах XX-XXII – 914,842 млн м³ (буферный газ – 500,0, активный газ – 414,842 млн м³); доля активного газа относительно выше в гидродинамически стабильном горизонте XIX.

Научно обоснована возможность увеличения объема активного газа по горизонту XIX с 513,347 до 600,0 млн м³, то есть на 16,9 %, путем оптимизации режимов эксплуатации, поддержания рабочей депрессии в установленных интервалах и индивидуального управления скважинами. Согласованность значений запасов газа, рассчитанных методом материального баланса, с геофизическими данными подтвердила правильность примененного методического подхода.

Разработаны следующие основные научные принципы оптимизации режимов эксплуатации: установление индивидуального режима эксплуатации для каждой скважины; поддержание рабочей депрессии в научно обоснованном нормативном интервале; поэтапное изменение диаметра штуцера в течение сезона (применение штуцеров малого диаметра в начале сезона); ограничение числа скважин, одновременно работающих с высокой депрессией; постоянный контроль динамики пластового давления геофизическими и гидродинамическими методами. Для большинства скважин в качестве оптимального режима обоснован диапазон диаметров штуцера 12-14 мм.

По данным контроля выбраны скважины, подлежащие переводу с горизонтов XX-XXII на горизонт XIX, по трем группам критериев: геофизическим (смятие или деформация колонны, снижение газонасыщенности, приближение газоводяного контакта к забою), гидрогазодинамическим (снижение коэффициента продуктивности, рост фильтрационного сопротивления и скин-фактора, характер КВД) и эксплуатационным (частота простоев из-за песчаных пробок, число ремонтов). К переводу намечены 10 скважин (№№ 828, 830, 831, 832, 836, 838, 840, 846, 852 и 853). Из них 8 совпадают со скважинами со смятием колонн, выявленными во II главе.

Полный состав переводимых скважин и бурящихся взамен них замещающих скважин приведен в таблице 4.

Таблица 4

Состав перераспределения фонда скважин между горизонтами по данным контроля

Год	Кол-во	Номера скважин	Основание по данным контроля
Скважины, переводимые с горизонтов XX-XXII на горизонт XIX			
2020	3	852, 838, 840	ГИС: смятие колонны, перекрытие интервала фильтра; ГДИ: снижение коэффициента продуктивности
2021	7	828, 853, 846, 836, 832, 831, 830	ГИС: деформация колонны; ГДИ: рост фильтрационного сопротивления и скин-фактора
Итого	10	-	10 соответствуют проблемному фонду по техническому состоянию

Замещающие скважины, бурящиеся на горизонты XX-XXII			
2020 (проект)	3	883, 884, 888	сохранение фонда
2021 (проект)	7	885, 886, 887, 889, 890, 891, 892	сохранение фонда
2025 г., фактически	10	866, 868, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879	по данным АО «O‘ZTRANSGAZ» за 2025 г.

В качестве интегрального критерия контроля режима эксплуатации обоснован удельный показатель закачки – объем газа, приходящийся на изменение пластового давления на 1 кгс/см². Его последовательное снижение по горизонтам XX-XXII с 3,70 в 2010 году до 2,67 млн м³/(кгс/см²) в 2024 году свидетельствует об уменьшении емкости пласта и подтверждает необходимость эксплуатации нижних горизонтов в облегченном режиме. По гидродинамической модели установлено, что в сезоне отбора 2024-2025 годов возможен отбор 455,0 млн м³ газа из горизонта XIX и 372,0 млн м³ из горизонтов XX-XXII при суточном отборе не более 4,5 млн м³ по каждому объекту и 9,0 млн м³ по хранилищу в целом.

По горизонту XIX удельный показатель закачки в 2024 году составил 3,93 млн м³/(кгс/см²) и увеличился по сравнению с 3,69 в 2023 году, что свидетельствует о сохранении емкости пласта в данном горизонте. Прогнозные показатели на сезон отбора 2024-2025 годов, определенные по гидродинамической модели с учетом текущего состояния фонда скважин, приведены в таблице 3.9 диссертации.

Сравнительный анализ по горизонтам показал, что в XIX горизонте увеличение объема активного газа достигается главным образом за счет оптимизации режимов эксплуатации, в XX горизонте – путем согласованного применения оптимизации режимов и улучшения состояния призабойной зоны, в XXI горизонте высокий эффект достигается только при реализации мероприятий в перспективных интервалах с высокой газонасыщенностью в сочетании с дополнительными геофизическими исследованиями и целенаправленными технологическими мероприятиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, проведенных в рамках диссертации доктора философии (PhD) на тему «Повышение эффективности эксплуатации Ходжаабадского подземного хранилища газа путем оптимизации систем контроля», сформулированы следующие выводы:

1. Научно обоснован комплексный метод контроля, направленный на оценку состояния пластов Ходжаабадского подземного хранилища газа, оптимизацию режимов работы скважин и снижение технологических рисков. Предложенные решения позволили повысить надежность и эксплуатационную эффективность сооружения.

