

УДК: 622,691,4

GAZ-KONDENSAT KONLARINI O'ZLASHTIRISH JARAYONIDA GAZNI QUVURLAR ORQALI TASHISHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

Avlakulov Abdimajit Meyliyevich – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD),
ORCID 0009-0006-6840-0074, E-mail: avlakulov@gmail.com

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada gazni qazib chiqarish va quvurlar orqali tashish, ularni begona qo'shilmalardan tozalash uchun resurtejamkor texnologiyalar va texnik vositalarni qo'llash borasida muallif tomonidan olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari keltirilgan. Dunyo miqyosida gazni qazib chiqarish va tashish bilan bog'liq xarajatlar barchasining 75% qismi faqat tashish xarajatlari to'g'ri kelishi hisobga olinsa, uglevodorod xomashyosini (neft va gaz kondensati quduqlari mahsulotlari) yig'ish va tashishning eng samarali usuli gaz va suyuqlikni, ya'ni bir quvurli tizimni amalga oshirish joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan neft, gaz va kondensat aralashmalarini quvurlarda tashish muammosi zamonaviy gidrogazodinamika yutuqlariga asoslangan gidravlik hisob usullarini takomillashtirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Kalit so'zlar: gaz-kondensat aralashmasi, oqim strukturasi, relyefli quvurlar, qavat aralashmasi, uglevodorodlar, ikki fazali muhit, gaz konsentratsiyasi.

УДК: 622,691,4

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА ПО ТРУБОПРОВОДАМ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Авлакулов Абдимаджит Мейлиевич – доктор философии по техническим наукам (PhD)

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены результаты научно-исследовательской работы, проведенной автором по использованию технологий и технических ресурсосберегающих средств для добычи газа и транспортировки его по трубопроводам, очистки их от посторонних соединений. Принимая во внимание, что 75% всех затрат, связанных с добычей и транспортировкой газа во всем мире, приходится только на стоимость транспортировки, наиболее эффективным способом сбора и транспортировки углеводородного сырья (продукции нефтяных и газоконденсатных скважин) является внедрение в практику газа и жидкости единой-трубопроводной системы. В связи с этим проблема транспортировки нефтяных, газовых и конденсатных смесей по трубопроводам считается важной для совершенствования методов гидравлических расчетов, основанных на достижениях современной гидродинамики.

Ключевые слова: газоконденсатная смесь, структура потока, разгрузочные трубы, донная смесь, углеводороды, двухфазная среда, газовый концентрат.

UDC: 622,691,4

FEATURES OF GAS TRANSPORTATION VIA PIPELINES DURING THE DEVELOPMENT OF GAS-CONDENSATE DEPOSITS

Avlakulov, Abdimajit Meilievich – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD)

Karshi State Technical University, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. The article presents the results of the author's research on the use of resource-saving technologies and technical means for gas production and transportation through pipelines, as well as their purification from foreign impurities. Considering that 75% of all costs associated with gas production and transportation worldwide fall solely on transportation costs, the most effective method

of collecting and transporting hydrocarbon raw materials (products of oil and gas condensate wells) involves the implementation of a gas and liquid, that is, a single-pipe system. In this regard, the problem of transporting oil, gas and condensate mixtures in pipelines is of great importance in improving hydraulic calculation methods based on the achievements of modern hydro-gas dynamics.

Keywords: gas-condensate mixture, flow structure, relief pipes, layer mixture, hydrocarbons, two-phase environment, gas concentration.

Kirish

Ko'pgina tadqiqotlar aralashma xususiyatlari va aralashmaning quvurlardagi harakati gidrodinamikasiga oid bo'lgandigii uchun ulardan bevosita kon quvurlaridagi suyuqlik va gaz aralashmasining muhandislik hisoblarida foydalanib bo'lmaydi. Ulardan foydalanish uchun ba'zi soddalashtirishlarni, quvur yotqizilgan relyeflarni hisobga olishga to'g'ri keladi. Chunki real quvurlar gorizonttal qismdan, pastga tushuvchi va yuqoriga ko'tariluvchi uchastkalardan tashkil topadi. Quvurning bunday uchastkalaridan oqib o'tuvchi gaz-suyuqlik aralashmalaridan oqimning turli strukturalari yuzaga keladi. Shu sababli relyeflar bilan bog'liq va oqim strukturasining o'zgarishi sharoitida quvurlarda ikki fazalik muhitning gidravlik hisob usullarini takomillashtirish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada gaz-suyuqlik aralashmasini quvurlar orqali tashishda relyef bilan bog'liq va oqim strukturasining o'zgarishi sharoitida quvurlarda ikki fazalik muhitning gidravlik parametrlari hisobini tashkomillashtirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Tajriba usullari va natijalari

