

H.M.Muhammadiyah



NEFT VA GAZ QATLAMI FIZIKASI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

MUHAMMADIYEV H.M.

NEFT VA GAZ QATLAMI FIZIKASI

(Masalalar to'plami)

*O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
Vazirligi tomonidan 60721800 –“Neft va gaz ishi (tarmoqlar
bo'yicha)” bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalari uchun
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

**QARSHI
«INTELLEKT» NASHRIYOTI
2023**

UO'K: 622.276.53

KBK: 37.653

M-48

Muhammadiyev H.M.

Neft va gaz qatlami fizikasi. O'quv qo'llanma.

Qarshi: «Intellekt» nashriyoti, 2023. –138 bet.

Ushbu o'quv qo'llanmada tog' jinslarning asosiy xossalari, tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalari, tog' jinsi, tabiiy gaz, qatlam nefti va suvining asosiy fizik xossalari, qatlam nefti va gazining o'zaro fizik ta'siri to'g'risida qisqacha nazariy ma'lumotlar va fizik ko'rsatgichlarni aniqlash bo'yicha masalalar yechimlari ko'rsatilgan.

O'quv qo'llanma "Neft va gaz " fakultetining 60721800 –"Neft va gaz ishi (tarmoqlar bo'yicha)" bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalari uchun qo'llanma sifatida tavsiya etiladi. Shuningdek, o'quv qo'llanmadan neft va gaz sanoati sohasidagi mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

In this tutorial, physical properties of rocks, basic physical properties of natural gases, basic physical properties of rocks, natural gas, reservoir oil and water, mutual physical effects of reservoir oil and gas, brief theoretical information and problem solving for determining physical indicators.

The textbook is recommended as a manual for undergraduate students 60721800 - "Oil and gas works (on networks)" of the faculty "Oil and gas". Also, experts in the field of the oil and gas industry can use the allowance.

Taqrizchilar

Zakirov A.A. – Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti "Neft va gaz konlari geologiyasi va geofizikasi" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori.

Sattorov L.X. – Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Neft va gaz ishi kafedrasi mudiri, texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.

ISBN 978-9910-757-47-1

© H.M. Muhammadiyev, 2023
© «Intellekt» nashriyoti, 2023

KIRISH

Neft va gaz sanoati xalq xo'jaligining muhim tarmoqlaridan bo'lib, uning rivojlanishi mamlakatimiz iqtisodiy potents..... belgilaydigan sohalardan biridir.

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, 2019 yil 9 iyuldagi PQ-4388-son "Aholi va iqtisodiyotni energiya resurslari bilan barqaror ta'minlash, neftgaz tarmog'ini moliyaviy sog'lomlashtirish va uning boshqaruv tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu o'quv qo'llanma nazariy jihatdan asos bo'lib xizmat qiladi.

O'zbekiston Respublikasining neft va gaz sanoati 100 yildan ortiq boy tarixga ega. Chuqurligi bir necha metr bo'lgan quduqlardan chelaklar bilan neft olishdan tortib, zamonaviy eng ilg'or usullar yordamida neft va gaz qazib chiqarishgacha bo'lgan davrda Respublikamizning neft va gaz sohasidagi fani va texnikasi katta yo'lni bosib o'tdi.

Bu yuksalish yo'lini bosib o'tishda hamda neft va gaz sohasining yanada rivojlanishida "Neft va gaz qatlami fizikasi" fani alohida o'rin tutadi. Bunda qatlamlarning tuzilishi, ularning asosiy fizik xossalari, qatlamlarni to'yintirib turgan gaz va suyuqliklarning fizik-kimyoviy xossalari, ularning harakatlanish davrida yuz beradigan jarayonlar qatlamlaridagi bosim va harorati o'zgarishi natijasida fazaviy o'tish jarayonlari, sirt taranglik kuchlarining suyuqliklarning harakatlanishiga ta'siri o'rganiladi. Shuningdek, konlarni ishlash davrida hosil bo'ladigan ishlatish usullari haqida umumiy tushunchalar, qatlamlarning neft va gaz bera olishlik koeffitsientini o'lchov yo'llari haqidagi umumiy yo'nalishlar, hamda konlarni ishlatishda turli moddalardan foydalanish to'g'risida ma'lumotlar beriladi.

Ko'rinib turibdiki, qatlam fizikasi neft va gaz sohasiga tegishli barcha masalalarni qamrab olib, boshqa maxsus fanlar uchun asos bo'lar ekan. O'z navbatida esa umumtexnika fanlari – “Oliy matematika”, “Fizika”, “Kolloid kimyo” hamda maxsus fanlar – “Neft - gaz konlari geologiyasi”, “Umumiy geologiya”, “Umumiy va yer osti gidravlikasi” kabi fanlar bilan uzviy bog'lanib ketgan.

Ushbu o'quv qo'llanma “Neft va gaz qatlami fizikasi” fanidan tog' jinslarini qatlamga ko'rsatadigan bosimini hisoblash, tog' jinslarining granulometrik (mexanik) tarkibini hisoblash, tog' jinslarining g'ovakliligini hisoblash, tog' jinslarining o'tkazuvchanligini hisoblash, tog' jinsining neftga, suvga, gazga to'yinganlik koeffitsientlarini hisoblash, tog' jinslarining taranglik xususiyatlarini aniqlash, tog' jinsi va suyuqliklarning issiqlik xususiyatlarini aniqlash, gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekulyar massasini hisoblash, tabiiy gazlarning kritik va keltirilgan parametrlarini hisoblash, gazning qovushqoqligini aniqlash kabi bir qator masalalarini yechimiga qaratilgan.

I – BOB. TOG' JINSLARNING ASOSIY XOSSALARI

I.1. Tog' jinslarining paydo bo'lishi bo'yicha tasnifi

Tabiatda uchraydigan hamma tog' jinslari paydo bo'lishiga qarab uchta katta guruhga bo'linadi: otqindi (magmatik), cho'kindi va metamorfik.

Otqindi tog' jinslari asosan vulqonlar otilganida yer yuzasiga chiqadigan magma yoki yer ostidan yuqoriga katta bosim ostida sirqib chiqqan suyuq moddalarning qotishidan hosil bo'ladi. Otqindi tog' jinslarining hosil bo'lishida yuqori harorat va kuchli bosim alohida ahamiyatga egadir. Vulqon harakatining natijasi - magma, ba'zan yer yo'ziga chiqmasdan yer osti yoriqlari, yoki ba'zi bo'shliqlarga kirib asta - sekin qotishdan hosil bo'lgan tog' jinslari ham otqindi tog' jinslariga kiradi.

Cho'kindi tog' jinslari yer yuzasidagi jinslarning suvda erib cho'kishi, havo, shamol va muzliklar harakatidan yemirilib to'planishidan hosil bo'ladi. Cho'kish jarayoni bir vaqtning o'zida mexanik, kimyoviy va biogen o'zgarishlar bilan birgalikda bo'ladi. Shunday qilib, cho'kindi tog' jinslari litosferaning fizik, kimyoviy va biogen ta'sirlari ostida yemirilgan va qayta to'plangan mahsulotdir. Bu jinslar quruqlikda ham, suv havzalari ostida ham to'planadi.

Metamorfik tog' jinslari cho'kindi yoki otqindi tog' jinslarining harorat, bosim va kimyoviy reaksiyalar ta'sirida qaytadan hosil bo'lishidan kelib chiqadi. Odatda bunday o'zgarish jarayonlarida tog' jinslarining mineralogik tarkibi, tashqi kurinishi va to'zilishi tubdan o'zgarib ketadi. Bu o'zgarishlarda bir xil mineral tarkibdagi tog' jinslarining boshqa bir turdagi mineral tarkibga o'zgarishi metasomatik jarayon deyiladi.

Tabiatda hozirgacha aniqlangan neft va gaz konlarining 99 foizi cho'kindi tog' jinslariga va faqat bir foizi otqindi tog' jinslariga mansubdir. Shuning uchun cho'kindi tog' jinslari haqida mufassal to'xtalib o'tamiz.

Cho'kindi tog' jinslari qanday tog' jinslardan tashkil topganligiga qarab uch turga bo'linadi: donador (granulyar), yoriq va aralash kollektorlar. Neft yoki gaz yig'ilishi yoki paydo bo'lishi mumkin bo'lgan tog' jinslari - kollektorlar deyiladi.

Granulyar kollektorlar asosan qum, qumtosh va qum - alevrit kabi tog' jinslaridan tashkil topgan bo'ladi. Bunday kollektorlarda neft va gaz jinslarining mayda zarrachalar orasidagi bo'shliqlar, g'ovaklar ichida yig'iladi. Demak, granulyar kollektorlardagi foydali bo'shliqlar, ya'ni neft yoki gaz yig'ilishi mumkin bo'lgan bo'shliqlar, asosan zarrachalar orasidagi bo'shliqlar - g'ovaklardan iborat ekan.

Yoriq kollektorlarga ohaktosh, dolomitlar kiradi. Bunday tog' jinslarida foydali bo'shliqlar har xil yoriqlar sistemasidan iboratdir. Bo'shliqlar faqat yoriqlar emas.

balki juda mayda mikrokarst va kovaklardan ham tashkil topgan bo'lishi mumkin. Yoriqlar sistemasi gorizontal va tik yo'nalishlarda rivojlangan bo'lib, odatda ular o'zaro bir-birlarini kesib o'tadi. Neft va gaz ana shu yoriqlarda hosil bo'lishi yoki yig'ilishi mumkin, ularning harakati ham faqat shu yoriqlar orqali bo'ladi.

Aralash kollektorlar esa granulyar va yoriq kollektorlarning aralash holatda uchraydigan turidir. Odatda bunday kollektorlarda foydali bo'shliqlar tog' jinslari zarrachalari orasidagi bo'shliqlar g'ovaklar, yoriqlar, mikrokarst bo'shliqlar va kovaklardan iborat bo'ladi. Bunday kollektorlarga qum, qumtosh va alevritlarning bir konning o'zida aralash qatlam hosil qilgan yollari kiradi.

Kollektorlarning fizik, mexanik va kimyoviy xususiyatlarini o'rganish neft va gaz konlarini to'g'ri ishlatishda asosiy omillardan biridir. Shuning uchun bu xossalar nimalardan iboratligi, ularning neft va gaz qazib olishdagi roli, o'zaro munosabatlarini mukammal o'rganmasdan turib, konlarni ishlatib bo'lmaydi. Kollektorlardan neft va gaz qazib olinayotganda ularning suyuqlik o'tkazish va sirqish qonuniyatlari qanday o'zgarishi, ularga ta'sir qilish usullari ham kollektorlarning mexanik va kimyoviy xossalariga uzviy bog'liqdir. Bu xossalar quyidagilardan iborat:

- 1) tog' jinslarining donadorlik tarkibi;
- 2) g'ovakligi, kovakligi va yoriqligi;
- 3) o'tkazuvchanligi;
- 4) kapillyarlik xossalari;
- 5) solishtirma yuzasi;
- 6) mexanik va issiqlik xossalari;
- 7) tog' jinslarining neft, gaz va suv bilan to'yinganligi.

Tog' jinslari zarrachalarining shakli va katta - kichikligi, zarrachalarning qay holda joylashganligi zarrachalarning joylashish xususiyati (tekstura) deyiladi.

Zarrachalarning to'zilishiga qarab tog' jinslari quyidagi to'rt guruhga bo'linadi.

- 1) zarrachalarning diametri 2 mm dan katta bo'lgan yirik bo'lakli jinslar - psefitlar;
- 2) zarrachalarning diametri 2 mm dan 0,1 mm gacha bo'lgan jinslar - psammitlar;
- 3) zarrachalarning diametri 0,1 mm dan 0,01 mm gacha bo'lgan jinslar - alevritlar;
- 4) zarrachalarning diametri 0,01 mm dan kichik bo'lgan jinslar - pelitlar.

Tog' jinslarining joylashish xususiyatlari asosan qat - qatligi, joylashish harakteri, zarrachalarning o'zaro bog'liqligi, ular orasidagi sementlovchi moddalarning miqdori kabilar bilan harakterlanadi.

1.2. Tog' jinslarini qatlamga ko'rsatadigan bosimini hisoblash

Suyuqliklar va gazlar joylashgan qatlamlarda mavjud bosimga qatlam bosimi deyiladi.

Qatlamlarning boshlang'ich bosimi (uyumni ishlatishdan oldin), qoidaga binoan, uyumlarning hosil bo'lgan chuqurligiga bog'liq. Quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$P_q = \frac{L}{100} \cdot \quad (1.1)$$

bu yerda, L – qatlamning chuqurligi, m .

Ushbu tenglikdan ko'rinib turibdiki, bunday qatlamlar normal (gidrostatik) bosimga ega bo'lgan qatlamlar deyiladi. Ular biror-bir tarzda yer yuzi bilan bog'langan bo'ladi.

Ammo shu bilan bir qatorda, anomal bosimga ega, odatda gidrostatik bosimdan yuqori bo'lgan qatlamlar ham mavjud (G'arbiy Qozog'iston, Turkmaniston, G'arbiy Sibir).

Bunday qatlamlar yer yuzi bilan bog'lanmagan yoki juda zaif bog'langan va ko'p hollarda tektonik buzilmalari mavjud uyumlarda uchraydi.

Mahsuldor qatlamni ochishda quduq ustki qismidan ostki qismigacha suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'lsa, ostki qismidagi boshlang'ich qatlam bosimi quyidagi formula bilan yordamida aniqlash mumkin:

$$P_q = L \cdot \rho_{suy} \cdot g + P_{q.ust} \quad (1.2)$$

bu yerda, ρ_{suy} – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ;

g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ;

$P_{q.ust}$ – quduq usti bosimi, Pa .

Agar quduqda suyuqlik ustuni ma'lum bir H balandlikka ko'tarilgan bo'lsa ($P_{q.ust} = 0$), unda qatlam bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_q = H \cdot \rho_{suy} \cdot g$$

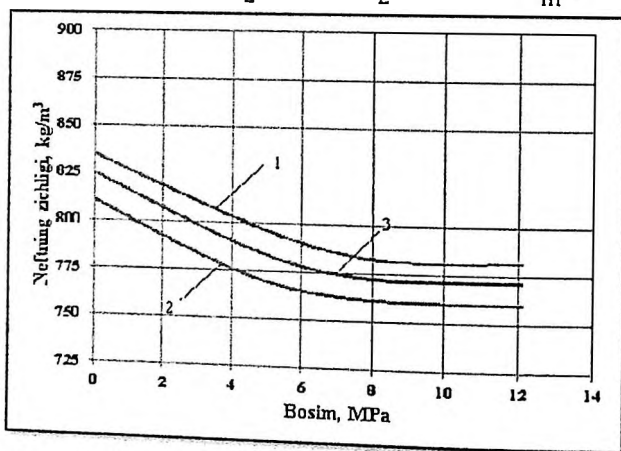
Berilgan ko'rsatgichlar	Ko'rsatgichlarni qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
Quduq chuqurligi $-L_q, m$	2650	2540	1853	2324	2274
To'xtatilgan quduqning ustki bosimi $-P_{ust}, MPa$	8	8,6	7,4	7,7	9
To'yinganlik bosimi $-P_{to'y}, MPa$	11,3	12,9	11,4	8,7	9,3
Quduq tubi bosimi $-P_{q.t.b.}, MPa$	11,3	12,9	11,4	8,7	9,3
To'xtatilgan quduqning ustki harorati, $-t_{ust}, ^\circ C$	20	40	20	40	20
Qatlam harorati $-t_q, ^\circ C$	70	80	70	80	70
Neftning siqiluvchanlik koeffitsenti $-\beta_n \cdot 10^{-4}, MPa^{-1}$	6,5	5,8	6,2	5,4	6,4

Bosim va haroratni neftning zichligiga bo'g'liqlik grafigi 1.2 –rasmda ko'rsatib o'tilgan.

Yechish.

1. Qatlam bosimini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanish kerak:

$$\bar{\rho}_n = \frac{\rho_n + \rho_{ng}}{2} = \frac{805 + 870}{2} = 837,5 \frac{kg}{m^3}$$



1.2 -rasm. Bosim va haroratni neftning zichligiga bo'g'liqlik grafigi
1 - 20°C; 2 - 70°C; 3 - 45°C.

Quduqidagi neftning o'rtacha zichligi $\bar{\rho}_n$ bosim va haroratga bog'liq.

Aslida, ushbu masalani yechish uchun $\rho_n(P,t)$ ni hisobga olish kerak. To'xtatilgan quduqning tubida haroratni taqsimlashi to'g'ri chiziqli qonuniyat bo'yicha qabul qilgan holda o'rtacha haroratni hisoblaymiz.

$$t = t_{ust} + t_{qat} = (20 + 70)/2 = 45^\circ\text{C}$$

1.2 -rasmdagi grafikdan foydalanib, $\rho = f(P,t)$ ga bog'liqligini va interpolatsiya qilish orqali harorat, neft zichligi bir chiziqli o'zgarish bilan $t = 45^\circ\text{C}$ (3 -egri chiziq) da neft zichligi bog'liqligi qurilgan. Olingan egri chiziq orqali bosim P_{ust} dan P_{qat} gacha o'zgariganda quduqdagi o'rtacha neft zichligini hisoblash uchun ishlatilishimiz mumkin. 3 -egri chiziq bo'ylab biz $P_{ust} = 8 \text{ MPa}$ dan $P_{qat} = 11.3 \text{ MPa}$ gacha bo'lgan bosim oralig'ida o'rtacha neft zichligini topamiz. $\rho_n = 775 \text{ kg/m}^3$.

Qatlam bosimini hisoblaymiz:

$$P_{qat} = 2650 \cdot 775 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 8 = 28,15 \text{ MPa.}$$

Yechimda $P_{to'y} = 45 \text{ MPa}$ dan $P_m = 11,3 \text{ MPa}$ gacha bo'lgan bosim oralig'ida $t = 28,15^\circ\text{C}$ bo'lganda o'rtacha neft zichligi doimiy va 775 kg/m^3 ga teng bo'ladi. Aslida, yuqoridagi bosim oralig'ida neftning zichligi siqilish hisobiga chiziqli ravishda oshib boradi. Agar $P_{to'y} = 11,3 \text{ MPa}$ bo'lganda neft zichligi $772,3 \text{ kg/m}^3$ ga teng bo'lsa, $P_{qat} = 28,15 \text{ MPa}$ bo'lganda neft zichligini hisoblang.

Neftning siqilish koeffitsienti β_n ni $6,5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/MPa}$ ga teng qabul qilinadi. Shunday qilib, qatlam bosimi ostidagi neftning zichligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\rho_{n(p_{qat}=28,15)} = \frac{\rho_{n(p_{to'y}=11,3)}}{1 - \beta_n \cdot (p_{qat} - p_{to'y})}$$

yoki,

$$\rho_{n(p_{qat})} = \frac{772,5}{1 - 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot (28,15 - 11,3)} = 781,1 \text{ kg/m}^3$$

Neftning o'rtacha zichligi bosim oralig'i $P_{to'y}$ dan P_{qat} gacha o'zgariganda quyidagiga teng bo'ladi.

$$\rho_{n.o'rt} = (772,5 + 781,1) / 2 = 776,8 \text{ kg/m}^3.$$

Shunday qilib, $P_{ust} = 8 \text{ MPa}$, $P_{to'y} = 11,3 \text{ MPa}$ va $P_{to'y} = 11,3 \text{ MPa}$ dan $P_{qat} = 28,15 \text{ MPa}$ gacha bosim oralig'ida neftning o'rtacha zichligi mos ravishda 775 va $776,8 \text{ kg/m}^3$ ga teng. Ushbu shartlar uchun $P_{ust} = 8 \text{ MPa}$ dan $P_{qat} = 28,15 \text{ MPa}$ bosim

oralig'ida neftning o'rtacha zichligini hisoblash qiyin emas, bu $775,9 \text{ kg/m}^3$ qiymatga teng.

Neft zichligi o'zgarishini hisobga olgan holda, qatlam bosimini hisoblaymiz.

$$P_{qat} = 2650 \cdot 776,8 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 8 = 28,19 \text{ MPa.}$$

$P > P_{to'y}$ shart bajarilganda neft zichligiga bosimning ta'sirini hisobga olmasdan qatlam bosimini hisoblash uchun δ xatolikni baholaymiz.

$$\delta = \frac{28,19 - 28,15}{28,19} \cdot 100 = 0,16\%$$

Shunday qilib, xatolik 0,16% tashkil etyapti, shuning uchun amaliy hisoblashlar natijasida bosimni $P_{to'y}$ dan P_{qat} gacha bo'lgan oraliqda neft zichligini qiymatini o'zgarishini hisobga olmasdan qoldirishimiz mumkin.

1.3. –masala. 1, 2 va 3 quduqlarning suv-neft tutash yuzasi (SNTYU) dagi (1.1 -rasm) mavjud bosimlarni aniqlang. A.B.C nuqtalardagi bosim o'lchangan. Dastlabki ma'lumotlar 1.3 -jadvalda keltirilgan.

1.3 -jadval

Ko'rsatkichlarning nomlanishi	Absolyut qiymatlari Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1. SNTYU ning chuqurligi H_{SNTYU} , m	1250	1201	1300	1280	1300
2. Berilgan nuqtalardagi qatlam bosimi, MPa:					
P_A	17,9	16,8	18,9	18,0	19,9
P_B	16,5	15,6	17,3	17,1	18,5
P_C	17,2	16,2	18,2	17,6	19,2
3. Berilgan nuqtalarning qatlam bosimlarini o'lchangan chuqurliklari, m:					
L_A	1756	1706	1805	1786	1836
L_B	1451	1401	1503	1481	1531
L_C	1535	1485	1582	1561	1615
4. Berilgan nuqtalarda quduqlar altitudasi, m:					
Alt_1	427	411	407	421	441
Alt_2	272	268	277	281	301
Alt_3	276	279	281	290	310
5. Qatlam sharoitidagi neftning zichligi ρ_n , t/m^3	0,76	0,78	0,74	0,73	0,75
6. Qatlam sharoitidagi suvning zichligi ρ_s , t/m^3	1,1	1,07	1,09	1,06	1,09

Yechimi.

1) Quduqdagi o'lchangan bosim va boshqa ko'rsatkichlaridan foydalanib SNTYU sidagi bosimni aniqlaymiz. Buning uchun belgilangan A nuqta va SNTYU

si orasidagi masofa (h_A) ni aniqlashimiz kerak. Gipsometrik nuqta orqali ushbu masofa quyidagiga teng bo'ladi.

$$H_A = L_A - Alt_1 = 1756 - 427 = 1329 \text{ m.}$$

1.1 –rasmdan ko'rinib turibdiki, bu yerda

$$h_A = H_A - H_{SNTYU} = 1329 - 1250 = 79 \text{ m.}$$

A nuqta va SNTYU interval oralig'idagi qatlam suv bilan to'yingan bo'lganligi uchun, bosimni quyidagicha aniqlaymiz:

$$P_{SNTYU} = P_A - 0,00981 \cdot h_A \cdot \rho_s = 17,9 - 0,00981 \cdot 79 \cdot 1,1 = 17,05 \text{ MPa.}$$

2) Aniqlangan bosim asosida B nuqtadagi bosimni hisoblaymiz. Xuddi ko'rib o'tgan formulamiz orqali quyidagicha fikr yuritamiz:

$$H_B = L_B - Alt_2 = 1451 - 272 = 1179 \text{ m.}$$

Keyin

$$h_B = H_{SNTYU} - H_B = 1250 - 1179 = 71 \text{ m.}$$

Biz SNTYU va B nuqta orasidagi qatlamni neft bilan to'yingan ekanligini e'tiborga olib, quyidagicha aniqlaymiz:

$$P_{SNTYU} = P_B + 0,00981 \cdot h_B \cdot \rho_n = 16,5 + 0,00981 \cdot 71 \cdot 0,76 = 17,03 \text{ MPa.}$$

3) Huddi shunday, o'lchangan bosim orqali C nuqtadagi P_{SNTYU} dagi bosimni aniqlaymiz.

$$H_C = L_C - Alt_3 = 1535 - 267 = 1268 \text{ m,}$$

$$h_C = 1268 - 1250 = 18 \text{ m,}$$

$$P_{\text{бух}} = 17,2 - 0,00981 \cdot 18 \cdot 1,1 = 17,01 \text{ MPa.}$$

Shunday qilib, barcha uchta nuqta uchun hisoblangan bosimlarning qiymatlari aniqlandi. Suv-neft tutash yuzasidagi bosimning o'rtacha bosimi quyidagiga teng bo'ladi.

$$P_{SNTYU} = \frac{17,05 + 17,03 + 17,01}{3} = 17,03 \text{ MPa}$$

1.4. Tog' jinslarining granulometrik (mexanik) tarkibi

Tog' jinslarining granulometrik tarkibi -turli o'lchamdagi zarralarning tog' jinslaridagi miqdoriy tarkibi hisoblanadi.

Tog' jinslarining granulometrik tarkibiga asosan neft va gaz kollektorlarining ko'plab xususiyatlari aniqlanadi: g'ovaklik, o'tkazuvchanlik, sirt taranglik xossalari, mayda kapillyar kuchlarning namoyon bo'lish darajasi va boshqalar.

Tog' jinslarining granulometrik tarkibi *elak va sedmitsiya* tahlillari orqali o'rganiladi. Tog' jinslarini elaklash tahlillari asosan o'lchami 0,05 dan 1,0 mm gacha bo'lgan zarrachalarni fraksiyalarga ajratish uchun ishlatiladi. Diametri nisbatan kichik zarrachalarning tarkibi sedimentatsiya usuli bilan aniqlanadi [3].

Tog' jinslarining donadorligi deb, ularning har xil kattalikdagi zarrachalardan qanday miqdorda tashkil topganligiga aytiladi.

Tog' jinslari turli kattalikdagi donador zarrachalardan tashkil topgan bo'ladi. Jinslarning donadorligi, ularning qay darajada mayda zarrachalardan tashkil topganligi hamda bu zarrachalarning o'lchamlari asosan mikroskop ostida ana shu tog' jinslaridan yasalgan shliflarda o'rganiladi. Agar o'rganilayotgan tog' jinslari o'ta qattiq, ya'ni sementlashgan bo'lsa, ularning tarkibini shliflar orqali o'rganish qulay bo'ladi. Lekin tog' jinslari o'ta qattiq bo'lmasa yoki kam sementlashgan bo'lsa, u holda ularning tarkibini o'rganish uchun granulometrik (donadorlik) usuldan foydalaniladi.

Tog' jinslarini tashkil qiluvchi minerallar qanchalik maydalanganligiga qarab jinslarning sig'im - o'tkazuvchanlik xossalari (g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, solishtirma yuzasi, kapillyarlik xossalari va b.) ham tubdan o'zgarishi mumkin.

Tog' jinslarining donadorlik tarkibiga ularning geologik kelib chiqishi, qatlamlarning hosil bo'lishiga qarab ana shu geologik davrlarda bo'lib o'tgan jarayonlar xususida ma'lumotlar olish mumkin. Shuning uchun ham donadorlikni o'rganish geologik izlanishlarning boshlang'ich bosqichi hisoblanadi.

Tog' jinslarini tashkil qilgan zarrachalarning katta - kichikligiga qarab ana shu zarrachalar bilan neft orasidagi bog'lanish yuzasi har xil kattaliklarni tashkil qilish mumkin. Zarrachalar qanchalik mayda bo'lsa, shunchalik ular bilan neftning umumiy bog'lanish yuzasi katta bo'ladi. Demak, bunday tog' jinslaridan neft olinayotganda mana shu mayda zarrachalarning yuzasini juda yupqa neft pardasi qoplab oladi va natijada ana shu parda holatidagi neft yer ostida qolib ketib, olib bo'lmas yo'qotishga sabab bo'ladi. Neftning parda holatida qolib ketishiga sabab, jinslarning juda mayda zarrachalardan tashkil topganligi, neft ana shu zarrachalarni o'rab olib ularning molekulari bilan neft molekulari o'rtasidagi uzviy bog'lanishlar, hamda suyuqlikning kapillyarlik xossalari.

Shuning uchun ham ana shu yo'qotishlarni iloji boricha kamaytirish maqsadida avvalo tog' jinslari zarrachalarining qanday kattaliklardan tashkil topganligini, ularning umumiy (yoki solishtirma) yuzasi qanday kattalikni tashkil qilishini va nihoyat, neftning kapillyarlik xossalari aniqlab olish kerak.

Bundan tashqari, ko'pincha neft va gaz qatlamlarini ishlatishda ar va suv bilan birgalikda quduqlar ostiga tog' jinslaridan ajralib chiqqan mayda zarrachalar ham kelib to'planib qolishi mumkin. Ana shunday uolatlarda bunday tog' jinslaridan paydo bo'lgan qatlamlarda quduq osti atrofini mustaukamlash uchun maxsus qotiruvchi moddalar haydaladi yoki shu mayda zarrachalar quduq ichiga o'tmasligi uchun alohida filtr (sizgich) o'rnatiladi.

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, tog' jinslarining tarkibi juda mayda-kolloid holatdagi zarrachalardan tortib, to kattaligi tosh bo'lakchalarigacha bo'lar ekan. Lekin asosiy qismini 1,0 - 0,01 mm dagi zarrachalar tashkil etadi.

Shuni aytish kerakki, juda mayda kolloid zarrachalar asosan loyli, argillit va alevrolitdan tashkil topgan qatlamlarda ko'proq uchraydi. Bunday zarrachalarni miqdoriga qarab ana shu tog' jinslarining nam ta'sirida bo'rtish qobiliyati ham har xil bo'ladi.

Tog' jinslarining donadorligini o'rganish natijasida ularni harakterlovchi yana bir muhim xossa - tarkibiy har xillik (turlilik) koeffitsienti ham aniqlanadi. Bu koeffitsient konlarni ishlash usullarini tanlashda, ularning matematik va geologik modellarini to'zishda, har xil matematik hisoblashlarda ishlatiladi.

Tog' jinslarining donadorlik tarkibini o'rganishning ikki xil usuli bor: elash va sedimentatsiya.

Elash usuli o'zining soddaligi va tez bajarilishi bilan juda keng tarqalgan. Usul asosan tog' jinslarini tashkil qiluvchi zarrachalarning kattaligi 0.05 mm dan kam bo'lmagan hollarda ishlatiladi. Ustma-ust qo'yilgan elaklar komplektiga 50 g tog' jinsi solinadi. Elaklar turining kattaligi yuqoridan pastga qarab quyidagichadir: 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 va 0,25 mm. Elaklar komplekti 15 minut davomida tebratiladi va har bir elakda qolgan zarrachalarning og'irligi o'lchanadi. Olingan ma'lumotlar maxsus jadvalga yoziladi.

Sedimentatsiya usuli ba'zan gidravlik usul deb ham ataladi. Bu zarrachalarning suyuqlikda har xil tezlik bilan cho'kishi natijasida ularning donadorligini aniqlashning bir necha turlari mavjud;

1. Turg'un holatdagi suyuqlikda aniqlash (Stoks, Fadeyev - Vilyams, Sabanin, Osborn va AzNII usullari);

2. Oqar holatdagi suyuqlikda aniqlash (Konetskiy, Shyone, Gil'gard usullari);

3. Uzuksiz ravishda har xil chuqurlikdan namunalar olib, ularning og'irligini, gidrostatik bosimini aniqlash usuli.

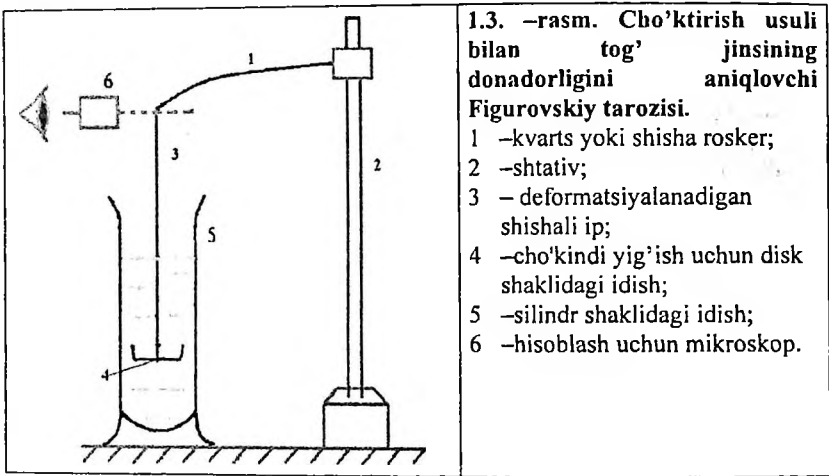
Bu usullar ichida keng tarqalgani turg'un holatdagi suyuqlikdagi donadorlikni aniqlash usullaridir.

Bu usulni birinchi marta ingliz olimi Stoks qo'llagan. Zarrachalarning cho'kish tezligi Stoks tenglamasi orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \frac{g \cdot d^2}{18 \cdot \nu} \frac{\rho_c}{\rho_{t,j}} - 1 \quad (1.3)$$

Bu yerda: ν - zarrachalarning cho'kish tezligi, mG's;
 g - erkin tushish tezlanishi, m²/s;
 d - zarrachalarning diametri, mkm;
 ν - suyuqlikning turg'unlik qovushqoqligi, Pa*s;
 $\rho_{t,j}$ - tog' jinsining zichligi, g/sm³;
 ρ_c - suyuqlikning zichligi, g/sm³;

Sedimentatsiya tahlilining eng mukammal usuli –Figurovskiy tarozisida cho'kindilarni tortish orqali tahlil qilishdir (1.3 -rasm).



Tog' jinsi suspenziyalari vaqt o'tishi bilan tarozining 5 qismidagi silindrda joylashgan kubokning og'irligini oshiradi va tarozining mos ravishda deformatsiyalanishiga olib keladi.

1. Vaqt o'tishi bilan rosker deformatsiyasi 6 – hisoblash mikroskopi yordamida aniqlanadi. Bu zarrachalarning vaznini aniqlash imkonini beradi. Tog' jinsi zarrachalarining o'lchamlari Stoks formulasi bilan hisoblab chiqiladi va 1.4.-jadvalga kiritiladi.

Tajribalar natijalariga ko'ra, har bir zarrachaning diametri va tog' jinsdagi massa ulushi o'rtasidagi bog'liqlikni tasvirlaydigan grafikalar chiziladi.

Tog' jinsining granulometrik tarkibiga ko'ra, filtratsiyalanish teshiklarining o'lchami, zarrachalarning samarali diametri aniqlanadi va jinsning xilma-xillik darajasini baholaydi [2].

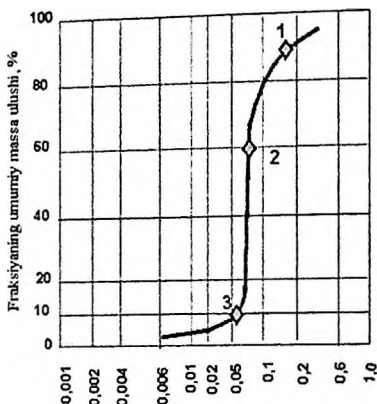
1.4 –masala. Tog' jinslarinig turlilik koeffitsientini, neftga to'yingan jinslarning zarrachalarini samarali diametrini aniqlang va qatlamdan quduqqa kiradigan qum zarralarini cheklash uchun xizmat qiluvchi filtrlarni yoriqlarini hajmini tanlang. Elaklash va sedimentatsiya tahlillaridan olingan ma'lumotlar 1.4 –jadvalda keltirilgan.

1.5. –jadvaldagi ma'lumotlar yordamida qum zarralarini donalarining umumiy tarkibi va taqsimlanishini egri chiziqlar grafigi quriladi. Birinchi holda. ordinata o'qida tog' jinsining massaini ortib borayotgan foizlarini va absissa o'qida 1.5 – jadvalning 4 ustunidan foydalanib zarrachalar diametrlarining logorifmik qiymati kiritiladi. (1.3 –rasm).

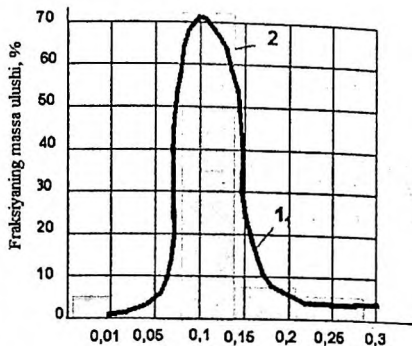
1.4 –jadval.

№ t/r	Elak teshiklarining diametri, mm										Zarrachalar massasi, g				
	Dan					gacha									
	Topshiriq variantlari					Topshiriq variantlari					Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0,05	0,12	0,14	0,13	0,16	0,025	0,06	0,04	0,09	0,1	0,5	0,04	0,5	0,5	0,75
2	0,1	0,16	0,24	0,27	0,3	0,05	0,12	0,14	0,13	0,16	6,5	9,96	9,5	11,5	10,75
3	0,3	0,24	0,26	0,29	0,34	0,1	0,16	0,24	0,27	0,3	14,5	6,0	12,5	11,5	10,5
4	0,5	0,34	0,34	0,39	0,33	0,3	0,24	0,26	0,29	0,34	15,5	4,0	13,5	12,5	11,5
5	0,7	0,4	0,38	0,41	0,42	0,5	0,34	0,34	0,39	0,38	10,0	21,5	7,5	10,0	12,0
6	1	0,9	0,78	1,11	0,94	0,7	0,4	0,38	0,41	0,42	3,0	8,5	6,5	4,0	4,5

Ikkinchi grafikni qurish uchun (1.4 –rasm) absissa o'qi bo'ylab zarrachalarning diametrlari joylashtiriladi va ordinata o'qi bo'ylab esa o'rganilayotgan tog' jinsidagi har bir zarrachaning og'irligi joylashtiriladi.



1.3 –rasm. To'g' jinslarining umumiy granulometrik tarkibini ifodalovchi grafik



1.4 –rasm. Tog' jinsining ajratilgan zarralarining o'lchamini ifodalovchi grafik

Birinci garafikdagi egri chiziq.

1) Grafikdagi 1 nuqta elakning ochiq o'lchamiga mos keladi, bu yerda kata fraksiyalarnig 10% ini ushlanib qoladi va nisbatan kichik fraksiyani 90% ini elakdan o'tadi; ushbu nuqtadan absissa o'qiga perpendikulyar d_{90} qum donalarining diametrini beradi, bu orqali qatlamdan quduqqa kiradigan qum zarrachalarni cheklash uchun xizmat qiluvchi filtr yoriqlari o'lchami aniqlanadi. 1.6 –jadvalda turli filtrlarning teshiklarining o'lchamlari va ularni aniqlash uchun formulalar keltirilgan.

