



Azamjon ZAKIROV,
ToshDTU professori., t.f.d
E-mail: zakirov_azamjon@mail.ru
(ORCID 0000-0002-4857-8720)

Bekzod ALLAYAROV,
ToshDTU dotsenti

Shoxbozbek NORQULOV,
ToshDTU katta o'qituvchisi

TDTU professori R.Zakirov taqrizi asosida

ADAPTATION OF THE MODEL OF ELASTIC PLASTIC FILTRATION REGIME IN UNSTABLE LAYERS FOR WEST PALVANTASH FIELD CONDITIONS

Annotation

The prospects for the discovery of oil and gas fields, both in Uzbekistan and in a number of other oil and gas regions, are currently associated with deep-seated zones, as most anticlinal traps up to 3000 m have already been drilled. This article provides a method for assessing the deformation of the formation roof. The model of elastic-plastic filtration in unstable layers is adapted to the conditions of the Western Palvantash deposit.

Key words: oil recovery, FNGR, filtration regime, well, adaptation, calculation, elastic-plastic.

BEQAROR QATLAMLARDAGI QAYISHQOQ-PLASTIK SIZISH REJIMINI MODELINI G'ARBIY POLVONTOSH KONI SHAROITLARI UCHUN MOSLASHTIRISH

Annotatsiya

O'zbekistonda ham, boshqa bir qator neftgazli hududlarda ham neft va gaz konlarini ochish istiqbollari hozirgi vaqtda katta chuqurlikdagi zonalar bilan bog'liq, chunki 3000 m gacha bo'lgan antiklinal tutqichlarning aksariyati allaqachon burg'ilab bo'lingan. Ushbu maqolada qatlam shifining deformatsiyasini baholash usuli keltirilgan. Beqaror qatlamlarda qayishqoq-plastik sizish modeli G'arbiy Polvontosh koni sharoitlariga moslashtirilgan.

Kalit so'zlar: neft bera olish, FNGO, sizish rejimi, quduq, adaptatsiya moslashtirish, hisoblash, qayishqoq-plastik.

АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ФИЛЬТРАЦИИ В НЕУСТОЙЧИВЫХ ПЛАСТАХ ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНЫЙ ПАЛВАНТАШ

Аннотация

Перспективы открытия нефтяных и газовых месторождений, как и в ряде других нефтегазоносных регионов, в настоящее время связаны с глубокопогруженными зонами, так как большинство антиклинальных ловушек до 3000 м уже разбурено. В настоящей статье дана методика оценки деформации кровли пласта. Модель упругопластической фильтрации в неустойчивых пластах адаптирована для условий месторождения Западный Палванташ.

Ключевые слова: нефтеотдача, ФНГО, режим фильтрации, скважина, адаптация, расчёт, упруго-пластичность.

Kirish. Neft va gaz sohasining jadal ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi ishlatilayotgan neft va neft-gaz konlarini ishlashni jadallashtirish va samaradorligini oshirish yo'llarini izlash zaruratini keltirib chiqarmoqda. O'zbekistonda ham, boshqa bir qator neftgazli mintaqalarda ham neft va gaz konlarini ochish istiqbollari hozirgi vaqtda chuqur joylashgan zonalar bilan bog'liq, chunki 3000 m gacha chuqurlikda yotgan antiklinal tutqichlarning aksariyati allaqachon burg'ilab bo'lingan. Buni, katta chuqurliklarda neft va gaz uyumlarini izlash maqsadida olib borilayotgan quduqlarni burg'ilash hajmi ulushining ortishi va katta chuqurliklarda bir qator neft va neft-gaz konlarining ochilishi ko'rsatmoqda. Yuqorida aytilganlar FNGOga ham to'liq taalluqli bo'lib, u yerda 3000-5000 m va undan ortiq chuqurliklarda bir qator konlar ochilgan.