Gaz- kondensati konlari mahsulotlari tarkibiga keng doirada o'zgarib turadigan suyuq komponentlar kiradi. Maksimal kondensatsiya bosimi = 5,5 MPa va -5° C haroratda gazdan chiqarilgan barqaror kondensat miqdori (mo'tadil va issiq iqlim zonalari uchun tashishga tayyorgarlikda shudring nuqtasi) 10 dan 700 sm/m gacha. Kondensatlar asosan kam oltingugurtli (0,01-0,58% oltingugurt) bo'lib, Orenburg konidan olingan kondensat (1,18% oltingugurt) bundan mustasno (1-jadval).

1-jadval

Gaz-kondensat konlarini o'zlashtirish mahsulotlarining fizik-kimyoviy xossalari

Komponent	Formulasi	Molekular massasi	Qaynash harorati, °K	Kritik parametrlar			
				Harorat, °K	Bosim, MPa	Solish-tirma hajm, g/sm ³	Siqilish koeffitsienti
Metan	CH ₄	16,043	111,06	190,55	4,61	6,1985	0,288
Etan	C ₂ H ₆	30,070	184,52	305,43	4,88	4,9126	0,285
Propan	C ₃ H ₈	44,097	231,08	369,82	4,25	4,5568	0,281
Butan	n= C ₄ H ₁₀	58,124	272,65	425,16	3,80	4,3945	0,274
Izobutan	i= C ₄ H ₁₀	58,124	261,42	408,13	3,65	4,5256	0,283
Pentan	C ₅ H ₁₂	72,151	309,074	469,65	3,37	4,3071	0,262
Izopentan	i= C ₅ H ₁₂	72,151	301,00	469,39	3,38	4,2769	0,270
Geksan	C ₆ H ₁₄	86,178	341,89	507,35	3,01	4,2759	0,264
Geptan	C ₇ H ₁₆	100,205	371,577	540,15	2,74	4,2572	0,263
Oktan	C ₈ H ₁₈	114,232	398,815	568,76	2,49	4,2572	0,259
Nonan	C ₉ H ₂₀	128,259	423,948	594,56	2,29	4,2010	0,254
Dekan	C ₁₀ H ₂₂	142,286	447,272	617,5	2,10	4,1885	0,247
Azot	H ₂	28,010	77,352	126,26	3,40	3,2147	0,2916
Dioksid uglerod	CO ₂	44,010	194,673	304,20	7,38	3,1723	0,274
Serovodorod	N ₂ S	34,080	212,809	373,6	9,01	-	0,283

Kondensatlarning fraksion tarkibi har xil. Kollektor gaz-kondensat tizimlarida qaynash nuqtasi +500°C gacha bo'lgan benzin, kerosin va neft fraksiyalarini o'z ichiga olgan yuqori qaynaydigan uglevodorodlar (C₅N₁₂₊) gaz holatida bo'ladi. Etan va propan-butan fraksiyasining molyar ulushi 25% ga yetadi (2-jadval).

Kondensatlar guruhli uglevodorod tarkibi bilan ham farqlanadi. Ulardan ba'zilari, asosan, Sho'rtan metan seriyasining uglevodorodlarini o'z ichiga oladi, boshqalari esa Mubarak metan-naft uglevodorodlardir.

Kollektor gaz-kondensat tizimidagi yuqori qaynaydigan uglevodorodlar tarkibiga barcha uchta kimyoviy guruhning uglevodorodlari kiradi: metan, naften, aromatik va ularning nisbati sezilarli darajada farqlanadi. Shunday qilib, konning kollektor gazida aromatik uglevodorodlarning molyar ulushi 8% dan ortiq, metan uglevodorodlari esa 70% gacha; kon gazida aromatik - 63%, metan - 27%. Kon gazida oz miqdorda metan va aromatik uglevodorodlar va sezilarli miqdorda (80% dan ortiq) naft uglevodorodlar mavjud.

