ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UO‘K 622.279.5:621.51 https://doi.org/10.70769/218-4732.ITJ.2026-3.04

KONLARNI ISHLASHNING SO‘NGGI BOSQICHLARIDA GAZ QUDUQLARINI ISHLATISH TEXNOLOGIYASINI KO‘CHMA KOMPRESSOR QURILMALARIDAN FOYDALANISH ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH

Xushvaqtov G‘ayrat Abdiraimovich[1], doktorant (PhD),
E-mail: gayratxushvaqtov2210@gmail.com, ORCID: 0009-0000-8130-8098;
Science ID: FQD-0126-0046
Ermatov Navruz Xushmuradovich[1], texnika fanlari doktori, professor, E-mail: ermatov@kstu.uz,
ORCID: 0009-0009-1872-7877, Science ID: DQD-0726-0057
Bekov Bekzod Xusanovich[2], texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
E-mail: b.bekov@liting.uz, ORCID: 0009-0007-5654-5535, Science ID: FQD-0726-0159
Axatova Guliza Anvar qizi[1], doktorant (PhD), E-mail: ahadovaguliza@gmail.com,
ORCID: 0009-0002-7458-6668, Science ID: FQD-0926-0126

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
[2]“O‘ZLITINEFTGAZ” AJ, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Gaz va gazkondensat konlarini ishlashning so‘nggi bosqichida qatlam bosimining kamayishi, quduq usti va yig‘ish tizimidagi qarshi bosimning nisbiy ulushi ortishi, suv hamda kondensatning quduq stvolida to‘planishi natijasida quduqlar debiti pasayadi va ularning bir qismi iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq zaxiralar mavjud bo‘lsa ham to‘xtab qoladi. Ushbu maqolada quduq usti bosimini mahalliy ravishda pasaytiruvchi ko‘chma kompressor qurilmalaridan foydalanish orqali gaz quduqlarining barqaror ishlash davrini uzaytirishning ilmiy-uslubiy asoslari ishlab chiqildi. Tadqiqotda tizimli nodal tahlil, gaz qudug‘ining mahsuldorlik modeli, Turner–Coleman kritik tezlik mezonlari, kompressorning politropik siqish tenglamalari va texnik-iqtisodiy tanlash mezonlari birlashtirildi. Ochiq adabiyotlarda keltirilgan yetuk konlar tajribasi tahlil qilinib, quduq–separator–ko‘chma kompressor–yig‘ish kollektori zanjiri uchun tanlash algoritmi taklif etildi. Hisobiy ssenariyda so‘rish bosimini 0,45 MPa dan 0,20–0,25 MPa diapazonigacha pasaytirish gaz sarfini kritik suyuqlik ko‘tarish chegarasidan yuqorida ushlab turishi, quduqning to‘xtab-qayta ishga tushish sikllarini kamaytirishi va qo‘shimcha qazib olish potensialini oshirishi ko‘rsatildi. Natijalar ko‘chma kompressorlarni barcha past bosimli quduqlarga bir xil qo‘llash emas, balki quduqning joriy oqim imkoniyati, suyuqlik yuklanishi xavfi, yig‘ish tarmog‘i bosimi, suyuqlik miqdori, kompressor sarfini rostlash diapazoni va ko‘chirish logistikasi asosida manzilli tanlash zarurligini ko‘rsatadi. Taklif etilgan yondashuv so‘nggi bosqichdagi gaz va gazkondensat konlarida mavjud quduqlar fondidan qo‘shimcha mahsulot olish va yakuniy gazberuvchanlikni oshirish uchun amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *gaz qudug‘i, so‘nggi bosqich, ko‘chma kompressor, quduq usti bosimi, suyuqlik yuklanishi, kritik tezlik, nodal tahlil, gaz debiti, siqish darajasi, yakuniy gazberuvchanlik.*

УДК 622.279.5:621.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ПОЗДНИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

Хушвактов Гайрат Абдираимович[1], докторант (PhD)
Эрматов Навруз Хушмурадович[1], доктор технических наук, профессор
Беков Бекзод Хусанович[2], доктор философии (PhD) по техническим наукам
Ахатова Гулиза Анвар кизи[1], докторант (PhD)

[1]Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан
[2]АО «O‘ZLITINEFTGAZ», г. Ташкент, Узбекистан

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Аннотация. *На поздней стадии разработки газовых и газоконденсатных месторождений вследствие снижения пластового давления, увеличения относительной доли противодавления на устье скважин и в системе сбора, а также накопления воды и конденсата в стволе скважины происходит снижение дебита скважин, при этом часть из них прекращает эксплуатацию даже при наличии экономически целесообразных к извлечению остаточных запасов. В настоящей статье разработаны научно-методические основы продления периода устойчивой эксплуатации газовых скважин за счёт применения мобильных компрессорных установок, обеспечивающих локальное снижение устьевого давления. В исследовании комплексно объединены системный узловой анализ, модель продуктивности газовой скважины, критерии критической скорости Turner–Coleman, уравнения политропического сжатия газа в компрессоре и технико-экономические критерии выбора оборудования. На основе анализа опыта эксплуатации зрелых месторождений, представленного в открытых литературных источниках, предложен алгоритм выбора технологических параметров для цепочки «скважина–сепаратор–мобильная компрессорная установка–сборный коллектор». Расчётный сценарий показал, что снижение давления всасывания с 0,45 МПа до диапазона 0,20–0,25 МПа позволяет поддерживать расход газа выше критического уровня, необходимого для выноса жидкости, уменьшать количество циклов остановки и повторного запуска скважины и повышать потенциал дополнительной добычи газа. Полученные результаты показывают, что мобильные компрессорные установки следует применять не одинаково ко всем низконапорным скважинам, а выборочно, с учётом текущей пропускной способности скважины, риска накопления жидкости, давления в системе сбора, объёма поступающей жидкости, диапазона регулирования производительности компрессора и логистических условий его перемещения. Предложенный подход может служить практической основой для дополнительного извлечения продукции из существующего фонда скважин и повышения конечного коэффициента газоотдачи газовых и газоконденсатных месторождений на поздних стадиях разработки.*

Ключевые слова: *газовая скважина, поздняя стадия разработки, мобильная компрессорная установка, устьевое давление, накопление жидкости, критическая скорость, узловой анализ, дебит газа, степень сжатия, конечный коэффициент газоотдачи.*

UDC 622.279.5:621.51

IMPROVEMENT OF GAS WELL OPERATING TECHNOLOGY AT THE LATE STAGES OF FIELD DEVELOPMENT BASED ON THE USE OF MOBILE COMPRESSOR UNITS

Gayrat Khushvaktov[1], Doctoral Student
Navruz Ermatov[1], Doctor of Technical Sciences, Professor
Bekzod Bekov[2], Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences
Guliza Axatova[1], Doctoral Student

[1]Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan
[2]JSC “O‘ZLITINEFTGAZ”, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *At the late stages of gas and gas-condensate field development, a decline in reservoir pressure, an increase in the relative contribution of backpressure at the wellhead and within the gathering system, as well as the accumulation of water and condensate in the wellbore lead to a reduction in well production rates. As a result, some wells cease operating even when economically recoverable reserves remain. This study develops a scientific and methodological framework for extending the stable operating period of gas wells through the use of mobile compressor units that locally reduce wellhead pressure. The proposed approach integrates systematic nodal analysis, a gas-well deliverability model, the Turner–Coleman critical-velocity criteria, compressor polytropic compression equations, and techno-economic equipment selection criteria. Experience from mature fields reported in the open literature was analyzed, and a selection algorithm was proposed for the “well–separator–mobile compressor unit–gathering manifold” system. The calculated scenario*

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

demonstrated that reducing suction pressure from 0.45 MPa to the range of 0.20–0.25 MPa can maintain the gas flow rate above the critical liquid-lifting threshold, reduce well shut-in and restart cycles, and increase the potential for incremental gas production. The results indicate that mobile compressors should not be applied uniformly to all low-pressure wells; instead, they should be selected on a targeted basis by considering the current well deliverability, the risk of liquid loading, gathering-system pressure, liquid production rate, compressor turndown range, and relocation logistics. The proposed approach provides a practical basis for obtaining additional production from the existing well stock and increasing the ultimate gas recovery factor of gas and gas-condensate fields at the late stages of development.