2) Grafikdagi 2 –nuqtada zarrachalarning umumiy massa miqdori 60%ga teng (1.3 –rasm), barcha kichik fraksiyalarni o'z ichiga olgan holda, turlilik koeffitsientini aniqlash uchun ishlatiladi. Qum uchun ushbu koeffitsient $d_{90} = 0,45$.

3) Grafikning 3 –nuqtasida mos keladigan zarrachaning umumiy og'irlik tarkibi 10%ga teng, shu jumladan kichikroq fraksiyalarga mos keladigan zarrachalarning samarali diametrini beradi; ma'lum bir qum uchun $d_{10} = 0,27$.

1.5. –jadval

Ma'lumotlarni hisoblash jadvali

Elakni teshiklarining diametri, mm		Fraksiyaning o'rtacha diametri, $d_{o'rt}$, mm	$lg d_{o'rt}$	Zarrachalar massasi, m_i , g	Zarrachalarning umumiy massasi, $\sum m_i$, g	Fraksiyaning massa konsentratsiyasi (ulushi) $C_{m_i} \cdot 100\%$	Fraksiyaning massa konsentratsiyasi (ulushi) $\sum C_{m_i} \cdot 100\%$
Dan	gacha						
1	2	3	4	5	6	7	8
d_1	d_2	$\frac{d_1 + d_2}{2}$	$lg d_{cp1}$	m_1	m_1	$\frac{m_1}{\sum m_i}$	$\frac{m_1}{\sum m_i}$
d_2	d_3	$\frac{d_2 + d_3}{2}$	$lg d_{cp2}$	m_2	$m_1 + m_2$	$\frac{m_2}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2}{\sum m_i}$
d_3	d_4	$\frac{d_3 + d_4}{2}$	$lg d_{cp3}$	m_3	$m_1 + m_2 + m_3$	$\frac{m_3}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{\sum m_i}$
d_i	d_{i+1}	$\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$	$lg d_{cp_i}$	m_i	$m_1 + m_2 + \dots + m_i$	$\frac{m_i}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2 + \dots + m_i}{\sum m_i}$
d_{i+1}	d_{i+2}	$\frac{d_{i+1} + d_{i+2}}{2}$	$lg d_{cp_{i+1}}$	m_{i+1}	$m_1 + m_2 + \dots + m_{i+1}$	$\frac{m_{i+1}}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2 + \dots + m_i + m_{i+1}}{\sum m_i}$

1.6-jadval

Turli teshikli filtrlarning tirqishlarining o'lchami

Filtr teshiklarining nomi	Formuladan aniqlangan qiymatlar	Mutloq qiymati
1. To'rtburchakli tirqish shaklidagi filtrlar kengligi, mm	$2 \cdot d_{90}$	
2. Dumaloq shaklidagi filtrlarning teshiklarini diametri, mm	$3 \cdot d_{90}$	
3. Shag'al filtrlaridagi shag'al donalarining diametri, mm	$(10 \dots 12) \cdot d_{90}$	

d_{60}/d_{10} nisbati qumning turlilik koeffitsientini tavsiflaydi.

Tog' jinsining barcha zarralari bir-biriga teng bo'lgan to'liq bir jinsli qum uchun umumiy tarkibi vertikal tekis chiziqli grafik bilan ifodalangani va turlilik

koefitsienti $k_n = d_{60} / d_{10} = 1$ ga teng bo'ladi. O'zbekiston neft konlari tog' jinslarining turlilik koefitsienti 1,1 - 2,2 oralig'ida o'zgarib turadi.

Agar aniqlanayotgan qum zarralari bir jinsli bo'lsa, unda turlilik koefitsienti quyidagicha aniqlanadi.

$$k_n = d_{60} / d_{10} = 0,45 / 0,27 = 1,67.$$

1.5. Tog' jinslarining g'ovakliligi va aniqlash usullari

Tog' jinslarida mavjud bo'lgan teshiklar va bo'shliqlar g'ovaklilik deb ataladi. Neftga to'yingan tog' jinslarining g'ovakliligini g'ovaklik koefitsienti orqali tavsillaydi.

G'ovaklilik koefitsienti (m) olingan namunadagi bo'shliqlar hajmini (V_n) shu namunaning umiy hajmiga (V_0) nisbati orqali anilanadi.

$$m = \frac{V_n}{V_0}$$

G'ovaklilik koefitsientini o'lchov birligi bir birlikda yoki foizlarda o'lchanadi.

Tog' jinslarining g'ovakligi neft zaxiralarini baholash va g'ovak muhitda filtratsiya jarayonlarini aniqlash uchun zarur bo'lgan juda muhim parametrdir.

Tog' jinsining g'ovakliligi quyidagi turlarga bo'linadi.

1) Umumiy (mutloq, fizik yoki to'liq) g'ovaklik, bu namunaning hajmi va uning tarkibidagi zarralarning hajmi o'rtasidagi munosabatga ko'ra bo'linadi, ya'ni o'zaro bog'liq va bir-biriga bog'liq bo'lmagan bo'shliqlarni o'z ichiga oladi.

Umumiy g'ovaklilik koefitsientini aniqlash uchun, tog' jinsining namunasini tarkibidagi zarralarni majburiy maydalash orqali amalga oshiriladi.

2) Ochiq g'ovaklik yoki to'yingan g'ovaklik, bu ma'lum bir bosim (vakuum) ostida suyuqlik (gaz) bilan to'yingan barcha teshiklarni o'z ichiga oladi. Bunda to'yinganlik bosimi ta'sirida suyuqlik yoki gazlar bilan to'yinmagan bo'shliqlar hisobga olinmaydi. Odatda, kerosin to'yintiruvchi suyuqlik sifatida ishlatiladi (bunda bo'shliqlar yaxshi qabul qiladi va loy zarrachalarini bo'kishiga olib

kelmaydi) va to'yinganlik -760 mm. simob ustuniga teng bosim (vakuum) ostida sodir bo'ladi.

3) Dinamik (samarali) g'ovaklik bu ma'lum bir bosim va harorat bilan filtratsiya jarayonida suyuqlik yoki gazlar bilan qamrab olingan teshik kanallarining faqat bir qismini o'z ichiga oladi. Subkapilyar g'ovakliklarni hajmi (diametri -0.0002 mm dan kam) va suyuqlik molekulyar sirt kuchlari tomonidan saqlanadigan bo'shliqlar hisobga olmaydi. Xuddi shu namunadagi dinamik g'ovaklilik doimiy qiymatga ega emas, lekin bosim farqi, filtratsiya tezligi va suyuqlik xususiyatlariga qarab o'zgaradi.

1.5. –masala. Agar namunaning hajmi $V_0 = 2,42 \text{ sm}^3$ bo'lsa va namunadagi zarrachalarning hajmi $V_z = 2,02 \text{ sm}^3$ bo'lsa, tog' jinsi namunasining umumiy g'ovaklik koeffitsientini aniqlang.

Yechimi. Berilgan hajmlar nisbatidan foydalanib. g'ovalilik koeffitsientini quyidagicha topamiz:

$$m = \frac{V_0 - V_z}{V_0} = \frac{2,42 - 2,02}{2,42} = 0,165 \text{ yoki } 16,5\%$$

1.6. –masala: 3.1. –jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, tog' jinsi namunasining ochiq g'ovaklilik koeffitsientini aniqlang. (ochiq g'ovaklilikni o'lchov ma'lumotlari og'irlik usuli bilan aniqlangan).

3.1 –jadval.

Parametrlarning nomlanishi	Parametrlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
Quruq namunaning havodagi og'irligi, P_v , g	20	19.3	25.3	23.3	27.4
Namunaning havodagi vazni: kerosinga to'yingan, P_w , g	22.4	20.7	27.7	25.3	29.2
Namunaning kerosindagi vazni, kerosinga to'yingan, $P_{k.k.}$, g	12,3	11,4	14,7	11,9	16,7
Kerosinni zichligi ρ_k , g/sm ³	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716

Yechimi.

1) O'zaro bog'liq bo'lgan ochiq bo'shliqlar hajmini quyidagicha aniqlaymiz:

$$V_{och.} = \frac{P_k - P_s}{\rho_k} = \frac{22,4 - 20}{0,716} = 3,35 \text{ sm}^2$$

2) Tadqiqot o'tkaziladigan tog' jinsi namunasining hajmini aniqlaymiz:

$$V_n = \frac{P_k - P_{k.k.}}{\rho_k} = \frac{22,4 - 12,3}{0,716} = 14,1 \text{ sm}^3$$

3) Ochiq g'ovaklilik ko'effitsiyenti aniqlaymiz:

$$m = \frac{V_{och.}}{V_n} = \frac{3,35}{14,1} = 0,237 \text{ yoki } 23,7\%$$

1.6. Tog' jinrlarining o'tkazuvchanligi

O'tkazuvchanlik tog' jinrlarining kollektorlik xususiyatlarini tavsiflaydigan muhim parametrlardan biri hisoblanadi. O'tkazuvchanlik deganda qatlamdagi bosimlar farqiga ko'ra jinrlarning suyuqlik yoki gaz o'tkazish qobiliyati tushuniladi. Odatda o'tkazuvchanlik (yoki o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti) ma'lum bir qovushqoqlikka ega bo'lgan va tog' jinrlari bilan o'zaro ta'sirda bo'lmagan suyuqlikning tog' jinrlarining berilgan ko'ndalang kesim yuzasidan oqib o'tgan hajm sarfi bilan o'lchanadi.

SI sistemasida o'tkazuvchanlik m^2 da, neft konlari amaliyotida — darsida (D) ifodalanadi. $1 D = 1,02 \cdot 10^{-12} m^2 = 1 \text{ mkm}^2$.

Tog' jinsining $1 D$ o'tkazuvchanligi deganda uning 1 sm^2 ko'ndalang kesim yuzasidan 1 atm/sm gradient bosimda 1 s^*Pa qovushqoqli suyuqlikning har sekundda 1 sm^3 hajmda oqib o'tishi tushuniladi.

$$K = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{\Delta p \cdot F} \quad (1.7)$$

Tog' jinsining gaz o'tkazuvchanligini quyidagicha aniqlaymiz:

$$K = \frac{2 \cdot Q_0 \cdot p_0 \cdot \mu \cdot L}{(p_1^2 - p_2^2) \cdot F} \quad (1.8)$$

bu erda P_1 va P_2 - mos ravishda namunaga kirish va undan chiqib ketish uchun gaz bosimi, Pa. Q_0 -atmosfera bosimi P_0 da gaz sarfi, m^3/s .

O'tkazuvchanlikning zarralararo va yoriqli turlari mavjud.

Cho'kindi jinslar o'tkazuvchanligiga ko'ra uch xil bo'ladi:

- yaxshi o'tkazuvchan ($>0,01 - 10^{-3} \text{ mkm}^2$),
- o'rtacha o'tkazuvchan [$(10-0,01) - 10^{-3} \text{ mkm}^2$],
- kuchsiz o'tkazuvchan ($<0,01 - 10^{-3} \text{ mkm}^2$).

Sanoat miqyosida neft va gazi bor konlardagi kollektorlarning o'tkazuvchanligi $0,001 \text{ mkm}^2$ dan 1 mkm^2 gacha o'zgaradi. Samarali kollektorlarning minimal o'tkazuvchanligi odatda $(0,5-1) \cdot 10^{-3} \text{ mkm}^2$ ga teng deb qabul qilingan.

Ayrim jinslar (masalan, gil)ning g'ovakliligi yuqori bo'lsada, o'tkazuvchanligi kam, boshqa jinslarniki (masalan, ohaktoshlarda) buning aksi bo'lib, g'ovakliligi kam bo'lsada, yuqori o'tkazuvchanlikka ega. O'tkazuvchanlik darajasiga ko'ra jinslar o'tkazuvchan (shag'al, graviy, qum), kam o'tkazuvchan (mayda zarrali qum, lyoss) va o'tkazmaydigan (gil, zich cho'kindi va kristall jinslar)ga bo'linadi.

Jinslarning o'tkazuvchanligi g'ovaklar o'lchami, darzililik, kovaklar bor-yo'qligi va sh.k. bilan aniqlanadi. Hamma cho'kindi jinslar, masalan, qumlar, qumtoshlar, konglomeratlar, ohaktoshlar, dolomitlar u yoki bu darajada o'tkazuvchandır. Lekin, gil, zich ohaktosh va dolomitlarning g'ovakliligi yuqori bo'lsada, suyuqlikni yomon o'tkazadi, faqat bosim gradienti juda yuqori bo'lgandagina o'zidan gazni o'tkazishi mumkin. Jarayonning bunday kechishiga jinslardagi g'ovaklar o'lchamining juda kichikligi, ularda suyuqliklarni va hatto gazni harakatlana olmasligidadir. Tajriba o'tkazish orqali o'lchami 1 mkm^2 dan katta bo'lgan kapillyar g'ovaklarda neft massasi harakatlana olishi aniqlangan, lekin bu muammo to'liq o'rganilmagan.

Absolyut (mutlaq), foydali(fazali) va nisbiy o'tkazuvchanliklar farqlanadi.

Mutlaq o'tkazuvchanlik jinslarning fizik xususiyatlarini ifodalaydi. Mutlaq o'tkazuvchanlik tog' jinslarining mineral skeleti bilan o'zaro ta'sirda bo'lmagan va

ularning ochiq bo'shliqlarini to'la to'yintiruvchi, ma'lum bir qovushqoqlikka ega bo'lgan suyuqlikning 1 sm^2 kesim yuzasidan (ma'lum bir bosim gradienti ta'sirida) siljiyotgan hajm sarfi bilan o'lchanadi. Mutlaq o'tkazuvchanlikning o'lchov birligi o'tkazuvchanlikniki bilan bir xil. Mutlaq o'tkazuvchanlik asosan laboratoriya usullari yordamida aniqlanadi.

Agar jinslar bir vaqtning o'zida turli suyuqliklar va gazlar bilan to'yingan bo'lsa, ularning o'tkazuvchanligi suyuqliklar xususiyatiga va ularning jinsdagi miqdoriga bog'liq bo'ladi. Suyuqliklar har xil qovushqoqlikka ega bo'lsa, qovushqoqligi eng kami harakatchan bo'ladi, agar ularning qovushqoqligi bir xil bo'lsada, miqdori har xil bo'lsa, miqdori ko'pi harakatchan bo'ladi.

Geologik razvedka ishlarining izlov bosqichida tog' jinslarining kollektorlik xususiyatlarini o'rganishda mutlaq o'tkazuvchanlikdan foydalaniladi.

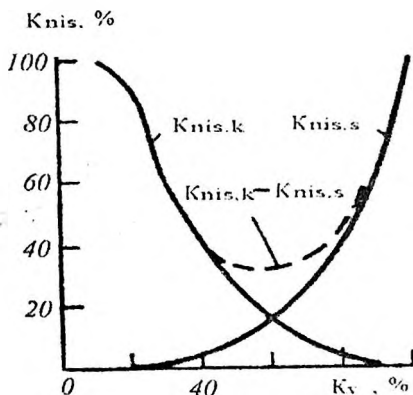
Foydali yoki fazali o'tkazuvchanlik deganda g'ovakli muhit o'tkazuvchanligi tushuniladi, bunda tog' jinsi g'ovaklarida siljiyotgan suyuqlikdan tashqari bir-biri bilan aralashmaydigan boshqa suyuqliklar ham qatnashadi. Foydali o'tkazuvchanlik miqdori ma'lum qovushqoqlikka ega bo'lgan, berilgan bosim gradienti ta'sirida tog' jinslarining ma'lum ko'ndalang kesimi yuzasidan siljiyotgan suyuqlikning hajmiy sarfiga teng.

Bu miqdor tog' jinslarining fizik xususiyatlari bilan bir qatorda ularning g'ovak bo'shliqlarini to'ldirib turgan suyuqlik va gazlarning xususiyatlari va foiz nisbatiga ham bog'liq. Jinslarning foydali o'tkazuvchanligi miqdori mutlaq o'tkazuvchanlik qiymatidan kam bo'lib, jinslarning neft, gaz va suvga to'yinish miqdoriga bog'liq. Foydali o'tkazuvchanlik qiymati yordamida nisbiy o'tkazuvchanlik hisoblanadi, u o'z navbatida neft beraolish jarayonini gidrodinamik yo'l bilan aniqlashda zarur. Foydali o'tkazuvchanlik laboratoriya usullari bilan aniqlanadi.

Nisbiy o'tkazuvchanlik qiymati tog' jinslari foydali (fazali) o'tkazuvchanligining mutlaq o'tkazuvchanligiga nisbati orqali hisoblanadi. Eksperiment tadqiqotlari orqali kerosin (Kk) va suvga (Ks) to'yingan g'ovakli muhitning nisbiy o'tkazuvchanlik egri chizig'ining shakli 1.5 –rasmda berilgan.

Unda jinslarning kerosinga to'yinganligidagi nisbiy o'tkazuvchanlik qiymatining qatlamning suvga to'yinganligi oshganda keskin kamayishi ifodalangan. Suvga to'yinganlik miqdori 50% gacha ortganda kerosin uchun nisbiy o'tkazuvchanlik (g'ovakli muhit faqat kerosin bilan to'yinganda) 20% ga, ya'ni 5 marotaba kamayadi. Suvga to'yinganlik 80% gacha ortganda kerosin uchun nolgacha pasayadi, bunday g'ovakli muhitda faqat toza suv fil'tratsiyasi kuzatiladi.

Suvning nisbiy o'tkazuvchanligining o'zgarishi teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Agar jins suvga kam to'yingan bo'lsa, g'ovakli muhit orqali faqat kerosin harakatlanadi. Suvga to'yinganlik 50% ga etganda jinsning suv o'tkazuvchanligi 12% ga etadi, suvga to'yinganlik 80% ga etganda esa nisbiy o'tkazuvchanlik 50% gacha ortadi.



1.5 –rasm. Suvga to'yingan jinslarning nisbiy o'tkazuvchanligini kerosin (K_k) va suv (K_s) miqdoriga bog'liqligi (M.A.Jdanov, 1981)

Demak, jinslarda murakkab tarkibli suyuqliklar harakatlanganda foydali va nisbiy o'tkazuvchanlik miqdori doimo mutlaq (umuniy) o'tkazuvchanliknikidan kam bo'ladi. Foydali va u bilan birga nisbiy o'tkazuvchanliklar miqdori uyumni ishlatish jarayonida uzluksiz o'zgarib turadi. Uyumni ishlatish boshlanganda, ya'ni

g'ovaklarda faqat toza neft harakatlanganda jinsning foydali o'tkazuvchanligi yuqori, qiymati mutlaq o'tkazuvchanlikka yaqin bo'ladi. Keyinchalik qatlam bosimi kritik bosimga nisbatan kamayib, gazning pufakchalar ko'rinishida ajralib chiqishi boshlanganda jinslarning foydali o'tkazuvchanligi neft uchun kamayadi. Suv namoyonlanishi bilan foydali o'tkazuvchanlik neft uchun yanada pasayadi. Kollektorning o'tkazuvchanligi qanchalik past bo'lsa, qatlamda shuncha ko'p neft qoladi, ya'ni neft zaxiralaridan foydalanishning yakuniy koeffitsienti ham juda kichik bo'ladi.

Neftli jinslarning mutlaq (umumiy) va foydali o'tkazuvchanligini o'rganish uyumlarini ishlatish sistemasini loyihalashda, qatlama ta'sir etish tadbirlarini ishlab chiqishda katta ahamiyatga ega.

O'tkazilgan tajriba ma'lumotlari bo'yicha mutlaq, fazali va nisbiy o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash

1.8 –masala. 1.7 –jadvaldagi ma'lumotlar asosida namunadan havo o'tkazib, tog' jinslarining mutlaq o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlang.

1.8 –jadval.

Parametrlarni nomlanishi	Parametr ko'rsatgichlari				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1. Tog' jinsi namunasining diametri d , sm.	2,6	3,0	2,9	3,1	3,2
2. Tog' jinsi namunasining uzunligi l , cm	2,8	3,2	3,6	4,1	2,7
3. Namuna orqali filtratsiyalangan havo hajmi V_h , sm ³	3600	3200	3800	4100	3500
4. Havoning filtratsiya vaqti t , c	180	160	175	220	125
5. Havoning dinamik qovushqoqlik μ , mPa*s	0,018	0,016	0,019	0,018	0,017
6. Namunaga kirish bosimi, P_k , 10 ³ Pa	1,3	1,7	1,5	2,2	2,1
7. Namunadan chiqish bosimi P_{ch} , 10 ³ Pa	1,0	1.2	1,0	1,6	1,7

Yechimi. Tog' jinsining gaz o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$K = \frac{2 \cdot \mu \cdot 1 \cdot p_0 \cdot V_h}{t \cdot (p_k^2 - p_{ch}^2) \cdot F} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 10^{-3} \cdot 2.8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^5 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}}{5.3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{10} \cdot (1.3^2 - 1.0^2) \cdot 180}$$

$$= 0.551 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$$

1.9 –masala. Laboratoriya ma'lumotlaridan foydalanib tog' jinsi namunasining harakatchanligini (k/μ) va neft o'tkazuvchanlik koeffitsientini (k) aniqlang. 1.8 –jadvalda tadqiqot natijalarining dastlabki ma'lumotlari berilgan:

1.8 –jadval.

Parametrlarni nomlanishi	Parametr ko'rsatgichlari				
	Topshiriq variantlari				
	1		1		1
1. Tog' jinsi namunasining diametri d , sm.	3,0	2,8	3,9	4,01	2,9
2. Tog' jinsi namunasining uzunligi l , sm	4,0	3,5	4,2	4,5	3,7
3. Namuna orqali filtratsiyalangan neftning hajmi V_n , sm ³	323,2	150	132	181	150
4. Neftning filtratsiya vaqti t , c	60	51	48	74	87
5. Neftning dinamik qovushqoqlik μ , mPa*s	4,5	12,3	9,6	7,6	8,6
6. Namunaga kirish bosimi, P_k , 10 ⁵ Pa	1,4	1,7	87,4	112,4	94,5
7. Namunadan chiqish bosimi P_{ch} , 10 ⁵ Pa	0,8	0,9	81,3	111,3	92,6

Yechimi.

1) Tog' jinslarining neft o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$K = \frac{10 \cdot Q \cdot \mu \cdot 1}{\Delta p \cdot S} = \frac{10 \cdot \frac{313.2}{60} \cdot 4.5 \cdot 4.0}{(1.4 - 0.8) \cdot 7.1} = 661.7 \text{ mkm}^2,$$

bu yerda, K – o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, mkm²;

Q – tog' jinsi orqali o'tayotgan suyuqlik sarfi, sm³/s;

Δp – berilgan oqim tezligi bilan namuna oxiridagi bosimlar farqi, MPa;

S – tog' jinsining ko'ndalang kesim yuzasi, sm²;

μ – flyudning dinamik qovushqoqligi, mPa·s.

2) Tog' jinsdagi suyuqlikning harakatlanishi quyidagi ifoda bilan baholanadi:

$$\frac{k}{\mu} = \frac{661.7}{4.5} = 147 \text{ mkm}^2/\text{mPa} \cdot \text{s}$$

1.10 -masala. G'ovakligi mavjud bo'lgan tog' jinsi namunasida suv va neftning filtratsiya jarayoni sodir bo'ladi. Quyidagi ma'lumotlar (1.9 –jadval) asosida tog' jinsida suyuqlik va suv-neftning filtratsiya faktorlari uchun nisbiy o'tkazuvchanligini aniqlang.

1.9 -jadval.

Variantlar numeri	Mutloq o'tkazuvchanlik K , mkm ²	Neftning dinamik qovushqoqligi μ ,	Suvning dinamik qovushqoqligi μ , mPa·s	Suvga to'yinganlik koeffitsiyenti S_s , %
1	2	3	4	5
1	1,83	3,14	1,11	62
2	2,31	1,71	1,07	47
3	1,95	2,45	1,14	54
4	2,71	4,75	1,03	35
5	3,32	6,31	1,09	67
6	3,47	3,65	1,13	38
7	4,11	4,17	1,04	44
8	0,73	2,47	1,10	73
9	0,57	3,11	1,07	56
10	1,21	4,13	1,08	49
11	1,10	2,85	1,03	54
12	0,65	3,47	1,05	62
13	3,00	3,00	1,00	50

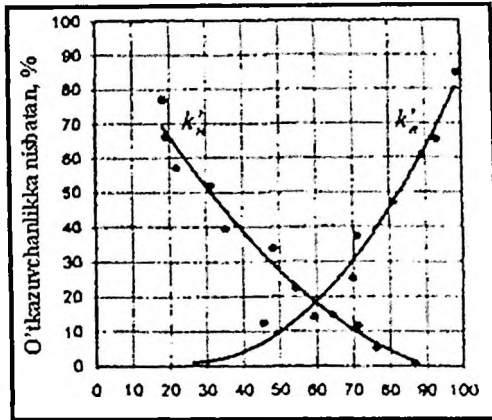
Yechimi.

1) 1.6 –rasmda ko'rsatilgan grafik orqali neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlaymiz. Bunda suvga to'yinganlik $S_s=50\%$ ga teng bo'lib neft uchun $K_n' = 0,28$, suv uchun $K_s' = 0,1$.

2) Fazaviy o'tkazuvchanlik quyidagiga teng:

neftda: $k_n = k_n' \cdot k = 0,28 \cdot 3 = 0,84 \text{ mkm}^2$;

suvda: $k_s = k_s' \cdot k = 0,10 \cdot 3 = 0,30 \text{ mkm}^2$;



1.6 –rasm. Nisbiy o'tkazuvchanlikni suvga to'yinganlik bilan bog'liqlik garfigi.

3) Suvneft omili oqim jaroyinini Darsi qonuni bilan aniqlanadi:

$$\frac{Q_s}{Q_n} = \frac{k_s \frac{F \cdot \Delta p}{\mu_s \cdot L}}{k_n \frac{F \cdot \Delta p}{\mu_n \cdot L}} = \frac{k_s \cdot \mu_s}{k_n \cdot \mu_n} \quad \text{bu yerdan,} \quad \frac{Q_s}{Q_n} = \frac{0,30 \cdot 3}{0,84 \cdot 1} = 1,071$$

Nisbiy o'tkazuvchanlik aniqlashni egri chiziqli grafik usuli

Nisbiy o'tkazuvchanlikni aniqlashning eksperimental usullari maxsus jihozlardan foydalanishni va ko'p mehnat talab qiladi. Shuning uchun, ba'zan nisbiy o'tkazuvchanlikni ko'proq mos bo'lgan eksperimental ma'lumotlarga nisbatan nisbatan o'tkazuvchanlik egri qurish uchun hisoblash usullari qo'llaniladi. Masalan, buning uchun g'ovakli muhitlarning o'rtacha pirometrik xususiyatlarini qo'llash mumkin.

Bu usul V.R. Purtsellom va N.T. Burdaynom tomonlaridan tavsiya etilgan. Shunga ko'ra hisoblangan tenglamalar quyidagi shaklga ega [5]:

$$k'_n = T_n^2 \cdot \frac{\int_B \frac{1 ds_S}{p_K^2}}{\int_0 \frac{1 ds_S}{p_K^2}} \quad (1.8)$$

$$k'_S = T_S^2 \cdot \frac{\int_0^{BdS_S} p_K^2}{\int_0^{1dS_S} p_K^2} \quad (1.9)$$

bu yerda, κ'_n, κ'_s – neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik

T_n, T_s - neft va suv uchun navbati bilan qamrab olish koeffitsientlari;

S_s – namunaning suv bilan to'yinganligi;

p_K – kapillyar bosim – suvga to'yingan g'ovak muhitni funksiya.

Elektr o'lchovlari bo'yicha qamrab olish koeffitsientlari aniqlanishi mumkin:

$$T_n = \frac{1}{P_t \cdot S_s} \quad (1.10)$$

bu yerda, $P_t = \frac{S_n}{S_{ss}} = f(S_s)$ - to'yinganlik parametri;

S_n – suvga to'yingan S_s namunaning o'ziga xos elektr qarshiligi;

S_{ss} - 100% suv bilan to'yingan namunaning o'ziga xos elektrik qarshiligi.

Bunda 1.10 –formula bo'yicha quyidagiga teng:

$$P_t = \frac{1}{S_s^n} \quad (1.11)$$

Bu yerda, n –koeffitsient, eksperimental tarzda baholandi. P_n qiymatini (1.11) va (1.10) ni almashtirish orqali, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$T_S^2 = S_s^{2 \cdot n - 2}$$

Cho'kindi tog' jinsini suvga va neftga to'yinganligiga qarab kanallarini bog'lash tavsiya etiladi:

$$T_S^2 = \left(\frac{S_s - S_{q.s.}}{1 - S_{q.s.}} \right)^{2 \cdot n - 2} \quad (1.12)$$

$$T_n^2 = \left(1 - \frac{S_s - S_{q.s.}}{1 - S_{q.s.} - S_{q.n.}} \right)^{2 \cdot n - 2}$$

bu yerda, $S_{q.s}$ va $S_{q.n}$ - cho'kindi tog' jinsini suvga va neftga to'yinganligi.

Shu bilan birga, (1.8) va (1.9) formulalar quyidagi shaklda yoziladi:

$$K'_n = \left(1 - \frac{S_s - S_{qs}}{1 - S_{qs} - S_{qn}}\right)^{2 \cdot n - 2} \cdot \frac{\int_0^1 \frac{ds_g}{P_k^2}}{\int_0^1 \frac{ds_g}{P_k^2}} \quad (1.13)$$

$$K'_s = \left(\frac{S_s - S_{qs}}{1 - S_{qs}}\right)^{2 \cdot n - 2} \cdot \frac{\int_0^{nd_{sg}} \frac{ds_g}{P_k^2}}{\int_0^1 \frac{ds_g}{P_k^2}} \quad (1.14)$$

Nisbiy o'tkazuvchanlikni hisoblash uchun kapillyar bosimni suvga to'yinganlik bilan bog'liqlik egri chizig'i qo'llaniladi. (1.13) va (1.14) formulalardagi integrallarning qiymatlari ($P_k - S_b$) qaramlikni o'rganish bo'yicha tajribaga ko'ra qurilgan egri chiziq $\left(\frac{1}{P_k^2} - S\right)$ ostidagi maydon bilan aniqlanadi.

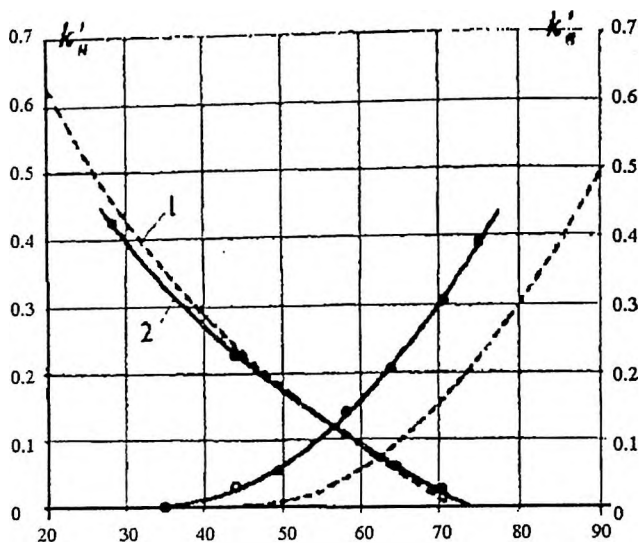
Qoldiq suvga to'yinganligi $S_{q,c}$ egri chizig'i ($P_k - S_s$) yordamida qurilgan, ho'llash fazasi bilan o'rtacha g'ovaklik muhitning to'yinganligini kamaytirmaydi.

Qoldiq neftga to'yinganlik koeffitsienti maxsus tajribalar asosida baholanishi yoki ma'lum ishlab chiqarish ma'lumotlari va laboratoriya o'lchovlari natijalari bilan taqqoslanishi kerak.

O'tkazuvchanlik koeffitsienti $P_k = f(S_n)$ ning bog'liqliklarini (1.14) formula bo'yicha baholanadi. V. N. Chernoglavovning o'lchovlari natijalariga ko'ra, n qiymati:

- kvars qumlar uchun 1,96;
- BV₁₀ qatlam tog' jinslari uchun (Ko'kdumaloq koni) 1,57;
- AB₂₋₅ qatlam tog' jinslari uchun 1,72.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, nisbiy o'tkazuvchanlikning egri chizig'ini qurishning taxminiy usuli yuqori o'tkazuvchanlikka ega yaxshi shakllangan donalari bo'lgan namunalar uchun ishlatilishi mumkin. 1.10 rasm bo'yicha kvars qumtoshlari uchun nisbiy o'tkazuvchanlikni qiymatining taxminiy va haqiqiy (eksperimental ravishda topilgan) egri chiziqlarini taqqoslash uchun berilgan. V.M. Dobrinin va V. N. Chernoglavovning o'lchovlari natijalariga ko'ra, G'arbiy Sibir konlarining polimikt jinslar uchun hisoblangan grafikni eksperimental jihatdan juda muhimdir.



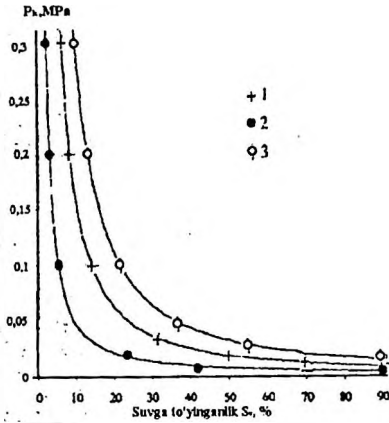
1.7 –rasm. Qumtoshlarni neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik hisoblangan 1 va eksperimental ma'lumotlar 2 topilgan grafigi qiyosiy xususiyatlari (qumtoshlar uchun o'tkazuvchanlik $0,84 \text{ mkm}^2$, g'ovaklik 22,4%)

1.10 -masala. 1.8 –rasmda qumtoshlar uchun p_k –kapillyar bosim, S_{s1} –suvga to'yinganlik keltirilgan bunda $S_{q,s} = 0,09$; $S_s = 0,2$ ga teng. Mutloq o'tkazuvchanlik $0,84 \text{ mkm}^2$. g'ovaklik 22,4% ga teng. Neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik grafigini chizing.

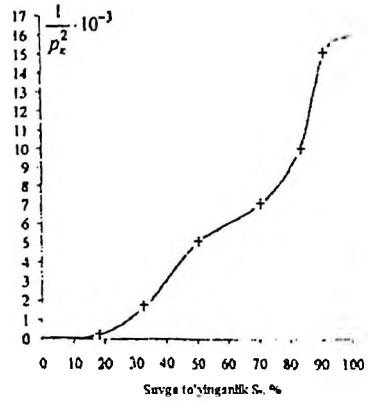
Yechish. 1.9 –rasmda p_k –kapillyar bosimni va S_s suvga to'yinganligini bo'yicha qurilgan grafik. (1.13) va (1.14) tenglamalardagi integrallarning qiymatlari trapetsiya usuli bilan mos keladigan integratsiya chegaralarining grafiklari $(\frac{1}{\rho_k^2} - S_s)$ ostidagi maydon sifatida topiladi. 1.10 jadvalda hisoblangan ma'lumotlari keltirilgan.

Hisoblangan ma'lumotlariga ko'ra, biz $k_n - S_s$ va $k_s - S_s$ bog'liqlik garafini quramiz va eksperimental olingan bog'liqlik (1.8 - rasm) bilan solishtiramiz.

Yuqoridagi usulga ko'ra, turli xil variantlardagi vazifa uchun o'zaro o'tkazuvchanlikning hisoblangan grafiklarini yaratish. 1.10 –jadvalda dastlabki ma'lumotlar keltirilgan va 1.9 -rasmda $S_s - P_k$ ning (2,3 – egri chiziq) bog'liqliklari ko'rsatilgan.



1.8. –rasm. Qumtosh namunasi uchun P_k ni S_v ga bog'liqlik grafigi



1.9. –rasm. Qumtosh namunasi uchun $1/P_k^2$ ni S_v ga bog'liqlik grafigi

1.10 -jadval

$n = 1,96$ ga teng bo'lganda hisoblangan ma'lumotlar

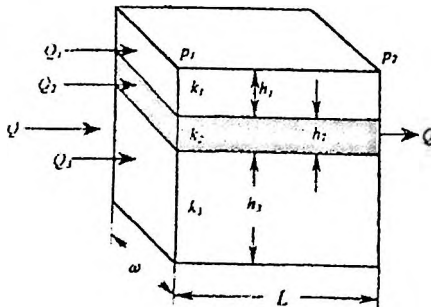
S_v	$\int_B^B \frac{ds_s}{p_k^2}$	$\int_B^1 \frac{ds_e}{p_k^2}$	$\frac{S_s - S_{q,s}}{1 - S_{q,s}}$	$1 - \frac{S_s - S_{q,s}}{1 - S_{q,n} - S_{q,s}}$	K_n	K_s
0,9	435200	159400	0,89	—	—	0,58
0,8	306700	287900	0,78	—	—	0,32
0,7	205000	389600	0,67	0,14	0,015	0,16
0,6	126000	486300	0,56	0,283	0,069	0,068
0,5	69100	525500	0,448	0,42	0,17	0,025
0,4	32200	562400	0,338	0,516	0,32	0,0065
0,3	12100	582500	0,227	0,707	0,50	0,001
0,2	2700	531900	—	0,85	0,73	—

Ko'rsatgichlarning nomi	Ko'rsatgichlar qiymati
2 –egri chiziq uchun $s_s - p_k$ bog'liqligi	
1. Qoldiq suvga to'yinganlik $S_{q.s.}$, %	0,04
2. Qoldiq neftga to'yinganlik $S_{n.q.}$, %	0,17
3. Mutloq o'tkazuvchanlik K , mkm ²	0,97
4. G'ovaklik m , %	0,22
3 –egri chiziq uchun $s_s - p_k$ bog'liqligi	
1. Qoldiq suvga to'yinganlik $S_{q.s.}$, %	12,0
2. Qoldiq neftga to'yinganlik $S_{n.q.}$, %	0,28
3. Mutloq o'tkazuvchanlik K , mkm ²	0,48
4. G'ovaklik m , %	0,18

Turli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan bir nechta qatlamlarining birlashtirish, g'ovakli muhitning o'tkazuvchanligi ifodalash

Yuqorida filtrlash zonasining barcha qismlarida bir xil o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan g'ovakli muhitda suyuqlik oqimining tenglamalari berilgan. Shu bilan birga, tabiatda juda kamdan-kam hollarda bunday qatlamlar mavjud bo'lib, butun davr davomida ularni o'tkazuvchanliklari bir xil bo'ladi. Alohida ko'rsatilgan joylarda ko'pincha g'ovakli tog' jinslari turli o'tkazuvchanlikka ega. Agar qatlam turli o'tkazuvchanlikka ega tog' jinslarning alohida zonalarini bloklar yoki aralashmali halqalardan iborat bo'lsa, unda o'rtacha o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun bir nechta usullardan foydalanish mumkin.