2. Установлено, что измерение пластового давления статическим способом на устье обводненных и частично обводненных скважин занижает истинное значение почти вдвое: по горизонту XIX – 45,2 кгс/см² вместо 119,2 кгс/см², по горизонтам XX-XXII – 44,8 кгс/см² вместо 123,3 кгс/см². Дренируемые запасы газа, рассчитанные по статическим замерам, составили

569,0 млн м³ по горизонту XIX и 611,2 млн м³ по горизонтам XX-XXII, а по глубинной манометрии – соответственно 1085,7 и 1034,9 млн м³. На этом основании научно обоснована необходимость перехода по системе контроля к глубинным замерам.

3. В результате комплексного применения геофизических методов контроля (ГК, НГК, ННК, ДНК, ИННК, термометрия, дебитометрия) обосновано отсутствие миграции воды и газа между горизонтами XIX, XX и XXI и возможность их эксплуатации как самостоятельных объектов. Установлено, что коэффициент газонасыщенности составляет 56-57 % по горизонту XIX, 58 % по горизонту XX и 63-65 % по горизонту XXI. Исследования, проведенные в 2024 году на 15 скважинах, подтвердили отсутствие межколонных перетоков и сохранение герметичности сооружения.

4. По данным гидрогазодинамического контроля доказано, что эксплуатация скважин с большой депрессией в краткосрочной перспективе увеличивает дебит, однако приводит к образованию песчаных пробок, интенсификации обводнения и снижению коэффициента продуктивности. Для большинства скважин обоснован оптимальный диаметр штуцера 12-14 мм.

5. Обоснована эффективность перевода скважин со смятыми эксплуатационными колоннами и перекрытыми песчаными пробками интервалами фильтра со сложнопостроенных горизонтов XX-XXII на относительно однородный горизонт XIX. Установлено, что перевод отобранных по данным контроля 10 скважин и бурение взамен них новых скважин позволяет довести объем активного газа по горизонту XIX до 600,0 млн м³, по горизонтам XX-XXII – до 450,0 млн м³.

6. Установлено, что рост числа эксплуатационных скважин до 72 становится ограничивающим фактором для мощности двух существующих газораспределительных цехов. Обосновано снижение гидравлических потерь в шлейфах за счет размещения третьего газораспределительного цеха в геометрическом центре площади расположения скважин. В качестве оптимального режима обосновано ограничение суточного отбора газа 4,5 млн м³ по каждому объекту и 9,0 млн м³ по сооружению в целом.

7. Удельный показатель закачки обоснован в качестве интегрального критерия контроля перераспределения газонасыщенного порового объема. Снижение этого показателя по горизонтам XX-XXII с 3,70 в 2010 году до 2,67 млн м³/(кгс/см²) в 2024 году свидетельствует об уменьшении емкости пласта. На основе материального баланса и оптимизированной системы контроля обоснована возможность увеличения объема активного газа с 928,2 до 1050,0 млн м³, то есть на 13,1 %. Результаты подтверждены гидродинамической моделью, по которой на конец сезона 2024 года дренируемые запасы газа составили 1180,38 млн м³ по горизонту XIX и 1138,5 млн м³ по горизонтам XX-XXII. Разработанная технологическая схема внедрена на Ходжаабадском ПХГ.

SCIENTIFIC COUNCIL DSc.36/2025.27.12.T.01.01 ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT «O‘ZLITINEFTGAZ» JSC

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV

MURODOV ABDULLAZIZ ILHOM UGLI

IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF THE KHOJAABAD UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITY THROUGH OPTIMIZATION OF CONTROL SYSTEMS

04.00.13 – Development and operation of oil and gas fields

DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) in technical sciences

Tashkent – 2026

The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission at the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under No. B2025.4.PhD/T6136.

The dissertation was completed at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council of «O‘ZLITINEFTGAZ» JSC (www.liting.uz) and on the information and educational portal “ZiyoNet” (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser:	**Abdurakhimov Mukhammad Anvarovich** Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Senior Researcher
Official opponents:	**Shevtsov Vladimir Mikhailovich** Doctor of Technical Sciences, Professor
	Jurayev Eldor Isroilovich Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor
Leading organization:	**Bukhara State Technical University**

The dissertation defense will take place on “20” november 2026 at 14:00 at the meeting of the Scientific Council DSc.36/2025.27.12.T.01.01 on awarding scientific degrees at «O‘ZLITINEFTGAZ» JSC at the address: 100029, Tashkent, Taras Shevchenko str., 2. Phone: (+99871) 280-67-00, fax: (+99871) 256-66-48, e-mail: liting@liting.uz.