Biroq, katta chuqurliklardagi neft va gaz uyumlarini qidirish va ishlash samaradorligi hali yetarli darajada yuqori emas. Bu, kollektorlarning turli sharoitlarda o'zgarish qonuniyatlarini to'g'risidagi ma'lumotlarning yetarli emasligi va ularning katta chuqurliklarda hududiy tarqalishini bashorat qilish aniqligining pastligi bilan izohlanadi. Shu munosabat bilan katta chuqurliklardagi kollektor jinslarni har tomonlama o'rganish, cho'kindi yotqizqlarining mumkin bo'lgan mahsuldorligini qidirish va baholashning to'g'ri strategiyasini ishlab chiqish uchun katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lib, bu turli xil optimallik mezonlari asosida konlarni ishlash tizimini aniqlash uchun muhimdir.

Katta chuqurlikdagi neft va gaz qatlamlari yuqori siquvchi bosim va haroratga duchor bo'ladi. Bunday konlarning kollektorlari ularni ishlash jarayonida qisman yoki to'liq deformatsiyaga uchraydi. Qatlamlarning qayd etilgan deformatsiyalari ushbu konlarning sizdirish xarakteriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'ta noxush hodisalarga – quduqlar mahsuldorligining keskin va tiklab bo'lmaydigan darajada pasayishiga olib keladi. Neft konlarini ishlash amaliyotida keng qo'llaniladigan suyuqlik va gaz sizishining qayishqoq rejimi nazariyasi bu hodisalarni tavsiflashga qodir emas.

Shu sababli, ishlashni loyihalashtirishni yanada takomillashtirish, uning samaradorligini oshirish va katta chuqurlikdagi uyumlarning neft bera olishini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar bugungi kunda neft va neft-gaz konlarini ishlash nazariyasi va amaliyotining dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

Afsuski, katta chuqurlikdagi obyektlarni samarali ishlashni ta'minlaydigan ishlatish tajribasi va tayyorlangan uslubiy nizomlar hozircha yetarlicha mavjud emas. Xususan, kollektorlarning sizish-sig'im xossalari o'zgarishi va ularning dinamikasiga tog' jinsi skeletining yemirilishi, diffuziya, termobarik sharoitlarning o'zgarishi kabi ilgari hisobga olinmagan ko'plab omillarning ta'sirini o'rganish epizodik xususiyatga ega.

Ko'rsatilgan muammolarni hal qilishda tegishli aniqlik kiritish va uglevodorod uyumlarini ishlatish jarayonida kollektorlarning elastik-plastik deformatsiyalarini hisobga olgan holda g'ovak va yoriqli muhitlarda qatlam suyuqliklarining sizishi nazariyasidan foydalanish imkoniyati va maqsadga muvofiqligini asoslash zarur.

Tadqiqotning maqsadi katta chuqurlikdagi neft va neft-gaz konlarini ishlash samaradorligini oshirishning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat.

Uslubiyat:

Ushbu maqolada qatlam shipining deformatsiyasini baholash uslubiyati keltirilgan. Beqaror qatlamlarda qayishqoq-plastik sizish modeli G'arbiy Polvontosh koni sharoitiga moslashtirilgan.

G'arbiy Polvontosh uchun modelni moslashtirishning vazifalari:

1. O'tkazuvchanlik va g'ovaklikning o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash.
2. Sizishda beqarorlikni hisobga olish.
3. QAYuBning o'zgarish dinamikasini tahlil qilish.

Quduqlardan olingan ma'lumotlar asosida qatlamning anomal bosimini chuqurlikka bog'liq ravishda o'zgarishi tahlil qilinadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar quyidagilarga imkon beradi:

1. Qatlam bosimining pasayishi bilan kollektorlarning sizish-sig'im xususiyatlarining (quduqlar debiti) pasayish darajasini aniqlash;
2. Quduq tubidagi chegaraviy bosimi qiymatini hisobga olgan holda quduqlar ishining oqilona texnologik rejimini o'rnatish;
3. Tabiiy rejimda qatlam energiyasining samarali foydalaniladigan qismi doirasida, uyumlardan neft qazib olish hajmini baholash;
4. Karbonatli kollektorlarga mansub konlarni ishlatishning qayishqoq-plastik rejimida ishlash ko'rsatkichlarini loyihalashtirish;
5. Qum namoyon bo'lishini hisobga olgan holda qayishqoq-plastik rejimda terrigen kollektorlarga mansub konlarning ishlash ko'rsatkichlarini loyihalash;
6. Kollektorlarning sizish-sig'im xossalari, quduqlarning mahsuldorligini bashoratlash aniqligini va shu orqali obyektlarni samarali ishlash bo'yicha texnologik qarorlar qabul qilishning ishonchligini oshirish.