Suyuqlik oqimi mavjud qatlam (yoki qatlam elementi) bir nechta qatlamlardan yoki g'ovakli muhitdan iborat bo'lib, ular bir-biriga juda yupqa, o'tkazilmaydigan qismlar bilan ajralib turadigan ishini ko'rib chiqamiz (1.10 -rasm).



1.10 –rasm. Turli qalinlik va g'ovaklikka ega bo'lgan bir-biri bilan ajratilgan qilingan bir nechta qatlamda chiziqli filtratsiya jarayonini shakli.

Bunday qatlaming o'rtacha o'tkazuvchanligi k quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$Q_{um} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$h_{um} = h_1 + h_2 + h_3 = \sum_{j=1}^3 h_j$$

bu yerda, $Q_1 + Q_2 + Q_3$ – mos ravishda 1,2,3 – ajratilgan qatlamchalardan o'tayotgan suyuqliklar sarfi;

Q_{um} – 1,2,3 – ajratilgan qatlamchalardan o'tayotgan suyuqlikning umumiy sarfi;

$h_1 + h_2 + h_3$ – mos ravishda 1,2,3 qatlamchalar qalinliklari;

h_{um} – qalam elementlarining umumiy qalinligi.

Darsi qonuniga ko'ra:

$$Q_{um} = \frac{k \cdot \omega \cdot h_{um} \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}, \quad \omega \cdot h_{um} = F$$

$$Q_1 = \frac{k_1 \cdot \omega \cdot h_1 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}$$

$$Q_2 = \frac{k_2 \cdot \omega \cdot h_2 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}$$

$$Q_3 = \frac{k_3 \cdot \omega \cdot h_3 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}$$

bu yerda, ω – qatlam elementinig kengligi.

Shuning uchun:

$$\frac{k \cdot \omega \cdot h_{um} \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L} = \frac{k_1 \cdot \omega \cdot h_1 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L} + \frac{k_2 \cdot \omega \cdot h_2 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L} + \frac{k_3 \cdot \omega \cdot h_3 \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}$$

va

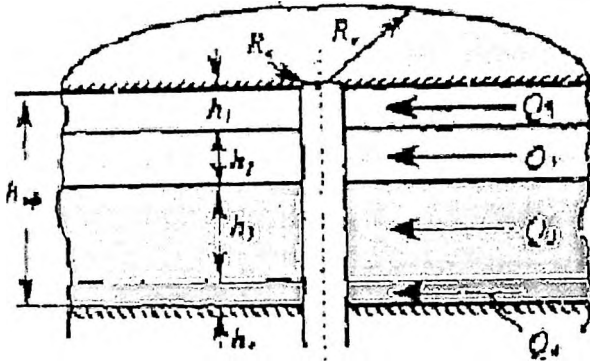
$$\bar{k} \cdot h_{o6u} \cdot \frac{\omega \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L} = \frac{\omega \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L} \cdot (k_1 \cdot h_1 + k_2 \cdot h_2 + k_3 \cdot h_3)$$

yoki

$$\bar{k} \cdot \sum_{j=1}^3 h_j = \sum_{j=1}^3 k_j \cdot h_j$$

bu yerda o'rtacha o'tkazuvchanlikni quyidagicha topamiz:

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^3 k_j \cdot h_j}{\sum_{j=1}^3 h_j}$$



1.11 –rasm. Turli qalinlik va o'tkazuvchanlikdan tashkil topgan izolyatsiya qilingan qatlamchalardan iborat qatlamning radial filtratsiya oqimi.

1.11 –rasmda turli qalinlik va o'tkazuvchanlikdan tashkil topgan qatlamchalardan iborat qatlamning radial filtratsiya oqimining sxemasi ko'rsatib o'tilgan. Bu holda o'rtacha o'tkazuvchanlik chiziqli oqim bo'yicha ajratilgan qatlamchalalar uchun bir xil ekanligini ko'ramiz.

1.11 –masala. Quyidagi sharoitlarda (1.12 -jadval, 1.10 va 1.11 -rasm) bir xil kenglik va uzunlikdagi to'rtta parallel qatlamchalardan tashkil topgan qatlamning o'rtacha o'tkazuvchanligini aniqlang.

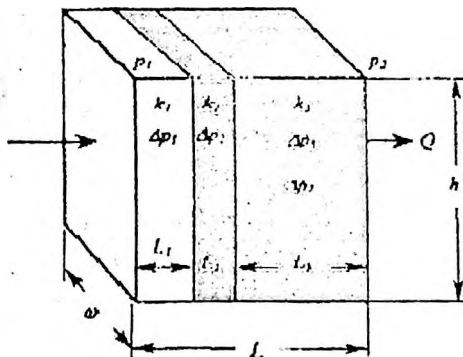
1.12 –jadval.

Qatlamchalar	Qalinliklari, m					O'tkazuvchanliklari, mkm ²				
	Topshiriq variantlari									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	6.0	8.2	7.1	6.3	5.7	0.1	0.21	0.09	0.14	0.21
2	4.5	7.3	4.5	3.4	2.9	0.2	0.17	0.24	0.21	0.04
3	3.0	3.4	2.8	4.6	3.4	0.3	0.09	0.31	0.07	0.09
4	1.5	1.7	6.3	3.4	2.5	0.4	0.43	0.29	0.16	0.18

Yechimi,

$$\bar{k} = \frac{0.1 \cdot 6 + 0.2 \cdot 4.5 + 0.3 \cdot 3 + 0.4 \cdot 1.5}{6 + 4.5 + 3 + 1.5} = 0.2 \text{ mkm}^2$$

1.12 –rasmda turli o'tkazuvchanlikka ega qatlamchalar yoki uyumlarda ketma-ket joylashtirilgan yana bir holat sxematik tarzda ko'rsatilgan. Tog'ri chiziqli oqim uchun bunday qatlamlarning o'rtacha o'tkazuvchanligi quyidagicha aniqlanishi mumkin.



1.12 –rasm. Turli o'tkazuvchanlikka ega bir nechta ketma-ket joylashtirilgan qatlamchalarga ega bo'lgan qatlam orqali to'g'ri chiziqli oqim sxemasi.

$$Q_{um} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$P_1 - P_2 = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = \sum_{j=1}^q L_j$$

$$Q_{um} = \frac{k \cdot \omega \cdot h \cdot (p_1 - p_2)}{\mu \cdot L}$$

$$Q_1 = \frac{k_1 \cdot \omega \cdot h \cdot \Delta p_1}{\mu \cdot L_1}$$

$$Q_2 = \frac{k_2 \cdot \omega \cdot h \cdot \Delta p_2}{\mu \cdot L_2}$$

$$Q_3 = \frac{k_q \cdot \omega \cdot h \cdot \Delta p_q}{\mu \cdot L_q}$$

Ushbu tenglamalar orqali Δp ga nisbatan aniqlaymiz va olingan qiymatlarni Δp ni umumlashtirish orqali biz quyidagilarni olamiz:

$$\frac{Q_{um} \cdot \mu \cdot L}{k \cdot \omega \cdot h} = \frac{Q_1 \cdot \mu \cdot L_1}{k_1 \cdot \omega \cdot h} + \frac{Q_2 \cdot \mu \cdot L_2}{k_2 \cdot \omega \cdot h} + \frac{Q_3 \cdot \mu \cdot L_3}{k_3 \cdot \omega \cdot h}$$

$$\frac{L}{k} = \frac{Q_{um} \cdot \mu}{\omega \cdot h} = \frac{Q_{um} \cdot \mu}{\omega \cdot h} = \left(\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} \right)$$

$$\frac{L}{k} = \sum_{j=1}^3 \frac{L_j}{k_j}$$

bu yerda,

$$\bar{k} = \frac{L}{\sum_{j=1}^3 \frac{L_j}{k_j}}$$

1.12 –masala. Turli o'tkazuvchanlikka va to'rtta ketma-ket joylashgan qatlamchalarga ega bo'lgan qatlarning o'rtacha o'tkazuvchanligini aniqlang. Qatlam qalinligi o'zgarmas, tog'ri chiziqli oqim. 1.13 –jadvalda ma'lumotlar berilgan:

1.13 –jadval.

Qatlamchalar nomeri	Qatlamchalar uzunligi, m					Gorizontal yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik, mkm ²				
	Topshiriq variantlari									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	75	68	63	127	33	0,025	0,750	0,240	0,814	0,147
2	75	97	121	17	193	0,050	0,034	0,170	0,234	0,083
3	150	114	87	74	58	0,100	0,057	0,069	0,111	0,344
4	300	56	48	241	164	0,200	0,120	0,097	0,079	0,567

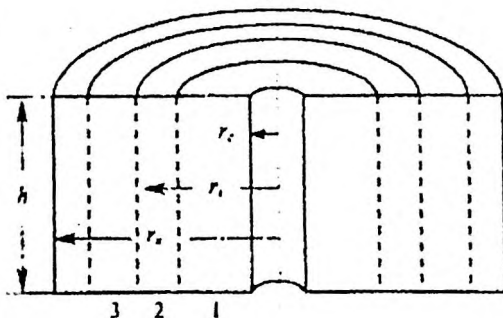
Yechilishi:

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^4 L_j}{\sum_{j=1}^4 \frac{L_j}{k_j}} = \frac{75 + 75 + 150 + 300}{\frac{75}{0,05} + \frac{75}{0,050} + \frac{150}{0,100} + \frac{300}{0,200}} = 0,08 \text{ mkm}^2$$

Xuddi shu usul yordamida suyuqlikning radial oqimi bilan turli xil o'tkazuvchanlikka va kichik qatlamchalardan iborat qatlamning o'rtacha o'tkazuvchanligini baholash uchun ishlatilishi mumkin (1.13 -rasm) va bunda quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$k = \frac{\lg \frac{r_k}{r_q}}{\lg \frac{r_j}{\sum_{j=1}^n \frac{r_{j-1}}{k_j}}}$$

ρ_s



1.13 –rasm. Turli o'tkazuvchanlikdan iborat bir nechta qatlamchalardan tashkil topgan qatlam orqali radial oqim sxemasi

1.13 –masala. Quyidagi ma'lumotlar ma'lum bo'lsa (1.14 -jadval), suyuqliklarning radial oqimi bilan turli o'tkazuvchanlikka ega qatlamchalardan iborat qatlamning o'rtacha o'tkazuvchanligini baholang.

1.14 -jadval

Qatlamchalar nomeri	Qatlamchalarning radius bo'ylab qalinligi, m					Gorizontaal yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik, mkm ²				
	Topshiriq variantlari									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	75	63,4	45,7	37,8	86,4	0,025	0,037	0,190	0,240	0,170
2	75	75,8	211,4	127,3	64,5	0,050	0,063	0,037	0,260	0,120
3	150	143,4	63,7	197,4	131,4	0,100	0,120	0,130	0,067	0,084
4	300	277,5	54,1	67,9	201,8	0,200	0,250	0,210	0,031	0,057

Quduq radiusi $r_s = 0,15$ m va ta'min kontur radiusi $r_k = 600$ m ga teng deb qabul qiling.

Yechilishi.

$$\bar{k} = \frac{\lg \frac{r_k}{r_q}}{\lg \frac{r_j}{\sum_{j=1}^n \frac{r_{j-1}}{k_j}}} = \frac{\lg \frac{600}{0.15}}{\lg \frac{75}{0.025} + \lg \frac{150}{0.050} + \lg \frac{300}{0.100} + \lg \frac{600}{0.200}} = 0.03 \text{ mkm}^2$$

1.7. Tog' jinslarining taranglik xususiyatlarini aniqlash

Qatlamning holatiga ko'ra, uning ishlash tartibi kollektorning va uning tarkibidagi suyuqliklarning elastik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Tog' jinslari va suyuqliklarning elastikligi odatda siqilish koeffitsienti (hajmiy elastiklik) bilan tavsiflanadi. Tog' jinslarining uchta siqilish koeffitsienti mavjud: qatlamning, boshliqlarning va g'ovakli muhitning siqilish koeffitsienti. Neft va gaz konlarini ishlatishning elastik rejimi nazariyasida aniqlangan g'ovakli muhitning siqilish koeffitsienti (β_s) eng keng tarqalgan formula bilan:

$$\beta_s = \frac{1 \cdot \Delta V_t}{V_0 \cdot \Delta p}, \quad (1.15)$$

bu yerda,

β_s - g'ovakli muhitning siqilish koeffitsienti, birlik bosim o'zgaranda, tog' jins miqdori birligida bo'shliq hajmining o'zgarishini son jihatidan xarakterlaydi, Pa⁻¹;

ΔV_t - bosim o'zgaranda Δp , g'ovak hajmini o'zgartirishi, m³

V_0 - qatlamning boshlang'ich hajmi, m³

Neftni qazib chiqarish amaliyotida ular ko'pincha qatlamning elastiklik koeffitsientidan foydalanadilar (β^*):

$$\beta^* = m \cdot \beta_j + \beta_s$$

bu yerda, m - g'ovaklik koeffitsienti;

β_{Lj} - qatlam suyuqligining siqilish koeffitsienti, Pa⁻¹.

Tog' jinslari va suyuqliklarning elastik xususiyatlari konlarni ishlatish vaqtida qatlamda bosimni qayta taqsimlash jarayonlariga ta'sir qiladi. Qatlam bosimning pasayishi bilan chiqarilgan elastik energiya zahiralari suyuqlikni qatlamdan quduqqa qo'shimcha suyuqlik oqib kelishini ta'minlaydi.

Qatlam va suyuqlikning ma'lum elastik xususiyatlari bilan qatlamning o'tkazuvchanligi va boshqa ko'rsatgichlari bilan baholanadi.

1.14 –masala. To'yinish bosimiga qadar uyumlardagi qatlam bosimining pasayishi bilan neftga to'yingan konturi ichidagi muhitning elastik xususiyatlari orqali uyumdan olinadigan neft miqdorini aniqlang. Uyumning neftga to'yingan konturbilan chegaralangan qismining o'lchami va ko'rsatgichlari 1.15 –jadvalda keltirilgan.

Yechimi.

1) Neftning siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\beta_n = \frac{b_n - b_{qat}}{b_n \cdot \Delta p} \quad (1.16)$$

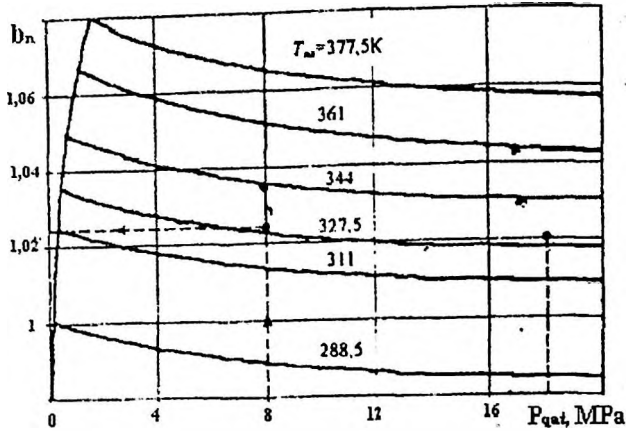
bu yerda, Δp – qatlam bosimini to'yingan bosimgacha tushishi:

$$\Delta p = p_{qat} - p_t = 18 - 8 = 10 \text{ MPa}$$

b_n va b_{qat} - neftning hajmiy koeffitsienti, qatlam harorati $T_{qat} = 331 \text{ K}$ va qatlam bosimi $P_{qat} = 18 \text{ MPa}$ va $P_t = 8 \text{ MPa}$. Ushbu koeffitsientni 1.15 –grafik orqali aniqlaymiz: $b_n = 1,02$, $b_{qat} = 1,026$

1.15 –jadval

Ko'rsatgichlar nomlanishi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1. Uyum yuzasi F , km^2	12	13,8	11,4	15,6	8,9
2. Uyum qalinligi h , m	12	12,4	13,5	9,6	14,7
3. Qatlam bosimi P_{qat} , MPa	18	17,5	16,8	17,3	17,8
4. To'yingan bosim P_t , MPa	8	8,4	6,6	6,8	6,2
5. Qatlam harorati T_{qat} , K	331	344	361	377,5	361
6. G'ovaklik m, bir birlik	0,22	0,18	0,21	0,23	0,19
7. Bog'langan suv S_s , %	20	14,5	17,3	21,8	9,4
8. G'ovak muhitning siqiluvchanlik koeffitsienti $\beta \cdot 10^{-4}$, MPa^{-1}	2	2,8	3,1	2,4	1,9



1.15 –rasm. Neftning hajmiy koeffitsientini bosim va haroratga bog'liqlik grafigi.

1) 1.16 formuladan quyidagini topmiz:

$$\beta_n = \frac{1.026 - 1.02}{1.019 \cdot 10} = 5.9 \cdot 10^{-4} \text{ MPa}^{-1}$$

2) Uyunning siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\beta^* = m \cdot \beta_n + \beta_s \quad (1.17)$$

$$\beta^* = 0,22 \cdot 5,9 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ MPa}^{-1}$$

3) Biz taranglik kuchlari ta'siri ostida qatlamdan siqib chiqarishi mumkin bo'lgan neft zaxirasini aniqlaymiz:

$$\Delta V_n = \beta^* \cdot V \cdot \Delta p \quad (1.18)$$

bu yerda, V - uyunning hajmi, $V = F \cdot h = 12 \cdot 10^6 \cdot 12 = 144 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ga teng:

$$\Delta V_n = 3.3 \cdot 10^{-4} \cdot 144 \cdot 10^6 \cdot 10 = 475 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

4) Neftning elastik xususiyatlari ta'sirida neft qazib chiqarish foizini hisoblab chiqamiz, bu esa uyumlardagi umumiy neft zahiralarni niqlashdan oldin amalga oshiriladi:

$$V_{q.ch} = \frac{F \cdot h \cdot m \cdot (1 - S_n)}{b_{qat.}} = \frac{12 \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 0.22 \cdot (1 - 0.2)}{1.02} = 248 \cdot 10^5 \text{ m}^3$$

Neftning dastlabki zaxirasidan neftning elastik xususiyatlari tufayli konlarda neft qazib chiqarish ulushiga nisbati orqali topiladi:

$$\eta = \frac{\Delta V_n}{V_{q.ch}} \cdot 100 = \frac{475 \cdot 10^3}{248 \cdot 10^5} \cdot 100 = 1.92 \%$$

Nazorat savollari

1. Tabiatda uchraydigan hamma tog' jinslari paydo bo'lishiga qarab nechta katta guruhga bo'linadi?
2. Donadorlikni elash usuli orqali aniqlashni o'rganish
3. Tog' jinslarining donadorlik tarkibini o'rganish usullari.
4. Sedimentatsiya usuli deb qanday usulga aytiladi.
5. Tog' jinslarining g'ovaklilik koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. Tog' jinslari g'ovakliligini aniqlashning qanday usullari bor?
7. Neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik nechaga teng bo'ladi?
8. O'tkazuvchanlikning g'ovaklik va g'ovak kanallari bilan bogliqligi.
9. Yarim o'tkazgich usulida g'ovaklikni aniqlash usuli haqida.
10. Nisbiy o'tkazuvchanlik aniqlashni egri chiziqli grafik usuli
11. Tog' jinslarining solishtirma yuzasi deb nimaga aytiladi?
12. Tog' jinsning zichlik deb nimaga aytiladi.
13. Tog' jinsning reologik xususiyati bu nima?
14. Tog' jinslarining taranglik xususiyatlarini aniqlash

Birinchi bob bo'yicha xulosa

Ushbu bobda tog' jinslarning asosiy xossalari o'rganish uchun tog' jinslarining paydo bo'lishi bo'yicha tasnifi, tog' jinslarining donadorligini aniqlash turlari va hisoblash usullari, tog' jinslarining g'ovakligi va uni aniqlash usullari bo'yicha masalalar yechimi, o'tkazuvchanlik xususiyatlari va ularni aniqlash uchun masalalarni hisoblash, taranglik xossalari aniqlash bo'yicha bir qancha masalalarni yechish uchun hisoblash yo'llari aniqlab keltirib o'tilgan.

II. BOB. TABIIY GAZLARNING ASOSIY FIZIK XOSSALARI

II.1. Tabiiy gaz va gaz - kondensat konlaridagi gazlarning tarkibi va tasnifini o'rganish

Tabiiy gazlar - uglevodorodlar va nouglevodorodlar birikmasidan tashkil topgan aralashmadir. Ular qatlamlarda gaz holatidagi fazada yoki neft va suvda erigan holatda uchraydi, standart sharoitda faqat gaz holatda bo'ladi.

Tabiiy gaz va gaz - kondensat konlaridan olinadigan gazlarning umumiy ko'rinishi C_nH_{2n+2} ifodasi bilan aniqlanib, metan gomologlari qatoridan tashkil topadi. Tarkibida uglevodorodlardan tashqari nouglevodorodlar - azot (N_2), uglerod (IV) oksidi (CO_2), vodorod sulfid (H_2S), inert gazlar - argon (Ar), geliy (Ne), kripton (Kr), ksenon (Xe) va merkaptanlar (RSH) bo'lishi mumkin. Merkaptanlar (ba'zan tiospirtlar deyiladi) juda o'tkir, o'ziga xos hidi bilan ajralib turadi.

Sof gaz konlaridan chiqadigan gazlar tarkibining 90 - 98 % ni metan tashkil qiladi. Tabiiy gazlar tarkibida to'yingan uglevodorodlardan tashqari, to'yinmagan uglevodorodlar ham bo'lishi mumkin.

Uglevodorodlar molekulasini C_nH_{2n+2} ifodasidagi $n=1+56$ gacha bo'lishi mumkin. $n=1+4$ gacha bo'lsa, bunday uglevodorodlar (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10}) standart sharoitda gaz holatida bo'ladi. $n=1+17$ gacha bo'lsa, uglevodorodlar suyuq holatda bo'ladi. Demak, tabiiy gazlar tarkibiga uglevodorodlarning $n=1+4$ gacha bo'lganlari kirar ekan. $n=1+7$ gacha bo'lganda kondensat holatida bo'ladi. Tabiiy gazlar qanday konlardan olinayotganiga qarab, tasnifi qu'yidagicha:

1. Sof gaz konlaridan olinadigan tabiiy gazlar. Bu gazlarda hech qanday suyuq holatdagi uglevodorodlar bo'lmaydi (yoki juda ham kam miqdorda bo'lishi mumkin) va ular quruq gazlar hisoblanadi.

2. Neft bilan birga olinadigan yo'ldosh gazlar. Yo'ldosh gazlar tarkibida metan miqdori kamroq, lekin etan, propan, butan va yuqori uglevodorodlar ko'p bo'ladi.

Neft bilan birga olinadigan gazlar quruq, yarim neftli va neftli guruhlarga ham bo'linadi. 1 m^3 quruq gazlarning nisbiy zichligi (havoga nisbatan) 0,75 atrofida bo'ladi. Yarim neftli gazlar tarkibida benzin miqdori 75+150 g ni tashkil etadi. Nisbiy zichligi 0,9-1,0 bo'lgan neftli gazlar tarkibida benzin miqdori 150 g dan yuqori bo'ladi va nisbiy zichligi 1,15 - 1,40 gacha yetishi mumkin.

3. Gaz - kondensat konlaridan olinadigan gazlar. Bu gazlar quruq gazlar bilan suyuq holatdagi kondensatlar aralashmasidan iborat bo'ladi.

Har uch guruhdagi gazlar asosan metan - butan komponentlarining miqdori bilan farq qiladi. Misol tariqasida har uchchala guruhga tegishli konlardan olinadigan gazlarning kimyoviy tarkibi berilgan.

Avval aytib o'tganimizdek, gazlar tarkibida vodorod sulfid bo'ladi. Vodorod sulfid H_2S - palag'da tuxum hidi keladigan juda zaharli gazdir. Odatda tarkibida vodorod sulfid bo'lgan gaz konlarini ishlatish ancha murakkablashadi, bunga asosiy sabab vodorod sulfid juda o'tkir yemiruvchi moddadir. Shuning uchun ham olinayotgan tabiiy gaz tarkibida qancha vodorod sulfid bor ekanligini oldindan bilish shart.

Tabiiy gazlar vodorod sulfid bo'yicha ham o'z tasnifiga ega. faqat bu tasnif vodorod sulfid bo'yicha aytilmasdan, balki oltingugurt miqdori bo'yicha yoritiladi:

1. Oltingugurtsiz tabiiy gazlar, bunda vodorod sulfid 0,001% hajmgacha bo'lishi mumkin;
2. Kam oltingugurtli gazlar, tarkibida 0,001 dan 0.3 % gacha vodorod sulfid bo'lishi mumkin;
3. O'rtacha miqdordagi oltingugurtli gazlar - tarkibida 0.3 dan 1.0 % gacha vodorod sulfid bo'lgan gazlar;
4. Yuqori miqdordagi oltingugurtli gazlar - tarkibida 1,00 % vodorod sulfidi bo'lgan gazlar.

Bu tasnifga qarab konlardagi gaz tayyorlash inshootlari ham har xil bo'ladi. Oltingugurtsiz va kam oltingugurtli gaz konlarida oltingugurtni tozalovchi qurilma va inshootlar bo'lmaydi. Qolgan hollarda oltingugurtdan tozalovchi inshootlar qurilib, tabiiy gaz oltingugurtdan to'la tozalanadi va sof holdagi oltingugurt ajratib olinishi mumkin. Agar tabiiy gaz tarkibida oltingugurt qolsa va iste'molchilarga shu holda yetkazilsa, zaharlanish mumkin yoki hatto portlash hodisalari yuz berishi mumkin.

II.2. Gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekulyar massasi

Zichlik yoki hajm massasi deb moddaning tinch holatdagi massasini uning hajmiga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Oddiy fizik sharoitda gazning zichligini uning molekulyar massasi orqali aniqlash mumkin. Ya'ni,

$$\rho_0 = \frac{M}{22,41}, \text{kg} / \text{m}^3 \quad (2.1)$$

Bu yerda: M - gazning molekulyar massasi;

22,41 - har qanday bir kg gazning fizik sharoitdagi hajmi, m^3 .

Lekin gazning zichligi normal sharoit uchun berilgan bo'lsa, u holda har qanday boshqa bosim uchun uning zichligi quyidagicha topiladi:

$$\rho = \frac{\rho_0 \cdot P}{1,033} \quad (2.2)$$

Bu erda: P - zichlik aniqlanadigan bosim;

1,033 - atmosfera bosimi.

Ammo. ko'pincha, hisoblashlarda gazning nisbiy zichligi ishlatiladi. Gazning nisbiy zichligi deb. shu gaz zichligining havo zichligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

$$\Delta_0 = \frac{\rho_0}{1,293}, \quad (2.3)$$

bu yerda: 1,293- havo zichligi.

Gaz aralashmalari (xuddi shuningdek bug' va suyuqlik aralashmalari) ularning tarkibiy qismiga kiruvchi moddalarning massasi va molyar konsentrasiyalari bilan xarakterlanadi. Gaz aralashmasining hajmi tarkibiy qismi uning molyar qismi bilan taxminan bir xildir. Chunki, Avogadro qonuni bo'yicha, 1 kmol ideal gaz bir xil fizik sharoitda bir xil hajmni egallaydi. Masalan, 0°C da va 760 mm s.u.b.o. da kmol ideal gaz 22,41 m³ hajmni egallaydi.

Gaz aralashmalarining xususiyatlarini bilish uchun uning molekulyar massasini, o'rtaacha zichligini va nisbiy zichligini bilish zarur.

Agar gaz aralashmasining tarkibiy qismi molyar (ya'ni hajm) hisobida berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning molekulyar massasi quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{ar} = \frac{Y_1 M_1 + Y_2 M_2 + \dots + Y_n M_n}{100} \quad (2.4)$$

Oddiy fizik yoki normal sharoit - bosim 101325 Pa (0,101 MPa) va harorat 0° C bo'lgandagi sharoitga aytiladi.

Bu yerda: Y₁, Y₂,...Y_n - aralashma tarkibidagi komponentlarning molyar (hajm) miqdori %;

M₁, M₂,...M_n - komponentlarning molekulyar massalari.

Agar gaz aralashmasining tarkibiy qismi massa hisobida berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning molekulyar massasi quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{ar} = \frac{100}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n}} \quad (2.5)$$

bu yerda: m₁, m₂,...m_n - aralashma tarkibidagi komponent-larning massa miqdori, %.

Aralashmaning molekulyar massasi aniq bo'lsa, uning zichligi xuddi gazning zichligi kabi aniqlanadi. Ya'ni:

$$\rho_{ar} = \frac{M_{ar}}{22,41}, \quad (\text{kg/m}^3) \quad (2.6)$$

Gaz aralashmasining nisbiy zichligi esa:

$$\Delta_{ar} = \frac{\rho}{1,293} \quad (2.7)$$

Tabiiy gazlarga to'liq tavsif berilganda ularning tarkibidagi og'ir uglevodorodlar miqdorini ham aniqlash zarurdir. Odatda tabiiy gazlardagi og'ir uglevodorodlar uch xil turkumda bo'ladi - propan, butan va gaz benzini. Gaz benzini o'z navbatida 33 % butan va 67 % pentandan iborat deb qabul qilingan.

Demak, gaz aralashmasining tarkibiy qismi ma'lum bo'lsa, u holda bu aralashmadagi og'ir uglevodorodlar miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{ar} = 10m, \rho_{ar} = 10 - \rho_{ar} \quad (2.8)$$

2.1 masala 1-Jadvalda berilgan tarkibdagi tabiiy gaz uchun quyidagilarni aniqlang:

1. Metan, etan, propan, izobutan, normal butan, pentan va azot gazlarining standart sharoitdagi zichligi ρ_0 va havoga nisbatan zichligi Δ_0 hisoblansin.

2. Gaz aralashmasining og'irlik tarkibidan foydalanib uning o'rtacha molekulyar og'irligi, zichligi va havoga nisbatan zichligi hisoblansin.

2.1-jadval

Variant	Komponentlar						
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	C ₅ H _{12-yu}	N ₂
	16,043	30,070	44,077	58,124	58,124	72,151	28,016
1	19,5	11,8	37,94	3,25	12,06	8,15	7,3
2	20,0	11,3	38,0	3,21	12,12	8,1	7,3
3	19,12	12,2	37,6	3,64	11,9	8,0	7,5
4	25,2	15,4	36,4	3,0	9,38	5,62	5,0
5	18,6	11,5	35,9	3,7	13,15	9,6	7,45
6	18,45	12,0	39,35	2,9	14,0	7,95	4,33
7	18,94	10,92	40,3	3,25	12,08	8,25	6,26
8	20,1	10,8	37,95	3,25	11,91	8,2	7,79
9	17,9	13,21	36,65	4,72	12,09	9,21	6,33
10	19,0	12,3	36,95	4,25	13,15	7,05	7,3

II.3. Gazning eruvchanlik koeffitsientini aniqlash

Neftdagi erigan gaz miqdoriga qarab neftning asosiy fizik xossalari keskin o'zgaradi. Shuning uchun qatlamdagi neftda boshlang'ich holatda qancha gaz erigan ekanligini aniq bilish muhim ahamiyatga ega.

Neft tarkibining juda turli-tumanligi, qatlamda bosim va haroratning keng o'zgarishi boshlang'ich erigan gaz miqdorini hisoblash yo'li bilan aniqlashni biroz qiyinlashtiradi. Gaz eruvchanligi tajribalarda bosim va haroratni o'zgartirish orqali aniqlanadi.

Neftda gazni erishi kichik bosimlarda Genri qonuniga bo'ysinadi, ya'ni

$$V_g = \alpha \cdot P \cdot V_n, \quad (2.9)$$

bu yerda V_g - neftda erigan gaz miqdori

α - gazning eruvchanlik koeffitsienti

P - bosim

V_n - gaz eriydigan neft hajmi

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, gazning eruvchanlik koeffitsienti bosim bir birlikka oshganda neftda qancha gaz erishi mumkinligini ko'rsatadi. Gazning eruvchanlik koeffitsienti bir xil kattalikka ega bo'lmay, doimo o'zgarib turadi.

Eruvchanlik koeffitsienti turli gazlar va neftlar uchun $0,4 \cdot 10^{-5}$ dan $1 \cdot 10^{-5}$ 1/Pa gacha uzgaradi. Eruvchanlik koeffitsienti kichik bosimlarda yuqori bosimlardan ko'ra katta qiymatga ega bo'ladi.

2.2 –masala. P absolyut bosimda V_g neftda erigan gaz miqdori ma'lum bo'lganda, gazning eruvchanlik koeffitsienti (α) aniqlansin.

Variantlar bo'yicha boshlang'ich ma'lumotlar quyidagi 3.-jadvalda berilgan.

2.2-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, Mpa	20	25	25	20	20	15	15	30	35	50
V_n, m^3	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	1000	1000	1200
$\frac{V_g}{10^4 \text{m}^3}$	18	20	30	40	50	60	70	120	20	25

2.3 –masala. P bosimda V_g neftda erigan gaz miqdori aniqlansin. Bunda gazning eruvchanlik koeffitsienti α ga teng.

Variantlar bo'yicha boshlang'ich ma'lumotlar quyidagi 2.3 -jadvalda berilgan.

2.3 -jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, Mpa	200	300	400	500	100	200	300	400	500	600
V_n, m^3	1000	2000	3000	1000	2000	1000	3000	4000	5000	6000
$\alpha, 1/\text{Pa}$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	1,0	0,1

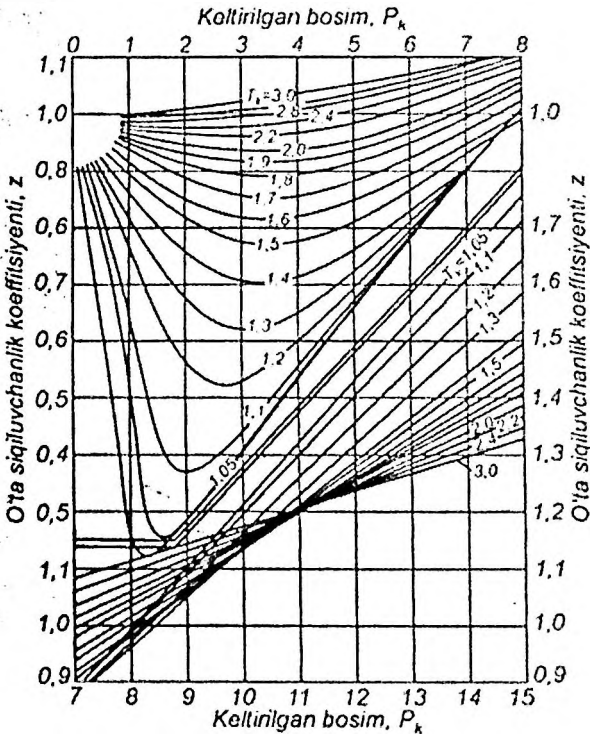
II.4. Gazning siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlash

Yo'ldosh gazlar ideal gazlarning asosiy fizik qonunlariga bo'ysunadi. lekin ideal gazlarga nisbatan ma'lum bir og'ish mavjud.

Bu og'ishni baxolashda gazning siqiluvchanlik koeffitsientidan foydalaniladi. Yo'ldosh gazlar uchun siqiluvchanlik koeffitsientini Braun grafigidan aniqlash mumkin. (2.1-rasm). Bu koeffitsientni grafik orqali topish uchun keltirilgan bosim va haroratni bilish zarur. Bu parametrlar quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$P_{kel} = \frac{P}{P_{kr}} \quad T_{kel} = \frac{T}{T_{kr}} \quad (2.10)$$

bu yerda: P va T - gazning bosim va harorati,
 P_{kr} va T_{kr} - kritik bosim va harorat.



2.1 –rasm. Braun garafigi

Alohida komponentlarning **keltirilgan parametrlari** deb shunday o'lichamsiz kattaliklarga aytiladiki, ular gazning haqiqiy holat parametrlari kritik parametrlardan qanchalik og'ishini ko'rsatadi.

Kritik bosim deb shunday bosimga aytiladiki, bunda gaz holatidagi uglevodorodlar suyuq holatga o'tadi.

Kritik harorat – bu suyuq uglevodorod gaz holatiga o'tadigan haroratdir.

Gaz aralashmalari uchun kritik bosim va harorat quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_{kr} = \sum P_{kr.i} \cdot Y_i ; \quad T_{kr} = \sum T_{kr.i} \cdot Y_i \quad (2.11)$$

bu yerda, Y_i -komponentlarning gazdagi hajmiy miqdori.

$P_{kr,i}$ va $T_{kr,i}$ -komponentlarning kritik bosim va harorati

Gaz tarkibi to'g'risida ma'lumotlar berilmaganda A.Z.Istominning quyidagi formulalari orqali o'rtacha kritik bosim va harorat topiladi:

$$P_{o'r.kr.} = (4,937 - 0,464 \cdot \rho_{n.g.}) \cdot 10^6 \text{ MPa,}$$

$$T_{o'r.kr.} = 171,5 \cdot \rho_{n.g.} + 97 \quad \text{K,}$$

$P_{o'r.kr.}$ va $T_{o'r.kr.}$ - topilgan keltirilgan bosim P_{kel} va harorat T_{kel} hisoblanib, gazning siqiluvchanlik koeffitsienti Z Braun grafigi yoki A.Z.Istomin formulasi orqali aniqlanadi. Istomin formulasi $P_{kel} = 0 \div 3$ gacha va $T_{kel} = 1,3 \div 1,9$ bo'lganda foydalanish mumkin.

$$Z = 1 + 10^{-2} (0,76 \cdot T_{kel} - 9,36 \cdot T_{kel} + 13) (8 - P_{kel}) P_{kel} \quad (2.12)$$

2.5 –masala. Qatlam bosimi $P_{qat}=12$ MPa , qatlam harorati $T_{qat}=328$ K, gazning havoga nisbatan zichligi $\rho_{n.g.}=0,841$ kg/m³ bo'lganda gazning qatlam sharoitidagi siqiluvchanlik koeffitsienti aniqlansin. Gazning tarkibi quyidagi 2.4 - jadvalda berilgan.