Keywords: *gas well, late stage of development, mobile compressor unit, wellhead pressure, liquid loading, critical velocity, nodal analysis, gas production rate, compression ratio, ultimate gas recovery factor.*

Kirish

Gaz va gazkondensat konlari ishlashining tabiiy qonuniyati shundan iboratki, zaxiralar qazib olingan sari qatlam bosimi kamayadi, quduqning tabiiy energiyasi zaiflashadi va yer usti tizimining gidravlik qarshiligi nisbatan “og‘irlashib” boradi. Ishlashning dastlabki bosqichida quduq bosimi separator va magistral kollektor bosimidan ancha yuqori bo‘lgani sababli bu qarshiliklar ishlab chiqarishni keskin cheklamasligi mumkin. So‘nggi bosqichga kelganda esa hatto 0,1–0,3 MPa miqdordagi qo‘shimcha qarshi bosim quduqning ish nuqtasini sezilarli o‘zgartiradi. Natijada bir xil qatlam sharoitida quduq debiti kamayadi, suyuqlikni ko‘tarish uchun zarur gaz tezligi ta’minlanmaydi va stvolda suv yoki kondensat ustuni shakllanadi.

Suyuqlik yuklanishi gaz quduqlarining so‘nggi bosqichdagi eng muhim ekspluatatsion muammolaridan biridir. Turner, Hubbard va Dukler tomonidan taklif qilingan kritik tezlik konsepsiyasi gaz oqimi suyuqlik tomchilarini yuqoriga olib chiqishi uchun minimal tezlik mavjudligini ko‘rsatadi [1]. Keyinchalik Coleman va hammualliflar past bosimli quduqlar bo‘yicha dala ma’lumotlarini tahlil qilib, kritik sarf mezonlarini aniqlashtirdilar [2]. Zamonaviy tadqiqotlar mexanizmni tomchi va suyuqlik plyonkasi nuqtai nazaridan yanada chuqurroq talqin qilayotgan bo‘lsa-da, amaliyotda kritik tezlik gaz quduqlarini diagnostika qilishning asosiy ko‘rsatkichlaridan biri bo‘lib qolmoqda [3].

Quduqdagi suyuqlikni kamaytirish uchun kichik diametrli ko‘tarish kolonnasi, plunjerli ko‘targich, ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar, gazlift, nasoslar, davriy puflash, quduq tubini tozalash va kompressorlash kabi turli usullar qo‘llanadi. Ularning har biri ma’lum ishlash oynasiga ega. Quduq tabiiy oqim salohiyatini saqlagan, biroq tashqi tarmoq bosimi sababli ish nuqtasi noqulaylashgan holatlarda quduq usti kompressorlari ayniqsa samarali bo‘lishi mumkin. Bunda kompressor qatlam energiyasini “yaratmaydi”; u quduq ustidagi zarur bosimni pasaytirib, mavjud qatlam energiyasidan to‘liqroq foydalanish imkonini beradi [4, 5].

Ko‘chma kompressorning stasionar kompressor stansiyasidan asosiy farqi – kichik yoki o‘rta quvvatli, blok-rama yoki konteynerga yig‘ilgan, qisqa muddatda bir quduqdan boshqasiga ko‘chirilishi mumkin bo‘lgan modulli yechim ekanidadir. Yetuk konlarda quduqlar bosimi va debiti vaqt bo‘yicha tez o‘zgarishi sababli bunday moslashuvchanlik katta amaliy ahamiyatga ega. VICO Indonesia tajribasida quduq usti kompressorlari juda past oqim bosimlarigacha ishlatilib, quduq umrini uzaytirish va qo‘shimcha qazib olishga xizmat qilgan [6]. Laslau Mare koni tajribasi ham quduq usti va guruh kompressorlarining yetuk gaz konlaridagi suyuqlik yuklanishi va tarmoq qarshi bosimi muammolariga mos yechim ekanini ko‘rsatadi [7].

Biroq kompressor o‘rnatishning o‘zi avtomatik ravishda optimal natija bermaydi. Noto‘g‘ri tanlangan quduqda qatlamdan quduqqa oqim juda past bo‘lishi, suyuqlik hajmi separator sig‘imidan katta bo‘lishi, kompressor tez-tez beqaror tebranish (pompanaj) yoki resirkulyatsiya rejimiga tushishi, bosim nisbati ortib ketishi yoki yoqilg‘i/elektr sarfi iqtisodiy samarani yutib yuborishi mumkin. Shuning uchun kompressorlashtirish “uskunani tanlash” masalasi emas, balki quduq–qatlam–ko‘tarish quvuri–yer usti tarmog‘i tizimini birgalikda optimallashtirish masalasidir.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Ushbu ishning maqsadi – konlarni ishlashning so‘nggi bosqichlarida gaz quduqlarini ekspluatatsiya qilishni ko‘chma kompressor qurilmalaridan foydalanish asosida takomillashtirish uchun ilmiy-uslubiy yondashuv ishlab chiqish, quduqlarni tanlash mezonlarini tizimlashtirish va hisobiy ssenariy orqali texnologik samarani baholashdir. Tadqiqotning ilmiy yangiligi ko‘chma kompressorning samaradorligini faqat bosimni pasaytirish bilan emas, balki kritik suyuqlik ko‘tarish sharti, nodal tahlil va kompressor ish diapazonini yagona tanlash algoritmida bog‘lashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili va muammoning qo‘yilishi

Gaz quduqlarida suyuqlik yuklanishini o‘rganishning klassik bazasi Turner va hammualliflar ishiga borib taqaladi. Ular suyuqlik tomchisi uchun tortishish va aerodinamik kuchlar muvozanatini tahlil qilib, gaz oqimining kritik tezligini aniqlash usulini taklif etdilar. Model sodda bo‘lishiga qaramay, quduqning “o‘zini o‘zi tozalash” qobiliyatini tezkor baholash imkonini bergani sababli amaliyotda keng qo‘llanadi [1]. Coleman va hammualliflar past bosimli quduqlar bo‘yicha kuzatuvlar asosida model parametrlarini qayta ko‘rib chiqdi va quduq usti sharoitlarining yuklanish boshlanishiga ta’sirini ko‘rsatdi [2].

Guo, Ghalambor va Xu suyuqlik yuklanishini tizimli prognoz qilish masalasini rivojlantirib, quduq stvoli sharoitlari va ishlab chiqarish parametrlarini uyg‘un baholash zarurligini ta’kidladilar. Lea, Nickens va Wellsning “Gas Well Deliquification” monografiyasi esa kritik tezlik, nodal tahlil, kompressorlash, plunjerli ko‘targich, ko‘pik va boshqa suyuqlikni chiqarish texnologiyalarini yagona amaliy doirada ko‘rib chiqadi. Bu manbalardan kelib chiqadigan asosiy xulosa shuki, suyuqlik yuklanishi bir usul bilan emas, quduqning o‘zgarib boruvchi ish oynasiga mos texnologiyalar majmuasi bilan boshqariladi [3, 4].