Qayishqoq-plastik sizish rejimi modeli

Qatlam bosimi pasayganda qatlam skeleti qayishqoq qayishqoq-plastik deformatsiyaga uchraydi. Karbonat kollektorlari bunday jarayonga kamroq moyil bo'lsa-da, terrigen kollektorlarga qaraganda, ushbu maqolada qayishqoq-plastik sizish rejimi jarayonlarini modellashirishni ko'rib chiqish zarur deb topildi. Shu munosabat bilan, qayishqoq-plastik sizish rejimi modelini terrigen kollektorlarga mansub III gorizont zaxiralarini sizdiruvchi G'arbiy Polvontosh koni sharoitlariga moslashtirish.

Qatlamdagi bosimga bog'liq holda o'tkazuvchanlik (k) va g'ovaklikning (m) o'zgarishi noxiziq. Bosimning tiklanish rejimida o'tkazuvchanlik va g'ovaklik qiymatlarining tiklanishi, qaysi bosimdan boshlab amalga oshirilishiga bog'liq. Bosim qanchalik ko'p yuklanishlar (boshlang'ich p_0 va joriy p qatlam bosimi o'rtasidagi farqlar) bilan tiklansa, g'ovaklik va o'tkazuvchanlikning qisman qaytarilmas o'zgarishi shunchalik katta bo'ladi. Demak, α_{k0}/β_{m0} bosimning pasayish va tiklanish rejimida turli qiymatlarga ega bo'ladi. Bosimni pasayishi rejimida k va m ning bosimga bog'liqligini eksponensial ko'rinishda qabul qilamiz:

$$\downarrow m = m_0 \exp(-\beta_{m0}(p_0 - p)), \quad \downarrow k = k_0 \exp(-\alpha_{k0}(p_0 - p)). \quad (1)$$

(1) formuladagi pastga qaragan strelkalar bosimni pasayishi jarayonini bildiradi. Yuqoriga qaragan strelkalar bilan bosimning tiklanish jarayonini belgilaymiz.

Bosimning har qanday qiymatida tiklanishida g'ovaklik va o'tkazuvchanlikning o'zgarish jarayoni ham (1) tenglama ko'rinishidagi bog'liqliklar bilan tavsiflanadi, faqat farqi shundaki, m_0 , k_0 , β_{m0} , α_{k0} koeffitsiyentlar o'z navbatida tiklanishi boshlangan p_i minimal bosimning funksiyalari hisoblanadi. Bosimning tiklanishi rejimida bosimning m , k bog'liqlarini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\uparrow m = m_{01} \exp(-\beta_{m1}(p_0 - p)), \quad \uparrow k = k_{01} \exp(-\alpha_{k1}(p_0 - p)). \quad (2)$$

$p=p_1$ nuqtada fizikaviy mulohazalardan quyidagilar tushuniladi:

$$\downarrow m = \uparrow m, \quad \downarrow k = \uparrow k. \quad (3)$$

Tadqiqotning natijalari

Yuqorida ishlab chiqilgan modelni moslashtirish uchun G'arbiy Polvontosh koni bo'yicha olingan real ma'lumotlardan foydalanamiz. Quyida keltirilgan 1-3-rasmlarda tadqiqot natijalari keltirilgan.