2.4-jadval

Komponentlar	Hajmiy miqdori	Kritik bosimi P_{kr} , MPa	Kritik harorat T_{kr} , K
CH ₄	0,75	4,73	190
C ₂ H ₆	0,08	4,98	305
C ₃ H ₈	0,09	4,34	370
C ₄ H ₁₀	0,04	3,87	425
C ₃ H ₁₂ +yu	0,04	3,40	470
Jami	1,0		

2.6 –masala. Qatlam bosimi $P_{\text{qat}}=100$ MPa, qatlam harorati $T_{\text{kat}}=50^{\circ}\text{C}$, gazning havoga nisbatan zichligi $\rho_{g,n}=0,975$ kg/m³ bo'lganda qatlam sharoitidagi gazning siqiluvchanlik koeffitsienti aniqlansin. Gazning tarkibi quyidagi 2.5 - jadvalda berilgan:

2.5 -jadval

Komponentlar	Hajmiy miqdori	Kritik bosimi P_{kr}, MPa	Kritik harorat T_{kr}, K
CH ₄	69,4	4,73	190
C ₂ H ₆	6,5	4,98	305
C ₃ H ₈	10,4	4,34	370
C ₄ H ₁₀	6,1	3,97	425
C ₅ H ₁₂ +yu	7,6	3,40	470
Jami	100		

2.7 –masala. Tabiiy gazning $P_1=350$ atm va $P_2=450$ atm bosimlarda hamda $T_1=107^{\circ}\text{C}$ va $T_2=132^{\circ}\text{C}$ haroratlarda o'ta siqiluvchanlik koeffitsienti aniqlansin. Gazning tarkibi quyidagi 2.6 - jadvalda berilgan:

2.6 -jadval

Komponentlar	Hajmiy miqdori % Y_i	$T_{kr,i}$ K	$P_{kr,i}, \text{Mpa}$
CH ₄	96,3	190,5	4,7
C ₂ H ₆	1,8	206	4,9
C ₃ H ₈	0,4	369,6	4,3
C ₄ H ₁₀	0,2	420	3,8
C ₅ H ₁₂ +yu	0,6	470,2	3,4
CO ₂	0,3	304	7,54
H ₂ S	0,1	373,4	9,18
N ₂	0,3	125,9	3,46

II.5. Gazning qovushqoqligi aniqlash

Tabiiy gazlarning fizik xossalarini aniq bilish, shu gaz konlarini loyihalash va ishlatishda kerak bo'ladi.

Tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalariga molekulyar massasi, zichligi, qovushqoqligi, kritik parametrlari kiradi.

Gazlar va suyuqliklarning qovushqoqligi deb, ularning ichki qatlamlarining bir-birining siljitishiga nisbatan qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi.

Qovushqoqlik ikki xil bo'ladi: dinamik (μ) va kinematik $\nu = \mu/\rho$

Gazning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini keltirilgan ko`rsatkichlar orqali aniqlash mumkin(atmosfera bosimida):

$$\mu_{i, P_{ar}} = \mu_0 = 0,0101 \cdot t^{\frac{1}{8}} - 1,07 \cdot 10^{-3} M_{ar}$$

$$\text{yoki } \mu_0 = 0,0101 t^{\frac{1}{8}} - 5,76 \cdot 10^{-3} \Delta_{ar}^{\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$

bu yerda: $t - ^\circ\text{C}$ da.

Shuni ham aytish kerakki, agar tabiiy gazlar tarkibida yemiruvchi gazlar (ya'ni $\text{N}_2, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{S}$) bo`lsa bunday holatlarda tabiiy gazlarning qovushqoqligiga biroz tuzatma kiritish kerak bo`ladi.

Agar tabiiy gaz tarkibida azotning miqdori 5% dan oshiq bo`lsa, gazning dinamik qovushqoqligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$M_{ar} = Y_a M_a + (1 - Y_a) M_u \quad (2.14)$$

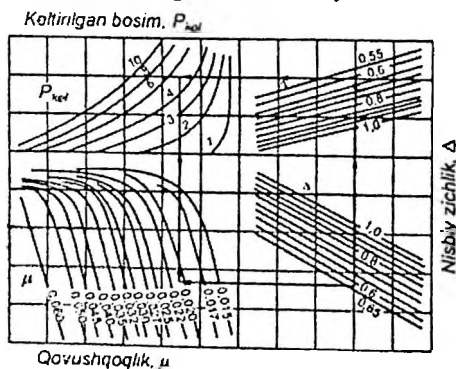
bu yerda: M_a va M_u - azot va karbonsuvchil gazlarning dinamik qovushqoqligi

Y_a - azotning tabiiy gaz tarkibidagi molyar miqdori

2.8 - masala. $P=25\text{MPa}$, $t=80^\circ\text{C}$ va $\Delta_{ar}=0,6$ bo`lganda gazkondensat aralashmasining dinamik qovushqoqlik koeffitsientini nomogramma va hisob usulida yeching

1 grafik usul.

Gazlarning dinamik qovushqoqligini grafik usul bilan ham aniqlash mumkin. Buning uchun S.G.Ibroximov nomogrammasidan foydalanish mumkin.



2.2 -rasm. Gazlarning dinamik qovushqoqligini aninglash uchun S.G.Ibroximov nomogrammasi

Qovushqoqlikni nomogramma bo'yicha topish uchun keltirilgan bosimni hisoblash kerak.

$$P_{kel} = \frac{P}{P_{kr}} \quad (2.15)$$

bu yerda P_{kr} -gazkondensat aralashmasining kritik bosimi, u nisbiy zichlik orqali quyidagicha topiladi:

$$P_{kr} = 55,9 \cdot 10,4 \cdot \Delta^{\frac{1}{2}} = 55,9 \cdot 10,4 \cdot 0,6^{\frac{1}{2}} = 47,84 MPa$$

$$P_{kel} = \frac{P}{P_{kr}} = \frac{250}{47,84} = 5,22$$

Demak, nomogramma buyicha $T=353 K$ va $P_{kel}=5,22$ bo'lganda qovushqoqlik $\mu_n=0,0205$ mPa.C ga teng ekan.

2. Hisob usuli

$$P_{kel} = \frac{P}{P_{kr}} = \frac{250}{47,84} = 5,22$$

$$T_{kr} = 12 + 238 \cdot \Delta^{\frac{1}{2}} = 12 + 238 \cdot 0,6^{\frac{1}{2}} = 196,2 K$$

$$T_{kel} = \frac{T}{T_{kr}} = \frac{273 + 80}{196,2} = 1,8$$

Braun grafigiga asosan $g'(P_{kel}, T_{kel})=0,935$

$$\omega = \frac{3}{z} \cdot \frac{\xi g P_{kr}}{T_{kr}} \cdot 1$$

bu yerda: $\frac{T_{kr}}{T_{kel}} = 2,1898$ $0,1735 \frac{T_{kr}}{100} + 0,006854 \frac{T_{kr}}{100}^2 = 1,626$

Atsentrik faktor quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = \frac{3}{0,935} \cdot \frac{\xi g 47,84}{1,626} \cdot 1 = 0,15$$

Keltirilgan siqiluvchanlik koeffitsienti:

$$z_{kel} = \frac{z}{z_{kr}} \quad \text{bu yerda} \quad z_{kr,ar} = \sum_{i=1}^n y_i \quad z_{kr,i} = 0,244$$

$$z_{krl} = \frac{0,935}{0,244} = 3,83$$

Keltirilgan zichlik quyidagicha topiladi:

$$\rho_{krl} = \frac{P_{krl}}{T_{krl} z_{krl}} = \frac{5,22}{1,8 \cdot 3,83} = 0,756$$

Aralashmaning molekulyar massasi:

$$M_{ar} = \Delta_{ar} M_{havo} = 0,6 \cdot 28,97 = 17,4$$

P va $P_0 = 0,1013$ MPa bosimlarda va $t = 80^\circ\text{C}$ haroratda dinamik qovushqoqlik koefitsientlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{T_{ur}^{\frac{1}{2}}}{M_{ur}^{\frac{1}{2}} P_{ur}^{\frac{2}{3}}} = \frac{196,2^{\frac{1}{2}}}{17,4^{\frac{1}{2}} 47,84^{\frac{2}{3}}} = \frac{2,41}{4,16 \cdot 13,2} = 4,39 \cdot 10^{-2}$$

$$\mu_0 = 0,0101 t^{\frac{1}{8}} 1,07 \cdot 10^{-3} M_{ur}^{\frac{1}{2}} = 0,0101 \cdot 80^{\frac{1}{8}} \cdot 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot 17,4^{\frac{1}{2}} = 0,013 \text{ mPa} \cdot \text{c}$$

$(\mu - \mu_0) \varepsilon = 10,8 \cdot 10^{-5} \left(e^{1,439 \rho_{krl}} e^{1,111 \rho_{krl}^{1,358}} \right)$ formuladan μ ni topamiz:

$$\mu = \mu_0 + \frac{10,8 \cdot 10^{-5}}{\varepsilon} \left(e^{1,439 \rho_{krl}} e^{1,111 \rho_{krl}^{1,358}} \right) = 0,013 + \frac{10,8 \cdot 10^{-5}}{4,39 \cdot 10^{-2}} \left(e^{1,439 \cdot 0,756} e^{1,111 \cdot 0,756^{1,358}} \right) = 0,019 \text{ mPa} \cdot \text{c}$$

2.6 –jadval

Variant	P , MPa	t , $^\circ\text{C}$	Δ_{ar}
1	25	78	0,7
2	24	77	0,8
3	23	75	0,9
4	26	80	0,6
5	27	79	0,7
6	29	70	0,75
7	19	75	0,77
8	18	85	0,78
9	22	86	0,81
10	27	88	0,82
11	25	78	0,83
12	23	77	0,84
13	22	76	0,86
14	21	79	0,85
15	20	89	0,87

II.6. Gaz aralashmasining kritik harorati va bosimini hisoblash

2.9 –masala. Tabiiy gazning molyar tarkibli butan bilan aralashmasi uchun kritik harorat va kritik bosimni toping:

$$N_2 = 0,003; CO_2 = 0,0035; C_1 = 0,6524; C_2 = 0,0298; C_3 = 0,0113; C_4 = 0,3.$$

Aralashmaning kritik haroratining hisoblangan qiymatlari, ikkinchi kompleks komponent C2 + ning yuqori molekulyar og'irligi va uning o'rtacha ekvivalent molekulyar og'irligi 2.7 jadvalda keltirilgan.

Yechimi.

1) Gaz aralashmaning kritik harorati

$$T_{ak} = \sum N_i \cdot T_{kp i} = 266,82 K$$

2) C komponentining molekulyar og'irligi; C2+ yuqoriroq

$$M_{C_{2+} + yuqoriroq} = \frac{18,83}{0,3411} = 55,28$$

Aralashmaning kritik harorati, C2 + komponentining molekulyar va o'rtacha ekvivalent molekulyar og'irligi bo'yicha hisoblangan ma'lumollar yuqori.

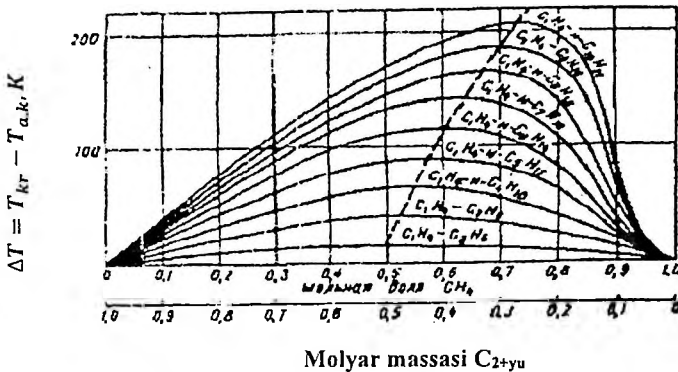
2.7 –jadval

Komponentlar	Molyar ulush tarkibi	Komponentning kritik temperaturasi $T_{kr} \text{ } ^\circ K$	$N \cdot T_{kp}$	Komponentning molyar massasi M_i	$N_i \cdot M_i$	Tarkibi, massa ulushi, $\beta_1 = \frac{N_i \cdot M_i}{M}$	$g^* M$
azot	0,003	126	0,378	28	0,084	0,0028	—
Is gazi	0,0035	304	1,064	44	0,154	0,0052	—
Metan	0,6524	191	124,608	16,04	10,464	0,3544	—
Etan	0,0298	305	9,089	30,07	0,896	0,0303	0,911
Propan	0,0113	370	4,181	44,09	0,498	0,0169	0,745
Butan	0,3	425	127,5	58,12	17,936	0,5904	34,314
Etan + yuqori	0,3411	—	—	—	18,83	0,6376	35,97

3) C_2 + komponentining o'rtacha ekvivalent molekulyar og'irligidan yuqori

(2.3 –rasm.)

$$M_{\text{ekv. } C_2 + \text{yuqori}} = \frac{35,97}{0,6376} = 56,48$$



2.4 –rasm. Haqiqiy tanqidiy va yuqori kritik harorat o'rtasidagi farqning metanning parafinli uglevdorodlar bilan ikkilik aralashmalaridagi molyar tarkibiga bog'liqligi (G.S. Stepanova ma'lumotlariga ko'ra)

4) 2.4 –rasmga muvofiq, biz 0.3411 mol va $m_{C_2}^*$ min ~ 55.28 aralashmasidan yuqori bo'lgan C_2 tarkibida psevdokritik AT dan haqiqiy tanqidiy haroratning og'ishini aniqlaymiz:

$$M = 58,12 \text{ da} \quad \Delta T = 60$$

$$M = 44,09 \text{ DA} \quad \Delta T = 33,5$$

$$M = 55,28 \text{ uchun} \quad \Delta T = 54,6.$$

5) Aralashmaning kritik harorati:

$$T_{\text{nk}} = \sum N_i \cdot T_{\text{kpi}} + \Delta T = 266,8 + 54,6 = 321,4 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$t_{\text{kp}} = 48,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.4. rasmda kritik bosimni aniqlang

$$t_{CR} = 48,4 \text{ da} \quad ^\circ\text{C va } M_{\text{eqs} + \text{yuqori}} P_{cr} = 56,48 \text{ MPa}$$

$$t_{CR} = 48,4 \text{ da} \quad ^\circ\text{C va } M = 58,12 P_{cr} = 13,3 \text{ MPa}$$

$$t_{CR} = 48,4 \text{ da} \quad ^\circ\text{C va } M = 44,09 P_{cr} = 8,95 \text{ MPa}$$

$$M_{su.} = 56.48 = 12.59 \text{ MPa. uchun}$$

Nazorat savollari

1. Tabiiy gaz tarkibidagi asosiy komponentlar qaysilar.
2. Boyl - Mariott qonuniga ta'rif bering.
3. Gey - Lyussak qonuniga ta'rif bering.
4. Mendeleyev - Klayperon tenglamasini ta'riflang.
5. Gaz aralashmasining nisbiy zichligi qanday aniqlanadi?
6. Og'ir uglevodorodlar miqdori qanday aniqlanadi?
7. Tabiiy gazlarning kritik va keltirilgan parametrlarini izohlang.
8. Ideal gaz deb qanday gazlarga aytiladi?
9. Kritik harorat va bosim kritik bosim nima.
10. Gazlarning namlik miqdorini aniqlash.
11. Tabiiy gazlarning issiqlik xossalari.
12. To'yingan bug'ning tarangligi.
13. Gazning dinamik qovushqoqligini aniqlash.
14. Gazlar nisbiy qovushqoqligini aniqlash.
15. Gazning kinematik qovushqoqligini aniqlash.

Ikkinchi bob bo'yicha xulosa

Tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalari deb nomlangan bobda tabiiy gaz va gaz - kondensat konlaridagi gazlarning tarkibi va tasnifini o'rganish, gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekulyar massasi, gazning eruvchanlik koeffitsientini aniqlash, gazning siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlash, gazning qovushqoqligi aniqlash gaz aralashmasining kritik harorati va bosimini hisoblash bo'yicha bir qancha masalalarni yechimi, hisoblash usullari yoritib o'tilgan.

III. BOB. QATLAM NEFTI VA SUVINING ASOSIY FIZIK XOSSALARI

Qatlam holatidagi neft bilan yer yuziga olib chiqilgan neft o'zining fizik xossalari bilan sezilarli darajada farq qiladi. Bunga asosiy sabab, qatlam holatidagi neft katta bosim va yuqori harorat ostida bo'lib, tarkibida qandaydir miqdorda erigan gaz bo'ladi. Yer yuziga olib chiqilgan neft esa oddiy sharoitda bo'lib, tarkibida erigan gazlar deyarli qolmaydi. Shuning uchun ham qatlam holatidagi va yer yuzidagi neft o'rtasida kattagina farq bor. Neftning asosiy fizik xossalariga uning zichligi, qovushqoqligi, siqilishi, sirt taranglik kuchlari, issiqlik xossalari, elektrik va optik xususiyatlari va boshqalar kiradi.

Quyida ana shu xossalarni qisqacha tahlil qilib chiqamiz.

III.1. Qatlam sharoitida neftning xossalarini va uni o'rganish

Neft va gaz konlarini ishga tushirishdan oldin, shu konlarning zaxiralari aniqlanib, konni ishlatish loyihasi to'ziladi. Bu ishlarni bajarish uchun neft va gazning hammaxossalari, kimyoviy tarkibi va fazaviy o'zgarishlari aniqlangan bo'lishi kerak. Buning uchun quduqlarga maxsus asboblarni tushirilib, neft yoki gaz namunasi olinadi va ular tajribaxonalarda tadqiqot qilinib, barcha fizik - kimyoviy xossalari aniqlanadi.

Quduqlarga tushirilib namunaoladigan asbobni namunaolgich (probootbornik) deb yuritiladi. Namunaolgichlarni turlari juda ko'p bo'lib, bir - biridan farqi konstruktiv to'zilishidadir. Shuningdek, qanday bosimgacha ishlatish mumkinligi bilan ham farq qiladi. Masalan, Moskvadagi VNIIneft instituti yaratgan namunaolgichi 30 MPa bosimgachabo'lgan konlarda ishlatilsa, Bakudagi AzNIPIneft instituti yaratgan namunaolgich 100 MPa gacha bo'lgan bosimlarda ishlatilishi mumkin.

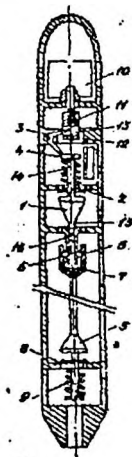
Namunaolgichlarni ishlatish quyidagicha amalga oshiriladi. Namunaolgichni quduqqa tushirishdan oldin maxsus soat murvatini 10 -15 daqiqadan (quduq chuqurligiga qarab) keyin ishga tushadigan qilib burab qo'yiladi. Namunaolgichning quduq tubiga tushgandan keyin, mo'ljallangan vaqt o'tgach, namunaolgichni suyuqlik kirituvchi qopqog'i ochiladi va namunaolgichning maxsus bo'lmasiga qatlam bosimi va haroratidagi suyuqlik kiradi. Bo'lma suyuqlik yoki gaz

bilan to'lgandan so'ng namunaolgichni ko'tarish boshlangan zahoti bo'lmaning qopqog'i yopiladi.

Namunaolgichlar ishlash turiga qarab, asosan, ikki xil bo'ladi. Birinchi turdagi namunaolgichlarni yuqori va pastki (yoki kiruvchi va chiquvchi) qopqoqlari doimoochiq bo'lib, bunday namunaolgich quduqqa tushirilayotganida uning ichidan suyuqlik o'tib turadi. Quduq tubiga yoki namunaolinishi kerak bo'lgan chuqurlikka yetgandan so'ng soat mexanizmi yoki mexanik ta'sir natijasida qopqoqlar yopiladi. Ikkinchi tur namunaolgichlarda qopqoqlar faqat quduq tubiga tushirilgandaginaochildib namunaolinadi va soat mexanizmi qopqoqlarni yopadi. (8.1 – rasm.)

Namunaolgichni yer ustiga neft yoki gaz namunasi bilan olib chiqilgandan keyin uning ichidagi namunani maxsus idishga (konteynerga) o'tkaziladi, konteynerda namunani uzoq masofagaolib borish mumkin (8.1 - rasm).

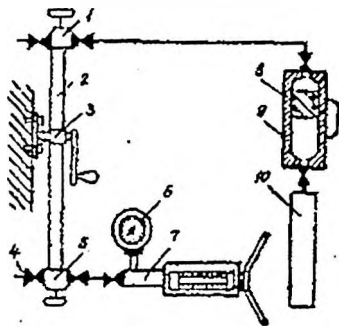
Namunaolgichdan namunani konteynerga o'tkazish juda katta chtiyotkorlik talab qiladi, chunki ozginaxatolikka yo'l qo'yilsa, namunaning termodinamik (P. T) holatlari o'zgarishi mumkin. O'tkazish usulining mufassal tushintirilishi tajriba o'tkazish qo'llanmasida berilgan.



3.1 – rasm. Soat murvatli namunaolgich chizmasi

- 1-yuqori qopqoq; 2-yuqori qopqoq egarchasi; 3-tushirish mexanizmi richagi; 4-yuqori qopqoq to'rtkichi; 5-pastki qopqoq; 6-qulf sharchalari; 7-qulf muftasi; 8-pastki qopqoq egarchasi; 9,14-prujina; 10-soat murvati; 11-jo'va; 12-sirg'aluvchi gayka; 13-shtift; 15-yuqori qopqoq ignasi; 16-vtulka; 17-namuna to'planadigan bo'shliq.

Konteynerdagi namuna tajribaxonaga olib kelingandan keyin neft yoki gazlarni tekshiriladigan maxsus apparatlarda sinab ko'riladi.



3.2 – rasm. Namunani o'tkazish usuli.

1,5-o'tkazgichlar; 2-namunaolgich; 3-tebratgich; 4-murvat; 6-bosimo'lchagich; 7-iskanja; 8-ajratuvchi porshen; 9-konteyner; 10-ishchi suyuqlik yig'iladigan idish.

Neft ustida tajribalar olib borish uchun SAM - 300 M apparaturasi mavjud. Bu apparat ancha murakkab ishlangan bo'lib, qovushqoqlikni aniqlaydigan viskozimetr, maxsus iskanja, bir necha o'lchov asbob - uskunalari, elektruritgich hamda gidro - va elektr sistemalaridan iborat. Bu apparatda neftning to'yinganlik bosimi, siqiluvchanlik koeffitsienti, gaz bilan to'yinganligi, zichligi, hajm koeffitsienti va kirishishi, qovushqoqligi kabi ko'rsatkichlari aniqlanadi.

Bu apparatura hozir ancha mukammallashtirilib, ASM - 600 turida ishlab chiqarilmoqda. Bundan tashqari UIPN (qatlamdagi neftni o'rganish uskunasi) apparati ham bo'lib, unda ham neftning fizik xossalari aniqlanadi.

Gaz ustida tajribalar olib borish uchun UGK - 3 apparati mavjud. Bu apparat ham ASM - 300 M apparatiga o'xshash bo'lib, unda tabiiy gaz va kondensatlarning deyarli hamma fizik xossalari aniqlash mumkin. Shuningdek, gaz va kondensat xossalari o'rganish uchun UFR - 2 apparati mavjud.

Neft, gaz va kondensatning fizik xossalari o'rganish uchun gazoxromotografiya usulidan foydalaniladi. Bu usul tabiiy gaz va kondensatlar uzluksiz alohida har bir komponentni ajratib olishga asoslangan bo'lib, maxsus apparatura - xromotograflarda olib boriladi. Komponentlarning ajralishi maxsus qog'oz tasmaga avtomatik tarzda egri chiziqlar bilan chizib beriladi. Bu egri chiziqlar cho'qqisining balandligiga qarab uglevodorodlar turlarga ajratiladi.

Quduqlarga shuningdek, qatlarning bosimini, haroratini, neft, gaz va suv kelayotgan joylarini aniqlash uchun yana bir qancha maxsus asboblarni tushiriladi. Bularga bosimni va haroratni aniqlaydigan va chuqurlikda ishlaydigan bosimo'lchagich, harorato'lchagich, suyuqliklarni oqib kelish miqdorini aniqlaydigan miqdoro'lchagich kabi o'nlab har turli asboblarni ham mavjud.

III.2. Qatlam sharoitidagi neftning fizik xususiyatlari

Qatlam sharoitida neft, qatlam bosimi (P_{qat}) va to'yinganlik bosimining ($P_{to'y}$) nisbatiga qarab, bir fazali suv bilan to'yingan ($P_{qat} > P_{to'y}$) va ikki fazali to'yingan ($P_{qat} < P_{to'y}$) holatida bo'lishi mumkin. Neftning fizik xususiyatlarini ushbu ikki holatga nisbatan hisoblashni ko'rib chiqamiz.

3.1 –masala. Quyidagi dastlabki ma'lumotlar bilan neftni bir martalik gazsizlantirish jarayonida uning asosiy fizik xususiyatlarini aniqlang (3.1-jadval).

3.1-jadval

Parametrlarning nomlanishi	Mutlaq qiymat					
	Variantlar					
	1	2	3	4	5	6
1. Qatlam bosimi P_{qat} , MPa	7,5	8	16,5	17,9	15,9	18,4
2 Net va gazga to'yingan bosim $P_{to'y}$, MPa	9,2	9,3	8,2	8,4	7,6	9,6
3 Qatlam temperaturasi T_{qat} , K	313	314	312	307	309	313
4 Gazsizlantirilgan neftning zichligi ($P_0 = 0,1$ MPa, $T_{cm} = 293$ K da) ρ_n , kg/m^3	868	864	866	867	862	866
5 Havodagi gazning nisbiy zichligi ρ_h , kg/m^3	1,119	1,117	1,115	1,116	1,118	1,121
6 Azotning gazdagi ulushi $P_0 = 0,1$ MPa gacha bo'lgan $T = 293$ K	0,069	0,071	0,067	0,070	0,068	0,072
7 Mutloq neftning gazsizlantirishga bog'liq gazdagi metanning molyar ulushi = 0,1 MPa gacha, $T = 293$ K	0,355	0,358	0,352	0,356	0,353	0,357
8 Gazlanish bosimi P , MPa	5,5	5,4	5,3	5,7	5,1	6,2
9 Gazlanish temperaturasi T , K	300,5	301,0	300,5	302,3	303,4	299,4
10 Gaz omili G , m^3/m^3	55,6	56,4	49,7	52,5	57,3	54,6

Hisob-kitoblarda parametr belgilari:

ρ_n , bu gazsizlangan neftning zichligi, ($P_0 = 0,1$ MPa, $T_{st} = 293$ K), kg/m^3 ,

μ - xuddi shu sharoitda gazsizlangan neftning dinamik qovushqoqligi;

G - qatlam moyining gaz bilan to'yinganligi (gaz tarkibi), ya'ni. neftda erigan gaz hajmining gazzsizlangan neftning massasiga nisbati, m^3/T (gaz hajmi normal sharoitga keltiriladi);

ρ_h - gazning nisbiy havo zichligi;

T - qatlam harorati, K;

P_{qat} - qatlam bosimi, MPa;

$P_{to'y}$ - qatlam haroratidagi qatlam neftining to'yingan bosimi

$y_a, y_c, - T_{st} = 293$ K da $P_o = 0,1$ MPa gacha bo'lgan neftni bir martalik degassatsiya qilishdagi birlashtirilgan gaz tarkibidagi azot va metanning molyar qismlari.

Yechimi. Ketme-ketlikda qaror qilish:

1) Hozirgi muvozanatning to'yinganligini hisoblang.

$$P_h = P_{to'y} - \frac{T_{qat} - T}{9,157 + 701,8} = 9,2 - \frac{313 - 300,5}{9,157 + 701,8} = 8,95 \text{ MPa}$$

$$\frac{G \cdot (y_{c1} - 0,8 \cdot y_a)}{55,6 \cdot (0,355 - 0,8 \cdot 0,06)}$$

2) Ilgari R (p), m (T), D (T) yordamchi koeffitsientlarini aniqlagan holda, berilgan termodinamik sharoitda ajralgan gazning solishtirma hajmini aniqlang.

$$V_{m}(p, T) = \Gamma \cdot R(p) \cdot m(T) \cdot [D(T) \cdot (1 + R(p)) - 1] = 8,69 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$R(p) = \frac{1 + \lg p}{1 + \lg p_{nacm}} - 1 = \frac{1 + \lg 5.5}{1 + \lg 8.95} - 1 = -0.1084;$$

$$m(T) = 1 + 0.029 \cdot (T - 293) \cdot (p_{hd} \cdot p_{eo} \cdot 10^{-3} - 0.7966)$$

$$= 1 + 0,029 \cdot (300,5 - 293) \cdot (868 \cdot 1,119 \cdot 10^{-3} - 0,7966)$$

$$= 1,0379;$$

$$D(T) = 10^{-3} \cdot p_{hd} \cdot p_{eo} \cdot [4,5 - 0,00305 \cdot (T - 293)] - 4,785$$

$$= 10^{-3} \cdot 868 \cdot 1,119 \cdot [4,5 - 0,00305 \cdot (300,5 - 293)] - 4,785$$

$$= -0,4364$$

3) Gazzsizlantirish paytida qoldiq gaz bilan to'yinganligini hisoblang (critilgan gazning solishtirma hajmi):

$$V_{rp}(p, T) = \Gamma \cdot m(T) - V_{rp}(p, T) = 55,6 - 1,0379 - 8,69 = 49,02 \text{ m}^3/\text{T}.$$

4) Chiqarilgan gazning nisbiy zichligini aniqlang

$$p_{zn}(p, T) = a \cdot \{p_{zo} - 0.0063 \cdot [1 + R(p)] \cdot [105.7 + u \cdot R(p)]\} = 0.7614$$

bu yerda

$$a = 1 + 0.0054 \cdot (T - 293) = 1 + 0.0054 \cdot (300,5 - 293) = 1,0405$$

$$u = 10^{-3} \cdot \rho_{no} \cdot \Gamma - 186 = 10^{-3} \cdot 868 \cdot 55,6 - 186 = -137,74$$

5) Berilgan gazni yo'qotish sharoitida neftda qolgan erigan gazning nisbiy zichligini toping:

$$\bar{p}_{zp}(p, T) = \frac{\Gamma \cdot \left(a \cdot m(T) \cdot \bar{p}_{zo} - \frac{p_{zn}(p, T) \cdot V_{zg}(p, T)}{\Gamma} \right)}{V_{zg}(p, T)} = 1.2356$$

6) Biz avval gazning to'yinganligi ($\lambda(T)$, o'zgarganligi sababli neftning solishtirma hajmini va standart bosim ostida degassatsiyalangan neftning d volumetrik kengayishining harorat koeffitsientini oldindan aniqlab, hajm koeffitsientini hisoblaymiz:

$$b_n(p, T) = 1 + 1.0733 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{no} \cdot V_{zp}(p, T) \cdot \frac{\lambda(T)}{m(T)} + d_n \cdot (T - 293) - 6.5 \cdot 10^{-4} \cdot p = 1.120$$

bu yerda $\lambda(T) = 10^{-3} \cdot [4.3 - 3.54 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{no} + 1.0337 \cdot$

$$\bar{p}_{zp}(p, T) / a + 5.581 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{no} \cdot (1 - 1.61 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{no} \cdot V_{zp}(p, T)) \cdot V_{zp}(p, T)] = 2.676 \cdot 10^{-3}$$

$$d_n = \begin{cases} 10^{-3} \cdot (3.083 - 2.638 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{no}), & \text{если } 780 \leq \rho_{no} \leq 860 \\ 10^{-3} \cdot (2.513 - 1.975 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{no}), & \text{если } 860 \leq \rho_{no} \leq 960 \end{cases}$$

bundan $d_n = 10^{-3} \cdot (2,513 - 1,975 \cdot 10^{-3} \cdot 868) = 7,987 \cdot 10^{-4} \text{ 1/град.}$

7) $p=5,5 \text{ MPa}$ va $T=300,5 \text{ K}$ da neftning gaz bilan to'yinganligining zichligini aniqlang:

$$p_n(p, T) = \rho_{no} \cdot \left[1 + 1,293 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{p}_{zp}(p, T) \cdot V_{zp}(p, T) / a \cdot m(T) \right] / b_n(p, T) = 831.2 \text{ кг/л}^3$$

8) Gazsizlangan neftning qovushqoqligini $p_o = 0,1$ MPa va ma'lum bir haroratda baholaymiz $T = 300,5$ K:

$$\mu_{no}(T) = \mu_{no}(T - 293)^a \cdot e^{b(293 - T)}$$

bu yerda, $a = 10^{-0,0175(293 - T) - 2,58} = 10^{-0,0175(293 - 300,5) - 2,58} = 5,588 \cdot 10^{-3}$

$$b = (8,0 \cdot 10^{-5} \cdot \rho_{no} - 0,047) \cdot \mu_{no}^{0,13 - 0,002(T - 293)} = 0,0329$$

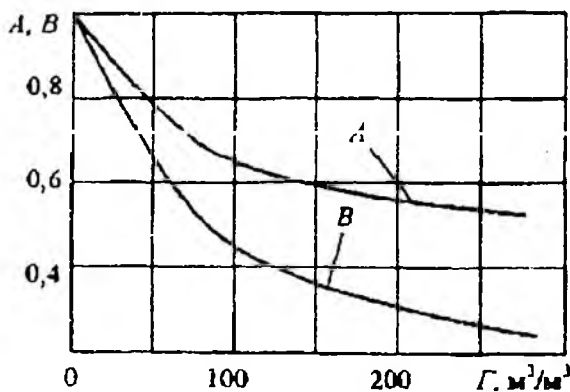
$$\mu_{no}(T) = 14 \cdot (300,5 - 293)^{3,5588 \cdot 10^{-3}} \cdot e^{0,0329(293 - 300,5)} = 11,0 \text{ mPa} \cdot \text{c}$$

9) Gaz bilan to'yingan neftning to'yinganlik bosimida zichligi $\rho_{aac} = 8,95$ MPa va temperaturani $T = 300,5$ K quydagi ketma ketlikda aniqlaymiz:

a) 3-bandda olingan erigan gazning solishtirma hajmini $P_0 = 0,1$ MPa va

$T_1 = 288,6$ K shartlari uchun $V_{sp}^*(p, T) = 1,055 \cdot 10^{-3} (1 + 5 \cdot a_n) \cdot V_{sp}(p, T) \cdot \rho_{no}$

formuladan foydalanib qayta hisoblaymiz (6-bandga qarang);



3.3 –rasm. A va B qiymatlarining neft tarkibidagi gazga bog'liqligi

v) gaz bilan to'yingan neftning qovushqoqligini $p = 8,95$ MPa va $T = 300,5$

K $\mu_{no}(p, T) = A \cdot \mu_{no}^B(T)$ formuladan foydalanib hisoblaymiz.

$$\mu_{no}(p, T) = 0,6548 \cdot 11,0^{0,7875} = 4,33 \text{ mPa} \cdot \text{c}$$

10) Berilgan termodinamik sharoitda gaz bilan chegarada gazga to'yingan neftning sirt tarangligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma_{H2} = \frac{1}{10^{1.58+0.05p} - 72 \cdot 10^{-6} \cdot (T-305)} = \frac{1}{10^{1.58+0.05 \cdot 5.5} - 72 \cdot 10^{-6} \cdot (300.5-305)}$$

$$= 0,0143 \frac{H}{M} = 14,3 \frac{MH}{M}$$

3.2 –masala. Oldingi masala shartlaridan foydalanib qatlam neftining fizik xususiyatlarini aniqlaymiz, agar $P_{qatlam} > P_{to'yinish}$, $T = T_{qat}$ va $V_{ra}(P_{qat}, T_{qat})=0$ bo'lsa, ya'ni barcha gazlar neftda erigan bo'lsa, qatlam neftining fizik xususiyatlarini aniqlaymiz.