Qoida tariqasida, yuqori qaynaydigan uglevodorodlarning miqdori qavat bosimi va harorati oshishi bilan ortadi. Biroq, konning shakllantirish shartlari bu qonuniyatga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

2-jadval

Ayrim konlar gaz kondensatlarining xarakteristikallari

Konlar nomi	Kondensatning potentsial miqdori, g/m ³	Bosim, MPa		Qatlam harorati, °C	Harorat zichligi, °S	Molekulyar massa	Uglevodorodlarning massa ulushi		
		Kondensatsiya boshida, P _{HK}	Qatlam bosimi, R _{pl}				Aromatik	Neftenli	Kondensatsiya boshida, R _{HK}
Sho'rtan	15	11,2	11,2	47	0,7545	117	29	30	41
Mubarak	42	12,8	12,8	64	0,7352	118	3	30	57

Noorganik birikmalarning tarkibi ham muhim bo'lishi mumkin. Qavat aralashmasi karbonat angidrid, vodorod sulfidi, merkaptanlar va geliyni o'z ichiga olishi mumkin va uglevodorod gazlarining konsentratsiyasi ba'zi hollarda 50% ga yetadi (3-jadval).

Ishlab chiqarilgan gaz va kondensat tarkibiga kiradigan alohida uglevodorodlar, azot, karbonat angidrid va vodorod sulfidining fizik-kimyoviy xossalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Ayrim konlardan olingan gaz kondensatlarining tarkibi

Kon / qatlam	Molyar ulushi, %								C ₂ /C ₁	C ₁ /C ₂₊
	S ₁	C ₂	S ₃	C ₄	C ₅		N ₂	H ₂ S		
Gazokondensat koni										
Shoʻrtan	47,48	1,92	0,93	0,66	3,08	21,55	1,98	22,50	-	-
Muborak	90,15	2,55	0,39	0,14	0,55	2,82	3,0	0,4	6,5	9,4

Konlarda gaz kondensati konlaridan olingan mahsulotlarni qayta ishlash gaz kondensatini ajratishni nazarda tutadi, bu esa gazni uzoq masofalarga tashish imkonini beradi. Sanoat iste'molchilariga yuboriladigan qayta ishlangan mahsulotlar ularni tashish, saqlash, yetkazib berish va ishlatish uchun standartlarga yoki texnik shartlarga javob berishi kerak.

Iste'molchilarga yetkazib beriladigan tabiiy gazda vodorod sulfidi, havo (yoki kislorod), karbonat angidrid, uglerod oksidi, qattiq aralashmalar va boshqa tarkibiy qismlarning ruxsat etilgan tarkibi, shuningdek namlik bilan to'yinganligi, issiqlik qiymati va boshqalar bo'yicha cheklavlar mavjud. Gazni qayta ishlash korxonalarining suyuq mahsulotlari asosan zichligi, to'yingan bug' bosimi, yengil fraksiyalar, aralashmalar va suv miqdori bilan tavsiflanadi.

Tovar holatidagi propan - 95% propan yoki propilenni o'z ichiga olgan suyuqlik, uning to'yingan bug' bosimi 310,8⁰ K haroratda 1,5 MPa dan oshmaydi. 12% gacha butan tarkibiga ruxsat beriladi; etan tarkibi maksimal bug' bosimi bilan cheklangan. Korroziya faolligi, oltingugurt miqdori, namlik va zichlik bo'yicha tovar holatidagi propanga qo'yiladigan talablar uni yetkazib berishning

texnik shartlari bilan tartibga solinadi. Agar propan dvigatel yoqilg'isi sifatida ishlatilsa, unda ruxsat etilgan propilen miqdori cheklangan bo'ladi.