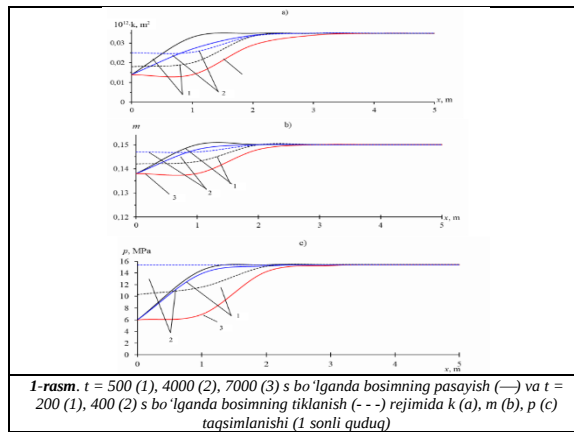
1 sonli quduq uchun hisoblashlarda quyidagi dastlabki ma'lumotlardan foydalanildi: $\mathcal{E} = 0,001$, $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$, $a_\mu = 0,0005 \text{ MPa}^{-1}$, $\beta_{\text{жк}} = 0,001 \text{ MPa}^{-1}$, $\mu_0 = 2,0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, $p_0 = 15,4 \text{ MPa}$, $p_c = 6 \text{ MPa}$, $p_s = 10 \text{ MPa}$.

Yuqorida ta'kidlanganidek, bosimning tiklanish rejimida o'tkazuvchanlik va g'ovaklik qiymatlari tiklanish qaysi bosimdan boshlanishiga bog'liq. Binobarin, α_{k0}/β_{m0} bosimning pasayish va tiklanish rejimida turli qiymatlarga ega bo'ladi. Bosim pasayishi rejimida k va m bog'liqliklarni eksponensial ko'rinishda qabul qilamiz. Tadqiqot natijasida 1-sonli quduq uchun, bu bog'liqlikni quyidagicha yozish mumkin:

$$k = 0,034 \cdot 10^{-12} \exp(-0,16(15,4-p)); \quad m = 0,15 \exp(-0,011(15,4-p));$$

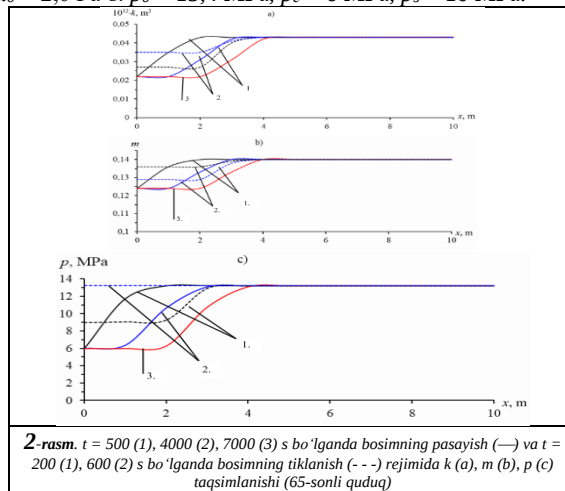
1-sonli quduq uchun hisoblarda k_{s0} , m_{s0} , α_{ks} , β_{ms} parametrlarning qiymatlari: $k_{s0} = 0,019 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$, $m_{s0} = 0,09$, $\alpha_{ks} = 0,1$

MPa^{-1} , $\beta_{ms} = 0,008 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_k = 0,05 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_m = 0,04 \text{ MPa}^{-1}$ deb qabul qilindi.



Sizish parametrlarining bosimdan o'zgarish egri chiziqlari G'arbiy Polvontosh konidagi 1-sonli quduq kollektorlik xossarining bosimga noxiziqli bog'liqligi, deformatsiyaning plastiklik omili namoyon bo'ladi, bu esa kollektorning beqarorligini tasdiqlaydi.