Kompressorlash bo‘yicha Beggsning gaz qazib olish operatsiyalariga bag‘ishlangan asari quduq mahsuldorligi, quvur tizimi, separator bosimi va kompressorlarni “umumiy tizim tahlili” doirasida birlashtiradi. Aynan ushbu yondashuv so‘nggi bosqichda muhim, chunki kompressorning foydasi qatlamdan quduqqa kiruvchi oqim va yer usti tarmog‘idagi qarshiliklar kesishmasida namoyon bo‘ladi. Quduq ustidagi bosim kamayganda tub bosimi ham pasayadi va qatlamdan quduqqa oqim oshishi mumkin, ammo bu o‘sish quduqning mutlaq ochiq oqim (AOF) salohiyati va qatlam bosimi bilan cheklangan [5].

Sumaryanto va hammualliflar (SPE 132855) VICOning yetuk gaz konlarida quduq usti kompressorlari yordamida oqim quvur bosimini sezilarli pasaytirganini, 19 ta qurilma ishlatilganini, alohida quduqlarda qo‘shimcha ishlab chiqarish olinganini va qurilmalarni tez ko‘chirish tanlash strategiyasining muhim qismi bo‘lganini ko‘rsatgan. Ştefănescu, Maulidani va Audrey Laslau Mare konida quduq usti va guruh kompressorlaridan foydalanishni tahlil qilib, tarmoq qarshi bosimining o‘zgarishi suyuqlik yuklanishiga bevosita ta’sir qilishini ta’kidlagan [6, 7].

Ko‘chma quduq usti kompressorlarining zamonaviy majmualari odatda kirish gaz-suyuqlik ajratgichi, vintli yoki porshenli kompressor, haydovchi, sovutish tizimi, moy ajratish, nazorat va himoya tizimlarini bir blok-ramaga birlashtiradi. Ayrim tijorat yechimlarida atmosfera bosimiga yaqin so‘rish, keng sarf diapazoni va kondensat tiqinlarini qabul qilish imkoniyati mavjud. Bu texnik xususiyatlar ayniqsa nam gaz va gazkondensat quduqlarida muhim [6, 8–15].

O‘zbekiston sharoitida so‘nggi yillarda o‘ta past bosimli gazkondensat kollektorlarida quduq atrofi zonasiga ta’sir, ta’mirlash va intensifikatsiya usullari bo‘yicha ishlar olib borilmoqda. Ermatov, Bekov, Boyqobilova, Samatov va Xushvaqtovning 2026-yildagi ishlari o‘ta past bosimli gaz quduqlarida oqimni jadallashtirish va kollektor xossalarini tiklash masalalarini ko‘rib chiqadi [11]. Samatov va hammualliflarning kichik zaxirali gazkondensat konlarida quduqni kapital ta’mirlash va intensifikatsiya roli bo‘yicha ishi ham quduqning tabiiy mahsuldorlik salohiyatini tiklash bilan yer usti bosimini optimallashtirish bir-birini to‘ldiruvchi yo‘nalishlar ekanini ko‘rsatadi [13]. Shu sababli ko‘chma kompressorlash qatlamga ishlov berishning o‘rnini bosuvchi emas, balki qatlamdan oqim tiklangandan keyin quduq energiyasidan samarali foydalanishni ta’minlovchi texnologiya sifatida qaralishi kerak [11–14].

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Materiallar va uslublar

1. Tadqiqot konsepsiyasi va chegaralari

Tadqiqot konsepsiyasi uchta o‘zaro bog‘liq blokdan tashkil topgan: (1) quduqning qatlamdan gaz qabul qilish qobiliyati; (2) ko‘tarish kolonnasi bo‘ylab gaz-suyuqlik oqimining barqarorligi; (3) quduq ustidan yig‘ish tarmog‘igacha bo‘lgan bosim talabi. Ko‘chma kompressor uchinchi blokka bevosita, ikkinchi blokka esa bilvosita ta’sir qiladi. So‘rish bosimi pasayishi bilan quduq usti bosimi kamayadi, natijada quduqdagi gaz zichligi va tezligi rejimi o‘zgaradi, ish nuqtasi yuqori debit tomonga siljiydi [5–7, 18].

Maqoladagi sonli natijalar ma’lum bir O‘zbekiston konining maxfiy dala ma’lumotlari emas. Ular ochiq manbalarda keltirilgan yetuk gaz konlariga xos diapazonlar hamda muhandislik tenglamalari asosida tuzilgan namunaviy hisobiy ssenariydir. Shu sababli jadval va grafiklar metodikaning ishlash prinsipini ko‘rsatadi; amaliy loyiha uchun ular haqiqiy quduq PVT, bosim, debit, suv-kondensat faktori va quvur geometriyasi bilan qayta hisoblanishi shart.

2. Gaz qudug‘ining qatlamdan quduqqa oqim modeli

Gaz qudug‘ining soddalashtirilgan mahsuldorlik tenglamasi quyidagi ko‘rinishda qabul qilindi:

$$q = C \cdot \left(p_r^2 - p_{wf}^2\right)^n,$$

bu yerda

q – gaz debiti;

C va n – quduqning mahsuldorlik koeffitsiyentlari;

p_r – qatlam bosimi;

p_{wf} – quduq tubidagi oqim bosimi.

So‘nggi bosqichda p_r kamaygani sababli p_{wf} dagi nisbatan kichik pasayish ham q ga sezilarli ta’sir qilishi mumkin. Kompressorning maqsadi p_{wf} ni to‘g‘ridan-to‘g‘ri boshqarish emas; u quduq usti bosimini kamaytirib, ko‘tarish kolonnasining tub bosimiga qo‘yadigan talabini pasaytiradi [5].

Nodal tahlilda qatlamdan quduqqa oqim xarakteristikasi (IPR) va ko‘tarish quvurining gidravlik xarakteristikasi (TPR/VLP) egri chiziqlarining kesishish nuqtasi quduqning barqaror ish nuqtasini beradi. Kompressor ishga tushirilganda tashqi tarmoq bosim talabi pastga siljiydi va yangi ish nuqtasi yuqori debitda shakllanadi. Agar yangi debit kritik suyuqlik ko‘tarish debitidan yuqori bo‘lsa, kompressor ikki karra samara beradi: qatlamdan quduqqa oqimni oshiradi va stvoldagi suyuqlik to‘planishini kamaytiradi [4, 5].

3. Suyuqlik yuklanishining kritik mezoni

Turner modelining SI ko‘rinishidagi umumiy fizik mazmuni kritik gaz tezligi suyuqlik–gaz zichliklar farqi va sirt tarangligining to‘rtinchi darajali ildiziga to‘g‘ri, gaz zichligining kvadrat ildiziga teskari proportsional ekanini ko‘rsatadi [1–3]:

$$v_{cr} = K \cdot \frac{[\sigma(\rho_L - \rho_g)]^{1/4}}{\rho_g^{1/2}},$$

bu yerda

σ – sirt tarangligi;

ρ_L – suyuqlik zichligi;

ρ_g – gaz zichligi;

K – birliklar tizimi va tanlangan korrelyatsiyaga bog‘liq koeffitsiyent.

Kritik debit esa v_{cr} ni quvur kesim yuzasi va quduq usti termobarik sharoitlaridagi gaz hajmiga bog‘lash orqali aniqlanadi. Ushbu ishda kritik debit quduq diagnostikasining “chegaraviy chizig‘i” sifatida ishlatiladi: $q/q_{cr} > 1$ bo‘lsa quduq suyuqlikni uzluksiz ko‘tarish qobiliyatiga ega, $q/q_{cr} \approx 1$ bo‘lsa xavf zonasi, $q/q_{cr} < 1$ bo‘lsa yuklanish ehtimoli yuqori deb qaraladi [1–3].