The dissertation is available at the Information Resource Center of «O‘ZLITINEFTGAZ» JSC (registration №33). Address: 2 Taras Shevchenko str., Tashkent, 100029. Phone: (+99871) 280-67-00, fax: (+99871) 256-66-48, e-mail: liting@liting.uz.

The abstract of the dissertation was distributed on “___” _____ 2026
(mailing register protocol No. ___ dated “___” _____ 2026).

U.S. Nazarov
Chairman of the Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

R.U. Shafiev
Scientific Secretary of the Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

A.A. Rahimov
Chairman of the Scientific Seminar
under the Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

INTRODUCTION
(abstract of the PhD dissertation)

The aim of the research is to develop scientific and technological solutions for improving the operational efficiency of underground gas storage facilities created in oil and gas reservoirs based on optimization of geophysical and hydro-gas-dynamic monitoring systems.

The object of the research is the Khojaabad underground gas storage facility located in the Andijan region of the Republic of Uzbekistan.

The scientific novelty of the research is as follows:

the possibility of increasing the working gas volume of underground gas storage facilities created in gas reservoirs with oil rims at the expense of the volume of produced oil has been substantiated;

it has been proven that drainable gas reserves determined from static wellhead pressure of watered wells are underestimated by 1.7-1.9 times compared with downhole gauge measurements;

it has been proven that operating wells at a high drawdown increases their flow rate in the short term, but in the long term reduces the productivity index due to the growth of the skin factor in the bottomhole zone;

it has been substantiated that sand plug formation intensifies at the end of the gas withdrawal season, and during the injection period the plugs are compacted under high pressure, increasing the filtration resistance;

the use of the specific injection index (the volume of gas corresponding to a change in reservoir pressure of 1 kgf/cm^2) as an integral criterion for monitoring the redistribution of the gas-saturated pore volume has been substantiated.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results:

recommendations on downhole measurement of reservoir and bottomhole pressure, bottomhole level monitoring and limiting the operating drawdown have been implemented at 10 wells of horizon XIX and 10 wells of horizons XX-XXII (reference of JSC “O‘ZTRANSGAZ” No. 04-12/2-45/4262 dated 21.09.2023), which made it possible to establish optimal well operating modes;

recommendations on individual choke diameters and increasing gas-dynamic well tests to 12-15 have been implemented at 62 wells of GSP-1 and GSP-2 (the same reference), which ensured prompt monitoring of the facility;

the technological scheme for the stage-by-stage increase of working gas volumes has been implemented at the Khojaabad UGS facility (the same reference), making it possible to increase the working gas volume by 13.1 %.

Approbation of the research results. The research results were discussed at 2 international and 6 republican scientific and practical conferences.

Publication of the research results. 17 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including 9 articles in journals recommended by the HAC of the Republic of Uzbekistan (6 republican and 3 foreign).

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion and a list of references. The volume of the dissertation is 118 pages.

E’LON QILINGAN ISHLAR RO‘YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (I часть; part I)

1. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ташкил этиш ва ишлатишдаги қатлам босимининг аҳамияти // Ўзбекистон нефт ва газ илмий-техника журнали. – Тошкент, 2021. – №1. – Б. 23–28 https://oilandgas.uz/архив-журнал/2021-2024/ (04.00.00; № 4).

2. Муродов А.И., Хабибуллаев С.Ш. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ишлатишда қудуқларни тадқиқот қилиш ишларини самарадорлигини ошириш // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари илмий-техника журнали. – Тошкент, 2021. – №4. – Б. 319–323 https://energy.tdtu.uz/index.php/journal/issue/view/14 (04.00.00; № 8).

3. Muydinov M.M., Murodov A.I., Khabibullaev S.Sh., Abidov A.Sh. Methods of improving complex cleaning of sand plugs in Khodjaobad underground gas wells // Technical Science and Innovation. – Tashkent, 2021. – №4(10). – P. 87–92. DOI: 10.51346/tstu-01.21.4-77-0145
https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2021/iss4/4 (04.00.00; № 6).

4. Муродов А.И., Хабибуллаев С.Ш. Хўжаобод ер ости газ иншооти қудуқларида сақланадиган газ ҳажмини ошириш усуллари // Инновацион технологиялар илмий-техник журнали. – Қарши, 2022. – №4(48). – Б. 12–15 https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/215 (04.00.00; № 11).

5. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И., Маматова Н.Н. Значение пластового давления в разработке и эксплуатации подземных хранилищ газа // Journal of New Century Innovations. – 2023. – Vol. 29, Issue 2. – С. 206–214. https://newjournal.org/new/article/view/6717 (04.00.00;).