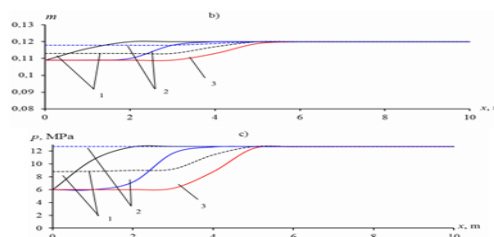
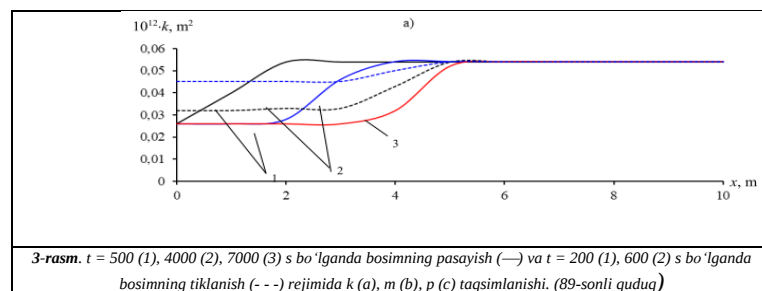
65-sonli quduq uchun hisoblarda quyidagi boshlang'ich ma'lumotlardan foydalanildi: $\mathcal{E} = 0,001$, $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$, $a_\mu = 0,0005 \text{ MPa}^{-1}$, $\beta_{\text{жс}} = 0,001 \text{ MPa}^{-1}$, $\mu_0 = 2,0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, $p_0 = 15,4 \text{ MPa}$, $p_c = 6 \text{ MPa}$, $p_s = 10 \text{ MPa}$.



Bosimni tiklanishi rejimida o'tkazuvchanlik va g'ovaklilik qiymatining bog'liqligi quyidagi ko'rinishga ega:
 $k = 0,043 \cdot 10^{-12} \exp(-0,13(13,2-p))$
 $m = 0,14 \exp(-0,02(13,2-p))$.

Qolgan parametrlarning qiymatlari quyidagicha: $k_{s0} = 0,043 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$, $m_{s0} = 0,08$, $\alpha_{ks} = 0,05 \text{ MPa}^{-1}$, $\beta_{ms} = 0,009 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_k = 0,07 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_m = 0,06 \text{ MPa}^{-1}$.

89-sonli quduq uchun quyidagi dastlabki ma'lumotlardan foydalanildi: $\mathcal{E} = 0,001$, $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$, $a_\mu = 0,0005 \text{ MPa}^{-1}$, $\beta_{\text{жс}} = 0,001 \text{ MPa}^{-1}$, $\mu_0 = 2,0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, $p_0 = 12,7 \text{ MPa}$, $p_c = 6 \text{ MPa}$, $p_s = 10 \text{ MPa}$.



O'tkazuvchanlik va g'ovaklilikning bog'liqligi quyidagi ko'rinishga ega:

$$k = 0,053 \cdot 10^{-12} \exp(-0,15(12,7-p))$$

$$m = 0,12 \exp(-0,018(12,7-p)).$$

Qolgan parametrlarning qiymatlari quyidagicha: $k_{s0} = 0,04 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$, $m_{s0} = 0,07$, $\alpha_{ks} = 0,04 \text{ MPa}^{-1}$, $\beta_{ms} = 0,009 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_k = 0,06 \text{ MPa}^{-1}$, $\eta_m = 0,05 \text{ MPa}^{-1}$.

Sizish parametrlarining bosimdan o'zgarishining, G'arbiy Polvontosh konining 1, 65 va 89-sonli quduqlari uchun olingan egri chiziqlari ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, qatlam bosimining pasayishi bilan quduq tubi zonasidagi jinslarning deformatsiyasi qazib olish xususiyatlarining yomonlashishiga olib keladi.

Xulosalar. Keltirilgan rasmlar tahlili shuni ko'rsatadiki, barcha quduqlarda k va m ning qaytmas o'zgarishlari yaqqol ko'rinadi. Bunda 1-sonli (1-rasm) va 65-sonli (2-rasm) quduqlarning o'tkazuvchanlik dinamikasida nomonotonlik kuzatiladi. Qatlamning qayishqoq-plastik deformatsiyasi va qumning chiqishi omillarining ta'sirini alohida tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, quduq tubi zonasida kuchli "yuvilgan" zona hosil bo'lishi mumkin, ularning kollektorlik xususiyatlari uzoqroq zonadagiga qaraganda yuqoriroq. Oxirgi zonada kollektorning qayishqoq deformatsiya tufayli k va m sezilarli darajada kamayadi, bu esa qum chiqishi bilan to'liq qoplanmaydi.

Bu uslubiyat bo'yicha sizish ko'rsatkichlari boshqa sharoitlar uchun ham hisoblanishi mumkin.