Tovar holatidagi butan - bu asosan butanlar yoki butenlarni o'z ichiga olgan va 310,8⁰ K haroratda to'yingan bug' bosimi 0,5 MPa dan ko'p bo'lmagan suyuqlikdir. Atmosfera bosimida 95% hajmli ulushli tovar holatidagi butanning bug'lanish harorati 274,2⁰ K dan oshmasligi kerak. Tovar holatidagi butandagi aralashmalarni cheklash talablari tovar holatidagi propanga o'xshashdir.

Propan-butan aralashmasi yoki suyultirilgan uglevodorod gazining to'yingan bug' bosimi 310,8⁰ K haroratda 0,9 MPa dan oshmasligi kerak. Suyultirilgan gazning 95% bug'lanish harorati butanning bug'lanish haroratiga yaqin [4, 6].

Shunday qilib, tabiiy gazlardan olinadigan metan kimyo sanoatida etilen ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Etandagi ruxsat etilgan metan miqdori 2% dan oshmaydi.

Tabiiy gazdan tovar holatidagi mahsulotlarni olishda alohida uglevodorodlarni olish va undan keyin yetkazib berishning texnik shartlariga qarab, mahsulotning kerakli tarkibiga erishish uchun ularni aralashtirish maqsadga muvofiqdir. Berilgan to'yingan bug' bosimini ta'minlash uchun kondensatga ma'lum miqdorda butan yoki propan kiritiladi va og'irroq komponentlar fraksiyalash orqali chiqarib yuboriladi.

Tabiiy gazni quduqdan to iste'molchilarga yetkazib berish murakkab jarayon hisoblanadi. Bunda asosan gazni yetkazish quvurlar yordamida amalga oshiriladi. Ma'lumki gazning quvur bo'ylab harakatlanishida uning tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari muhim o'rin tutadi. Bundan tashqari gaz tarkibida ichki va tashqi harorat farqi hisobiga paydo bo'ladigan suyuq kondensat ham ishtirok etganligi tufayli quvur ichida murakkab gidravlik va gidrodinamik jarayonlar kechadi.

Quvurlarda suyuqlik-gaz aralashmasi oqimining tadqiqotchilar tomonidan kuzatilishi natijasida harakat davomida muhitning bir necha fizikaviy modellarga, strukturalarga aylanishi aniqlangan [1, 3, 7]. Aralashmaning hajm bo'ylab alohida fazalarga taqsimlanishiga struktura deyiladi. Oqimning struktura shaklini avval faqat eksperimental tadqiqotlarda vizual kuzatish orqali aniqlanar edi. Hozirda bu strukturani matematik hisoblar orqali aniqlasa ham bo'ladi. Aralashma harakatining gidravlik parametrlari hisobi jarayonida dastlabki ma'lumotlardan foydalanib qaralayotgan uchastkada oqim strukturasi aniqlanadi va har bir struktura oqimni ifodalovchi differensial tenglamalar sistemasi tanlanadi. Sonli integrallashda hisoblanuvchi quvur uzunligi shunday tanlanadiki, unda fizikaviy va sarf xarakteristikallari kam o'zgarishi kerak.

Ammo amaliyotdagi muhandislik hisoblarida butun quvur bo'ylab hisoblash amallarini bajarish talab etiladi. Bunday holatlarda relyefli quvurlarning har bir uchastkalaridagi ma'lumotlar ketma-ketligiga e'tibor berish kerak bo'ladi [5, 9].

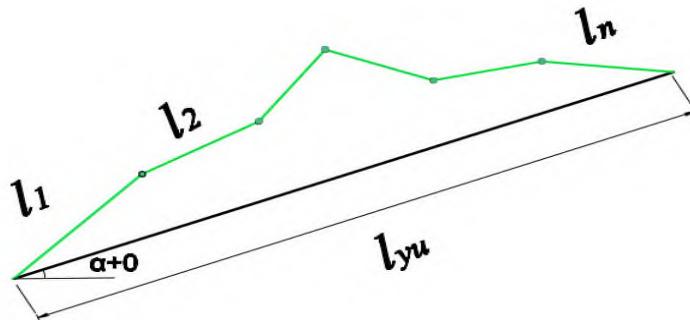
O'tkazilgan ko'pgina tadqiqotlar natijasida oqim strukturasi shakli turli-tuman bo'lib, u aralashmadagi suyuqlik va gaz sarflari nisbatiga, bu fazalarning fizik xossalari, shuningdek quvur ko'ndalang kesim yuzasi va uning gorizontga nisbatan joylashuviga bog'liq bo'lar ekan. Yuz berishi mumkin bo'lgan strukturalar soni bir qancha bo'lsada, biz gorizont va qiya joylashgan quvurlarda gaz-suyuqlik aralashmasi struktura ko'rinishining biz uchun kerakli bo'lgan hollari bilan tanishganmiz.