4. Kompressor bosim nisbati va quvvat talabi

Kompressorning asosiy tanlash parametrlari – so‘rish bosimi p_1, haydash bosimi p_2, gaz sarfi, kirish harorati va gaz tarkibi. Bosim nisbati $r_p = p_2/p_1$ ko‘rinishida aniqlanadi. Ideal gazga yaqinlashgan politropik siqish uchun solishtirma ishning soddalashtirilgan ifodasi [5]:

$$w = \frac{n_p}{n_p - 1} \cdot \frac{ZRT_1}{M} \cdot \frac{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n_p-1}{n_p}} - 1}{\eta_p},$$

bu yerda

n_p – politropik ko‘rsatkich;

Z – siqiluvchanlik koeffitsiyenti;

R – universal gaz doimiysi;

T_1 – kirish harorati;

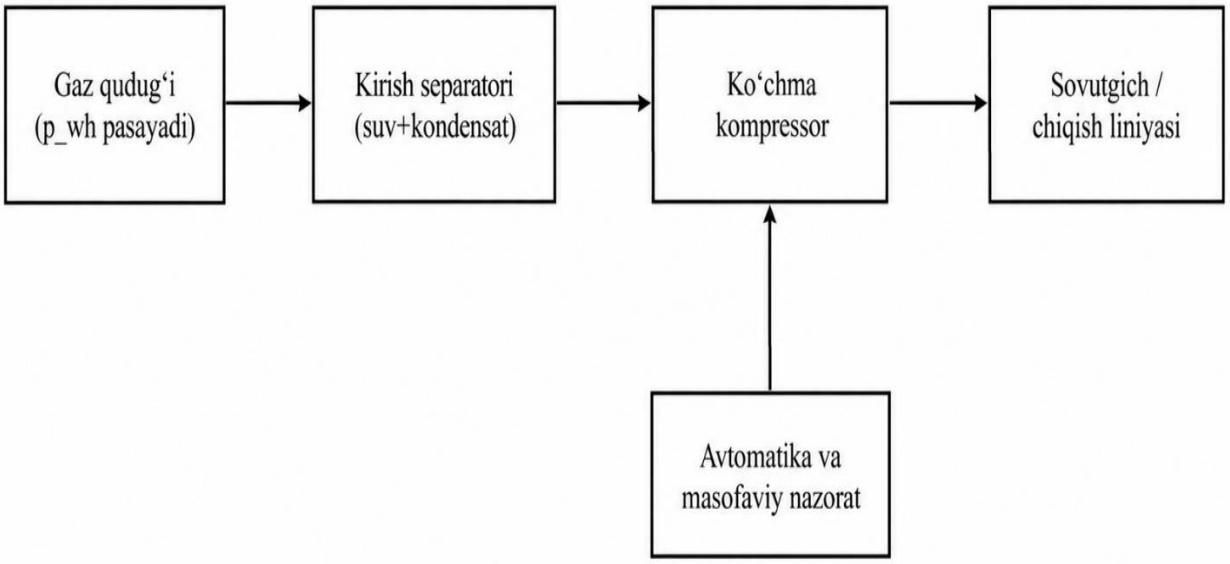
M – molyar massa;

η_p – politropik samaradorlik.

So‘rish bosimini haddan tashqari pasaytirish debitni oshirishi mumkin, biroq bosim nisbatini va quvvat sarfini ham oshiradi. Demak, optimal p_1 faqat “eng past mumkin bo‘lgan bosim” emas, balki qo‘shimcha qazib olish va energiya xarajati muvozanati bilan belgilanadi [5].

5. Quduqlarni tanlash algoritmi

Taklif etilayotgan algoritmda birinchi navbatda kompressorsiz ishlash nuqtasi va suyuqlik yuklanishi holati aniqlanadi (1-rasm). Keyin bir nechta so‘rish bosimi ssenariysi uchun yangi nodal ish nuqtalari hisoblanadi. Har bir ssenariy kompressor quvvat xaritasi, chiqish harorati, separator yuklamasi va iqtisodiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha saralanadi (1-jadval). Eng maqbul variant “maksimal debit” emas, balki barqaror q/q_{cr} zaxirasi, maqbul energiya sarfi va kompressorning sarfni rostlash diapazonida ishlashini ta’minlaydigan rejimdir [1–7, 15].



1-rasm. Gaz qudug‘ida ko‘chma kompressor qurilmasini ulashning prinsipial texnologik sxemasi (mualliflar tomonidan tuzilgan).

1-jadval. Ko‘chma kompressor uchun nomzod quduqlarni tanlash mezonlari

Bosqich	Blok	Asosiy ko‘rsatkich	Tanlash savoli
1	Qatlam	p_r, AOF, C, n	Kompressor pasaytirgan p_{wh} ga quduq javob bera oladimi?
2	Suyuqlik yuklanishi	q/q_{cr}, suv+kondensat	Kompressordan keyin $q/q_{cr} > 1$ bo‘lishi kutiladimi?

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

3	Yer usti tarmog‘i	p_{line}, $\Delta p_{flowline}$	Muammo asosan tarmoq qarshi bosimidan kelib chiqadimi?
4	Kompressor mosligi	q_{min}–q_{max}, r_p, $T_{discharge}$	Ish nuqtasi majmuaning ish xaritasida xavfsizmi?
5	Suyuqlikni ajratish	BPD yoki m³/sut	Gaz-suyuqlik ajratgichi suyuqlik tiqinlarini qabul qiladimi?
6	Iqtisod va logistika	qo‘shimcha gaz, yoqilg‘i/quvvat, ko‘chirish	Ko‘chirish davri va qo‘shimcha qazib olish iqtisodiymi?
7	Xavfsizlik, atrof-muhit va yaxlitlik (HSE)	korroziya, H_2S/CO_2, shovqin	Materiallar va avariyaviy o‘chirish (ESD) talablari bajariladimi?

Natijalar

1. Hisobiy ssenariyning boshlang‘ich shartlari. Boshlang‘ich rejimda $q/q_{cr} = 49/42 \approx 1{,}17$ bo‘lib, quduq kritik chegaraga yaqin ishlaydi. Qatlam bosimi yoki mahsuldorlik biroz pasayishi, shuningdek yig‘ish tarmog‘ida bosimning vaqtinchalik ko‘tarilishi bu nisbatni 1 dan pastga tushirishi mumkin. Bunday rejimda quduqning davriy “yuklanish–tozalanish” sikllari boshlanadi: suyuqlik to‘planadi, quduq usti bosimi o‘zgaradi, debit kamayadi, keyin operator puflash yoki boshqa aralashuv bilan quduqni qayta tiklaydi.