Yechimi. Ketma-ketlikda hisoblaymiz:

1) m koeffitsientini oldindan aniqlagan holda, G_{qat} qatlam neftining gaz bilan to'yinganligi

$$G_{qat} = \Gamma \cdot m = 55,6 \cdot 1,1013 = 61,23 \text{ m}^3/\text{t},$$

m – haroratning korrelyatsiya koeffitsienti:

$$m = 1 + 0,029 \cdot (T_{nn} - 293) \cdot (\rho_{H2} \cdot \overline{\rho_{20}} \cdot 10^{-3} - 0,7966) =$$

$$= 1 + 0,029(313-293)(868 \cdot 1,119 \cdot 10^{-3} - 0,7966) = 1,1013$$

2) Qatlam sharoitida neftda (ρ, T) erigan gazning nisbiy zichligi

$$\overline{\rho_{zp}}(\rho_{nn}, T_{nn}) = a \cdot m \cdot \rho_H \cdot G/G_{qat}$$

bu yerda, $a = 1,0 + 0,0054 \cdot (T_{qat} - 293) = 1,0 + 0,0054 \cdot (313 - 293) = 1,108$.

bundan, $\overline{\rho_{zp}}(\rho_{nn}, T_{nn}) = 1,108 \cdot 1,1013 \cdot 1,119 \cdot 55,6 / 61,23 = 1,2399$

3) b_{qat} qatlam neftning hajm koeffitsienti formula bo'yicha baholanadi

$$b_{n,qat} = 1 + 1,0733 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{H2} \cdot \lambda \cdot \Gamma_{H2} / m + a_n (T_{nn} - 293) = -6,5 \cdot 10^{-1} \cdot \rho_{nn}$$

bundan $\lambda = 10^{-3} \cdot [4,3 - 3,54 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{H2} + 1,0337 \cdot \overline{\rho_{zp}}(\rho_{qat}, T_{qat}) / a + 5,581 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{H2} \cdot \Gamma_{H2} / \Gamma_{nn}] = 10^{-3} \cdot [4,3 - 3,54 \cdot 10^{-3} \cdot 868 + 1,0337 \cdot 1,2399 / 1,108 + 5,581 \cdot 10^{-6} \cdot 868 \cdot (1 - 1,61 \cdot 10^6 \cdot 868 \cdot 55,6) \cdot 55,6] = 2,6325 \cdot 10^{-3}$

$a_n = 10^{-3} \cdot (2,513 - 1,975 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{H2}) = 10^{-3} \cdot (2,513 - 1,975 \cdot 10^{-3} \cdot 868) = 7,987 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$

bu yerdan $b_{n,nn} = 1 + 1,0733 \cdot 10^{-3} \cdot 868 \cdot 2,6325 \cdot 10^{-3} \cdot 61,23 / 1,1013$

$$+ 7,987 \cdot 10^{-4} \cdot (313 - 293) - 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot 17,5 = 1,141$$

4) Qatlam neftining zichligi

$$\rho_{n \text{ qat}} = \rho_{\text{na}} \cdot [1 + 1,293 \cdot 10^{-3} \cdot \overline{\rho_p}(\rho_{\text{na}}, T_{\text{na}}) \cdot \Gamma_{\text{na}} / \text{m} \cdot \text{a}] / b_{\text{n,na}}, \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{n \text{ qat}} = 868 \cdot [1 + 1,293 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2399 \cdot 61,23 / (1,1013 \cdot 1,108)] / 1,141 = 821,9 \text{ kg/m}^3$$

5) Qatlam haroratida gazzsizlangan neftningning zichligi (T).
Gazzsizlangan neftning zichligi $p = 0,1 \text{ MPa}$, $T_{\text{cm}} = 293 \text{ K}$ va $\mu_{\kappa} = 14 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

$$\mu_{\text{na}}(T) = \mu_{\text{na}}(T - 293)^a \cdot e^{b \cdot (293 - T)}$$

bundan a va b – korelyatsiya koeffitsienti :

$$a = 10^{-0,0175(293 - T) \cdot 2,58} = 10^{-0,0175(293 - 313) \cdot 2,58} = 5,8884 \cdot 10^{-3}$$

$$b = (8,0 \cdot 10^{-5} \cdot \rho_{\text{na}} - 0,047) \cdot \mu_{\text{na}}^{0,13 \cdot 0,002(T - 293)} =$$

$$= (8,0 \cdot 10^{-5} \cdot 868 - 0,047) \cdot 14^{0,13 \cdot 0,002(313 - 293)} = 0,0351$$

bu yerdan

$$\mu_{\text{na}}(T) = 14 \cdot (313 - 293)^{5,8884 \cdot 10^{-3}} \cdot e^{0,0351(293 - 313)} = 7,062 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

6) gaz bilan to'yingan neftning zichligi $\mu_{n \text{ to'y}}$ $P_q = P_t = 9,2 \text{ MPa}$ va $T = T = 313 \text{ K}$ da, qatlam neftining gaz tarkibini qayta hisoblagandan so'ng (gaz hajmi $T = 288,6 \text{ K}$ haroratgacha kamayadi) va keyin A va B koeffitsientlarini aniqlaydi.

$$G^* = 1,055 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 5 \cdot a_n) \cdot \Gamma \cdot \rho_{\text{na}} = 1,055 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 5 \cdot 7,987 \cdot 10^{-4}) \cdot 55,6 \cdot 868 = 51,12;$$

$$A = 1 + 0,0129 \cdot \Gamma^* - 0,0364 \cdot \Gamma^{*0,85} = 1 + 1,0129 \cdot 51,12 - 0,0364 \cdot 51,12^{0,85} = 0,6281;$$

$$B = 1 + 0,0017 \cdot \Gamma^* - 0,0364 \cdot \Gamma^{*0,85} = 1 + 1,0017 \cdot 51,12 - 0,0228 \cdot 51,12^{0,667} = 0,7728;$$

va B - bu Chew va Connelly tomonidan taqdim etilgan (3.1.-rasm) neft gazi tarkibidagi $V^* (P, T)$ ning grafik funksiyalari va $V^* (P, T) < 300 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \pm 3\%$ xatolik oralig'ida, yuqoridagi tenglamalar bilan taqqoslash mumkin.

$P_q > P_t$ va $T = T$ da gaz bilan to'yingan neftning zichligi ko'p jihatdan bosimga bog'liq bo'lib, uning oshishi uning o'sishiga olib keladi, bu esa neftning siqilishi va shunga mos ravishda molekulyar o'zaro ta'sir kuchlarining oshishi bilan bog'liq. $P_q = P_t$ va $T = T$ sharoitida gazga to'yingan neftning ma'lum da ko'pikli nuqta bosimidan ortiqcha bosimning bog'liqligini Bil grafiklari yoki ularning analitik taxminlari yordamida aniqlash mumkin.

Shunday qilib, ma'lum bo'lgan qattamlı neftning qovushqoqligini aniqlash uchun: gazsizlangan neftning qovushqoqligi, to'yinganlik bosimi. G tarkibidagi gaz miqdori, qatlam bosimi va harorati, gaz bilan to'yingan neftning qovushqoqligi os aniqlanadi.

$$\mu_{H \text{ Hac}} = A \cdot \mu_{H0}^B \cdot (T_{\text{пл}}) = 0,6281 \cdot 7,06^{0,7724} = 2,84 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

7) Qatlam moyining qovushqoqligi tenglamadan aniqlanadi

$$\mu_{H \text{ пл}} = \mu_{H \text{ Hac}} + \sigma(p_{\text{пл}} - p_{\text{Hac}})$$

bu yerda, σ – bosim 1 MPa, MPa \cdot s / MPa ga o'zgarganda gazga to'yingan neftning qovushqoqligi o'zgarishini tavsiflovchi koeffitsient.

Yuqoridagi formulaga muvofiq σ koeffitsientli quyidagi tenglamalar bilan taxmin qilinadi:

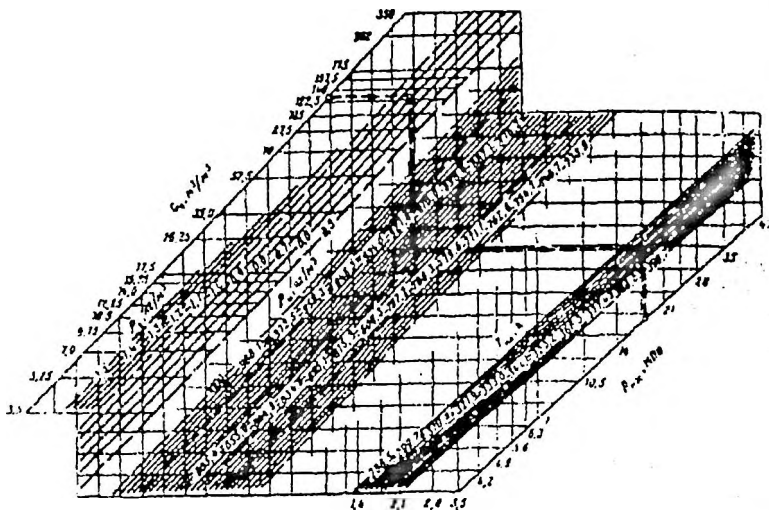
$$\sigma = \begin{cases} \mu_{H \text{ Hac}} < 5 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 0,0114 \cdot \mu_{H \text{ Hac}} ; \\ 5 < \mu_{H \text{ Hac}} < 10 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 0,057 + 0,023 \cdot (\mu_{H \text{ Hac}} - 5); \\ 10 < \mu_{H \text{ Hac}} < 25 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 0,0171 + 0,031 \cdot (\mu_{H \text{ Hac}} - 10); \\ 25 < \mu_{H \text{ Hac}} < 45 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 0,643 + 0,045 \cdot (\mu_{H \text{ Hac}} - 25); \\ 45 < \mu_{H \text{ Hac}} < 75 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 1,539 + 0,058 \cdot (\mu_{H \text{ Hac}} - 45); \\ 75 < \mu_{H \text{ Hac}} < 85 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ da } 3,286 + 0,100 \cdot (\mu_{H \text{ Hac}} - 75); \end{cases}$$

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, μ teng bo'ladi

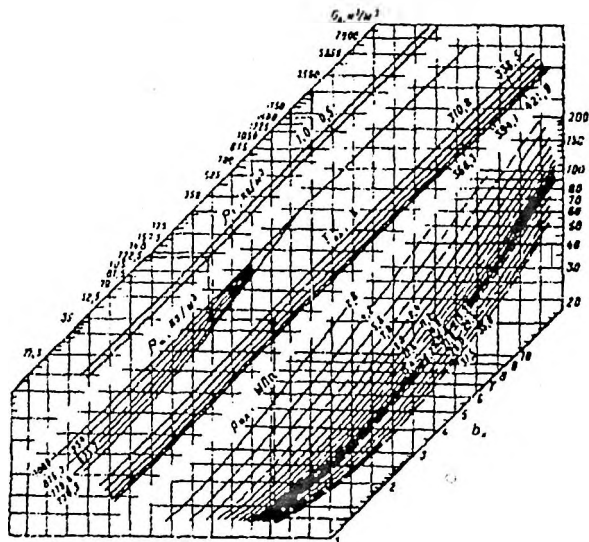
$$\mu_{H \text{ пл}} = \mu_{H \text{ Hac}} \cdot 0,0114 \cdot \mu_{H \text{ Hac}} \cdot (p_{\text{пл}} - p_{\text{Hac}}) = 2,84 + 0,0114 \cdot 2,84 \cdot (17,5 - 9,2) = 3,10 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

3.3-masala. Quduqni sinov ekspluatatsiya qilish natijalari bo'yicha 3.2 – jadvalda keltirilgan ma'lumotlar olingan.. Neftning gaz bilan to'yinganlik bosimini, hajm koeffitsientini, zichligi va rezervuar sharoitida qisqarishini aniqlash talab qilinadi. Barcha gazlar neftda eritiladi

Yechimi. To'yinganlik bosimini taxminan Standing dasturi yordamida topish mumkin (3.4 -rasm). Buning uchun nomogrammaning chap tomonida joylashgan $G = 127 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ gaz faktoriga mos keladigan nuqtadan, gorizontal chiziqni gazning zichligini $\rho_r = 0,8 \text{ kg/m}^3$ ni ifoda etuvchi tekis chiziq bilan kesishgungacha o'ngga gorizontal chiziq chizamiz. Olingan nuqtani neftning zichligi $\rho_n = 852 \text{ kg/m}^3$ ga to'g'ri keladigan to'g'ri chiziq bilan kesishgan joyga tushiramiz.



3.4 rasm – To'yinish bosimini aniqlash nomogrammasi



3.5 rasm – Neftning hajm koeffitsientini aniqlash uchun nomogramma

Keyinchalik, $T = 338 \text{ K}$ qatlam qatlamini kesib o'tguncha o'ng tomonga gorizontaal chiziq chizamiz va vertikal pastga tushganda. bosim o'qi bilan kesishgan joyda neft bilan to'yinganlik bosimini topamiz $P_{to'y} = 18,5 \text{ MPa}$.

3.2 -jadval

Variant nomeri	Neftning zichligi ρ_n , (20°S) kg/m^3	Gazning zichligi ρ_g	Gaz faktori $G_0, \text{m}^3/\text{m}^3$	Qatlam bosimi P_{qat}, MPa	Qatlam harorati T_{qat}, K
1	852,0	0,8	149	24	338
2	986,1	1,4	52,5	21,0	299,7
3	972,5	1,1	65,0	19,3	310,8
4	1000,0	1,0	52,5	16,8	366,3
5	934,0	0,9	175,0	19,0	338,5
6	825,7	0,8	122,5	12,6	310,8
7	779,6	0,7	105,5	9,8	366,3
8	825,7	0,6	115,5	18,2	310,8
9	179,6	0,8	175	12,6	338,5
10	825,7	0,7	70,0	9,8	310,8
11	934,0	0,5	122,5	12,6	338,5
12	1000,0	0,8	87,5	14,0	366,3

Neft hajmini aniqlash uchun yana bir doimiy nomogrammadan foydalanamiz (3.5 -rasm). Nomogrammaning chap tomonida biz gaz koeffitsientining qiymatini $G_0 = 127 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ni topamiz. Shu nuqtadan $\rho = 0,8 \text{ kg/m}^3$ gaz zichligiga mos keladigan chiziq bilan kesishguncha o'ng tomonga gorizontaal chiziq tortamiz. Keyin biz ushbu nuqtani neft zichligi $\rho_n = 852 \text{ kg/m}^3$ chizig'iga tushiramiz. Keyinchalik, $T = 338 \text{ K}$ suv omborining harorat chizig'iga gorizontaal chiziq tortamiz, so'ngra $P = 24,5 \text{ MPa}$ bosim satrini kesib o'tguncha vertikal chiziq chizamiz va gorizontaal ravishda o'ng tomonga neft hajmining koeffitsienti $b_n = 1,27$ qiymatini topamiz. Shunday qilib, odatdagi sharoitda 1 m^3 neft suv qatlamida $1,27 \text{ m}^3$ hajmini egallaydi va unda erigan gaz bilan birga qazib chiqariladi.

Qatlam sharoitida neftning zichligini topish uchun (erigan gazni hisobga olgan holda) avval neftda erigan gazning zichligini aniqlaymiz:

$$\rho_{ng} = G_0 \cdot \rho_g = 127 \cdot 0,8 = 103 \text{ kg/m}^3.$$

Shunday qilib, atmosfera sharoitida gaz bilan to'yingan neftning zichligi quyidagicha:

$$\rho_{gtn} = \rho_n + \rho_{ng} = 852 + 103 = 955 \text{ kg/M}^3,$$

qatlam sharoitida gaz bilan to'yingan neftning zichligi esa

$$\rho_{n.qat} = \frac{\rho_{gtn}}{b_n} = \frac{955}{1,27} = 750 \text{ kg/M}^3 \text{ ga teng.}$$

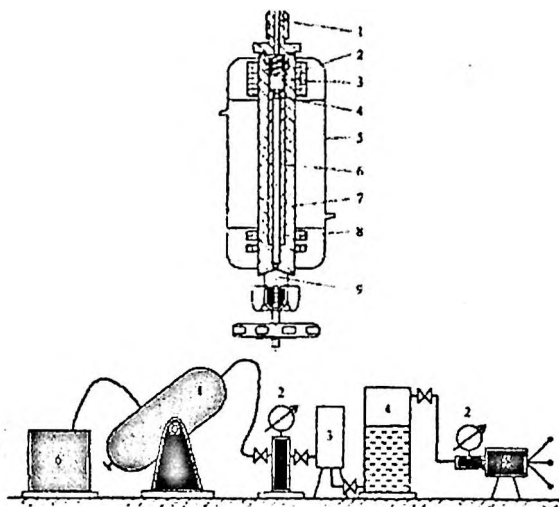
Neft yuzasida qisqarish, undan erigan gazning chiqishi (degassatsiya) va haroratning pasayishi tufayli yuzaga keladi. Neftning siqilishi hajmiy koeffitsenti nisbati bo'yicha aniqlanadi:

$$U = \frac{b_n - 1}{b_n} = \frac{1,27 - 1}{1,27} = 0,213 \text{ yoki } 21,3 \%$$

III.3. Qatlam neftining qovushqoqligini aniqlash

Eriyidigan gazning katta miqdori, qatlam harorati va bosimi ko'tarilganligi sababli bo'ladi, qatlam neftining qovushqoqligi har doim gabsizlangan neftning qovushqoqligidan sezilarli darajada farq qiladi. Bu holda barcha neftlar quyidagi umumiy qonuniyatlarga bo'ysunadi: ularning qovushqoqligi eritmadagi gazning oshishi va haroratning oshishi bilan kamayadi. Qatlam bosimning oshishi qovushqoqlikning biroz oshishiga olib keladi va faqat to'yinganlik bosimidan yuqori bosimlarda seziladi. Qatlam neftining qovushqoqligi o'ndan yuzlab yoki undan ko'p mPa •s gacha o'zgarib turadi.

Qatlam neftlarining qovushqoqligini aniqlashning hisoblash va eksperimental usullari mavjud. Eksperimentallar universal yuqori bosimli sharli viskozimetrdan foydalanishga asoslangan bo'lib, uning sxemasi va qatlam neft bilan to'ldirish tartibi 3.6 rasmlarda keltirilgan.



3.6 -rasm. Viskozimetrni qatlam nefti parchalanishi bilan to'ldirish sxemasi.

1 – viskozimetr (qovushqoqlikni o'lchaydigan asbob), 2 - bosim o'lchagich, 3 - rezervuar moyi namunasi bo'lgan idish, 4 - bufer idishi, 5 - press (nasos); 6 - termostat

Qovushqoqligi tekshirilayotgan neft yoki suv bilan to'ldirilgan magnet bo'lmagan trubka 6 ichidagi to'pning siljish vaqti (3.4-rasm) bilan aniqlanadi. Yuqori holatda to'p 3-yadroli elektromagnit hosil qiluvchi elektromagnit spiral 2 tomonidan ushlab turiladi. Silindrning pastki qismida induktiv bobinlar 8 o'rnatilib, kuchaytirgich va elektr sekundomeriga ulangan. Sekundomer yoqilganda elektromagnit avtomatik ravishda o'chadi va to'p tekshirilayotgan suyuqlikka tusha boshlaydi. Naychanning pastki qismiga yetib borgach, u induktiv sariqlarning maydoniga 8 tushadi va qo'shimcha elektromotor quvvat hosil qiladi, uning ta'siri ostida sekundomerning elektr zanjirini buzadi. Takroriy tajribada to'p viskozimetrni burab yuqori holatiga qaytariladi.

3.4 –masala. Neftning ikki qiymatli bosimdagi dinamik qovushqoqligini aniqlang: rezervuar bosimida va to'yinganlik bosimidan bir oz yuqori bosimda, agar

quyidagi ma'lumotlar (3.3-jadval va 3.4-jadval) eksperimental tarzda aniqlangani ma'lum bo'lsa hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi.

Yechimi. Hisob-kitoblar uchun biz birinchi variant ma'lumotlaridan foydalanamiz. Tajribani o'tkazayotganda sharning diametri $d = 0,634$ sm, viskozimetrning qiyalik burchagi $\varphi > 15^\circ$, doimiysi esa $K = 0,00593$ ni tanlaymiz. Viskozite ikkita ko'rsatilgan bosimda aniqlanadi.

$$\mu = \tau_{o\gamma} \cdot 10^{-3} \cdot (p_{sh} - p_n) \cdot K, \quad mPa \cdot c.$$

Qatlam bosimiga mos ravishda:

$$\mu_{20} = 28,79 \cdot 10^{-3} (7770 - 730) \cdot 0,00593 = 1,2 \text{ mPa} \cdot c.$$

3.3 –jadval

Dastlabki parametr qiymatlari

Parametrlarning nomlanishi	Parametr qiymati			
	Variantlar			
	1	2	3	4
1) Neftning zichligi ρ_n , kg/m ³				
-qatlam	730	745	728	736
- to'yinish bosimida	725	737	724	731
2) Qatlam bosimi P_{qat} , MPa	20	21	18	23
3) To'yinish bosimi $P_{to'y}$, MPa	12	14	10	15
4) Viskozimetrning kalibrlangan naycha diametri D , sm	0.645	0.650	0.640	0.643
5) Sharning diametri, sm				
- d_1	0.634	0.638	0.612	0.635
- d_2	0.620	0.626	0.598	0.622
6) Sharning zichligi ρ_{sh} , kg/m ³	7770	7770	7770	7770
7) Viskozometr doimiysi, $K \cdot 10^{-3}$	5.93	6.43	5.71	5.89
8) Viskozimetrning qiyalik burchagi φ , grad	15	15	15	15

Kalibrangan naychada to'pning tushish vaqti

Sharning tushish vaqti τ , c				$\tau_{o'ry}$, c				To'pning tushish vaqti τ , c				$\tau_{o'ry}$, c			
Topshiriq variantlari															
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
20 MPa bosimgacha								12 MPa bosimgacha							
28,7	25,7	52,2	23,1	28,79	25,78	52,24	23,17	21,6	18,6	44,7	18,3	21,60	18,60	44,74	18,33
9	8	3	7					3	1	4	3				
28,8	25,8	52,2	23,1					21,5	18,6	44,7	18,3				
0	0	4	6					9	0	5	3				
28,7	25,7	52,2	23,1	28,79	25,78	52,24	23,17	21,5	18,5	44,7	18,3	21,60	18,60	44,74	18,33
9	9	5	8					8	9	4	4				
28,7	25,7	52,2	23,1	28,79	25,78	52,24	23,17	21,6	18,6	44,7	18,3	21,60	18,60	44,74	18,33
8	8	4	7					0	0	3	2				

To'yinganlik bosimidan biroz yuqoriroq bosimda qovushqoqlik

$$\mu_{12} = 21,6 \cdot 10 \cdot (7770 - 725) \cdot 0,00593 = 0,9 \text{ mPa} \cdot \text{c}.$$

Naychanning diametri (D), shar diametri d va viskozimetrning burilish burchagi (φ) ning har bir birikmasi uchun qovushqoqlik qiymati mavjud bo'lib, uning ostida formula qo'llanilmaydi. Qovushqoqlikning t vaqtga bog'liqligining chiziqiligi buzilgan qovushqoqlikning qiymati, kritik deb nomlanadi.

Formulalar bo'yicha qovushqoqlikning kritik qiymatini (μ_{kr}) topamiz.

$$\mu_{kr} = 1915,2 \cdot 10^{-3} \sqrt{p_{suy} \cdot (p_{sh} - p_{suy})} \cdot \sqrt{\frac{d^3 \cdot K'}{Re_{kr}}} \cdot \sqrt{\sin \varphi}, \quad \text{mPa} \cdot \text{s} \quad (3.1)$$

bu yerda, d – sharning dimetri, sm.

K' koeffitsienti va kritik Reynolds raqami (Re_{kr}) d/D diametrlarning nisbatiga qarab grafiklardan (3.6 va 3.7-rasm) topilgan.

Sharning diametri $d = 0,634$ sm $d_i / D = 0,982$, $K' = 4 \cdot 10^{-6}$ va $Re_v = 23$.
 Shunda qovushqoqlikning kritik qiymati quyidagicha bo'ladi:

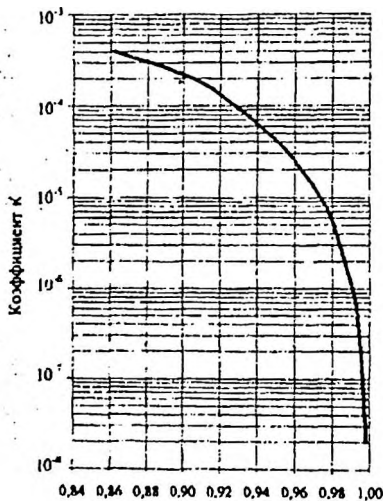
$$\mu_{kp} = 1915,2 \cdot 10^{-3} \sqrt{725 \cdot (7770 - 725)} \cdot \sqrt{\frac{0,634^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{23}} \cdot \sqrt{0,2588}$$

$$= 0,45 \text{ МПа} \cdot \text{с}$$

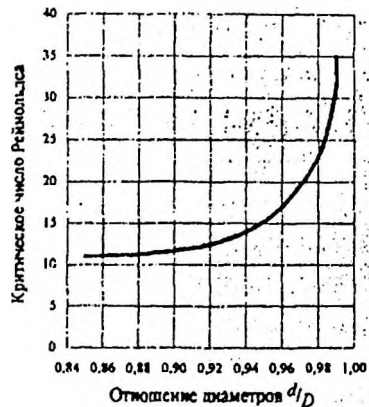
Shar diametri $d_2 = 0,620$ sm uchun qovushqoqlikning kritik qiymati $l_{gr} d_2/D$
 $= 0,961$; $K' = 2,5 \times 10^5$; $Re_{kr} = 17$

$$\mu_{kp} = 1915,2 \cdot 10^{-3} \sqrt{725 \cdot (7770 - 725)} \cdot \sqrt{\frac{0,634^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5}}{17}} \cdot \sqrt{0,2588}$$

$$= 1,3 \text{ МПа} \cdot \text{с}$$



3.7 –rasm. K' koefitsientining d / D diametrlar nisbatiga bog'liqligi



3.8 –rasm. Kritik Reynolds sonining diametrlar nisbatiga bog'liqligi.

$D_2 = 0,620$ sm sharning diametri uchun kritik qovushqoqlik qiymati rezervuar neftining qovushqoqligidan yuqori bo'lgani uchun $d_1 = 0,634$ sm to'pni tanlash to'g'ri bajarilgan.

III.4. Nonyuton neftlarning qovushqoqligini aniqlash

Nonyuton (g'ayritabiiy qovushqoq) neft bu - ularning oqimi nyutonning asosiy ichki ishqalanish qonuniga bo'ysunmaydigan neftlardir.

Nonyuton neftning samarali qovushqoqligining siljish yo'nalishi yoki tezlik gradiyentiga bog'liqligi asfaltlarning neft tarkibidagi molekulalar birikmasini hosil qilish qobiliyati bilan izohlanadi. Ikkinchidan, bir-biri bilan o'zaro aloqada bo'lib, elastik xususiyatlarga ega bo'lgan fazoviy tuzilmani hosil qiladi. Bu parafin neftlar uchun neftning kerosin bilan to'yinganlik haroratiga teng yoki undan past bo'lgan haroratlarda ham xosdir. Bu yerda mumning kristallari strukturaning paydo bo'lishida ham ishtirok etadi. Qator tajribalar shuni ko'rsatdiki, bunday strukturada tuzilgan neftning qovushqoqligining siljish kuchlanishiga bog'liqligi S shaklidagi egri chiziqdir (3.9 –rasm) va quyidagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1) strukturaning yakuniy yo'q qilinishining (μ_{kr}) kritik siljish qarshilikdan oshib ketadigan kesish kuchlanishlarida, anomal neftning samarali qovushqoqligi, oxir-oqibat buzilgan struktura (μ) uchun eng past qiymatgacha kamayadi;

2) struktura buzilishining boshlanishidagi siljish qarshilikidan pastroq bo'lgan kesish kuchlanishlarida (μ_0), samarali qovushqoqlik doimiy bo'lib qoladi va amalda buzilmagan strukturaning cheklangan qovushqoqligiga teng bo'ladi (μ),

3) μ -dan o'tish siljish qarshilikining ozgina o'zgaruvchan oraliqda sodir bo'ladi.

Qovushqoqlik neftning muhim fizik xususiyatlaridan biri ekanligi asosida, tadqiqotchilar Nyuton tizimlariga kirmaslik va tezlik gradientidan qovushqoqlikning o'zgarishini tavsiflovchi bir qator formulalarni taklif qildilar. Biroq, ulardan foydalanishga urinishlar katta xatolar tufayli natija bermadi.

Olimlarni hisob-kitoblari eksperimental natijalarga juda mos keladigan ikki turdagi empirik bog'liqliklardan foydalanishni taklif qilishdi:

$$\mu = \mu_{kr} + \frac{\mu_0 - \mu_{kr}}{1 + e^{B \cdot (\tau - \tau_n)}} \quad (3.2)$$

$$\mu = \frac{\mu_0 + \mu_{kr}}{2} + \frac{A - \sqrt{A^2 + (\mu_0 - \mu_{kr})^2 \cdot (\tau - \tau_n)}}{2 \cdot (\tau - \tau_0)} \quad (3.3)$$

bu yerda,

μ_m - nihoyatda vayron qilingan tuzilishga ega bo'lgan eng past qovushqoqlik, Pa*s;

μ_0 - amalda buzilmagan strukturaning eng yuqori chegaralangan qovushqoqligi, Pa*s;

τ - joriy kesish kuchlanishi, Pa;

$\tau_n - \tau_0$ funksiyasining keskin pasayishi boshlanishiga to'g'ri keladigan va strukturaning kuchli vayron bo'lishining boshlanishiga to'g'ri keladigan ba'zi bir kesish kuchlanishlari, Pa,

A va B - bu tizimdagi bog'lanishlar tuzilishini yo'q qilish tezligini tavsiflovchi koeffitsientlar.

Eksperiment natijalarini yuqoridagi ifoda yordamida qayta ishlash va quyidagi misolda B va τ_n konstantalarni topish tartibini ko'rib chiqamiz.

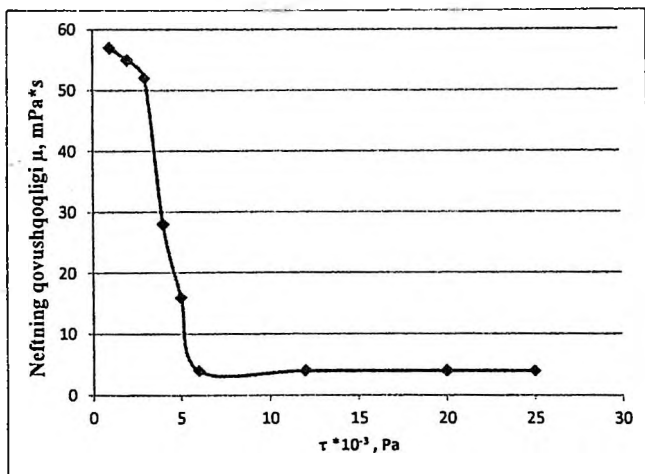
3.5. -masala. 3.5 -jadvalda keltirilgan eksperimental ma'lumotlarga ko'ra, Surxondaryo neftgazli hududidagi Janubiy Mirshodi konining nonyuton bo'lgan neftini qumli namunada filtrlashdagi qovushqoqligini aniqlang.

3.5 -jadval

Kesish kuchlanichi $\mu_{kr} \cdot 10^{-3}$ Па			Neftning zichligi μ_0 мПа·с		
Variant					
1	2	3	1	2	3
0,85	1,3	0,8	58	56,5	52,5
1,75	4,2	3	57	55,5	52
2,9	8,2	5,5	56	53	51,8
3,88	10	7,5	27	49,5	45
4,80	11	9,6	16	42	24,8
4,85	12	11	9	22,5	15
5,33	14,2	12	4,8	13,8	9
11,4	16,5	15,1	3,8	12,8	7,3
19,6	20,5	20	3,8	12,0	6,1
22,5	26	24	3,8	12,0	6,1

Yechimi.

1) Eksperimental ma'lumotlarga ko'ra, biz qovushqoqlikning $\mu = f(\tau)$ kesish kuchlanishiga bog'liqligini quramiz (3.4 -rasm).



3.4 -rasm. Qovushqoqlikning $\mu = f(\tau)$ kesish kuchlanishiga bog'liqligini

2) Buzilmagan va buzilgan tuzilmalar bilan neftning qovushqoqligini toping (3.4 -rasmga muvofiq)

$$\mu_0 = 58 \text{ mPa} \cdot \text{s}; \mu_{kr} = 3,8 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

3) $\tau = \tau_0$ da, biz samarali qovushqoqlikni quyidagi ifoda bo'yicha hisoblaymiz:

$$\mu = \mu_{kr} + \frac{\mu_0 + \mu_{kr}}{2} = 3,8 + \frac{58 - 3,8}{2} = 31,2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

3.4 -rasmdagi grafikka muvofiq, biz samarali neft qovushqoqligining hisoblangan qiymatiga mos keladigan τ ni topamiz:

$$\tau = 4.0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.}$$

4) B koefitsientini topish uchun μ va μ_{kr} orasida yotgan eksperimental egri chiziqning yana bitta nuqtasidan foydalanamiz. $\tau = 5 \cdot 10^{-3}$ Pa bo'lsin va uning

qiymatga mos keladi ($\mu = 6 \text{ mPa}\cdot\text{s}$). Biz ushbu parametrlarni yuqoridagi formulaga almashiramiz va B koeffitsientning qiymatini hisoblaymiz $B = 3,8 \text{ Pa}^{-1}$.

Shunday qilib, hisoblangan empirik formula:

$$\mu = 3,8 + \frac{54,2}{1 + e^{3,8(\tau - 4 \cdot 10^{-3})}}$$

Oxirgi formuladan foydalangan holda hisoblash natijalari 3.6 -jadvalda keltirilgan.

3.6 jadval

Kesish kuchlanishi $\tau \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$	Qovushqoqlik $\mu \text{ mPa}\cdot\text{s}$		Og'ish	
	Eksperimental	Hisoblangan	Absolyut mPa	Nisbiy %
0.85	53	57,5	-0,50	-1
1.75	57	57,5	+0,50	+1
2.9	56	55,8	-0,20	-0,35
3,88	27	39	+12	+30,8
4,80	16	14	-2	-14,3
4,85	9	9,2	+0,2	+2,2
5,33	4,25	3,94	-0,31	-7,9
11,4	3,8	3,8	0	0
9.6	1	3,8	0	0

Xulosa: Qovushqoq neftining har xil siljish qarshiliklarida hisoblangan va eksperimental qiymatlarini taqqoslash natijalarning ancha yuqori yaqinligini ko'rsatdi.

3.6 –masala. Ma'lumki, neft jinslari interfeysida g'ovakli muhitdagi neftlar strukturaviy mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan chegaralangan neftni hosil qiladi. Shu bilan birga, Nonyuton neftlar fazoviy (hajmli) tuzilishni hosil qiladi va u ham elastik xususiyatlarga ega. Bundan tashqari, chegara bilan bog'langan neftning qalinligi, mexanik kuchi va hajm strukturasi mustahkamligi jinslarning mineralogik va kimyoviy tarkibiga bog'liq. Karbonat suv omborlarida qalinligi chegaraga bog'liq va sizilgan neftning massasi qumtoshlarga nisbatan yuqori ekanligi isbotlangan. Shu munosabat bilan, ushbu muammoni karbonat va qumli

qatlamlarga nisbatan hisobga olgan holda, chegara bilan bog'langan neftning kuchi quyma neft strukturasi kuchidan qanchalik ko'pligini aniqlash qiziq.

Dastlabki ma'lumotlar: Karbonat va qumli jinslarning ikkita namunasi mavjud, ular orqali Janubiy Mirshodi konidan olingan nonyuton neft siziladi. Neft tarkibiga quyidagilar kiradi: asfaltlar - og'irligi 2,66%, qatronlar - og'irligi 11,89%, qizdirish 25 ° C haroratda va 10 MPa bosimida amalga oshiriladi.

Tog' jinsi namunalarining o'tkazuvchanligi va g'ovakliligi bir xil va ular quyidagicha: $k = 0,052 \text{ mm}^2$, $t = 11,8\%$. Bunday holda, qumli namunada neft chegara bilan bog'langan eng qiyin qatlamni hosil qiladi, uning qalinligi e'tiborga olinmaydi, faqat qovushqoq tuzilgan neftning mavjudligini taxmin qiladi. Shu bilan birga, karbonat tog' jinsi neftda chegara bilan bog'langan va og'ir neft hosil bo'ladi. Qumtosh va karbonatning g'ovak muhitidagi neftni topish uchun faraziy rasmini hosil qilamiz (3.5 a,b –rasm).

Yechimi.

1) ko'rib chiqilayotgan neftning yakuniy dinamik siljish qarshilikini (θ_0) aniqlang.

a) karbonatli tog' jinsi uchun:

$$\theta_0 = 39,8 \cdot \frac{A}{C} = \frac{2,66}{11,89} = 8,9 \text{ mPa}$$

Bu yerda

θ_0 - yakuniy dinamik siljish qarshiligi, mPa;

A - asfaltlangan tarkib, %;

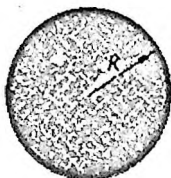
C – smola tarkibi, %;

R - fiktiv teshik radiusi, m

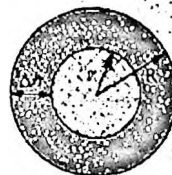
r - katta strukturaviy xususiyatlarga ega bo'lgan neft egallagan g'ovaklik radiusi, m

Δh - qattiqlashtirilgan xususiyatlarga ega bo'lgan chegara qalinligi, m

a) qumli tog' jinsi



b) karbonat tog' jinsi



3.5 –rasm. Tog' jinslarining faraziy namunasi

2) Janubiy Mirshodi koni uchun dinamik siljish bosimi gradiyentini aniqlang:

a) karbonatli jinslar uchun:

$$H_{kar} = \frac{0.003}{k^{0.62}} \cdot \theta_0 = \frac{0.003}{0.052^{1.596}} \cdot 8.9 = 3 \text{ kPa/m}$$

bu yerda

k – g'ovakli muhitning o'tkazuvchanligi, mkm²

b) terrigen jinslar uchun:

$$H_{ok} = \frac{0.052}{k^{0.62}} \cdot \theta_0 = \frac{0.052}{0.052^{0.62}} \cdot 2.68 = 0,87 \text{ kPa/m}$$

3. Kotyaxov formulasi bo'yicha fiktiv g'ovaklarning radiusini aniqlang.

Ko'rib chiqilayotgan g'ovaklar dastlabki ma'lumotlarga ko'ra teng bo'lganligi sababli, ularning mutlaq radiuslari tengdir:

$$R = 2.68 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot y}{m}} = \left| y = \frac{0.5035}{m^{1.1}} \right| = 2.68 \cdot \sqrt{\frac{0.052 \cdot 0.5035}{1.118 \cdot 1.118^{1.1}}} = 4.35 \text{ mkm}$$

4) birlik uzunligining hajmini taxmin qilaylik (V_R)

$$V_R = \pi R^2 \cdot L = 3,14 \cdot 4,35^2 \cdot 1 = 59,4 \text{ mkm}^3$$

5). I.L.Markasyaning so'zlariga ko'ra ma'lumki, chegara qatlamining qalinligi 0,1 – 0,8 oralig'ida o'zgarib turadi.

$$V_r = \pi \cdot r \cdot L = \pi (R - \Delta h)^2 \cdot L = 3,14 \cdot (4,35 - 0,4)^2 \cdot 1 = 48 \text{ mkm}^3$$

6) Qattiqlashtirilgan tuzilishga ega bo'lgan chegara bilan bog'langan neft egallagan birlikdagi g'ovak uzunligining hajmi.

$$V \cdot \Delta h = V_R - V_r = 59,4 - 49 = 10,4 \text{ mkm}^3$$

7) Chegaralarga bog'liq va hajmli tuzilmalarga ega bo'lgan neft gözeneklerindeki fraksiyonel nisbatni hisoblaymiz:

a) Hajmli tuzilishga ega bo'lgan neftning nisbati f_r ;

$$f_r = \frac{V_r}{V_R} = \frac{49}{59.4} = 0.825$$

b) chegara bilan bog'liq neftning ulushi ($f_{\Delta h} = \frac{V_{\Delta h}}{V_R} = \frac{10.4}{59.4} = 0.175$):

$$f_{\Delta h} = \frac{V_{\Delta h}}{V_R} = \frac{10.4}{59.4} = 0.175$$

Keyin, ko'rib chiqilayotgan neft qismini ulushini hisobga olgan holda, biz quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$f_r \cdot H_r + f_{\Delta h} \cdot H_{\Delta h} = H_k$$

bu yerda

H_r – neft hajmli tuzilmasining dinamik bosim gradyanti qirgimi:

$$H_r = H_{cr} = 0,87 \text{ kPa/m},$$

- tuzilishga ega bo'lgan chegara bilan bog'langan neft qatlamining dinamik bosim gradyanti, kPa / m

H_{sr} , - integral qiymatining eksperimental yoki hisoblash yo'li bilan aniqlanadi. bu yerdan

$$H_{sr} = H_{\Delta h} \text{ 3 kPa/m}$$

8) Yuqoridagilarga asoslanib, mashina uchun qotib qolgan tuzilishga ega bo'lgan chegara qatlamining kichik namuna quyidagicha bo'ladi:

$$H_{\Delta h} = \frac{H_k - f_r \cdot H_r}{f_{\Delta h}} = \frac{3.0 - 0.825 \cdot 0.87}{0.175} = 13.04 \text{ kPa/m}$$

Shunday qilib, chegara bilan bog'langan neftning strukturaviy va mexanik xususiyatlari karbonatli tosh tarkibidagi quyma tuzilgan neftdan va qumtoshning bo'sh hajmidagi neftdan 4,3 baravar yuqori.