Pufakchali strukturada oqimdagi gaz fazasi suyuqlik ichida alohida pufakchalar ko'rinishida taqsimlangan. Ammo gorizont va kam qiyalik bo'ylab joylashgan quvurlarda pufakchalar konsentratsiyasi yuqorida zichroq bo'ladi. Bu holat gravitatsiya kuchi ta'sirida ruy beradi. Pufakchali struktura - bu konsentratsiyali gaz.

Quvurda ikki fazali suyuqlik oqimining xususiyati shundaki, bu oqimning quvur devori bilan o'ralgan chegarasidan tashqari fazalar orasida ham ichki sirt-chegara mavjud bo'lib, u vaqtga bog'liq ravishda o'zgarib turadi.

Quvurlarning yuqoriga chiquvchi va pastga tushuvchi trassalari hisobi. Gaz-suyuqlik aralashmalari tashiladigan kon sharoitidagi quvurlarda ko'proq qatlamli, tiqinli va halqali strukturalar uchraydi. Ushbu rejimlarni ajratish relyefli quvurlardagi aralashma oqimi gidrodinamik xarakteristikasining o'ziga xos xususiyati bilan tushuntiriladi. U yoki bu strukturaning yuz berishi mumkin bo'lgan sohani to'g'ri aniqlash gaz-suyuqlik aralashmalarini tashuvchi quvurlar hisobida muhim bosqich hisoblanadi [2, 10].

Kichik burchak ostida tushayotgan (pastga yo‘nalgan) va gorizontal joylashgan quvurlarda qatlamli, tiqinli va halqali, yuqoriga yo‘nalgan quvurlarda esa tiqinli va halqali strukturali aralashma oqimi yuzaga keladi.



1-rasm. Quvurning ko‘tariluvchi ekvivalent uchastkasi

— - Ekvivalent uchastka chizig‘i; — - Oraliq uchastka chizig‘i.

Quvurlarda gaz-suyuqlik aralashmalarining gidravlik hisobida quvur yotqizilgan trassa relyefini hisobga olish muhim shart hisoblanadi. Chunki quvurlarning gidravlik hisobi to‘g‘ri chiziqli yuqorilovchi va pastga tushuvchi quvurning alohida-alohida uchastkalari uchun olib boriladi va uchastkalar uchun harakat differensial tenglamalari sistemasi turlicha bo‘ladi [3, 8].

Ekvivalent trassaning ko‘tariluvchi uchastkasi deb real relyefning ikki dovoni nuqtalari orasidagi shunday kesmaga aytiladiki, bu kesmadagi oraliq uchastkalar va ularning qiyalik burchaklari sonidan qat‘iy nazar, aralashma harakati faqat yuqoriga yo‘naladi (1-rasm).

Uchastkaning ekvivalent uzunligi qaralayotgan kesmadagi real trassa barcha oraliq uchastkalarining yig‘indisi uzunligiga teng bo‘ladi:

$$\ell_{yu} = \sum_{i=1}^n \ell_{yui}, \quad (1)$$

bu yerda ℓ_{yu} -ko‘tariluvchi trassa ekvivalenti uzunligi, ℓ_{yui} - i -oraliq uchastka uzunligi.

Quvurning ko‘tariluvchi ekvivalent uchastkasining o‘rtacha qiyalik burchagi quyidagi shartdan aniqlanadi:

$$(\sin)_{ekv} = \frac{N_1 - N_2}{(\ell_{iyu})_{ekv}}, \quad (2)$$

bu yerda N_1 , N_2 – lar mos ravishda ko‘tariluvchi uchastkaning boshlang‘ich va oxirgi dovonlar balandliklari.