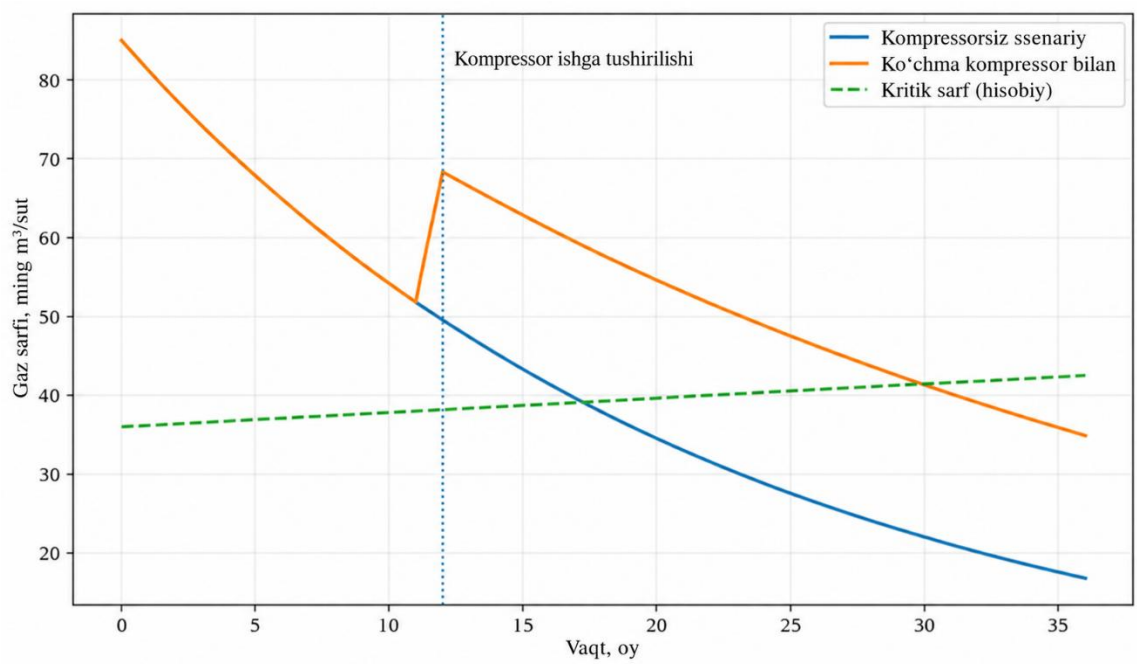
Kompressor so‘rish bosimi 0,25 MPa atrofida saqlanganda quduq ustidagi qarshi bosim 0,20 MPa ga kamayadi. Nodal tahlil konsepsiyasi bo‘yicha bu TPR talabini pastga siljitib, debitni oshiradi. Hisobiy ssenariyda gaz debiti 49 ming m³/sutdan 63–68 ming m³/sut oralig‘iga ko‘tarilishi mumkin. Muhimi, q/q_{cr} zaxirasi taxminan 1,5 va undan yuqori qiymatga chiqadi. Bu suyuqlikni uzluksiz ko‘tarish uchun “ekspluatatsion zaxira” yaratadi.

2-jadval. Namunaviy hisobiy ssenariyning asosiy boshlang‘ich parametrlari

Ko‘rsatkich	Qiymat	Izoh
Qatlam bosimi, MPa	3,2	So‘nggi bosqich uchun shartli qiymat
Quduq usti bosimi (kompressorsiz), MPa	0,45	Yig‘ish tarmog‘i talabi
Yig‘ish kollektori bosimi, MPa	0,90	Kompressor haydash tomoni
Joriy gaz debiti, ming m³/sut	49	Hisobiy ssenariy
Kritik debit, ming m³/sut	≈ 42	Turner/Coleman asosidagi diagnostika
Suv+kondensat, m³/sut	3,5	Kirish separatori talabini belgilaydi
Kompressor so‘rish bosimi ssenariysi, MPa	0,20–0,30	Optimizatsiya diapazoni
Politropik samaradorlik	0,72	Hisobiy qabul

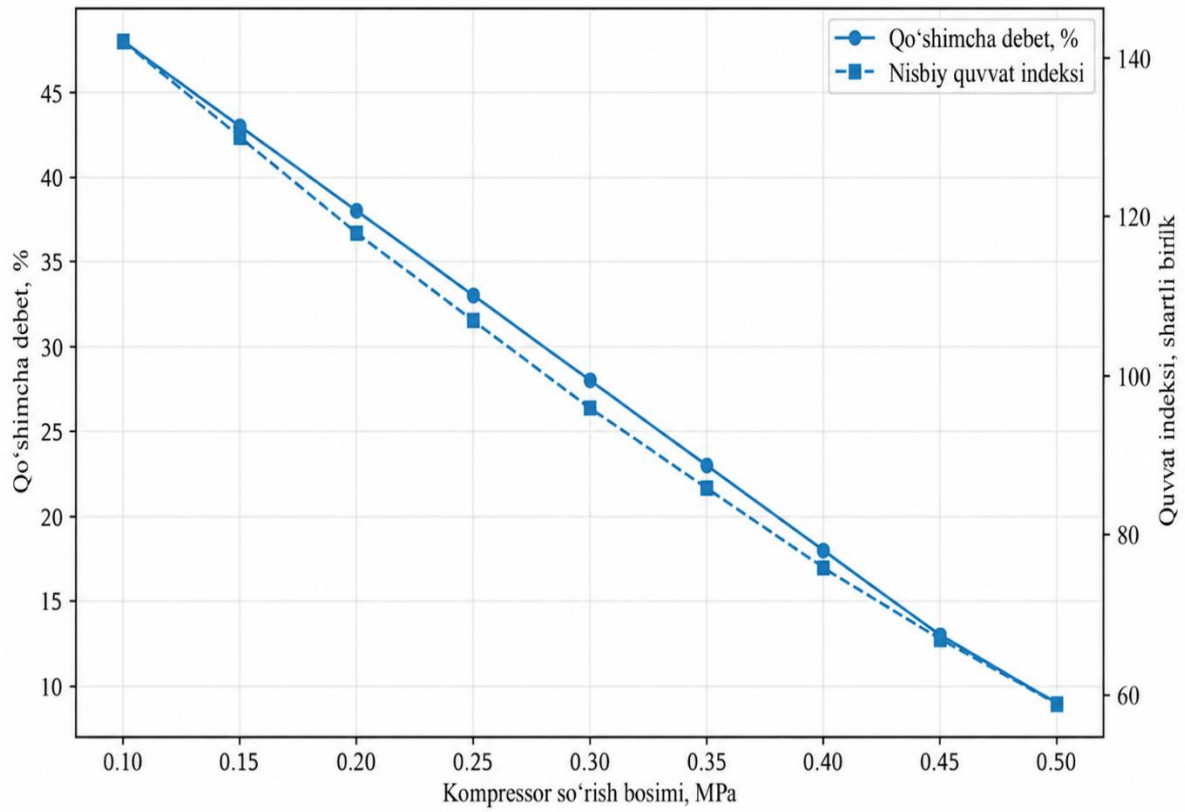
2. Vaqt bo‘yicha debit va kritik sarfning o‘zgarishi. 2-rasmda 36 oylik namunaviy ssenariy berilgan. Kompressorsiz holatda tabiiy pasayish tufayli debit kritik sarf chizig‘i bilan kesishib, quduq suyuqlik yuklanishi zonasiga kiradi. 12-oyda ko‘chma kompressor ishga tushirilgan ssenariyda ish nuqtasi yuqoriga ko‘tariladi va kritik sarfdan yuqori zaxira ma’lum muddat saqlanadi. Grafik haqiqiy kon prognozi emas; u kompressorlashning fizik mexanizmini ko‘rsatish uchun qurilgan.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015



2-rasm. Kompressorsiz va ko‘chma kompressorli ssenariylarda gaz debiti dinamikasi.

3. So‘rish bosimining texnologik samaraga ta’siri. Kompressor so‘rish bosimini kamaytirish doimo ijobiy tendensiya bermaydi. 3-rasmdagi sezgirlik tahlilida p_1 pasaygani sari qo‘shimcha debit oshadi, biroq nisbiy quvvat talabi ham tez ortadi. Ayniqsa bosim nisbati katta bo‘lganda chiqish harorati, kompressorning hajmiy samaradorligi, resirkulyatsiya ehtiyoji va haydovchi quvvati cheklovga aylanishi mumkin. Shu sababli amaliy tanlashda 0,20–0,30 MPa oralig‘idagi “texnik-iqtisodiy maqbul oraliq” kabi oraliq rejim ko‘pincha juda past so‘rish bosimiga qaraganda maqsadga muvofiq bo‘ladi.



3-rasm. So‘rish bosimining qo‘shimcha debit va kompressor quvvat talabiga ta’siri (namunaviy sezgirlik tahlili).