Shunga o'xshash mulohazalardan foydalanib, chegara bilan bog'langan neftning mustahkamligi uning tarkibi va tog' jinsi o'tkazuvchanligiga qanday bog'liqligini tahlil qilayotganda, dastlabki ma'lumotlarning quyidagi variantlari (3.7 -jadval) uchun muammoni hal qiling.

Parameter nomlanishi	Variant				
	1	2	3	4	5
Namuna g'ovakligi	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27
Namuna o'tkazuvchanligi, mkm ²	0,045	0,087	0,124	0,223	0,380
Tarkibi ,%мас. а) asfalt	2,3	2,47	3,4	4,3	3,8
b) smola	8,4	12,6	15,3	16,7	12,4
Neftning qalinligi. mkm	0,4	0,344	0,52	0,6	0,47

III.5. Qazib olinadigan neftning hajmini hisoblash

Bosim kamayishi bilan neftning qovushqoqligi biroz kamayadi. Bosim neftning gaz bilan to'yinganlik bosimidan ham o'tib kamayishi davom etsa, qovushqoqlik orta boshlaydi.

Neftning siqiluvchanligi deb, uning tashqi muhit ta'siri ostida o'z hajmini o'zgartirishiga aytiladi. Bu xossa siqiluvchanlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi, ya'ni

$$\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad (3.4)$$

bu yerda: V - neftning boshlang'ich hajmi;

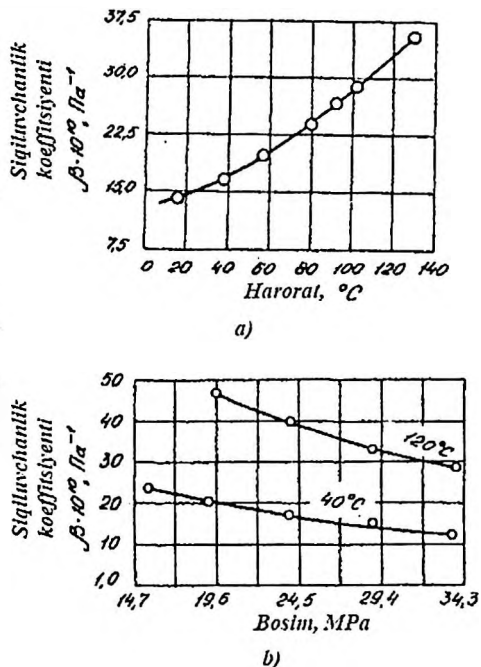
ΔV - o'zgarilgan hajm;

ΔP - o'zgarilgan bosim.

Siqiluvchanlik koeffitsienti deb, bosim bir birlikka (ΔP) o'zgarganda neft hajmining qancha o'zgarishini (ΔV) ko'rsatuvchi kattalikka aytiladi.

Siqiluvchanlik koeffitsienti, shuningdek, neftning taranglik xususiyatlarini ham o'z ichiga olgan. Bu koeffitsientga, ayniqsa, neftda erigan gaz miqdori yuqori ta'sir ko'rsatadi. Agar neftdayengil uglevodorod gazlar ko'proq erigan bo'lsa siqiluvchanlik koeffitsienti juda katta qiymatga ega bo'ladi ($1,4 \cdot 10^{-2}$ MPa⁻¹) va neftda erigan gazlar juda kam bo'lsa, siqiluvchanlik koeffitsienti juda kichik ($4 \cdot 10^{-4}$ MPa⁻¹) bo'ladi.

Siqiluvchanlik koeffitsienti haroratgato'g'ri va bosimga teskari proporsionaldir (3.6 – rasm).



3.6 – rasm. Neftning siqiluvchanlik koeffitsientining harorat (a) va bosim (b) o'zgarishiga bog'liqliligi

Neftning hajm koeffitsienti qatlam ichidagi vayer yuzidagi neft hajmlarning nisbati bilan aniqlanadi.

$$b = \frac{V_{qi}}{V_{ye.u}}$$

Bu yerda: V_{qi} - qatlam ichidagi neft hajmi;

$V_{ye.u}$ - yer yuzidagi erigan gazdan xolis bo'lgan neft hajmi.

Qatlam holatidagi neft hajmi yer yuzidagi erigan gazdan xolis bo'lgan neft hajmidan katta, shuning uchun ham neftning hajm koeffitsienti birdan katta bo'ladi.

Neft kirishishi neftning qatlam ichidan yer yuzigaolib chiqqanda qanchalik o'zgarishini foiz hisobida ko'rsatadi, ya'ni

$$U = \frac{b}{b} \cdot 100 \quad (3.5)$$

Odatda neftning kirishishi laboratoriya usullari bilan aniqlanadi. Neft kirishishi 10 - 40 % larni tashkil qilishi mumkin.

Neft to'yinganligi bosimi deb, izotermik kengayish jarayonida neftdan erigan gaz ajralib chiqishi boshlangan maksimal bosimgaaytiladi. To'yingan bosimi (R_t), asosan neft va erigan gaz hajmlari nisbati, gaz tarkibi va qatlam harorati bilan bog'liq. Gaz tarkibidagi neftdayomon eriydigan moddalarning ko'payishi, to'yinganlik bosimining ortishiga olib keladi.

Haroratning oshishi to'yinganlik bosimi oshirishga olib keladi.

Qatlam sharoitida to'yinganlik bosimi qatlam bosimiga teng yoki undan kichik bo'lishi mumkin. Agar to'yinganlik bosimi qatlam bosimi bilan teng bo'lsa, u holda qatlamdagi neft gaz bilan to'liq to'yingan bo'ladi, ya'ni shu sharoitlarda neftda bundan ortiq boshqa gaz erimaydi. Agar to'yingan bosim qatlam bosimidan kichik bo'lsa, neft gaz bilan to'la to'yingan bo'ladi. Bunday hollarda neftda erigan gaz qatlam bosimi to'yingan bosim bilan tenglashgandayoki undan kichik bo'lgandagina ajralib chiqqa boshlaydi.

Shuni aytib o'tish kerakki, to'yingan bosim kattaligiga qarab konlarni qanday ishlatish kerakligi tanlanadi.

Qatlam bosimi to'yingan bosimga nisbatan pastroq bo'lganda konlarni ishlatish bir oz qiyinlashadi, chunki bu hollarda qatlamda harakat qilayotgan neftdan uzluksiz ravishda gaz ajralib chiqqa boshlaydi va neft harakatiga biroz qiyinchiliklar keltirishi mumkin.

Avval aytib o'tganimizdek, kondensatlar tarkibiga tabiiy holatda qatlamda suyuq bo'lgan eng yengil uglevodorodlar kiradi. Bularga pentan (normal va izomer holda), geksan, geptan kabi yengil uglevodorodlar kiradi. Kondensatlar gazokondensat konlarida tabiiy gaz tarkibida erigan holda uchraydi.

Kondensatlar qanday holatda ekanligiga qarab, beqaror va barqaror kondensatlarga bo'linadi. Beqaror kondensat - qatlamdagi yoki kondensatlarni ajratib oladigan asbob - uskunalargacha bo'lgan harakatdagi gazlarda erigan

kondensatlarga aytiladi. Barqaror kondensatlar deb, maxsus kondensat ajratib oluvchi asbob - uskunalarda ajratib olingan tayyor holdagi mahsulotga aytiladi.

III.6. Qatlam suvining fizik xususiyatlari

Qatlamdagi suv, shuningdek quduqlarda harakatlanadigan asosiy mahsulot - neft bilan deyarli har doim erigan tuzlar, organik moddalar va gazlar mavjud bo'lib, ular termodinamik sharoitlar bilan birga uning fizik xususiyatlarini aniqlaydi. Ko'pgina texnologik muammolarni hal qilish uchun hajm koeffitsienti, hajmli issiqlik kengayish koeffitsienti, qatlam suvining yopishqoqligi va zichligi aniqlanishi kerak. Suvning fizik xususiyatlarini hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar bu bosim, harorat, sho'rlanish (sho'rlanish), bu suvda erigan tuzlarning umumiy massaviy tarkibi deb tushuniladi. Xususiyatlarni hisoblash qatlam suvining to'yingan bosimi u bilan bog'langan neftning to'yinganlik bosimiga teng degan taxmin asosida keltirilgan ma'lumotlar yordamida amalga oshiriladi.

1) Suvda erigan tuzlarning massa konsentratsiyasi odatda 1 litr suvdagi (V) tuzlarning gramm bilan ifodalangan miqdori bilan aniqlanadi. Suvdagi tuzning massa miqdori ko'pincha v shaklida ifodalanadi. foiz, 100 g eritmadagi gramm tuz sonini tavsiflaydi (s). Yog 'konlarining qatlam suvlarida tuz miqdori $c = 0,001-0,1\%$ (chuchuk suv) dan $c = 30 + 35\%$ gacha (to'liq to'yinganlikdagi sho'r suvlar). Massa ulushlarida ifodalangan tuz miqdori va konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik shakliga ega

$$C = \frac{100 \cdot c}{1000 + c} \quad (3.6)$$

2) qatlam qatlami suvining gaz bilan to'yinganligi. Tabiiy gazning suvda eruvchanligi past va suv ombori sharoitida 0 dan $4,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ gacha o'zgarib turadi. Qatlamli suvning noma'lum gaz faktori bilan gazga to'yinganligini taxminiy baholash uchun biz suvda eruvchanlik koeffitsientining taxminiy qiymatini, $C = 0,15 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{MPa})$ ni olishimiz mumkin. Erigan tuzlar konsentratsiyasining oshishi bilan gazning eruvchanligi pasayadi. Qatlam suvining nisbiy gaz bilan to'yinganligi Dodson va Stend grafigiga yaqinlashgan korrelyatsiyaga bog'liqligi bilan aniqlanadi

$$G_s = \frac{G_t}{G_{siq}} = \frac{C}{10^{a_t \cdot c}} \quad (3.7)$$

bu yerda, G_t , G_{siq} - mos ravishdatuzli va siqilgan suvning gazga to'yinganligi;

C - erigan tuzlarning massa tarkibi;

α_t - harorat koeffitsenti

$$\alpha_t = \frac{0.048}{(T-273)^{0.2096}} \quad (3.8)$$

1) $P \leq P_{10'y}$ va $T \leq T_{qat}$ da qatlam suvining hajm koeffitsienti

$$b_n = 1 + \Delta b(T) + \Delta b(G_s) + \Delta b(P)$$

$$\Delta b(T) = a_v(T) \cdot (T - 293)$$

bu yerda, $a_v(T) - T \leq T_{qat}$ suvni haroratga bog'liq ravishda hajmiy koeffitsienti.

bu erda $\Delta b(T)$ - harorat atmosfera bosimida standart $T = 293$ K dan T_q ga o'zgarganda hajm koeffitsientining o'zgarishi;

$\Delta b(G_s)$ - ma'lum bir harorat va bosimda unda erigan tuzlarni hisobga olgan holda suvda gazning eruvchanligi natijasida hosil bo'lgan hajm koeffitsientining o'zgarishi;

$\Delta b(P)$ - bosim ma'lum bir T_q haroratda standart $P_o = 0,1$ MPa dan $P_{10'y}$ ga o'zgarganda suvning siqiluvchanligi tufayli hajm koeffitsientining o'zgarishi.

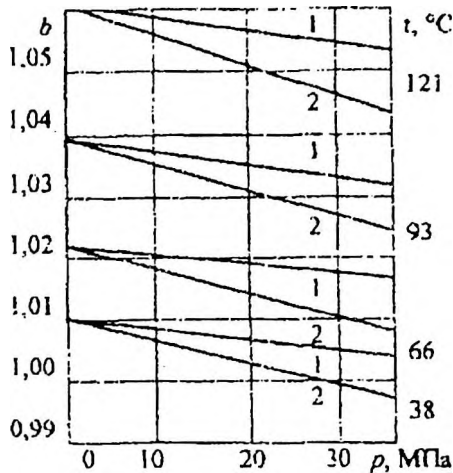
$P_{10'y}$ va T_q qatlamlaridagi suv hajm koeffitsientining tarkibiy qismlari quyidagi o'zaro bog'liqlik bilan hisoblanadi:

$$\Delta b(T) = a_v(T) (T-293) \quad (3.9)$$

bu yerda, $a_v(T)$ - suvning issiqlik kengayishining volumetrik koeffitsienti harorat T_{st} .

$$a_v(T) = a_v(T_{st}) + 0,18 \cdot 10^{-4} \cdot (T - 293)^{0,6746}, 1/K.$$

$a_v(T_{st}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ 1/K hajmiy, $T_{st} = 293$ K da suvning issiqlik kengayish koeffitsienti.



3.7 -rasm. Chuchuk suv va tabiiy gaz bilan to'yingan suvning hajm koeffitsientining bosim va haroratga bog'liqligi
1 - erigan gaz bilan suv, 2 - toza suv

3.7 -rasmdagi grafikalarining yaqinlashishiga asoslanib, $\Delta b(G_s)$ ga bog'liqlik quyidagicha shaklga ega:

$$\Delta b(G_s) = [1,8829 + 0,0102 \cdot (T - 273)] \cdot p \cdot \bar{G}_s \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta b(p) = \beta_s(T) \cdot P,$$

$\beta_s(T)$ - ma'lum bir haroratda toza suvning siqilish koeffitsienti, 1/MPa.

$$\beta_s(T) = \beta_s(T_{st}) + (T - 293) \cdot [3,125 \cdot 10^{-4} \cdot (T - 293) \cdot 2,5 \cdot 10^{-2}] \cdot 10^{-4}$$

$$\beta_s(T_{st}) = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ 1/MPa } - \text{bosim ostidagi, } T_{st}=293 \text{ K; } P - \text{bosim, MPa.}$$

4) Atmosfera suvining hajm koeffitsienti $P > P_{to'y}$ va $T=T_{qat}$

$$b_{s,qat} = b_s(P_{to'y}, T_{qat}) \cdot [1 - \beta_{sg}(T_{qat}) \cdot (P - P_{to'y})]$$

bu yerda, $b_s(P_{to'y}, T_{qat})$ - hosil bo'lgan suvning hajm koeffitsienti $P = P_{to'y}$ da va $T=T_{qat}$ da

$\beta_{sg}(T_{qat})$ - gaz bilan to'yingan suvning siqilish koeffitsienti.

$$\beta_{sg}(T_{qat}) = \beta_s(T_{qat}) \cdot (1 + 0,05 \cdot G_s)$$

G_s - qatlam suvining gaz bilan to'yinganligi (m^3/m^3), taxminan quyidagicha aniqlanadi:

erigan tuzlar bo'lmagan taqdirda

$$G_s = a_g \cdot (P_{toiy} - P_0)$$

erigan tuzlar bo'lgan taqdirda

$$G_s = \frac{a_r \cdot (P_{toiy} - P_0)}{10^{a_r \cdot c}}$$

5) Eritilgan gaz massasini e'tiborsiz qoldirib, qatlam qatlami suvining zichligi:

$$\rho_{s.qat} = \frac{\rho_{st}}{b_{s.qat}}$$

bu yerda

ρ_{st} - standart sharoitda suvning zichligi (kg/m^3), eritilgan tuzlarning tarkibiga qarab aniqlanadi (%):

$0 < c \leq 12$ da

$$\rho_{s.qat} = 1000 + 6,95 \cdot c;$$

$12 < c \leq 20$ da

$$\rho_{s.qat} = 1010,5 + 6,08 \cdot c;$$

$20 < c \leq 26$ da

$$\rho_{s.qat} = 1027,1 + 5,25 \cdot c.$$

6) Qatlam suvining qovushqoqligi. Qatlam suvining qovushqoqligi amalda bosimga bog'liq emasligini va undagi gazning eruvchanligi juda pastligini hisobga olib, harorat va tuzlarning eruvchanligi haqidagi illyustratsiyani hisobga olgan holda quyidagi korrelyatsiya formulasi yordamida aniqlash mumkin.

$$\mu_B = \frac{1,4 + 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot (\rho_{s.qat} - 1000)}{10^{0,0065(T-273)}}$$

7) Rezervuar tubining gaz bilan chegaradagi sirt tarangligini quyidagi formula bo'yicha taxmin qilish mumkin:

$$\sigma_{zg} = \frac{1}{10^{1,19 + 0,01 \cdot P}}$$

3.8 –masala. Agar quyidagi dastlabki ma'lumotlar mavjud bo'lsa, qatlam suvlarining fizik xususiyatlarini aniqlang (3.8-jadval):

Parametrning nomlanishi		Absolyut						
		Variant						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Suv uyumining bosimi, P_{qat} , MPa	17,5	16,4	18,3	17,1	15,8	16,1	17,0
2	Suv uyumining harorati T_{qat} , K	313	306	317	299	301	314	321
3	Qatlam neftining gaz bilan to'yinganlik bosimi, qatlam suvining gaz bilan to'yinganlik bosimiga teng P , MPa	9,2	9,7	8,7	8,9	9,4	7,9	9,1
4.	Eritilgan tuzlarning konsentratsiyasi C , g / l	50	160	157	147	171	186	148

Yechimi. Biz ketma-ketlikda hisoblaymiz:

1) (3.7) formula bo'yicha suvda erigan tuzlarning tarkibi:

$$C = \frac{100 \cdot 150}{1000 + 150} = 13 \%$$

2) (3.8) va (3.9) ga binoan harorat koeffitsientini oldindan aniqlagan holda, qatlam suvining nisbiy gaz bilan to'yinganligi:

$$a_T = \frac{0.048}{(313 - 273)^{0.2096}} = 0.0222$$

$$\bar{G}_s = \frac{1}{10^{0.0222 \cdot 13}} = 0,5154$$

3) (3.9) tenglamani belgilaydigan va tashkil etuvchi omillarni ketma-ket hisoblab chiqqandan keyin P_{qat} va T_{qat} da suvning hajm koeffitsienti:

a) (3.10) ga binoan a (T_q) da suvning issiqlik kengayishining hajmiy koeffitsienti va (3.11) ga binoan b (T_q) va (3.12) ga binoan Δb (G_s):

$$a_s(T_{qat}) = 1,8 \cdot 10^{-4} + 0,18 \cdot 10^{-4} \cdot (313 - 293)^{0.6746} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ 1/grad};$$

$$\Delta b(T_{nn}) = 3,16 \cdot 10^{-4} \cdot (313 - 293)^{0.6746} = 6,32 \cdot 10^{-3};$$

$$\Delta b(G_s) = [1,8829 + 0,0102 \cdot (313 - 273)] \cdot 9,2 \cdot 0,5154 \cdot 10^{-4} = 1,08 \cdot 10^{-3}$$

b) T_q da chuchuk suvning siqilish koeffitsienti va shunga mos ravishda β_s :
 $\beta_s(T_{qat}) = 4,7 \cdot 10^{-4} + (313 - 293) \cdot [3,125 \cdot 10^{-4} \cdot (313 - 293) - 2,5 \cdot 10^{-2}] \cdot 10^{-4} = 4,32 \cdot 10^{-4} \text{ 1/MПа}$

$$\Delta b(P_{qat}) = -4,32 \cdot 10^{-4} \cdot 9,2 = -3,97 \cdot 10^{-3}$$

c) P_{qat} va T_{qat} da suv hosil bo'lishining volumetrik koeffitsienti quyidagicha bo'ladi:

$$b_s = 1,632 \cdot 10^{-3} + 1,08 \cdot 10^{-3} - 3,97 \cdot 10^{-3} = 1,0034$$

4) Qazib chiqarilgan suvning gaz bilan to'yinganligini G_s va T_{qat} da gaz bilan to'yingan suvning ning siqilish koeffitsientini oldindan aniqlab, P_{qat} va T da suv hosil bo'lishining volumetrik koeffitsienti:

$$G_s = 0,15 \cdot 0,5145 = 0,71 \text{ m}^3/\text{m}^3;$$

$$b_{sg} = 4,32 \cdot 10^{-4} \cdot (1 + 0,05 \cdot 0,71) = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ 1/MPa};$$

$$b_{qat} = 1,0034 \cdot [1 - 4,47 \cdot 10^{-4} \cdot (17,5 - 9,2)] = 0,9997.$$

5) P_{qat} va T da hosil bo'lgan suvning zichligi ρ , oldindan shartlar asosida standart sharoitlarda zichlikni aniqladi:

12 $< C \leq 20$ dan beri,

$$\rho_{s.st} = 1010,5 + 6,08 \cdot 13 = 1089,5 \text{ kg/m}^3.$$

$$\rho_s = \frac{1089,5}{0,9997} = 1089,9 \text{ kg/m}^3.$$

6) Qatlam suvining qovushqoqligi μ_s :

$$\mu_s = \frac{1,4 + 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot (1089,5 - 1000)}{10^{0,0065(313 - 273)}} = 0,96 \text{ mPa}\cdot\text{s}.$$

III.7. Neft-suv aralashmalarining fizik xususiyatlari

Quduqlarda neft va suv harakatlanishi tufayli gidrodinamik oqim buzilishi (qavatning turbulent oqimga o'tishi, interfeysning deformatsiyasi va yorilishi, zichlikning o'zgarishi va boshqalar) bo'ladi. Mavjud zonasida dispers tizim bosim bilan aniqlanadi, bu suyuqlikning gaz bilan to'yinganlik bosimidan yuqori bo'lishi kerak, ya'ni. $P \geq P_{qat}$. Suv-neft aralashmasining eng muhim fizik xususiyatlari, neftni qazib olishning texnologik muammolarini hal qilishda paydo bo'ladigan narsani aniqlash zarurati zichlik va yopishqoqlikni aniqlashdir. Belgilangan fizik parametrlarni oqimning tegishli termodinamik sharoitida, uning oqim xususiyatlarini, strukturaviy xususiyatlarini va aralashmaning turini hisoblash uchun quyidagi omillar oldindan aniqlanadi:

1) Standart sharoitlarda $\beta_{s.st}$ aralashmasidagi suvning oqim tezligining ulushi:

quduqning suyuqlik va suv uchun ma'lum bo'lgan oqim tezligi bilan aniqlanadi:

$$\beta_{s.st} = \frac{Q_{s.st}}{Q_{suy.st}} \quad (3.12)$$

aralashmasidagi suvning ma'lum massa ulushi n_s bilan aniqlash:

$$\beta_{s.st} = \frac{n_s}{n_s + (1 - n_s) \frac{\rho_{s.st}}{\rho_n}} \quad (3.13)$$

bu yerda, $Q_{s.st}$, $Q_{suy.st}$ – mos ravishda, standart sharoitda suv va suyuqlikning oqimi, m^3/s ;

$\rho_{s.st}$, ρ_n – mos ravishda standart sharoitda suv va neftning zichligi, kg/m^3 .

2) Berilgan P va T uchun neft va suvning hajm sarfi

$$Q_n = Q_{suy.st} \cdot b_n \cdot (1 - \beta_{s.st})$$

$$Q_s = Q_{suy.st} \cdot b_s \cdot \beta_{s.st}$$

bu yerda, b_n - bu neftning hajm koeffitsienti;

b_s - suvning P va T dagi volumetrik koeffitsienti; taxminan biz uchun $b_s = 1$ ni olishimiz mumkin.

3) P va T da aralashmadagi qazib olingan suvning ulushi:

$$\beta_s = \frac{Q_s}{Q_s + Q_n} = \frac{\beta_{s.st}}{\beta_{s.st} + (1 - \beta_{s.st}) \cdot b_n}$$

4) Kapilyar kanalning ko'rib chiqilgan qismida suv-neft aralashmasining oqim tezligi:

$$\omega_{sn} = \frac{Q_s + Q_n}{F}, m/s$$

bu yerda,

F - kanalning kesim yuzasi.

3.9 –masala. Quduqning ishlatish paytida hosil bo'lgan suv-neft aralashmasining zichligini va ko'rinadigan dinamik qovushqoqligini aniqlang. Hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar 3.9 –jadvalda keltirilgan:

3.9 –jadval

Parametrlarning nomlanishi	Parametrning qiymati				
	Variant				
	1	2	3	4	5
1) Qatlam bosimi P_{qat} , ($P_{qat} = P_{to'y}$), MPa	9,1	8,7	8,9	9,4	9,0
2) Qatlam temperaturasi T_{qat} , K	313	307	299	317	304
3) Standart sharoitda quduqdan qazib chiqarish darajasi, Q_{suy} , m^3/sut	150	135	97	183	167
4) Quduq qazib olishning massa ulushi, n_s	0,2	0,22	0,19	0,23	0,2
5) Kolonna diametri HKT D_n , mm	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5
6) Standart sharoitda neftning zichligi ρ_n , kg/m^3	868	872	843	854	869
7) Mahsulot fazalarining fizik xususiyatlari berilgan P va T uchun:					
7.1) neftning zichligi ρ , kg/m^3	818.3	819.5	815	812	794
7.2) suvning zichligi ρ , kg/m^3	1089	1073	1069	1053	1047
7.3) neftning qovushqoqligi μ_n , mPa-s	2.84	2.62	2.71	2.53	2.26
7.4) suvning qovushqoqligi μ_s , mPa-s	0.96	0.97	0.96	0.95	0.97
7.5) neftning hajm koeffitsienti, b_n birlik.	1,146	1,137	1,142	1,124	1,121
7.6) suvning hajm koeffitsienti, b_s birlik.	1,003	1,001	1,032	1,002	1,003

Yechimi. Kctma-ket aniqlang:

1) muvofiq standart sharoitlarda aralashmadagi hajm o'lchov fraksiyasi

$$\beta_{s,st} = \frac{0,2}{0,2 + (1 - 0,2) \cdot \frac{1089,5}{868}} = 0,166$$

2) (3.12) va (3.13) formulalarga binoan berilgan P va T da neft va suvning volumetrik oqim tezligi:

$$Q_n = 150 \cdot 1.146 \cdot \frac{1 - 0.166}{86400} = 1.695 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 150 \cdot 1.0034 \cdot \frac{0.166}{86400} = 2.892 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

3) (3.14) ga binoan berilgan p va T da aralashmadagi suvning iste'mol qilinadigan ulushi:

$$\beta_s = \frac{2,892 \cdot 10^{-4}}{2,892 \cdot 10^{-4} + 1,659 \cdot 10^{-3}} = 0,148$$

4) (3.14) ga muvofiq P = 9,2 MPa. T = 313K bo'lgan quvur qismidagi neft-suv aralashmasining oqim tezligi:

$$\omega_{oq} = \frac{2,892 \cdot 10^{-4} + 1,659 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,0635^2} = 0,615 \text{ m/s}$$

Nazorat savollar

1. Neftning asosiy fizik xossalariga nimalar kiradi?
2. Neftning zichligi qanday aniqlanadi?
3. Neftning qovushqoqligini aniqlash usullari.
4. Neftning hajmiy kengayish koeffitsenti aniqlash usulini aytib bering.
5. Qatlam suvining zichligi deb . .
6. Qatlam suvining issiqlikdan kengayish koeffitsientini aniqlash qanday amalga oshirilad?.
7. Qatlam suvining hajm koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
8. Qatlam suvining qovushqoqligi deb nimaga aytiladi?
9. Neft-suv aralashmalarining fizik xususiyatlari haqida gapirib bering?

Uchinchi bob bo'yicha xulosa

Qatlam nefti va suvining asosiy fizik xossalari deb nomlangan mazkur bobda qatlam sharoitida neftning xossalarini va uni o'rganish, qatlam sharoitidagi neftning fizik xususiyatlari, qatlam neftining qovushqoqligini aniqlash, nonyuton neftlarning qovushqoqligini aniqlash, qazib olinadigan neftning hajmini hisoblash, qatlam suvining fizik xususiyatlari, neft-suv aralashmalarining fizik xususiyatlarini hisoblash bo'yicha masalalarni aniq yechimlari keltirib o'tilgan.

IV. BOB. TOG' JINSI, TABIIY GAZ, QATLAM NEFTI VA GAZINING O'ZARO FIZIK TA'SIRI

IV.1. Tog' jinsi va suyuqliklarning issiqlik xususiyatlari

Neft mavjud bo'lgan tog' jinslari va qatlam suyuqliklarining issiqlik (termofizik) xususiyatlari chuqur va o'ta chuqur quduqlarni burg'ilash paytida haroratni bashorat qilish, neft va gaz zahiralari hisoblash, quduqlarni ustida suyuqlik haroratini bashorat qilish, qatlamning filtratsiya ko'rsatgichlarini baholash, mahsuldor qatlamning issiqlik bilan ishlov berish bilan bog'liq termodinamik muammolarni hal qilishda katta ahamiyatga ega.

Tog' jinslari va suyuqliklarning termofizik xususiyatlari o'ziga xos issiqlik sig'imi (C), issiqlik o'tkazuvchanligi ko'effitsienti (λ) va harorat o'tkazuvchanligi (α) bilan tavsiflanadi.

Issiqlik sig'imi – haroartini 1°C darajasida tosh massasi (suyuqlik) birligini isitish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdori ga teng

$$C = \frac{dQ}{m dt} \quad (4.1)$$

bu yerda, C – issiqlik sig'imi, $J/(\text{kg} \cdot \text{grad})$;

$dQ - dt$ vaqt davomida tog' jinsi va suyuqlik tomonidan uzatiladigan issiqlik miqdori;

M – tog' jinsi massasi, kg .

Harorat o'tkazuvchanlik ko'effitsienti λ , issiqlik gradienti ($\frac{\Delta T}{\Delta x}$) birga teng bo'lganda, bir vaqt birligida, bir birlik tog' jinsi yyuzasidan (S) o'tadigan issiqlik dQ miqdorini bildiradi.

$$dQ = \lambda \frac{\Delta T}{\Delta x} * S * dt \quad (4.2)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti α tog' jinslarining isitish tezligini bildiradi. Tog' jinslari isitilganda kengayadi. Bu xususiyat chiziqli kengayish α va hajm issiqlik kengayish α_v ko'effitsientlari orqali belgilanadi:

$$\alpha_L = \frac{1}{L} * \frac{dL}{dT} \quad (4.3)$$

$$\alpha_v = \frac{1}{V} * \frac{dV}{dT} \quad (4.4)$$

Bu yerda: L va V - tog' jinsi namunasining boshlang'ich uzunligi va hajmi; dL , dV - harorat dT ga oshgani natijasida uzunlik va hajmning oshishi.

Tog' jinslarining issiqlik sig'imi ularning mineralogik tarkibga bog'liq. Namlik va harorat oshgani sari solishtirma issiqlik sig'imi ham oshadi. Tog' jinslarining issiqlik o'tkazuvchanligi metallarga nisbatan juda kam ($0,1 - 7 \text{ VT/m}^{\circ}\text{K}$), shuning uchun qatlamlar haroratini quduq atrofida $2 - 3 \text{ m}$ gacha bo'lgan

masofada 10 - 15° S ga ko'tarish uchun quduqqa tushiriladigan qizdiruvchi elektr asboblarni bir necha kunlab ishlatishga to'g'ri keladi.

Neft va gaz qatlamini tashkil etgan asosiy minerallardan biri-kvars nisbatan yuqori solishtirma issiqlik sig'imiga ega (7 - 12 VT/m*K).

Neft va suv joylashgan tog' jinslarining issiqlik o'tkazuvchanligi suyuqlik muhitida konvektiv o'tkazish orqali oshadi. Bir xil sharoitda tog' jinslari katta zarrachalarining kichik zarrachalariga nisbatan issiqlik natijasida kengayish darajasi yuqori bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti tog' jinslarining boshqa issiqlik xossalari bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (4.5)$$

bu yerda: α - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, m/s;

λ - harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, VT/m*K;

C - solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg*K;

ρ - tog' jinsi zichligi, kg/m³.

Tog' jinslarining issiqlik xususiyatlaridan quduqlarni burg'ilashda, ularning mahsuldorligini oshirishda va umuman konlarni ishlatishda foydalaniladi. Masalan, quduqlarni burg'ilashda geofizik tadqiqotlar olib boriladi. Bu tadqiqotlar, asosan, tog' jinslarining o'zidan issiqlik, harorat va radioaktiv nurlarini o'tkazishiga asoslangan. Quduqqa tushirilgan quvurlar birikmasi sementlangandan uning qotishi ana shu issiqlik xususiyatlariga bog'liq. Quduqlar, quduq tubi haroratiga qarab, "issiq" (agar quduq tubi harorati + 50° S dan yuqori) va "sovuq" (agar harorati + 50° S dan past bo'lsa) quduqlarga bo'linadi.

Neft quduqlarining mahsuldorligini oshirishda ham issiqlik xususiyatlari katta ahamiyatga ega. Ba'zan quduq atrofida va uning ostida neftdan ajralib chiqqan parafin va mum moddalari cho'kishi natijasida quduqning mahsuldorligi keskin kamayib ketadi. Ana shunday hollarda, quduq ostiga elektr isitgichlar o'rnatilib, qattiq qizdiriladi. Bu qizdirish quduq osti va quduq atrofidagi hamma qotib qolgan karbonsuvchilarni eritadi, neftning qovushqoqligini kamaytirib, siljish xususiyatini oshiradi, natijada quduq mahsuldorligi oshadi.

Konlarni ishlatishda, agar neftli qatlamlar ohaktoshlardan tashkil topgan bo'lsa, issiqlik hosil qiluvchi kislotalar ta'sirida qatlamlarning o'tkazuvchanligi oshiriladi. Ba'zi hollarda, qatlam bosimini saqlash hamda neftni siqib chiqarish jarayonlarini yaxshilash maqsadida issiq suv yoki bug' quduqlar orqali qatlamlarga haydaladi.

Issiq suv yoki bug' haydalganda qatlam haroratining oshishi va haroratning qatlam bo'yicha tarqalishi issiqlik o'tkazuvchanlik va harorat o'tkazuvchanlikka bog'liq. Bunday hollarda konlarning umumiy neft berish qobiliyati keskin oshadi.

4.1 - jadvalda ba'zi tog' jinslari, neft va suvning issiqlik xususiyatlari to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

Shuningdek, tog' jinslarining issiqlik xususiyatlaridan ilmiy tekshirish ishlarida ham foydalaniladi.

4.1 - jadval

Tog' jinslari, neft va suvning issiqlik xossalari haqidagi ma'lumotlar

Tog' jinsi nomi	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti VT/m K	Solishtirma issiqlik sig'imi kj/kg K	Harorat o'tkazish koeffitsienti m ² /s	Chiziqli kengayish koeffitsienti 1/K
Loy	0,99	0,755	0,97	-
Loyli slanets	154-218	0,772	0,97	0,9
Kristallashgan ohaktosh	2,18	1,1	0,5-1,2	0,5-0,8
Dolomitlashgan ohaktosh	1,51			
Tosh tuzi	7,2	0,853	0,89	-
Kvars	2,49	0,692	1,36	1,37
Mergel	0,915-2,18	-	-	-
Qum	0,348	0,8	0,2	-
Zichlashgan qumtosh	1,27-3,01	0,838	1,39	0,5
Neft	0,139	2,1	0,069-086	-
Suv	0,682	4,15	0,14	

4.1 –masala. Laboratoriya tadqiqoti ma'lumotlariga ko'ra, 4.2 -jadvalda keltirilgan dastlabki ma'lumotlarga ko'ra, tog' jinsi namunasining solishtirma issiqlik sig'imi, harorat o'tkazuvchanligi va issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlang.

Yechimi.

1) Issiqlik balansi tenglamasidan foydalanamiz:

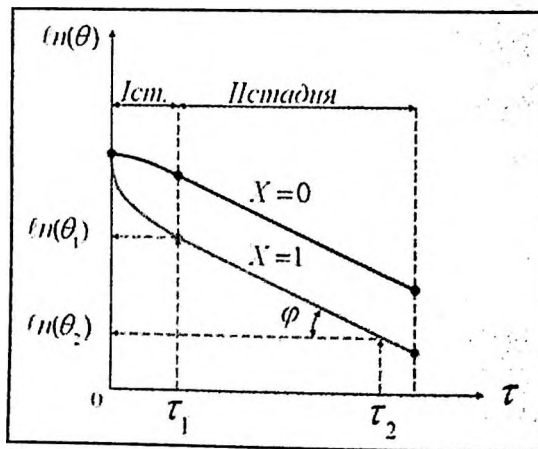
$$c \cdot m \cdot (t_2 - t) = m_1 \cdot (t - t_2) + c_1 \cdot (t - t_1) \quad (4.9)$$

Namunaning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash:

$$c = \frac{(t - t_1) \cdot (m_1 + c_1)}{m \cdot (t_2 - t)} = \frac{(30 - 15) \cdot (0.25 \cdot 386)}{0.15 \cdot (70 - 30)} = 965.5 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

4.2 –jadval.