Quvurning pastga yo‘nalgan uchastkasi deganda real trassaning shunday kesmasi tushuniladiki, unda aralashma oqimi o‘zgarmas “ α ” burchak ostida faqat pastga yo‘nalgan bo‘lib, bunda α burchak ± 10 gradusga o‘zgaradi.

Pastga yo‘nalgan quvurning hisobiy uzunligi real trassaning barcha oraliq kesimlar yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$\ell_n = \sum_{i=1}^n \ell_{ni}. \quad (3)$$

Ekvivalent trassaning pastga yo‘nalgan uchastkasining qiyalik burchagi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$(\sin \alpha)_n = (N_1 - N_2)_n / \ell_n, \quad (4)$$

bu yerda N_1 va N_2 - uchastkalarining boshlang‘ich va oxirgi nuqtalari balandliklari. Uchastkadagi balandliklar farqi yig‘indisi va uchastka kesmalari yig‘indisini quyidagicha ifodalanadi:

$$\sum_{i=1}^n \Delta H_{yui}; \quad \sum_{i=1}^n \Delta H_{ni}; \quad \sum_{i=1}^n \ell_{yui}; \quad \sum_{i=1}^n \ell_{ni};$$

$$(\sin \alpha)_n = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta H_{ni}}{\sum_{i=1}^n \ell_{ni}}.$$

Xulosa

Gaz-suyuqlik aralashmasining relyefli quvur bo‘ylab harakatlanishida yuzaga keladigan turli oqim strukturalari joy relyefiga bog‘liq ravishda o‘zgarib turishi aniqlandi. Oqim orientatsiyasini hisobga olgan holda quvurda aralashma harakati gidravlik parametrlari orasida nazariy va empirik bog‘lanishlarni hisoblash usuli takomillashtirildi.

Adabiyotlar

- [1] Нездойминов В., Рожков В. Математическое описание газожидкостной структуры потока в системе транспортирования жидкости под вакуумом // Мотрол... комиссия оф моторизации. 2013.05.15. № 6, с.125-132.
- [2] Гужов А.И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа. М. Недра. 1973. с.280.
- [3] Мамаев В.А. и др. Гидравлика газожидкостных смесей в трубопроводах. М.: Недра, 1969. С.208.
- [4] Мамаев В.А., Одишария Г.Э. Клапчук О.В. и др. Гидродинамика газожидкостных смесей в трубах. М., «Недра» 1969 г. 208 с. Сбор, транспорт и хранение природных углеводородных газов // А.И.Гужов и др.: учеб. пособие – И: Недра, 1978. -405 с.
- [5] Трубопроводный транспорт продуктов разработки газоконденсатных месторождений, М. «Недра» 1990-240 с.
- [6] Авлакулов А.М., Авлакулов М., Хазратов А.Н. Установление расчётных параметров двухфазных течений в горизонтальном трубопроводе при расслоённой структуре потока. // Miasto Przyszłości. Vol.54 (2024). pp.692-696. ISSN-L: 2544-980X. Impact factor 9,9
- [7] Avlakulov A.M. Gaz quvurlarida hosil bo'ladigan suyuqliklar va gazning birgalikdagi harakatlanish qonuniyatlarini o'rganish. Akademik Charjav Abdirovtin tuwiganina 90 jil toliw munasibetine bag'ishlangan "Hazirgi zaman ilimi ham bilimlendirivini ahmiyetli ashqalari" atamasidagi xalqaraliq ilimiy-amaliy konferenciyasi materiallari toplanimi. Nókis, 15-16 oktabr 2024 y. 328-331 b.
- [8] Avlakulov A.M. Quvurlar orqali gaz tashish jarayonida kuzatiladigan muammolar va ularning ayrim yechimlari. Neft, gaz va gazkondensatni qazib olish va tayyorlash jarayonidagi texnologik muammolarning innovatsion yechimlari mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari toplanimi. Buxoro –14-15 noyabr, 2024 y.
- [9] Azzopazdi, B.J. Gas-liquid Flows. Nottingham, Beggel House 2006. -331 p;
- [10] Bratland, O. Update on commercially available flow assurance software tools: What they can and cannot do and how reliable they are. // 4th Asian Pipeline Conference & Exposition. - 2008. - pp. 128-134.