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

3-jadval. So‘rish bosimi bo‘yicha hisobiy ssenariylarni taqqoslash

p_1, MPa	p_2/p_1	q, ming m³/sut	q/q_{cr}	Quvvat talabi	Muhandislik talqini
0,45 (kompressorsiz)	1,00	49	1,17	–	Yuklanish chegarasiga yaqin
0,35	2,57	55	1,30	past	Qisman yaxshilanish
0,30	3,00	59	1,39	o‘rta	Barqarorlik oshadi
0,25	3,60	64	1,50	o‘rta-yuqori	Tavsiya etiladigan ish oynasi
0,20	4,50	68	1,58	yuqori	Debet yuqori, energiya talabi keskin
0,15	6,00	70	1,62	juda yuqori	Chegaraviy, termik va mexanik tekshiruv zarur

4. Ko‘chma kompressorni ko‘chirish strategiyasi. Ko‘chma kompressorning qiymati uning faqat bir quduqda yaratgan qo‘shimcha debitida emas, balki butun fond bo‘yicha qayta ishlatilishida namoyon bo‘ladi. Yetuk konlarda quduqning kompressorga ehtiyoji vaqt bo‘yicha o‘zgaradi: dastlab quduq tabiiy ishlaydi, keyin kompressor uchun yaxshi nomzod quduqqa aylanadi, undan keyin esa qatlamdan quduqqa oqim juda pastlashib, boshqa suyuqlikni chiqarish usuli yoki konservatsiya maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin. Shu sababli 3–6 oylik yoki ishlab chiqarish mezonlari asosidagi qayta saralash tizimi tavsiya etiladi [6, 7].

Kompressorni ko‘chirish uchun mezon sifatida q/q_{cr} ning 1,2 dan pastlashishi, quduqning tez-tez yuklanib qolishi, kompressorning eng past rostlash chegarasiga tushib qolishi, qo‘shimcha qazib olishning energiya sarfiga nisbati yomonlashishi yoki boshqa quduqda kutilayotgan qo‘shimcha qazib olinadigan gazning yuqoriligi qabul qilinishi mumkin. Bunday kompressorlar parkini boshqarish stasionar quvur infratuzilmasiga nisbatan kapitaldan foydalanish samaradorligini oshiradi [6].

Ko‘chirish logistikasida tez ulanadigan yuqori va past bosimli kollektorlar, standartlashtirilgan separator-kompressor ulanishi, kabel/yoqilg‘i ulanishlari va avariyaviy o‘chirish (ESD) mantiqining birxillashtirilishi muhim. Qurilma ko‘chma bo‘lsa-da, ko‘chirishdan oldin HAZOP/LOPA usullariga asoslangan xavf tahlili, bosimni tushirish qurilmalari, gazni aniqlash, shamollatish va shovqin nazorati ko‘rib chiqilishi kerak.

Muhokama

Qaysi quduqlar uchun kompressor eng samarali? Eng yaxshi nomzod – qatlam energiyasi butunlay tugamagan, lekin yer usti tarmog‘i bosimi va stvoldagi suyuqlik sababli o‘z salohiyatidan past ishlayotgan quduqdir. Bunday quduqda mahsuldorlik testi yoki nodal model p_{wh} kamaytirilganda debitning sezilarli oshishini ko‘rsatadi. Aksincha, skin-faktor juda yuqori, perforatsiya yopilgan, qatlam yaqinida kondensat bloki shakllangan yoki suv bostirib kirgan quduqda kompressorning ta’siri cheklangan bo‘lishi mumkin. Bunday holatda avval quduq atrofi zonasini tiklash, quduqni kapital ta’mirlash yoki selektiv izolyatsiya talab etiladi [4, 5, 11–14].

Mavzuga mos ravishda Ermatov, Samatov va hammualliflarning karbonat hamda o‘ta past bosimli gazkondensat kollektorlarida quduq atrofi zonasini yaxshilashga bag‘ishlangan ishlari muhim metodik bog‘lanishga ega [11–14]: kompressor quduq ustidagi qarshi bosimni kamaytiradi, kislotali yoki boshqa intensifikatsiya esa qatlamdan quduq stvoligacha bo‘lgan bosim yo‘qotilishini kamaytiradi. Ushbu ikki yo‘nalish birgalikda qo‘llansa, nodal tizimning ham qatlamdan oqim, ham quduq bo‘ylab oqim tomonlari yaxshilanadi. Biroq kimyoviy ishlovning texnologik va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi har bir quduq uchun alohida baholanadi [11–14].

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Suyuqlik yuklanishini boshqarishda kompressorning o‘rni. Kompressorlash suyuqlik yuklanishining sabablaridan faqat bittasiga – yetarli gaz tezligi yo‘qligiga – kuchli ta’sir qiladi. Agar suyuqlik kirishi juda yuqori bo‘lsa, masalan, faol suv konusi yoki ko‘tarish quvurida katta suyuqlik ustuni bo‘lsa, kompressorning o‘zi yetarli bo‘lmasligi mumkin. Bunday quduqlarda ko‘pik, kichik diametrli tezlik kolonnasi, plunjerli ko‘targich yoki nasos bilan kombinatsiya ko‘rib chiqiladi. Shuning uchun kompressorni “suyuqlikdan xalos qilishning universal vositasi” sifatida emas, balki quduqning bosim-energiya balansini yaxshilovchi vosita sifatida ko‘rish to‘g‘ri [1–4, 9, 10, 16, 17].

Yana bir muhim jihat – kompressor kirishida suyuqlikni ishonchli ajratish. Nam gaz kompressoriga suyuqlik tiqini tushishi vintli mashinalarda ma’lum darajada qabul qilinishi mumkin bo‘lsa-da, ko‘pchilik majmualarda gaz-suyuqlik ajratgichi, o‘ta yuqori sath bo‘yicha avtomatik o‘chirish va avtomatik drenaj talab etiladi. Kondensatning tijorat qiymati mavjud bo‘lsa, drenaj tizimi uni xavfsiz yig‘ish va qayta tizimga uzatishni ta’minlashi kerak [6, 15].

Vintli va porshenli kompressorlarni tanlash. Past debitli, bosimi tez o‘zgaruvchi va ko‘chirish talab qilinadigan quduqlarda moy purkaluvchi vintli kompressorlar ixchamlik, bir bosqichda nisbatan katta bosim nisbati, pulsatsiyaning pastligi va texnik xizmatning soddaligi sababli qulay. VICO tajribasida aynan nam gazga mo‘ljallangan vintli kompressor konsepsiyasi yuqori ishonchliligi va texnik xizmatga kam talabchanligi uchun tanlangan [6]. Biroq yuqori bosim, keng sarf diapazoni yoki gaz tarkibi bo‘yicha ayrim sharoitlarda porshenli kompressor yuqori termodinamik samaradorlik berishi mumkin [5, 15].

Porshenli kompressorlar sarfni rostlash imkoniyati va bosim nisbati bo‘yicha afzal, ammo pulsatsiya, vibratsiya, klapanlarga texnik xizmat va ko‘proq yordamchi tizimlarni talab qiladi. Shuning uchun ko‘chma majmuada mashina turi faqat nominal samaradorlik bilan emas, transport o‘lchamlari, texnik xizmat infratuzilmasining mavjudligi, ishchi gazning namligi va operatorlar tajribasi bilan birgalikda tanlanadi [5].