Sonli hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, qumning arzimaydigan miqdorda olib chiqilishida sizish jarayonida sezilarli o'zgarishlar sodir bo'lmaydi, ammo uning hajmi oshganda zarrachalarni olib chiqish omili tog' jinslarining qayishqoq-plastiklik omiliga qaraganda sizish parametrlariga ko'proq ta'sir qiladi. G'arbiy Polvontosh konining uncha chuqur bo'lmagan sharoitlari uchun ham deformatsiyaning plastiklik omili, kollektorlik xususiyatlarining bosimga nohiziq bog'liqligi, kollektorning beqarorligi namoyon bo'lishi ko'rsatilgan.

Tadqiqot natijalarining amaliy qo'llanilishi quyidagilarga imkon beradi:

1. Har xil turdagi kollektorlar uchun samarali qatlam bosimlarini baholash.
2. Qatlam bosimining o'zgarishiga qarab g'ovaklilik va o'tkazuvchanlikni aniqlash.

3. Qayishqoq-plastik deformatsiyalarni hisobga olgan holda bosimning pasayishi sharoitida sizish jarayonlarini modellashirish.

Tadqiqot natijalari katta chuqurlikdagi uyumlarni ishlash usullarini G'arbiy Polvontosh konining o'ziga xos sharoitlariga moslashtirish, sizish xususiyatlarining o'zgarishini bashorat qilish aniqligini oshirish va quduqlarning mahsuldorligini keskin pasayish xavfini kamaytirish imkonini beradi.

Qatlam bosimi pasayganda, bu o'zgarishlar natijasida yuzaga keladigan deformatsiyalar o'tkazuvchanlik va g'ovaklilikka muhim ta'sir ko'rsatadi, bu yuqoridagi ma'lumotlar asosida hisob-kitoblar bilan tasdiqlanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, G'arbiy Polvontoshdagi kabi terrigen kollektorlar uchun bosimning pasayishi jarayonida o'tkazuvchanlik va g'ovaklilikning sezilarli darajada pasayishi kuzatilishi mumkin, bu esa qazib olish xususiyatlarining yomonlashishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Б.Х. Хужаеров, И.Э. Шодмонов, Э.Ч. Холияров, А.А. Зокиров. Упругопластическая фильтрация жидкости в неустойчивых пластах. // Инженерно-физический журнал Национальной Академии наук Беларуси, 2003, том 76, № 6, С. 123-128.
2. N. Mukhutdinov, I. Khalismatov, N. Akramova, R. Zakirov, A. Zakirov, B. Allayarov. Geochemistry of natural gases from sediments of terrigenous and carbonate formations of the Bukhara-Khiva oil and gas region of Uzbekistan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, Vol. 937, pp. 1-9.
3. Zakirov R.T., Khalismatov I., Zakirov A.A., Zakirova F.T., Borshchov V.N. The history of the tectonic development of the south-eastern part of the Turan plate and the Beshkent-Kashkadarya Foothill depression of the modern Tien Shan. // Technical science and innovation, 2021, 4 (10), pp. 52-58.
4. Халисмагов И., Закиров Р.Т., Закиров А.А. Типы коллекторов доюрских отложений Устюртского региона по данным ГИС и методика их выделения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2022, № 8. С. 17-23.
5. A. Zakirov, L. Igamberdieva, Sh. Karimov, O. Bakhtiyorov. Experimental study of the features of filtration of non-Newtonian oils in a porous medium. // International Scientific Conference "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East" (AFE-2022), E3S Web Conf., Vol. 371, 2023.
6. Khuzhaerov B.Kh., Shodmonov I.E., Kholiyarov Ch., Zokirov A.A. Elastoplastic filtration of liquid in unstable seams. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2003. Vol. 76. № 6. С. 1340-1347.
7. A. Agzamov, A. Zakirov, L. Igamberdieva, S. Agzamova. Rheological properties of polymer solutions and ways to improve the efficiency of development of high-viscosity oil fields in Uzbekistan. // 5th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2024), E3S Web of Conf., Vol. 497, 2024.
8. Закиров А.А. Повышение эффективности разработки залежей нефти, приуроченных к глубокопоруженным горизонтам. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 2007 г. 42 стр.