Ko'rsatgichlar nomlanishi		Ko'rsatgichlar qiymati				
		Topshiriq variantlari				
		1	2	3	4	5
Solishtirma issiqlik koeffitsienti uchun (C)						
1	Tog' jinsi namunasining massasi m, g	150	130	140	145	153
2	Kalorimetrdagi suv massasi m_1, g	250	240	329	336	344
3	Kalorimetri materialining solishtirma issiqlik sig'imi $C, J/(kg \cdot ^\circ C)$	386	350	365	371	379
4	Kalorimetrdagi suvning namunaga yetib borganganga qadar harorati $t_1, ^\circ C$	15	13	16	18	14
5	Namunaning harorati kalorimetrga joylashtirilgunga qadar $t_2, ^\circ C$	70	65	74	73	69
6	Namunani kalorimetrga joylashtirgandan keyin barqaror suv harorati $t, ^\circ C$	30	28	32	34	31
7	Tog' jinsi zichligi, $\rho_{12}, \cdot 10^3, kg/m^3$	2,63	2,48	2,37	2,32	2,51
Harorat o'tkazuvchanligi koeffitsienti uchun (α)						
1	Harorat farqi, $^\circ C$					
	- θ_1 (olingan $r_1 = 60$ c)	5	4,7	5,4	5,7	4,8
	- θ_2 (olingan $r_2 = 416$ c)	3	3,1	3,3	3,7	2,7
2	Namuna uzunligi L, sm	4	6,1	5,3	4,5	4,8
3	Namuna radiusi R, sm	2	2,6	2,7	2,3	2,8



4.1 –rasm. Sovutish tezligi grafigi

2) Harorat o'tkazuvchanligi koeffitsientini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$a = K \cdot \varphi \quad (4.10)$$

bu yerda, K - tog' jinsi shakli va o'lchamiga bog'liq koeffitsient;
 φ - sovutish tezligi koeffitsienti.

Odatda, isitiladigan namunani suvga termostat yordamida joylashtirgandan so'ng, galvanometr va vaqt (sekundomer) ko'rsatiladi. Keyin namunadagi harorat θ va suvning harorat to'rtasidagi farqi bilan aniqlanadi. Shundan so'ng, sovutish davri uchun, $\ln \theta$ ni vaqt τ ga bog'liqlik grafigini chizamiz.. Grafik yordamida ikkita o'qining farqiga ko'ra, φ qiymati topiladi. Egri chiziqi qismida ikkita o'qning farqiga ko'ra, qiymat topiladi. Shunday qilib, silindrning uzunligi L va radius r uchun:

$$K = \frac{L}{\left(\frac{2.4048}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2} = \frac{4}{\left(\frac{2.4048}{R}\right)^2 + \left(\frac{3.14}{4}\right)^2} = 1.96 \text{ sm}^2$$

Sovutish tezligi koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\varphi = \frac{\ln \theta_1 - \ln \theta_2}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\ln 5 - \ln 3}{416 - 60} = \frac{1.6094 - 1.0986}{356} = 0.00143 \text{ s}^{-1}$$

Keyin, $a = 1,96 \cdot 0,00143 = 0,0028 \text{ sm}^2/\text{s} = 0,28 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$.

Issqlik o'tkazuvchanligi koeffitsienti λ issqlik o'tkazuvchanligi koeffitsienti va solishtirma issqlik sig'imi bilan bog'liq.

$$a = \lambda c \cdot \rho_m$$

bundan

$$\lambda = a \cdot c \cdot \rho_m$$

$$\lambda = 0,0028 \cdot 965,6 \cdot 10^3 \cdot 2,63 = 0,0071 \text{ W/(m} \cdot \text{grad)}.$$

4.2 –masala. Agar quydagi ko'rsatgichlar ma'lum bo'lsa, gazga to'yingan neftning issqlik sig'imini hisoblang (4.3 –jadvalda keltirilgan ma'lumotlar):

4.3 –jadval

Ko'rsatgichlar nomlanishi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
Neftning zichligi, ρ_n kg/m ³	862	815	878	912	897
Harorat t, grad.	220	18	24	22	220

Yechimi. Neftning issqlik sig'imini quyidagicha hisoblaymiz.

$$C_n = \frac{107.325}{\sqrt{P_n}} (496.8 + t) = \frac{107.325}{\sqrt{862}} (496.8 + 20) = 1889 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{grad})$$

4.3 –masala. 4.3 -jadvalda ko'rsatilgan ma'lum ko'rsatgichlar orqali neft bilan to'yingan tog' jinslarining issiqlik sig'imini hisoblang.

Yechimi. Berilgan dastlabki ma'lumotlarni hisobga olgan holda (jadval.4.4) (4.3) formula orqali to'yingan qatlarning issiqlik sig'imini aniqlang:

$$C_{1,q}(T) = [0,14 \cdot (0,78 \cdot 0,92 \cdot 2,1 + 1,02 \cdot 0,06 \cdot 4,15) + 2,32 \cdot 0,84] \cdot [1 + 0,0007 \cdot (303 - 300)] = 2,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{grad}).$$

4.4 –jadval.

Ko'rsatgichlar nomlanishi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1. G'ovaklik koefitsienti, m	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
. Koefitsientlar:					
a) neftga to'yinganlik S_n	0,92	0,83	0,78	0,67	0,48
b) suvga to'yinganlik S_a	0,06	0,12	0,14	0,22	0,49
3.Issiqlik sig'imi C , kJ/(kg grad)					
a) quruq tog' jinsi, C_{qj}	0,84	0,81	0,79	0,86	0,83
b) neft uchun, C_n	2,1	2,13	2,15	2,08	2,13
b) suv uchun, C_s	4,15	4,1	4,18	4,12	4,21
4. Zichlik, $\cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$					
a) quruq tog' jinsi, ρ_{qj}	2,32	1,18	1,19	2,01	1,17
b) neft uchun, ρ_n	0,78	0,81	0,84	0,86	0,88
b) suv uchun, ρ_n	1,02	1,06	1,08	1,09	1,11
5. Mutloq harorat T , K	303	310	318	323	330

IV.2. Gilli qatlarning bo'kishi

Eng samarali neft va gaz kollektorlaridagi g'ovakli sementlangan, kichik qatlamchalarida, uyum asoslarida gilli qatlamchalarni bir yoki bir necha marta uchratish mumkin. Muayyan miqdordagi loy sun'iy ravishda burg'ilash eritmasi bilan birga qatlarning quduq tubi zonasini samarali qismida turli xil asoratlarni keltirib chiqarishi quduqlarni kapital va joriy ta'mirlashiga olib kelishi mumkin.

Konlarni ishlatish jarayonida gil o'z hajmini o'zgartirishi va shu bilan neft qazib chiqarishni sezilarli darajada murakkablashtirishi mumkin. Neft qazib olish

amaliyotida gilli qatlamchalarning bo'kishi tufayli neft yig'ish kollektorlarini neft beralovchanligini keskin kamayishiga olib keladi.

Gillarning bo'kishi ularning gidratsiyasi bilan izohlanadi. Suv gilning kovaklariga kiradi va har bir kovakchalarda gidrat donachalarini hosil qiladi. Gilning solishtirma yuzasi sezilarli bo'lgani uchun (gil ko'p miqdordagi g'ovaklardan iborat), gil juda yuqori darajada bo'kishi mumkin. keyinchalik gilning tarkibidagi zarrachalar bir-biriga nisbatan siljiy boshlaydi va gillarning yo'q bo'lib ketishi kuzatiladi.

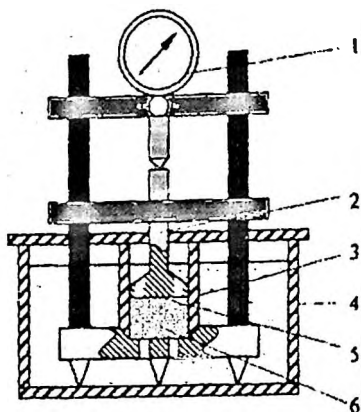
Gilli qatlamlarni bo'kishi o'tkazuvchanlik va g'ovaklikni pasaytiradi. Ayniqsa, bo'kkan gil zarrachalari teshiklarga tomon harakatlana boshlaydi va kichik kovaklarni yopib qo'yganda, o'tkazuvchanlikning sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Gilning bo'kishi tufayli tog' jinsning o'tkazuvchanligi 50% ga yoki undan ham ko'p martaga kamayishi mumkin. Shuning uchun, qatlam bosimini saqlab qolish va neft qazib chiqarishni ko'paytirish uchun to'yinmagan qatlamga haydash uchun ishlatiladigan reagentning muhim talablardan biri gilning bo'kishini kamaytirish yoki uning to'liq oldini olishdir.

Gillarning bo'kishi K.F.Jigacha va A.N.Yarov sxemasi 4.2 rasmda ko'rsatilgan qurilmasida o'rganiladi /II/ va tadqiqot natijalarini V.D.Gorodnogo metodi bo'yicha qayta ishlanadi.

Yig'ilgan qurilma tadqiqot o'tkazilgandan so'ng eritma bilan to'ldirilgan vannaga tushiriladi. Silindring teshilgan pastki qismidan o'rganilayotgan suyuqlik gilga singib ketadi va uning shishishiga olib keladi, bu esa ICH-10 indikatorini bilan aniqlanadi.

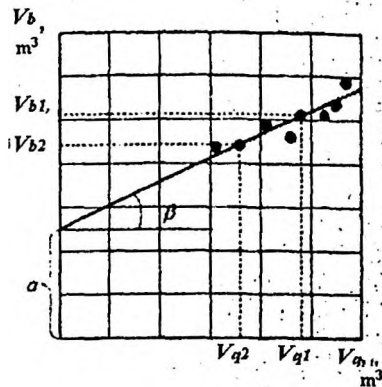
Gilning bo'kishi natijalariga ko'ra, o'rganilayotgan suyuqliklarda $\frac{1}{6}$ bo'kkan hajmining $\frac{1}{4}$ quruq tuproq namunasi hajmiga bog'liqlik grafigi quriladi. (6-8 - tajribalarga ko'ra, xuddi shu suyuqlikda o'rganilgan gil uchun) (4.3 -rasm).

Bog'liqlik tog'ri chiziqli xarakterga ega. To'g'ri burchak tangensi $tg\beta$ gil uchun doimiy va dastlabki gil namunalarning kimyoviy qo'shimchalar va suvga to'yinganligiga bilan bog'liq emas. m^3



4.2 -rasm.

- 1 – soat turli indikator (ICH-10);
 2 – porshen;
 3 – teshikli pastki silindr;
 4 – suyuqlik uchun o'rnatilgan vanna;
 5 – qog'oz filrli ajratgichlar;
 6 – gil namunasi.



4.3 -rasm

Ordinat o'qi bo'ylab tekis chiziq bilan kesilgan a bo'lakning qiymati gilning xususiyatlariga va suvni kimyoviy qo'shimchalarga bog'liq. Gil zarralari hajmining haqiqiy o'zgarish koeffitsienti quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$k_{bo'k} = \frac{a \cdot \rho}{M} + tg\beta - 1 \quad (4.11)$$

bu yerda,

$k_{bo'k}$ - gilning bo'kish koeffitsienti, gilning parchalanishi bilan bog'liq suyuqlik hajmining quruq zarralar hajmiga nisbatan olinadi;

ρ - quruq gilning zichligi, kg/m^3 ;

$tg\beta$ - quruq namunadagi teshik hajmining qaysi qismini bo'kkan holda ekanligini ko'rsatadigan koeffitsient;

a - gil xususiyatlarini va kattaligini hisobga oladigan koeffitsient $tg\beta M^3$;

M - gil namunasini tashkil etuvchi zarralar massasi, kg .

4.4 –masala. K.F.Jigacha va A.N.Yarov qurilmasidan olingan dastlabki ma'lumotlar va tadqiqot natijalaridan foydalanib, yangi va minerallashgan suvda gil-bentonitning bo'kish koeffitsientini aniqlang (4.5, 4.6 -jadvallar). Aniqlangan qiymatlarni taqqoslang va xulosa chiqaring.

4.5 –jadval.

Berilgan ma'lumotlar jadvali

Ko'rsatgichlar nomlanishi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
Gil zarrachalarining massasi $M, \cdot 10^{-3}$ kg	1	1.5	2	1	2
Quruq gilning zichligi $\rho, \text{kg/m}^3$	2420	2340	2430	2370	2390
Qurilma sildrining diametri D, sm	2	2.3	2.5	3	3.5

Yechimi. 1) 4.5 va 4.6 jadvalga binoan har bir tajriba uchun quruq tuproq (V_{bosh}) hajmini va unga mos keladigan bo'kkan gil ($V_{bo'k}$) hajmini hisoblaymiz:

$$V_{bosh} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{bosh} \quad (4.12)$$

$$V_{bo'k} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{bo'k}$$

Quyida berilgan masalaning 4.6 -jadvaldagi birinchi varianti bo'yicha hisoblash natijalari keltirilgan.

2) Olingan ma'lumotlarga ko'ra, biz tozali va minerallashgan suv uchun $V_{bosh} = f(V_{bo'k})$ bog'liqligini chizamiz (4.2 -rasm)

3) To'g'ridan-to'g'ri bog'liqliklar bilan $tg\beta$ va a qiymatlarini aniqlaymiz. $tg\beta$ ko'rsatgichi to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlikda joylashgan ikki nuqtada topiladi:

a) toza suv uchun:

$$a = 2.54 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3; \quad tg\beta = \frac{V_{bosh1} - V_{bosh2}}{V_{bo'k1} - V_{bo'k2}} = \frac{2.95 - 2.87}{0.82 - 0.66} = 0.5$$

b) Menirallashgan suv uchun:

$$a = 2.18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3; \quad tg\beta = \frac{2.58 - 2.46}{0.8 - 0.55} = 0.5$$

Tadqiqot natijasida olingan ma'lumotlar

№	Indikator ko'rsatgichi, 10 ² m										Gilning hajmi, 10 ⁶ m ³									
	h _{bosh}					h _{bo'k}					V _{bosh}					V _{bo'k}				
	Topshiriq variantlari										Topshiriq variantlari									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Toza suvda																			
1	0,22	0,241	0,017	0,14	0,063	0,92	0,778	0,62	0,46	0,388	0,7					2,88				
2	0,24	0,25	0,09	0,147	0,065	0,93	0,778	0,63	0,463	0,39	0,74					2,91				
3	0,25	0,3	0,073	0,136	0,06	0,93	0,77	0,61	0,45	0,385	0,78					2,93				
4	0,21	0,22	0,082	0,13	0,058	0,91	0,76	0,62	0,447	0,38	0,66					2,87				
5	0,26	0,246	0,098	0,144	0,067	0,94	0,78	0,64	0,46	0,393	0,82					2,95				
6	0,25	0,063	0,094	0,15	0,066	0,936	0,795	0,636	0,467	0,393	0,8					2,94				
7	0,21	0,22	0,088	0,13	0,066	0,92	0,76	0,63	0,447	0,393	0,66					2,88				
	Menirallasgan suvda																			
1	0,2	0,24	0,082	0,14	0,066	0,796	0,71	0,542	0,416	0,36	0,64					2,5				
2	0,22	0,25	0,086	0,147	0,063	0,81	0,713	0,546	0,42	0,33	0,7					2,54				
3	0,24	0,236	0,077	0,139	0,067	0,815	0,70	0,54	0,41	0,34	0,75					2,56				
4	0,25	0,246	0,09	0,144	0,069	0,822	0,71	0,55	0,417	0,34	0,8					2,58				
5	0,19	0,23	0,075	0,136	0,06	0,79	0,70	0,538	0,41	0,329	0,6					2,48				
6	0,175	0,22	0,086	0,13	0,059	0,78	0,69	0,546	0,406	0,327	0,55					2,46				
7	0,24	0,26	0,084	0,15	0,065	0,815	0,725	0,544	0,426	0,335	0,75					2,56				

4) Toza va minerallashtirilgan suvda gilning bo'kish koeffitsienti quyidagi formula bo'yicha aniqlangan (4.11):

a) toza suvda:

$$k_{bo'k} = \frac{2,54 \cdot 10^{-6} \cdot 2420}{1 \cdot 10^{-3}} + 0,5 - 1 = 5,65$$

b) minerallashgan suvda:

$$k_{bo'k} = \frac{2,18 \cdot 10^{-6} \cdot 2420}{1 \cdot 10^{-3}} + 0,5 - 1 = 4,78$$

Xulosa. Gil-bentonitning toza suvda bo'kish koeffitsienti minerallashtirilgan suvda bo'kish koeffitsientidan yuqori bo'ladi.

IV.3. G'ovaklikni o'lchami bo'yicha taqsimlanishi.

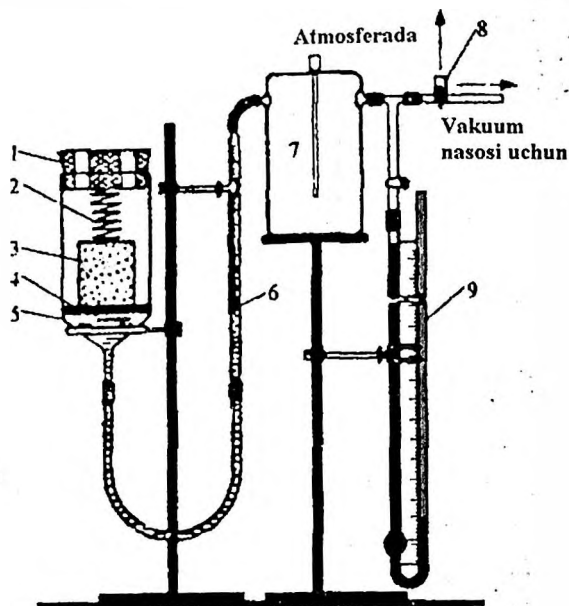
Qoldiq suvga to'yinganligi

Neft va gaz uyumlari hosil bo'lishdan oldin qatlam suvlari mavjud bo'ladi. Migratsiya davrida neft va gaz suvni qatlamdan chiqarib tashladi. Migratsiya davrida neft va gaz suvni qatlamdan chiqarib yuboradi. Biroq, to'liq o'zgarish sodir bo'lmaydi, suvning bir qismi g'ovak muhitda qoladi. Bunday suvlar qoldiq (bog'langan) suv deb ataladi. Bunday suvning miqdoriy tarkibi tog' jinsning fizik xususiyatlari va tarkibiga, g'ovak bo'shliqning tuzilishiga, o'ziga xos yuzaga va boshqa xususiyatlarga bog'liq. Bog'liq suv neft, suv va gaz uchun tog' jinsining fazaviy o'tkazuvchanligiga, tog' jinslarining ho'llanishiga, mayda kapillyar va adsorbsion hodisalarning intensivligiga, neftning qatlamdan to'liq qazib olinishiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi.

Qoldiq suvga to'yinganlik va kapillyar bosim o'rtasidagi bog'liqlik tog' jinsining kollektor xususiyatlarini aniqlash uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Bu bevosita neftli tog' jinsdagi qoldiq (bog'liq) suvning tarkibini taxminiy baholash, shuningdek, teshiklarning o'lchamlarini (aniqrog'i, zarralardagi teshiklar radiusi) va ularning hajmiy ulushini (g'ovakliklarni umumiy hajmiga nisbatan) aniqlash imkonini beradi, bu esa tog' jinsining g'ovakligini tuzilishi haqidagi bilimlarni kengaytiradi va to'ldiradi.

4.5 –masala. Yarim o'tkazuvchan membranalar usulidan foydalanib (4.4 –rasmdagi qurulma sxemasi) biz kichik kapillyar bosimning turli qiymatlari uchun tog' jinsi namunasidan siqib chiqarilgan suvning hajmini aniqlaymiz. Tadqiqot namunasining xususiyatlari va qo'shimcha dastlabki ma'lumotlar 4.8, 4.9 –

jadvallarda keltirilgan. Namunaning minimal qoldiq suvga to'yinganligini baholang va o'rganilayotgan namuna uchun ularning o'lchamlari bo'yicha g'ovaklik taqsimotini diagrammasini tuzing.



4.4 –rasm. Yarim o'tkazuvchan membranalari qurilma sxemasi

1. atmosferaga ulanish uchun teshikli naycha; 2 bosim hosil qiluvchi prujena; 3. tadqiqot namunasi; 4. shotta turiga mansub kichik g'ovakli filtr; 5. shisha varonka; 6. kichik diametrl U simon naycha; 7. himoyalovchi shisha, qaytish monitorga suv tushishini qaytaradi; 8. kranik; 9. simobli manometr.

4.7 -jadval

Tadqiqot qilinayotgan namunaning ko'rsatgichlari

Ko'rsatgichlarning nomlanishi	Mutloq qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1 Umumiy g'ovaklik koeffitsienti m , %	22,39	23,4	21,7	22,7	24,1
2 Ochiq g'ovaklik koeffitsienti m_o , %	21,8	20,7	20,2	20,4	21,2
3 Yuza uzunligi S_v , sm^2/sm^3	565	611	497	598	551
4 Mutloq o'tkazuvchanlik koeffitsienti k , mkm^2	0,435	0,471	0,411	0,456	0,390
5 Namuna o'tkazuvchanligi L , sm	3,0	3,4	3,7	6,0	7,4
6 Namuna diametri d , sm	1,63	1,5	2,1	3,26	4,2

Quyidagi tajribadan olingan ma'lumotlar bilan (jadval.4.8) va birinchi variantning hisoblangan yechimi asosida ma'lumotlar orqali (jadval.4.9) jadvalni to'ldirish uchun misol.

4.8 jadvalni 3 –ustunini to'ldirish. Namunadan siqib chiqarilgan suv miqdorini avvalgi miqdoridan keyingi qiymatni olib tashlash orqali olinadi (2 - ustun).

4 –ustunini to'ldirish. 100% ochiq g'ovaklikka ega namuna uchun (bizning misolimizda $1,363 \text{ sm}^3$) g'ovaklik qabul qilgan suvning sof miqdorini qabul qilib, 3 ustunning har bir qiymatiga mos ravishda suv miqdorini hisoblaymiz

5 –ustunini to'ldirish. Namunadagi qolgan bo'shliq miqdori $1,365 \text{ sm}^3$ har bir qiymat 3 ustuniga teng bo'lgan yutilgan suvning dastlabki miqdoridan ayirib topiladi.

6 –ustunini to'ldirish: Beshinchi ustunning har bir qiymatini foiz ko'rsatgichlari yoziladi.

7 –ustunini to'ldirish: Laplas formulasi orqali shartli ravishda zarrachalar radiusi, bo'shliqlar radiusi aniqlanadi:

4.8 –jadval.

Tajriba o'tkazilganda olingan ma'lumotlar

№	Kapillyar bosim P_k , mm.sm.ust.					U simon naycha diametrlri, sm^3				
	Topshiriq variantlari									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	10	13	6,8	14,3	12,2	4	4,7	2,73	4,2	5,6
4	20	23	16,8	24,2	22,2	4	4,7	2,73	4,2	5,6
3	30	33	26,8	34,3	32,2	3,95	4,65	2,68	4,15	5,55
4	40	43	36,8	44,2	42,2	3,925	4,625	2,655	4,125	5,525
5	50	53	46,8	54,3	52,2	3,850	4,550	2,58	4,050	5,45
6	60	63	56,7	64,2	62,2	3,75	4,45	2,48	3,95	5,35
7	70	73	66,8	74,3	72,1	3,55	4,25	2,28	3,75	5,15
8	80	83	76,7	84,3	82,2	3,25	3,95	1,98	3,45	4,85
9	100	103	96,8	104,3	102,2	3,075	3,775	1,805	3,275	4,675
10	120	123	116,8	124,3	122,1	3,0	3,7	1,73	3,2	4,6
11	140	143	136,8	144,3	142,2	2,925	3,625	1,655	3,125	4,525
12	160	163	156,7	164,2	162,2	2,875	3,575	1,605	3,075	4,475
13	180	183	176,8	184,3	182,2	2,85	3,55	1,58	3,05	4,45
14	200	203	196,7	204,3	202,2	2,825	3,525	1,555	3,025	4,425
15	230	233	226,8	234,3	232,1	2,8	3,5	1,53	3,0	4,4

4.8 –jadval davomi.

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16	260	263	256,8	264,2	262,2	2,775	3,475	1,505	2,975	4,375
17	290	293	286,8	284,3	292,2	2,750	3,450	1,48	2,950	4,35
18	330	333	326,8	334,3	332,2	2,725	3,425	1,455	2,925	4,325
19	360	363	356,8	364,3	362,1	2,715	3,415	1,445	2,915	4,325
20	390	393	376,7	394,3	392,2	2,715	3,415	1,445	2,915	4,315

4.9 –jadval.

№	Kapillyar bosim P_k , mm.sm.ust..	U simon naycha diametrli, sm ³	Namunadan siqib chiqarilgan suv miqdori		Namunadagi qolgan suv miqdori		G'ovak muhit radiusi r, mkm
			sm ³	g'ovak hajmiga nisbatan, %	sm ³	g'ovak hajmiga nisbatan, %	
			1	2	3	4	
1	10	4	0	0	1,365	100	—
2	20	4	0	0	1,365	100	—
3	30	3,95	0,05	3,6	1,315	96,5	36
4	40	3,925	0,025	1,8	1,290	94,6	27
5	50	3,850	0,75	5,4	1,215	89,0	21,6
6	60	3,75	0,100	7,3	1,115	81,8	18" "1
7	70	3,55	0,200	14,6	0,915	67,0	15,6
8	80	3,25	0,30	22,0	0,615	45,0	13,5
9	100	3,075	0,175	12,8	0,440	32,2	12
10	120	3,0	0,075	5,4	0,365	27,0	9
11	140	2,925	0,05	5,4	0,290	21,2	7,1
12	160	2,875	0,025	3,6	0,240	17,6	6,7
13	180	2,85	0,025	1,8	0,215	15,8	6
14	200	2,825	0,025	1,8	0,190	13,9	5,4
15	230	2,8	0,025	1,8	0,165	12,1	4,7
16	260	2,775	0,025	1,8	0,140	10,3	4,2
17	290	2,750	0,025	1,8	0,115	8,2	3,7
18	330	2,725	0,025	1,8	0,090	6,6	3,3
19	360	2,715	0,010	0,7	0,080	6,0	3,0
20	390	2,715	0	0	0,080	6,0	2,8

$$r = \frac{2\sigma \cos \theta}{p_k}$$

bu yerda,

σ – havoda suvning sirt tarangligi, $\sigma = 72 \text{ N/sm}^2$;

θ – to'g' jinsi namunasining ho'llanish chekka burchagi, grad (variantlar uchun:

$\theta_1 = 0$; $\theta_2 = 16$; $\theta_3 = 23$; $\theta_4 = 27 \text{ grad}$);

p_k – kapillyar bosim, mm.sm.ust.

1 atmosfera muhitida P , ni N/sm^2 ga nisbati asosida ifodalaymiz:

$735,6 \text{ mm.sm.ust.} = 981000 \text{ N/sm}^2$, bunda

$$1 \text{ mm.sm.ust.} = \frac{981000}{735,6} \approx 1333 \text{ N/sm}^2$$

$$r = \frac{2 \cdot 72}{1333 \cdot p_k} = \frac{0.108}{p_k} \text{ sm} = \frac{0.108 \cdot 10000}{p_k} = \frac{1080}{p_k}$$

Ushbu formulaga ko'ra, teshiklarning radiusini hisoblaymiz va ettinchi ustunni to'ldiramiz:

$$r_1 = \frac{1080}{30} = 36 \text{ mkm}; \quad r_2 = \frac{1080}{40} = 27 \text{ mkm}; \quad \dots \quad r_{19} = \frac{1080}{360} = 3 \text{ mkm};$$

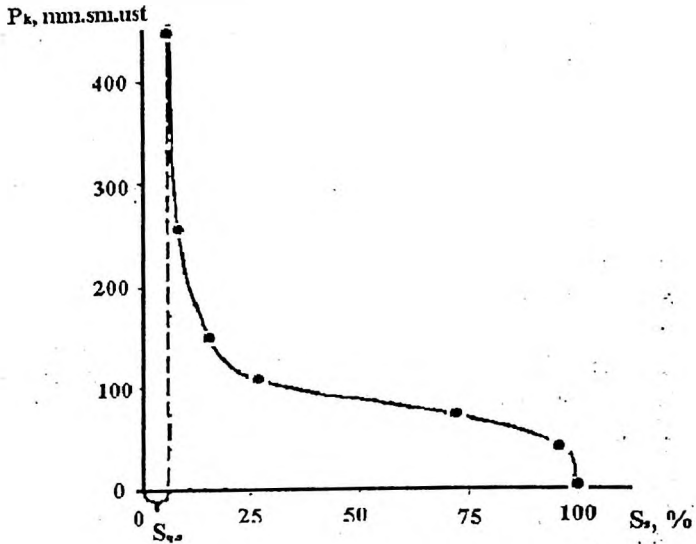
Bundan tashqari, suv va kapillyar bosim o'rtasidagi bog'liqlik grafisini qurish uchun 4.8 jadvalning birinchi ustunidagi qiymatlaridan foydalanish kerak. ularni ordinat o'qiga va oltinchi ustunning qiymatlariga qo'yib, ularni absissa o'qiga qo'yamiz (4.5 –rasm).

Namunaning umumiy hajmning 6% suvga to'yingan, ushbu namunadagi bog'langan (qoldiq) suvning tarkibini tavsiflaydi.

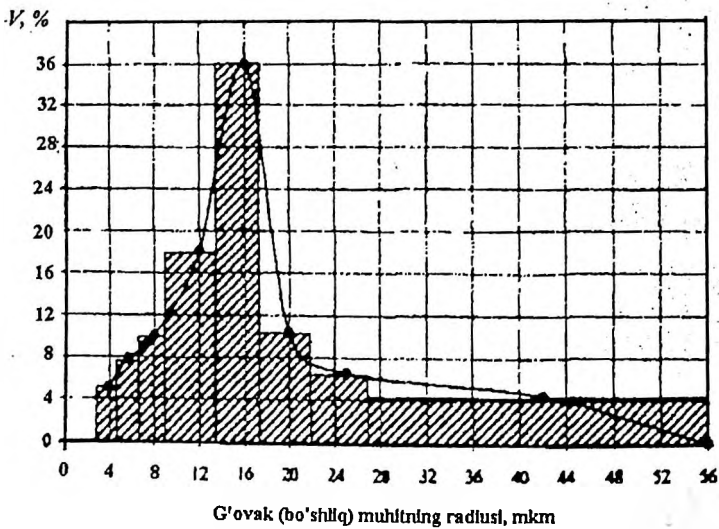
Turli tog' jinsdagi teshiklarning "katta hajmli" ishtirokini aks ettiruvchi grafisini chizish uchun 4.8 -jadvalning to'rtinchi ustundan foydalanish kerak, uning qiymatlarini ordinata o'qiga va ettinchi ustunni qiymatlarini absissa o'qiga qo'yamiz.

Shuni esda tutish kerakki, absissa o'qiga "g'ovak" ning o'lchamlari bilan mos ravishda qo'yish kerak va ordinata o'qi bo'yicha- bo'sh bo'lgan g'ovaklarning o'lchamiga mos keladigan suv miqdorini joylashtirish kerak.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, bu namunada radiusi 14+18 mkm o'lchamga ega bo'shliqlar ko'proq hajmni egallaydi.



4.5 –rasm. Namunaning qoldiq suvga to'yinganligi va kapillyar bosim o'rtasidagi bog'liqlik grafigi.



4.6 –rasm. Namunaning umumiy hajmidagi bo'shliqlar o'lchami.

IV.4. Gazni eruvchanlik koeffitsientini aniqlash

4.6 –masala. Gazning eruvchanligi Genrxning chiziqli qonuniga muvofiq amalga oshirilsa, 4.10 jadvalda berilgan shartlar asosida turli bosimlarda gazning eruvchanligi koeffitsientini aniqlang.

4.10 –jadval.

Ko'rsatgichlarning nomlanishi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1) Eksperiment o'tkazilayotgan neftning hajmi V_n, m^3	1000	1050	980	1120	1150
2) Mutloq bosim P, MPa	20/14	22/16	18/9	19/11	24/12
3) Normal sharoitlarda neftda erigan gaz hajmi V_g, m^3	$18 \cdot 10^4$	$21 \cdot 10^4$	$16 \cdot 10^4$	$23 \cdot 10^4$	$19 \cdot 10^4$

Yechimi. Genrining to'g'ri chiziqli qonuniga ko'ra, eruvchanlik koeffitsienti quyidagiga teng:

$$a_{22} = \frac{V_g}{P \cdot V_n} = \frac{21 \cdot 10^4}{22 \cdot 1050} = 9.1 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{MPa}$$

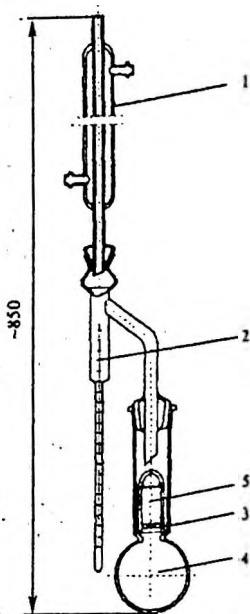
$$a_{16} = \frac{21 \cdot 10^4}{16 \cdot 1050} = 12.5 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{MPa}$$

Xulosa: Bosimning oshishi bilan gazning eruvchanligi koeffitsienti kamayadi.

IV.5. Tog' jinsining neftga, suvga, gazga to'yinganlik koeffitsientlarini hisoblash

Qatlamda neft va gaz zahiralari baholash, neft konini ishlatishni jarayonini joriy nazorat qilish uchun toshning neft, suv va gaz to'yinganligi haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak.

Namunalarda mavjud bo'lgan suv va neft emulsiyalarini hajmi laboratoriya sharoitida Dina va Starka, Zaks uskunasi yordamida aniqlanadi (4.7 –rasm).



4.7 –rasm. Tog' jinsining neftga, suvga, gazga to'yinganlik ko'effitsientlarini JII-4 (Zaks) uskunasini.

- 1 –sovutgich ;
- 2 – yig'uvchi shisha idish ,
- 3 – tog' jinsi namunasi uchun Shotta filtri;
- 4 – aralashma uchun shisha naycha;
- 5 – tog' jinsi namunasi

O'tkazilgan laboratoriya tajribasidan olingan ma'lumotlardan foydalanib, to'yinganlik ko'effitsientlarini quyidagi formulalar bo'yicha hisoblaymiz:
neftga to'yinganlik ko'effitsienti:

$$S_n = \frac{V_n \cdot P_n}{m \cdot G}$$

suvga to'yinganlik ko'effitsienti:

$$S_s = \frac{V_s \cdot P_s}{m \cdot G}$$

gazga to'yinganlik ko'effitsienti:

$$S_g = 1 - (S_n \cdot \beta_n + S_s \cdot \beta_s),$$

Yuqordagi formulalardagi:

V_n, V_s –mos ravishda neft va suvning namunadagi hajmi, m^3 ;

ρ_n – tog' jinsi namunasining zichligi, kg/m^3 ;

m – ochiq g'ovaklik ko'effitsienti, bir birlikda;

G – namunadagi suyuqlikni massasi, kg ;

β_n, β_s – mos ravishda neft va suvning hajmiy ko'effitsienti, bir birlikda.

4.7 –masala. Quyida berilgan (4.11 –jadval) ma'lumotlardan foydalanib neftga, suvga, gazga to'yinganlik koeffitsientini aniqlang.

4.11 –jadval.

Ko'rsatgichlar namunasi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
1) Tog' jinsi namunasida quyidagilar mavjud:					
- neft V_n, sm^3	4,44	5,13	4,78	5,04	3,97
- suv V_s, sm^3	4,0	3,66	4,13	3,91	4,21
2) Tog' jinsi namunasidagi suyuqlik massasi: G, g	92	89	96	87	93
3) Tog' jinsi zichligi: $\rho_n, \text{g/sm}^3$	2,0	2,4	2,6	2,7	2,8
4) G'ovaklilik koeffitsienti: $m, \text{ birlikda.}$	0,25	0,21	0,16	0,18	0,23
5) Hajmiy koeffitsienti:					
- neft $\beta_n, \text{ birlik.}$	1,15	1,3	1,23	1,07	1,25
- suv $\beta_s, \text{ birlik.}$	1,02	1,07	1,05	1,06	1,03

Yechimi. Kerakli koeffitsientlar yuqoridagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$S_n = 4,44 \cdot 2 / 92 \cdot 0,25 = 0,386 \text{ yoki } 38,6 \%$$

$$S_s = 4,0 \cdot 2 / 92 \cdot 0,25 = 0,349 \text{ yoki } 34,9 \%$$

$$S_g = 1 - (0,386 \cdot 1,15 + 0,349 \cdot 1,02) = 0,2 \text{ yoki } 20 \%$$

IV.6. Qatlamni solishtirma yuzasini aniqlash

Qatlamni solishtirma yuzasini topish uchun tog' jinsidagi g'ovak va kapilyar bo'shliqlar yuzasini uning umimiy hajmiga nisbatini olamiz. Ushbu ta'rifga ko'ra quyidagicha yoziladi:

$$S_{m,y} = \frac{F}{V}, m^2/m^3$$

bu yerda,

F – to'g' jinslari zarrachalarining umumiy bo'shliqlar (yoki g'ovakli kanallarning) yuzasi, m^2 ;

V – to'g' jinsi hajmi, m^3 .

Neftga to'yingan tog' jinslari bo'shliqlarini va g'ovakli kanallarni tashkil etuvchi zarrachalar kichik bo'lgani bilan kata hajmga ega bo'lishi mumkin (70...350 ming m^2/m^3), bu qatlamdan neftni to'liq qazib olishni sezilarli darajada murakkablashtiradi.

Qatlamning solishtirma yuzasi–neftga to'yingan tog' jinslarining muhim parametridir.

Qatlamning solishtirma yuzasining qiymati orqali qatlamning boshqa parametrlari (g'ovaklik, o'tkazuvchanlik, ularning o'lchamlari bo'yicha bo'shliqlarni taqsimlanishi), qoldiq neftga to'yinganlik haqida fikr yuritishimiz mumkin.

4.8 –masala. Qum toshning quyida berilgan (4.12 –jadval) fraksion tarkibi (mexanik tarkibi) orqali Qatlamni solishtirma yuzasini aniqlang.