6. Xabibullayev S.Sh., Murodov A.I., Mamatova N.N., Mamatova D.N. Yer osti gaz saqlash inshootlarini tashkil qilish usullari va ularning hozirgi kundagi ahamiyati // Journal of New Century Innovations. – 2023. – Vol. 29, Issue 2. – B. 215–219. https://newjournal.org/new/article/view/6718 (04.00.00;).

7. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ишлатишдаги гидродинамик ва геофизик тадқиқотларнинг аҳамияти // Ўзбекистон нефт ва газ илмий-техника журнали. – Тошкент, 2024. – №1. – Б. 26–33 https://oilandgas.uz/wp-content/uploads/2024/12/1-2024-UzNeftGaz-6_Optimized-1.pdf. (04.00.00; № 4).

8. Xabibullayev S.Sh., Mamatova N.N., Murodov A.I. Quduq tubi qismidan qumni tozalash ishlarining ahamiyati va quduqni yuvish usullari // O‘zbekiston neft va gaz ilmiy-texnika jurnali. – Toshkent, 2024. – №2. – B. 24–29 https://oilandgas.uz/wp-content/uploads/2024/12/2-2024-посл_Optimized-1.pdf (04.00.00; № 4).

9. Муродов А.И. Значение пластового давления в разработке и эксплуатации подземных хранилищ газа // Universum: технические науки. – Москва, 2026. – №1(142). – С. 10–15. https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21654 (05.00.00; № 1).

10. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И. Ер ости газ омборларини ишлатишда кон-геологик назорат тизимлари орқали мақбул бўлишини таъминлаш // “Геологик-қидирув ишларининг замонавий муаммолари ва ривожлантириш истиқболлари” республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Қарши: ҚМИИ, 2020-йил 29-май. – Б. 248–251.
https://dspace.kstu.uz/items/ca3cac12-42aa-458b-92d7-1a92a230fcdf

11. Муродов А.И., Хабибуллаев С.Ш. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ташкил этишдаги қатлам босимининг аҳамияти // “Илм-фан тараққиётига ёшларнинг инновацион ёндошувлари” республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Қарши: ҚМИИ, 2021-йил 4–5-июн. – Б. 57–60.
https://dspace.kstu.uz/items/e727235b-8303-442a-922c-8237f3d31fc9

12. Муродов А.И., Хабибуллаев С.Ш. Анализ и значение гидродинамических исследований при эксплуатации Ходжаабадского ПХГ // “Роль науки и образования в модернизации предприятий нефтегазовой отрасли” материалы республиканской научно-технической конференции. – Ташкент: филиал РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2021-йил 3-ноябрь. – С. 547–552. https://tdtu.uz/scientific/conferences

13. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И. Gazni yer osti saqlash inshootlarini ishlatishdagi geofizik tadqiqotlarning ahamiyati // “O‘zbekistonning innovatsion taraqqiyotida yoshlarning o‘rni” respublika anjumani materiallari. – Qarshi: QMII, 2022. – B. 136–139.
https://kstu.uz/uz/page/scientific-and-practical-conferences

14. Xabibullayev S.Sh., Valiqulov Sh.Z., Eshqobilov J.H., Murodov A.I. Qatlam va quduqlarni tadqiq qilishning asosiy vazifalari // “Neft va gaz sohasidagi zamonaviy innovatsion texnologiyalar” respublika anjumani ma’ruzalar to‘plami. – Toshkent: TDTU, 2023-yil 12–13-may. – B. 183–184.
https://tdtu.uz/scientific/conferences

15. Муродов А.И., Ўролов Б.Б. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ташкил этиш ва ишлатишдаги қатлам босимининг аҳамияти // “Ўзбекистоннинг инновацион тараққиётида ёшларнинг ўрни” республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Қарши: ҚМИИ, 2023. – Б. 56–58.
https://kstu.uz/uz/page/scientific-and-practical-conferences

16. Махмудов Н.Н., Муродов А.И. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ишлатишдаги қатлам босимининг аҳамияти // “Углеводород қазиб чиқаришни кўпайтириш” халқаро илмий-техник анжумани материаллари. – Тошкент: ТДТУ, 2025-йил 30-июн. – Б. 246–252.
https://tdtu.uz/scientific/conferences

17. Муродов А.И., Чориев С.Б. Хўжаобод ер ости газ сақлаш иншоотида сақланадиган газ ҳажмини ҳайдовчи қудуқлар сонини ошириш эвазига ошириш усуллари // “Углеводород қазиб чиқаришни кўпайтириш” халқаро илмий-техник анжумани материаллари. – Тошкент: ТДТУ, 2025-йил 30-июн. – Б. 328–332. https://tdtu.uz/scientific/conferences

Avtoreferat Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti (TDTU) tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 14.11.2026.
Bichimi: 60x84 1/16 «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2,8. Adadi 100. Buyurtma: № 251
Tel: (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.