Energiya samaradorligi va iqtisodiy mezon. Ko‘chma kompressor loyihasida asosiy iqtisodiy ko‘rsatkich qo‘shimcha gaz qiymati bilan energiya, texnik xizmat, ko‘chirish va kapital amortizatsiyasi o‘rtasidagi farqdir. Gaz dvigatelli majmualarda ishlab chiqarilgan gazning bir qismi yoqilg‘i sifatida sarflanadi; elektr yuritmali majmualarda esa elektr tarmog‘i quvvati va tariflari muhim. VICO ochiq tajribasida kichik quduq usti kompressorlari uchun yoqilg‘i sarfi past bo‘lgan va qurilmalarni quduqlar orasida ko‘chirish iqtisodiy natijani oshirgan [6].

Soddalashtirilgan holda, loyihaning kunlik sof qo‘shimcha mahsuloti $q_{net} = q_{incremental} - q_{fuel} - q_{losses}$ ko‘rinishida qaralishi mumkin. Keyin NPV yoki diskontlangan qoplanish muddati haqiqiy gaz narxi, kompressor ijara/kapital qiymati va kutilayotgan ish muddati bilan hisoblanadi. Texnik tanlovda esa hatto NPV musbat bo‘lsa ham, q/q_{cr} bo‘yicha yetarli zaxira bo‘lmasa, quduq yuklanish sikllari davom etishi va ekspluatatsion xarajatlar oshishi mumkin. Shuning uchun iqtisodiy va gidravlik mezonlar bir vaqtda bajarilishi kerak [5].

Ishonchlilik, avtomatika va xavfsizlik. Ko‘chma kompressorlar ko‘pincha chekka quduqlarda ishlaydi. Shu sababli masofaviy kuzatuv – so‘rish/haydash bosimi, gaz sarfi, separator sathi, vibratsiya, moy harorati, haydash harorati, dvigatel yuklamasi va avariyaviy o‘chirish (ESD) holatini uzatish – zarur. Bashoratli texnik xizmat uchun dinamik kuzatuv ma’lumotlari kompressor samaradorligining pasayishi, filtrdagi bosimlar farqi va issiqlik almashinuvining yomonlashishini erta aniqlash imkonini beradi.

Xavfsizlik nuqtai nazaridan asosiy tahdidlar: yuqori bosim ostidagi gaz, yonuvchan aralashma, H_2S/CO_2 bo‘lish ehtimoli, kondensat bilan suyuqlik tiqinlari, haydash tomonidagi issiq gaz, aylanuvchi uskunalar va shovqin. Qurilmada bosimdan himoya klapani, tezkor yopish va avariyaviy o‘chirish (ESD), gaz detektori, shamollatish va bosimni tushirish yo‘li, yong‘in va gazni aniqlash tizimi, elektr xavfsizligi tasnifi va yerga ulash talab qilinadi. Quduq og‘zi armaturasi ham past so‘rish bosimida kutiladigan bosimlar farqidan keladigan yuklarni ko‘tara olishi tekshiriladi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Taklif etilayotgan texnologik metodika

1-bosqich – diagnostika. Kamida 30–90 kunlik quduq usti bosimi, quvur liniyasi bosimi, gaz debiti, suv/kondensat sarfi, yopiq quduq bosimi va yuklanish hodisalari yig‘iladi. Quduqning texnik holati va quduqni kapital ta’mirlash ehtiyoji tekshiriladi.

2-bosqich – qatlamdan quduqqa oqimni aniqlash. Mahsuldorlik sinovi, qarshi bosim sinovi yoki tarixiy ishlab chiqarishdan C va n parametrlar baholanadi. Qatlam bosimi va AOF yangilanadi [5].

3-bosqich – suyuqlik yuklanishi xaritasi. Turner/Coleman yoki mos zamonaviy model orqali q_{cr} hisoblanadi; q/q_{cr} tendensiyasi tuziladi. Deviatsiyalangan quduqlarda faqat klassik Turner modeli bilan cheklanmaslik tavsiya etiladi [1–3, 9, 10, 16, 17].

4-bosqich – nodal ssenariylar. p_{wh} ning bir nechta qiymatlarida yangi ish nuqtalari hisoblanadi. Maqsad $q/q_{cr} \geq 1{,}2 - 1{,}3$ ekspluatatsion zaxirasiga erishish va quduq tub bosimini haddan tashqari pasaytirmaslik [4, 5].

5-bosqich – kompressorni hisobiy tanlash. Har bir ssenariy uchun p_1, p_2, q, r_p, quvvat, haydash harorati va gaz-suyuqlik ajratgichi yuklamasi aniqlanadi. Majmuaning eng kichik va eng katta sarf chegaralari tekshiriladi [5, 15].

6-bosqich – iqtisodiy saralash. Qo‘shimcha gaz, yoqilg‘i/elektr, texnik xizmat va ko‘chirish xarajatlari bo‘yicha sof joriy qiymat (NPV)/qoplanish muddati hisoblanadi.

7-bosqich – tajriba-sanoat sinovi. 1–3 ta eng yaxshi nomzod quduqqa ko‘chma kompressor ulanib, 30–60 kunlik kuzatuv o‘tkaziladi. Faktik q, q/q_{cr}, yoqilg‘i va uzluksiz ishlash koeffitsiyenti model bilan solishtiriladi.

8-bosqich – kompressorlar parkini navbatma-navbat ko‘chirish. Kompressor eng katta qo‘shimcha foyda beradigan quduqqa ko‘chiriladi; nomzod quduqlar reytingi davriy qayta hisoblanadi.

Ilmiy va amaliy ahamiyati

Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundaki, gaz qudug‘ining so‘nggi bosqichdagi ishini uchta alohida masala – qatlamdan quduqqa oqim, suyuqlik yuklanishi va yer usti kompressorlashi – sifatida emas, o‘zaro bog‘langan yagona tizim sifatida ko‘rish taklif etiladi. Kompressorning samarasi q/q_{cr} mezoni orqali barqarorlik bilan bog‘lanadi, bu esa “debit oshdi” degan oddiy ko‘rsatkichdan ko‘ra chuqurroq texnologik talqin beradi [1–7].

Amaliy jihatdan yondashuv ko‘chma kompressor parkini shakllantirish, quduqlarni saralash, tajriba-sanoat sinovlari rejasini tuzish va uskunani quduqlar orasida navbatma-navbat ko‘chirish uchun ishlatilishi mumkin. Ayniqsa kichik zaxirali, tarqoq joylashgan yoki stasionar kompressor stansiyasini qurish iqtisodiy jihatdan qiyin bo‘lgan gazkondensat konlarida ko‘chma konsepsiya moslashuvchan yechim bo‘la oladi [6–8, 15, 18].

Ushbu metodika haqiqiy kon ma’lumotlari bilan kalibrlanganda quduqning kompressorga ulanish va undan chiqarilish mezonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. SCADA ma’lumotlari asosida q/q_{cr}, p_1/p_2, kompressor yuklamasi va qo‘shimcha qazib chiqarish haqiqiy vaqtda kuzatilib, “eng foydali quduq” algoritmi orqali kompressor parki boshqarilishi mumkin.

Tadqiqot cheklovlari

Maqoladagi hisobiy misol namunaviy bo‘lib, aniq bir konning PVT va ishlab chiqarish tarixiga kalibrlanmagan. Shu sababli keltirilgan debet, bosim va quvvat qiymatlari loyiha qarori sifatida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatilmasligi kerak. Haqiqiy loyiha uchun komponentli yoki kamida haqiqiy gazning PVT modeli, quvur bo‘ylab ko‘p fazali oqimdagi bosim yo‘qotilishi korrelyatsiyasi va kompressor ishlab chiqaruvchisi taqdim etgan ish tavsifi xaritasi talab etiladi [4, 5, 15].

Klassik Turner/Coleman mezonlari vertikal yoki vertikalga yaqin quduqlar uchun yaxshi boshlang‘ich baho bo‘lsa-da, katta og‘ishli quduqlarda suyuqlik plyonkasining teskari oqishi va quvur trassasi profilining ta’siri muhim bo‘lishi mumkin [1–3, 9, 10, 16, 17]. Shuningdek, kondensat retrograd hodisasi va quduq atrofi zonasida kondensat to‘planishi qatlamdan quduqqa oqimni

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

pasaytirsa, kompressorning quduq ustidagi bosimni pasaytirish ta’siri kutilganidan kichik chiqadi [11–14].

Texnik-iqtisodiy baholashda gaz narxi, elektr/yoqilg‘i qiymati, qurilma ijara narxi va mahalliy texnik xizmat infratuzilmasi kiritilmagan. Keyingi tadqiqot bosqichida O‘zbekistonning aniq gazkondensat koni bo‘yicha haqiqiy quduqlar fondini guruhlarga ajratish va kompressorni navbatma-navbat ko‘chirish uchun optimallashtirish modeli ishlab chiqish maqsadga muvofiq.

Xulosa

1. Gaz quduqlarining so‘nggi bosqichdagi mahsuldorligi ko‘pincha faqat qatlam bosimining kamayishi bilan emas, balki quduq usti va yig‘ish tizimidagi qarshi bosimning nisbiy ulushi ortishi hamda suyuqlik yuklanishi bilan cheklanadi.

2. Ko‘chma quduq usti kompressori quduq usti bosimini mahalliy pasaytirib, nodal ish nuqtasini yuqori debit tomonga siljitadi va gaz tezligini kritik suyuqlik ko‘tarish chegarasidan yuqorida ushlab turishga yordam beradi.

3. Kompressor nomzodlarini tanlashda mutlaq ochiq oqim (AOF)/mahsuldorlik, q/q_{cr}, suv-kondensat miqdori, yig‘ish tarmog‘i bosimi, kompressor sarfini rostlash diapazoni, bosim nisbati va ko‘chirish iqtisodiyoti birgalikda ko‘rib chiqilishi kerak.

4. Namunaviy ssenariy kompressor so‘rish bosimini 0,20–0,30 MPa diapazonigacha kamaytirish quduqning suyuqlik yuklanishiga qarshi ekspluatatsion zaxirasini oshirishini ko‘rsatdi; biroq juda past so‘rish bosimida energiya sarfi va termik/mexanik cheklovlar tez ortadi.

5. Eng maqbul rejim maksimal debitga emas, yetarli q/q_{cr} zaxirasi va maqbul energiya sarfiga erishadigan texnik-iqtisodiy muvozanatga asoslanishi lozim.

6. Ko‘chma kompressorlarning afzalligi ularni quduqlar orasida navbatma-navbat ko‘chirish imkoniyatida. Quduqlar fondini davriy qayta saralash kompressor parkidan foydalanish koeffitsiyentini va qo‘shimcha gaz hajmini oshiradi.

7. Quduq atrofi zonasi shikastlangan yoki kondensat blokirovkasi kuchli quduqlarda kompressorlashdan oldin quduqni kapital ta’mirlash/jadallashtirish zarur bo‘lishi mumkin; quduq ustida siqish va qatlamni jadallashtirish bir-birini to‘ldiruvchi vositalardir.

8. Keyingi bosqichda metodikani haqiqiy kon PVT va SCADA ma’lumotlari bilan kalibrlash, kompressor ish tavsifi xaritalari bilan bog‘lash va dinamik ko‘chirishni optimallashtirish algoritmini ishlab chiqish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar

[1] Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and Prediction of Minimum Flow Rate for the Continuous Removal of Liquids from Gas Wells // Journal of Petroleum Technology. 1969. Vol. 21, No. 11. P. 1475–1482. DOI: 10.2118/2198-PA.

[2] Coleman S.B., Clay H.B., McCurdy D.G., Norris L.H. A New Look at Predicting Gas-Well Load-Up // Journal of Petroleum Technology. 1991. Vol. 43, No. 3. P. 329–333. DOI: 10.2118/20280-PA.

[3] Guo B., Ghalambor A., Xu C. A Systematic Approach to Predicting Liquid Loading in Gas Wells // SPE Production & Operations. 2006. Vol. 21, No. 1. P. 81–88. DOI: 10.2118/94081-PA.

[4] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Gulf Professional Publishing / Elsevier, 2008. 588 p. DOI: 10.1016/B978-0-7506-8280-0.X5001-X.

[5] Beggs H.D. Gas Production Operations. Tulsa: OGCI Publications, 1984. 304 p. ISBN 0-930972-06-6.

[6] Sumaryanto, Lukman A., Kontha I.N.H., Turnbull B. Optimizing Well Productivity and Maximizing Recovery from a Mature Gas Field: The Application of Wellhead Compressor Technology. SPE 132855. SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition, Brisbane, Australia, 18–20 October 2010.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

[7] Ștefănescu D.-P., Maulidani O.A., Audrey B. Compressor Application for Extending Production Life Cycle in Mature Fields // AGH Drilling, Oil, Gas. 2016. Vol. 33, No. 2. P. 495–506. DOI: 10.7494/drill.2016.33.2.495.

[8] Smeulers J.P.M., González Díez N., Slot H. Study on the Application of Wellhead Compression in Offshore Facilities. SPE 170842-MS. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 2014. DOI: 10.2118/170842-MS.

[9] Fadairo A., Olugbenga F., Nwosu C.S. A new model for predicting liquid loading in a gas well // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2015. Vol. 26. DOI: 10.1016/j.jngse.2014.09.003.

[10] Chen D., Yao Y., Fu G., Meng H., Xie S. A new model for predicting liquid loading in deviated gas wells // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 34. P. 178–184. DOI: 10.1016/j.jngse.2016.06.063.

[11] Ermatov N.X., Bekov B.X., Boyqobilova M.M., Samatov Sh.Sh., Xushvaqtov G‘.A. Quduqlarga kimyoviy ishlov berishning yangi kompozitsiyalarini tadqiq qilish // Innovatsion texnologiyalar. 2026. Vol. 61, No. 1. P. 23–31.

[12] Meyliyev X.B., Samatov Sh.Sh., Boyqobilova M.M. Turli tipdagi kollektorlarning quduq tubi zonasida kechadigan fizik-kimyoviy transformatsiya jarayonlari // Innovatsion texnologiyalar. 2025. No. 4(60). P. 33–41. DOI: 10.70769/2181-4732.ITJ.2025-4.04.

[13] Samatov Sh.Sh., Akhatova G.A., Xayitov L.K., Jo‘rayeva G.Ch., Makhmudov S.I. The role of well workover and intensification methods in improving the development efficiency of small-reserve gas condensate fields // Modern Education and Development. 2026. Vol. 43, No. 2. P. 88–97.

[14] Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Boyqobilova M.M., Axatova G.A. Karbonat kollektorlarga kislotali ishlov berishni modellashtirish (Matonat va G‘arbiy Kruk konlari misolida) // Innovatsion texnologiyalar. 2025. No. 3(59).

[15] Eltacon Engineering B.V. Wellhead Compressor Systems / Mobile Wellhead Compressor: technical overview. Wellhead compression for depleted gas wells, operating flexibility and liquid handling. Technical information, accessed 2026.

[16] Yuan G., Pereyra E., Sarica C., Sutton R.P. An Experimental Study on Liquid Loading of Vertical and Deviated Gas Wells. SPE 164516. SPE Production and Operations Symposium, Oklahoma City, 2013.

[17] Zhang C. Current Status of Research on Gas Well Fluid Accumulation and Throttling Technology and Field Measures // Academic Journal of Science and Technology. 2024. DOI: 10.54097/sxzapw09.

[18] Galimov D.I. Justification for Extending the Compressor-Free Operation Period of Gas-Condensate Wells in Achimov Formations // Bulatov Readings. 2025. UDC 622.279.5.