4.12 –jadval.

Tog' jinsining fraksion tarkibi, mm				Jins tarkibidagi fraksiyalarini massaulushi, (mass.%)			
Topshiriq variantlari							
1	2	3	4	1	2	3	4
0,074-0,149	0,053-0,122	0,044-0,119	0,024-0,099	50	37	39	33
0,149-0,210	0,122-0,180	0,119-0,181	0,099-0,161	35	28	31	43
0,210-0,297	0,180-0,261	0,181-0,267	0,161-0,246	15	22	24	18
—	0,261-0,301	0,267-0,311	0,246-0,281	—	13	6	6

Qumning ochiq g'ovaklik koeffitsienti:

1 –variant $m_1 = 0,38$

2 –variant $m_2 = 0,26$

3 –variant $m_3 = 0,22$

4 –variant $m_4 = 0,18$

Yechimi. Mexanik tarkibi bo'yicha bir xil bo'lmagan qumning mahsuldor yuzasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S_{m,y} = k \cdot \frac{6 \cdot (1-m)}{100} \cdot \sum \frac{\Delta g_i}{d_i}$$

bu yerda, d_i – zarrachalarning o'rtacha diametri, bu tog' jinsining fraksiya tarkibini tavsiflaydi, quyidagi formula bilan aniqlanadi::

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{d_i'} + \frac{1}{d_i''} \right)$$

d_i' va d_i'' —bu tog' jinsi fraksiyani aniqlovchi elektrni teshiklarining eng yaqin o'lchamlari, sm;

Δg_i - Jins tarkibidagi fraksiyalarini massa ulushi, (mass.%)

$k = 1,2... 1,4$ –zarrachalarning turli shaklda ega ekanligi tufayli Qatlamni solishtirma yuzasini o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsient (k ning kichik qiymatlarida shar shaklidagi donalar uchun olinadi va katta-burchakli, boshqa shakldagi donalardan tashkil topgan tog' jinslarida bu ko'rsatgich farqli qiymatga ega bo'ladi).

Oldin barcha uchala fraksiya uchun ham $1/d_i$ qiymatlarini aniqlaymiz.

Birinchi fraksiya uchun:

$$\frac{1}{d_{i-1}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{0.0074} + \frac{1}{0.0149} \right) \approx \frac{1}{0.01} \text{ sm}^{-1}$$

Ikkinchi fraksiya uchun:

$$\frac{1}{d_{i-2}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{0.00149} + \frac{1}{0.0210} \right) \approx \frac{1}{0.0174} \text{ sm}^{-1}$$

Uchinchi fraksiya uchun:

$$\frac{1}{d_{i-3}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{0.0210} + \frac{1}{0.0297} \right) \approx \frac{1}{0.0246} \text{ sm}^{-1}$$

$S_{m,y}$ ning qiymatini aniqlaymiz, koeffitsient $k = 1,3$ ga teng deb olamiz:

$$S_{m,y} = 1.3 \cdot \frac{6 \cdot (1 - 0.38)}{100} \cdot \left(\frac{50}{0.01} + \frac{35}{0.0174} + \frac{15}{0.0246} \right) \approx 368.57 \text{ sm}^2/\text{sm}^3 \approx 36857 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

4.9. masala. Namunaning mexanik tarkibini inobatga olmasdan turib, yaxshi sementlanmagan qumtoshning mahsuldor yuzasini aniqlang.

Yechimi. Bunday holda namunaning mahsuldor yuzasini K. G. Orkin formulasi yordamida qumtoshning g'ovakligi m va mutloq o'tkazuvchanligi k orqali ifodalashimiz mumkin.

$$S_{m,y} = c_1 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

bu yerda, c_1 –qum zarrachalarining turliligiga bog'liq koeffitsient; bir xil kattalikdagi qum zarralari uchun $c_1 = 4330$, oddiy qum zarrachalari uchun $c_1 = 3530$.

G'ovaklik koeffitsienti m ni bir birlikda va o'tkazuvchanlik k ni mkm^2 bo'lgani uchun Qatlamni solishtirma yuzasi $S_{m,y}$ ni birligi sm^2/sm^3 ga teng bo'ladi.

Quyidagi 4.13 -jadvalda ma'lumotlar berilgan bo'lsa, qumtosh namunasi uchun $S_{m,y}$ ni aniqlash kerak:

4.13 -jadval

Ma'lumotlar berilgan jadval

Ko'rsatgichlar nomlanishi	Mutloq qiymatlar					
	Topshiriq variantlari					
	1	2	3	4	5	6
Ochiq g'ovaklik koeffitsienti m , bir birlikda	0,25	0,19	0,21	0,17	0,23	0,25
1	2	3	4	5	6	7
Mutloq o'tkazuvchanlik koeffitsienti k , mkm^3	2,5	1,8	1,3	1,6	2,3	1,9
c_1	3530	4330	3530	4330	3530	4330
Qoldiq suvga to'yinganlik $S_{q,s}$, %	16	7	11	18	14	19

$$S_{m,y} = 3530 \cdot 0.25 \cdot \sqrt{\frac{0.25}{2.5}} = 282 \text{ sm}^2/\text{sm}^3 = 28200 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

Tog' jinsining mahsuldor yuzasini qiymatini topish formulasidan foydalanib, g'ovak muhitning gidravlik radiusini aniqlash mumkin:

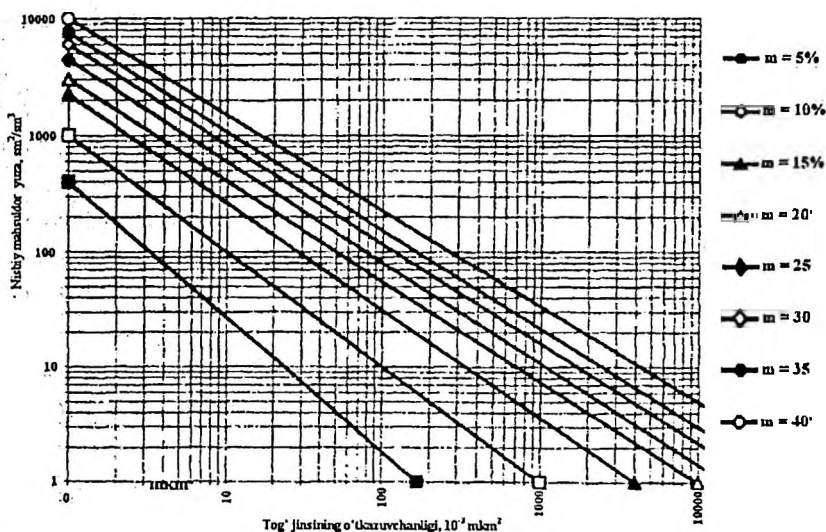
$$\delta = \frac{m}{S_{m,y}} = \frac{0.25}{282} = 8.9 \cdot 10^{-3} \text{ sm} = 890 \text{ mkm}$$

Mahsuldor yuzaning qiymati topish orqali biz o'rtacha qalinlikning taxminiy qiymatini ($r_{o,r}$), "qatlamcha"da mavjud bo'lgan (qoldiq) suvning taxminiy qiymatini

baholashingiz mumkin, bu esa zarralar yuzasida suvning bir xil taqsimlanishini nazarda tutadi (deyarli suvni bir xil taqsimlanishi mavjud emas):

$$r_{oir} = \frac{S_s \cdot m}{100 \cdot S_{m,y}} = \frac{16 \cdot 0.25}{100 \cdot 282} = 141 \cdot 10^{-6} sm$$

Qatlarning solishtirma yuzasini tezda aniqlash uchun maxsus Palet-grafikalari tuzilgan bo'lib (4.8 -rasm), bu grafikni qurishida C_1 koeffitsienti 3530 ga teng deb olingan.



4.8 –rasm. Qum toshning g'ovaklik va o'tkazuvchanlik orqali Qatlarning solishtirma yuzasini aniqlash grafigi.

4.9 –masala. Kollektor tog' jinslarining mahsuldor yuzasini baholash uchun sirt faol moddalar (SFM) ishlatilishi mumkin. Bo'yoqning suvli eritmasi (metpen ko'k) jins namunasining g'ovaklari orqali filtrlash paytida uning konsentratsiyasi dastlabki muvozanatdan (chegara) o'zgaradi. Adsorbsiya jarayonida Lengmur tenglamasi bilan ifodalanganligini hisobga olib, quyidagi dastlabki ma'lumotlar (6.3 –jadval) orqali tog' jinsini $S_{m,y}$ ni aniqlang:

Yechilishi: G'ovakli muhitning mahsuldor yuzasini Lengmur qonuniga ko'ra, quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$S_{m,y} = A_{\infty} \cdot N_A \cdot S_0 = 21,3 \cdot 10^{-4} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 16 \cdot 10^{-20} = 205,2 \text{ m}^2/\text{kg} = 321078 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

4.13 –jadval.

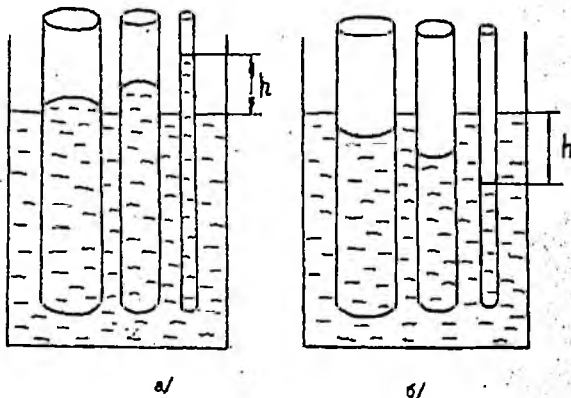
Ko'rsatgichlar nomi	Ko'rsatgichlar qiymati				
	Topshiriq variantlari				
	1	2	3	4	5
Monomolekulyar adsorbsiyani cheklanishi, $A_{\infty} \cdot 10^{-4} \text{ mol/kg}$	21,3	17,6	24,8	16,9	15,9
Bir molekula egallangan maydon yuzasi, $S_b \cdot 10^{-20}, \text{ m}^2$	48,1	52,4	43,4	46,9	51,3
Avagadro soni, $N_A \cdot 10^{23}$	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02
Tog' jinsining zichligi $\rho, \text{ kg/m}^3$	1565	1711	1463	2041	1841

IV.7. Kapillyar bosim va uni aniqlash usullari

Avval aytib o'tganimizdek, qatlamdagi harakat jarayonida kapillyar bosim, sirt taranglik kuchi va ho'llash chetki burchagi asosiy omillardan ekanligini bilib oldik. Bulardan sirt taranglik kuchini qanday qilib aniqlashni ham ko'rib chiqdik.

Endi kapillyar bosim va ho'llash chetki burchagini aniqlash usullari bilan tanishib chiqaylik.

Avvalo, kapillyar bosim bilan yaqindan tanishib chiqish uchun quyidagi ikki misolni ko'rib chiqaylik. (4.9 –rasm).



4.9 – rasm. Kapillyar bosimni aniqlashga doir misol

4.9 - rasmni chap tomonidagi idishga ho'llovchi suyuqlik, masalan kerosin quyilgan bo'lsin. Idishga uchta turli diametrdagi kapillyar naychani tushiraylik. Kapillyar bosim natijasida bu naychalarda suyuqlik ma'lum bir balandlikka ko'tariladi. Xo'sh, qanday balandlikka ko'tariladi va bu ko'tarilish nimaga bog'liq ekan?

Bu ko'tarilish gravitatsiya kuchi bilan kapillyar kesimidagi hosil bo'ladigan yuza kuchlari o'zaro muvozanatlangunga qadar ro'y beradi.

Agar $\sigma = \frac{F}{l}$ tenglamadan F ni topsak,

$$F = \sigma \cdot l$$

bo'ladi. Bu yerda $l = 2\pi r$ bo'lgani uchun

$$F = 2\pi r\sigma$$

Kuchlarning muvozanatligi $\bar{F} = \bar{Q}$ ifoda bilan ifodalanadi. Bu erda \bar{Q} og'irlik kuchlari bo'lib,

$$Q = V \cdot \rho \cdot g$$

V - ko'tarilgan suyuqlik hajmi;

ρ - suyuqlik zichligi;

g - erkin tushish tezlanishi

$V = \pi r^2 h$ ga teng bo'lgani uchun

$$Q = \pi r^2 h \cdot \rho \cdot g$$

Yuqoridagi ifodalarni tenglashtirsak:

$$V \cdot \rho \cdot g = \pi r^2 h \cdot \rho \cdot g$$

bo'ladi.

Bundan

$$h = \frac{2G}{\rho R g}$$

Oxirgi tenglama yuqoridagi tenglama bilan bir xil ma'noga ega ekanligi ko'rinib turibdi. Tenglamadan kapillyar naycha bo'yicha suyuqlikning ko'tarilishi sirt taranglik kuchiga to'g'ri va kapillyar naychanning radiusi suyuqlikning zichligiga teskari proporsional ekan.

4.9 –rasmning o'ng tomonidagi idishga gidrofob suyuqlik qo'yilgan bo'lib, unga har xil diametrdagi kapillyarlar tushirilganda, suyuqlik ana shu kapillyar ichida pastga tushadi. Tushish masofasi /yoki balandligi/ ham shu tenglama orqali aniqlanadi.

IV.8. Molekulyar sirt hodisalari.

Neft qatlamlari - bu katta sirt maydoni bo'lgan kapillyar kanallar va yoriqlarning ulkan yig'ilishi natijada sirt hodisalari neft, suv va gazning o'zaro siljishi jarayonida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Xususan, neftni qazib olish, faza o'tkazuvchanligi asosan sirt hodisalari bilan bog'liq. Xuddi shu kabi hodisalar suv moyi emulsiyalarini yo'q qilish, neftni suvsizlantirish, tubsiz qatlam qatlamida asfalt qatronli va parafin moddalari konlariga qarshi kurashda, neft konlari uskunarida uchraydi.

Neft qatlamidagi yuzaki hodisalar uchastkaning grantlari asosida mavjud; neft-suv, neft-gaz, neft-tog' jinsi, suv-gaz, suv- tog' jinsi, gaz- tog' jinsi. Molekulyar-sirt ta'sirining chegaralarda namoyon bo'lish darajasi fazani ajratish sirt tarangligi koeffitsienti, selektiv namlanishning aloqa burchagi, yopishish ishi, namlanish issiqligi bilan aniqlanadi.

Ikki aralashmaydigan faza interfeysidagi sirt qatlami molekulari molekulararo kuchlarning kompensatsiyasi tufayli ortiqcha erkin energiyaga ega. Birlik maydoniga to'g'ri keladigan bu energiya o'ziga xos erkin sirt energiyasi yoki sirt tarangligi (sirt taranglik koeffitsienti) deb nomlanadi.

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

bu yerda,

F - erkin sirt energiyasi, J;

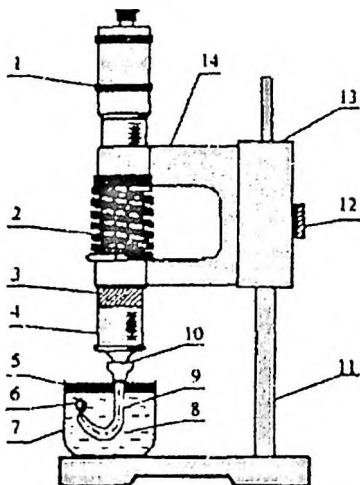
S - interfeys. m^2 ;

α - sirt taranglik koeffitsienti, J/m^2 yoki N/m .

Sirt taranglik koeffitsienti eksperimental tarzda va faqat suyuqlik-suyuqlik, suyuqlik-gaz interfeysida aniqlanadi. Sirt taranglikni aniqlashning turli usullari mavjud. Eng keng tarqalgan usul bu stalagmometrda foydalanish usuli bo'lib, uning sxematik diagrammasi 4.10 –rasmda berilgan.

Qurilmaning asosiy qismi mikrosometr 1 bo'lib, u silindrsimon shisha korpusda 3 piston 4 ning harakatlanishini ta'minlaydi. Piston tayoqchasi 3 prujinaga ulanadi, bu uning o'z-o'zidan harakatlanishiga to'sqinlik qiladi. Silindrli mikrometr 14-gachasi qisqich. 13 bilan mustahkamlanadi, u 11-sonli shtativning stendida erkin harakatlana oladi va 12-gachasi vint bilan mahkamlanadi. Silindrning uchiga pastki 10 qo'yiladi, unga kapillyar 9 mahkam o'rtnashadi, piston tayoqchasi 3 pastga qarab harakatlanib, tekshirilayotgan suyuqlik bilan to'ldirilgan silindr korpusida

harakatlanadi va uni kapillyar 9 uchidan boshqa tomchiga 6 tomchi shaklida siqib chiqaradi. Kritik hajmga yetganda, tomchi uzilib, suzadi va 5 qavatni hosil qiladi.



4.10 — Stalagmometr

Neft bilan distillangan suv sathidagi sirt tarangligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$\sigma = k \cdot V(p_s - p_n)$$

bu yerda,

σ - sirt taranglik koeffitsienti, mN/m;

V - mikrometr bo'linmalaridagi suzuvchi pasayish hajmi;

k - doimiy kapillyar; ma'lum qiymati bo'lgan suyuqliklar uchun baholanadi (mN·m³)/(m·kg);

ρ_s, ρ_n - mos ravishda suv va neftning zichligi, kg/m³.

Qattiq suyuqlik interfeysi yuzasida ortiqcha sirt energiyasi mavjud. Ushbu energiyaning qiymati qattiq moddalarni suyuqlik bilan namlash xususiyati bilan baholanadi.

Namlash - bu suyuqlikning qattiq moddalar bilan o'zaro ta'siridan iborat bo'lib, bir vaqtning o'zida uchta aralashmaydigan fazaning aloqasi mavjud. Namlash o'lchovi 6 ta aloqa burchagi bo'lib, u ham eksperimental ravishda baholanadi.

Qattiq jismning suv bilan yaxshi ho'llangan yuzasiga gidrofil deyiladi (ichida 0 dan 90 ° gacha o'lchanadi), suv bilan yomon namlangan - gidrofob (tarkibida 90 dan 180° gacha). 90° namlanish burchagiga mos keladigan nuqta teskari burilish nuqtasi deyiladi.

Namlash - bu sirt energiyasining pasayishi bilan o'z-o'zidan paydo bo'ladigan jarayon. Shuning uchun namlanganda issiqlik hosil bo'ladi. Qattiq suyuqlik bilan yaxshi ho'llangan bo'lsa, namlanish burchagi shuncha yuqori bo'ladi.

Qovushqoqlik ishi suyuqlikni qattiq yuzadan ajratish ishini tavsiflaydi, Dyupre – Yung tenglamasi yordamida baholanadi.

$$W_s = \sigma \cdot (1 + \cos \theta)$$

Bu yerda

σ – sirt taranglik koeffitsienti. N/m;

θ - selektiv namlash aloqa burchagi, grad

4.10 –masala. Gazsizlangan neft hosil bo'ladigan suv sathidagi interfeyslararo taranglik qiymatini aniqlang. Gillar, stalagmometrda olingan natijalar (4.10-rasm) va dastlabki ma'lumotlar (4.10-jadval) ma'lum.

Biz oktan va distillangan suvning zichligini mos ravishda 713 va 1000 kg / m³ ga teng deb qabul qilamiz.

Yechimi.

1) Yuqoridagi formula bo'yicha kapillyar konstantani aniqlang.

$$k = \frac{\sigma_0}{V \cdot (p_s - p_0)} = \frac{50,98}{65 \cdot (1000 - 713)} = 0,003 \text{ (mN} \cdot \text{m}^3\text{)/(m} \cdot \text{kg)}$$

2) Sirtning tortish koeffitsientini va neft qatlamining suv sathida hisoblash

$$\sigma = 0,003 \text{ 76 (1013-864)} = 33,97, \text{ mN/m.}$$

4.10-jadval

Parametrning nomlanishi	Parametr qiymati				
	Variant				
	1	2	3	4	5
Suzuvchi tomchi V ning hajmi, shkala bo'linmalari:					
a) oktan	65	67	68	63	61
b) neft	76	74	78	72	69
Distillangan suv bilan chegaradagi oktan sirt tarangligi σ , mN / m	50,98	50,98	50,98	50,98	50,98
Zichlik, kg / m ³ :					
a) qatlam suvi	1013	1024	1076	1084	1033
b) gazsizlantirilgan neft	864	888	894	837	956

4.11 –masala. 4.11 –jadvalda berilgan ma'lumotlar asosida uglevodorod gazi bilan chegarada qatlam suvining sirt tarangligi koeffitsientini aniqlang, agar diametri

d bo'lgan kapilyarda h balandlikka ko'tarilsa. Suyuqlikning zichligi ρ , tanlangan namlash aloqa burchagi θ .

4.11 -jadval

Parameter nomlanishi		Parametrning qiymati				
		Variant				
		1	2	3	4	5
1)	Kapilyar diametri d , mm	0.5	0,25	0,8	1,4	2.0
2)	Suv ko'tarilish balandligi h , mm	2,1	2,8	1,8	1,7	0,8
3)	Formatsiya suvining zichligi ρ , g / sm ³	1,07	1,14	1,09	1,12	1,6
4)	Tanlangan namlash aloqa burchagi θ , grad	9	14	23	37	49

Yechimi. Kapilyar yordamida uglevodorod gazi bilan chegarada qatlam suvining tortishish ko'effitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot r}{2 \cdot \cos \theta} = 0.027 \frac{N}{m} = 27mN/m$$

Formulada parametrlarning o'lchami SI tizimida keltirilgan:

$$\rho - \text{kg/m}^3, g - \text{m/s}^2, h - \text{m}, r - \text{m}.$$

4.12 –masala. Meniskus hosil qilgan neftli tog' jinsining teshikchasidagi kapilyar bosimning qiymatini aniqlang.

a) qatlam nefti, qatlam suvlari;

b) neftli suvli sirt faol moddasi eritmasida, agar ma'lum bo'lsa:

4.12 –jadval

Parameterning nomlanishi	Parametrning qiymati				
	Variantlar				
	1	2	3	4	5
1) Teshik kanalining diametri, mm	0,02	0,08	0,015	0,12	0,2
2) jinsning namlanishining aloqa burchagi, θ :	30	27	54	62	87
a) qatlam suvi					
b) sirt faol moddalarining suvli eritmasi	13	9	29	35	43
3) Chegarasidagi sirt tarangligi; mN / m:	37,4	41,6	48,4	28,9	42,1
a) neft hosil qiluvchi suv					
b) neft-suv sirt faol moddasi eritmasi	6,8	4,3	2,3	5,4	1,7

Yechimi. Ikkala aralashmaydigan suyuqlik chegarasida neft tarkibidagi tog' jinsining teshikchasidagi kapillyar bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_k = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta}{r}$$

Keyin, neft omborining suv chegarasida:

$$P_{ks} = \frac{2 \cdot 37,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87}{0,02 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-2} = 32,5 \text{ Па}$$

neft-suv sirt faol moddalar eritmasi chegarasida:

$$P_{ksFM} = \frac{2 \cdot 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,97}{0,02 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-2} = 6,59 \text{ Па}$$

Xulosa: sirt faol moddalarining suvli eritmaları interfeysdagi kapillyar bosimni sezilarli darajada pasaytiradi.

4.13 –masala. Agar quyidagilar (4.13 –jadval) ma'lum bo'lsa, ikkita aralashmaydigan suyuqlik (qatlam suvi) chegarasida neftli tog' jinsining sinishidagi kapillyar bosimni hisoblang:

4.13 -jadval

Parametrlar nomlanishi	Parametrlar qiymati				
	Variantlar				
	1	2	3	4	5
1) Yoriq kengligi $d, \text{ mm}$	0,2	0,6	0,8	1,0	1,2
2) tog' jinsini suv bilan namlash burchagi θ	30	47	62	17	112
3) sirt tarangligi suv-neft chegarasida $\sigma, \text{ mJ / m}^2$	47,2	28,9	24,7	36,9	52,4

Yechimi. Yoriqlarning deyarli parallel tekisliklari orasidagi suyuqlikdagi kapillyar bosim tenglama bilan hisoblanadi:

$$P_k = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta}{d} = \frac{2 \cdot 47,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87}{0,2 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-2} = 4,1 \text{ Па}$$

IV.9. Uglevodorod tizimlarining fazaviy holatlari

Mahsuldor qatlam bosimi va harorait, quduq va qazib chiqaruvchi quduqlarning qazib olish, yig'ish tizimida doimiy ravishda o'zgarib turadi. Bu o'zgarishlar bilan quyidagilar ro'y beradi: neftning reaksiyasi, kerosin kristallanishi va qiyin gidrodinamik sharoitda tuzlarning neftinlanishi. Shunday qilib, fazaviy transformatsiyalarni hisoblash neft konlarini o'zlashtirish tizimlarini loyihalashda va qazib olish quduqlarini tayyorlashda dolzarb muammo hisoblanadi.

Neft va gazning tarkibini o'zgarishi

Ajratishdan oldin va keyin suyuqlik fazasining (moyning) ma'lum tarkibi bilan, neftdan ajratilgan gazni tenglama yordamida hisoblash mumkin

$$N_{iГ} = \frac{N_{iГР} \cdot N_{OH} - N_{iH} \cdot N_{OHR}}{N_{OH} - N_{OHR}}$$

bu yerda,

$N_{iГ}$ - neftdan ajralib chiqadigan gaz tarkibidagi komponentning molyar qismi,

$N_{iГР}$ va N_i - mos ravishda rezervuar va ajratilgan neftdagi i-chi komponentning molyar ulushi,

N_{OHR} va N_{OH} - mos ravishda rezervuarda va ajratilgan neftda uchuvchi bo'lmagan qoldiqning mos ravishda molyar fraksiyalari.

Ajratib olingan gazning ma'lum tarkibidan rezervuar (gaz bilan to'yingan) neft tarkibini, ajratilgan neftning molyar massasini va fazalar muvozanati konstantalarini hisoblash uchun quudagi tenglamalardan foydalanish mumkin.

$$N_{iГР} = N_{iГ} \cdot \frac{1 + \frac{1}{K_i} \cdot \frac{\rho_H}{M_H} \cdot \frac{24}{\Gamma_o}}{1 + \frac{\rho_H}{M_H} \cdot \frac{24}{\Gamma_o}}$$

bu yerda,

K_i - standart sharoitda i-chi komponentning fazaviy muvozanat koeffitsenti;

M_H - ajratilgan neftning molyar massasi, kg / kmol;

ρ_H - ajratilgan neftning zichligi, kg / m³;

Γ_o - neftning gaz bilan to'yinganligi, m³ / m³.

Agar ajratilgan neftning molyar massasi noma'lum bo'lsa, unda quyidagi formuladan foydalanishingiz mumkin

$$N_{iГР} = N_{iГ} \cdot \left[1 - \frac{120}{\mu_H^{0.1} \cdot \Gamma_o + 120} \cdot \left(1 - \frac{1}{K_i} \right) \right]$$

bu yerda,

$\mu_H^{0.1}$ - standart sharoitda neftning dinamik qovushqoqligi, mPa-s.

bu holda qoldiqning molyar qismi tenglama bilan aniqlanadi,

$$N_{\text{OHF}} = 1 - \sum_{i=1}^n N_{i\text{HF}}$$

Qoldiq neftning molyar massasi (M_{OH})

$$M_{\text{OH}} = M_{\text{H}} \cdot \frac{1 - \frac{1}{M_{\text{H}}} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{N_{i\text{F}}}{K_i} \cdot M_i}{1 - \sum_{i=1}^n \frac{N_{i\text{F}}}{K_i}}$$

bu yerda.

$N_{i\text{F}}$ - neft tarkibidagi uchuvchi komponentlar soni.

4.14 –masala. Agar gazni degazatsiyadan oldin va keyin tarkibi ma'lum bo'lsa (4.14-jadval., neftdan ajralib chiqadigan gazning tarkibini hisoblang.

4.15 –masala. 4.14 va 4.15 jadvallarda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, qatlam neftining tarkibini hisoblang.

Yechimi. Gaz aralashmasi uchun tarkibiy qismlarning volumetrik va molyar fraksiyalari nisbatda deb faraz qilib, yuqoridagi formuladan foydalanib, neft tarkibiy qismlarining ma'lum bo'lgan muvozanat konstantalaridan, qatlam nefti tarkibini hisoblash mumkin (4.15-jadvalga qarang), $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $0,1\text{ MPa}$ bosimida bo'ladi: metan 17,4; etan 29; propan 8,0; izobutan 2,8; butan 2; pentan 0,6.

4.14 -jadval

Parametrning nomlanishi		Parametrning qiymati				
		Variant				
		1	2	3	4	5
1	Neftning gaz bilan to'yinganligi $G, \text{ m}^3/\text{m}^3$	107	115	98	121	117
2.	Ajratilgan neftning molyar massasi $M, \text{ kg/kmol}$	250	230	270	220	235
3.	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $0,1\text{ MPa}$ da ajratilgan neftning zichligi, $\rho, \text{ kg/m}^3$	860	847	873	857	868
4.	Bir marta gazlangan gaz tarkibidagi tarkibiy qismlarning volumetrik tarkibi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ da $0,1\text{ MPa}$ gacha, %					
	- metan	50	45,4	47	53,9	50,3
	- etan	26,8	28,3	31,6	22,4	26,3
	- propan	11,3	15,1	10,7	12,8	11,8
	- izobutan	1,3	1,2	1,8	1,6	1,7
	- butan	3,9	4,2	3,5	4,6	3,7
	- pentan	6,7	5,8	5,4	4,7	6,2

4.15 -jadval

Komponentlar	Faza muvozanat konstantalari				
	Variant				
	1	2	3	4	5
	t=20 °C p=0.1 MPa	t=30 °C p=0.1 MPa	t=40 °C p=0.1 MPa	t=20 °C p=0.2 MPa	t=20 °C p=0.3 MPa
Metan	174	184	190	86	58
Etan	29	35	40	14	9,5
Propan	8	10	12,5	3,9	2,8
n – butan	2,8	3,8	5	1,5	0,95
n – butan	2	2,6	3,3	1,0	0,72
n Pentan	0,6	0,83	1,15	0,28	0,22

Hisoblaymiz :

$$\frac{\rho_H}{M_H} \cdot \frac{24}{\Gamma_0} = 0,7716$$

keyin quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N_{iHR} = N_{ir} \frac{1 + 0,7716 \cdot \frac{1}{K_i}}{1 + 0,7716}$$

qatlam neftdagi metanning molyar ulushi

$$N_{CH_4} = 0,5 \cdot \frac{1 + \frac{0,7716}{174}}{1,7716} = 0,284$$

etan

$$N_{C_2H_6} = 0,268 \cdot \frac{1 + \frac{0,7716}{29}}{1,7716} = 0,155$$

Shunga o'xshash hisob-kitoblar natijasida qatlam neftining molyar tarkibi quyidagicha olinadi: metan 0,284; etan 0,155; propan 0,070; izobutan 0,009; butan 0,030; pentan 0,084; qolgan qismi 0.368 ga teng.

Neft qoldig'ining molyar qismi quyidagicha hisoblanadi.

$$N_{OHR} = 1 - (0,284 + 0,155 + 0,070 + 0,009 + 0,030 + 0,084) = 0,368.$$

Nazorat savollari

1. Fazaviy o'zgarishlar uglevodorodlarning qanday holatga o'tishi bilan xarakterlanadi.
2. Ikki komponentli uglevodorodlarning fazaviy o'tish diagrammasini izohlang.
3. Ko'p komponentli uglevodorod aralashmalarining kritik chiziq atrofidagi izotermalari sxemasini izohlang.
4. Gazlar namligi ularning fazaviy o'tishlariga qanday ta'sir ko'rsatadi.
5. Uchuvchanlik koeffitsienti birinchi marta fanga kim tomonidan kiritilgan.
6. Har xil fazalarning tutash yuzasidagi fizik - kimyoviy hodisalari qanday ko'rsatkichlarga bog'liq.
7. Sirt taranglik kuchlarini kamaytirish maqsadida qanday sirt aktiv moddalardan foydalaniladi?
8. Harorat oshishi natijasida neftning siqiluvchanlik koeffitsienti qanday o'zgaradi.
9. Ho'llash jarayoni qattiq jism bilan suyuqlik orasidagi sirt taranglik kuchlari qanday bo'lganda kuchliroq bo'lar ekan.
10. Qanday jismning sirt taranglik kuchini o'lchash nihoyatda murakkab xisoblanadi.
11. Qattiq jismning gaz bilan o'zaro ta'siri qanday yo'llar bilan aniqlanadi?
12. Adgeziya ishi deb . . .
13. Dyupre tenglamasiga muvofiq adgeziya ishi qanday aniqlanadi?
14. Kogeziya ishi deb . . .
15. Sirt taranglik kuchlarini tajribaxonalarda aniqlash usullari ham mavjud bo'lib, ular asosan necha xil yo'nalishda bajariladi.
16. Gidrofil suyuqliklar deb . . .
17. Gidrofob suyuqliklar deb . . .
18. Gaz do'ppisi bosim harakati tasvirini izohlang.
19. Erigan gaz bosimi harakati tasvirini izohlang.
20. Ta'sir etuvchi energiya kuchiga qarab neft konlarining ishlash usuli qanday guruhlarga bo'linadi?
21. Qatlamlarning neft beraolishlik qobilyati haqida.
22. Qatlamning gaz beraolishlik koeffitsientiga qanday omillar ta'sir qiladi?

To'rtinchi bob bo'yicha xulosa

Tog' jinsi, tabiiy gaz, qatlam nefti va gazining o'zaro fizik ta'siri deb nomlangan ushbu bobda tog' jinsi va suyuqliklarning issiqlik xususiyatlari, gilli qatlamlarning bo'kishi, g'ovaklikni o'lchami bo'yicha taqsimlanishi, qoldiq suvga to'yinganligi, gazni eruvchanlik koeffitsientini aniqlash, tog' jinsining neftga, suvga, gazga to'yinganlik koeffitsientlarini hisoblash, qatlamni solishtirma yuzasini aniqlash, kapilyar bosim va uni aniqlash usullari, molekulyar sirt hodisalari, uglevodorod tizimlarining fazaviy holatlari kabi masalalarni hisoblash bo'yicha yechimlar keltirib o'tilgan.

GLOSSARIY

Otqindi tog` jinslari - asosan vulqonlar otilganida yer yuzasiga chiqadigan magma yoki yer ostidan yuqoriga katta bosim ostida sirqib chiqqan suyuq moddalarning qotishidan hosil bo`ladi. Otqindi tog` jinslarining hosil bo`lishida yuqori harorat va kuchli bosim alohida ahamiyatga egadir. Vulqon harakatining natijasi - magma, ba`zan yer yo`ziga chiqmasdan yer osti yoriqlari, yoki ba`zi bo`shliqlarga kirib asta - sekin qotishdan hosil bo`lgan tog` jinslari ham otqindi tog` jinslariga kiradi.

Cho`kindi tog` jinslari - yer yuzasidagi jinslarning suvda erib cho`kishi, havo, shamol va muzliklar harakatidan yemirilib to`planishidan hosil bo`ladi. Cho`kish jarayoni bir vaqtning o`zida mexanik, kimyoviy va biogen o`zgarishlar bilan birgalikda bo`ladi. Shunday qilib, cho`kindi tog` jinslari litosferaning fizik, kimyoviy va biogen ta`sirlari ostida yemirilgan va qayta to`plangan mahsulotdir. Bu jinslar quruqlikda ham, suv havzalari ostida ham to`planadi.

Metamorfik tog` jinslari - cho`kindi yoki otqindi tog` jinslarining harorat, bosim va kimyoviy reaksiyalar ta`sirida qaytadan hosil bo`lishidan kelib chiqadi.

Metasomatik jarayon - odatda bunday o`zgarish jarayonlarida tog` jinslarining mineralogik tarkibi, tashqi kurinishi va to`zilishi tubdan o`zgarib ketadi. Bu o`zgarishlarda bir xil mineral tarkibdagi tog` jinslarining boshqa bir turdagi mineral tarkibga o`zgarishi ko`zatiladi.

Granulyar kollektorlar - asosan qum, qumtosh va qum - alevrit kabi tog` jinslaridan tashkil topgan bo`ladi. Bunday kollektorlarda neft va gaz jinslarining mayda zarrachalar orasidagi bo`shliqlar, g`ovaklar ichida yig`iladi. Demak, granulyar kollektorlardagi foydali bo`shliqlar, ya`ni neft yoki gaz yig`ilishi mumkin bo`lgan bo`shliqlar, asosan zarrachalar orasidagi bo`shliqlar - g`ovaklardan iborat ekan.

Yoriq kollektorlarga - ohaktosh, dolomitlar kiradi. Bunday tog` jinslarida foydali bo`shliqlar har xil yoriqlar sistemasidan iboratdir. Bo`shliqlar faqat yoriqlar emas, balki juda mayda mikrokarst va kovaklardan ham tashkil topgan bo`lishi mumkin. Yoriqlar sistemasi gorizontal va tik yo`nalishlarda rivojlangan bo`lib, odatda ular o`zaro bir-birlarini kesib o`tadi. Neft va gaz ana shu yoriqlarda hosil bo`lishi yoki yig`ilishi mumkin, ularning harakati ham faqat shu yoriqlar orqali bo`ladi.

Aralash kollektorlar - granulyar va yoriq kollektorlarning aralash holatda uchraydigan turidir. Odatda bunday kollektorlarda foydali bo'shliqlar tog' jinslari zarrachalari orasidagi bo'shliqlar g'ovaklar, yoriqlar, mikrokarst bo'shliqlar va kovaklardan iborat bo'ladi. Bunday kollektorlarga qum, qumtosh va alevritlarning bir konning o'zida aralash qatlam hosil qilgan yo'llari kiradi.

Tekstura bu - tog' jinslari zarrachalarining shakli va katta - kichikligi, zarrachalarning qay holda joylashganligi zarrachalarning joylashish xususiyati deyiladi.

Tog' jinslarining donadorligi bu - ularning har xil kattalikdagi zarrachalardan qanday miqdorda tashkil topganligiga aytiladi.

G'ovaklik bu - tog' jinslarining ichidagi bo'shliqlardir. g'ovaklik esa o'z navbatida g'ovaklilik koeffitsienti bilan harakterlanadi.

G'ovaklik koeffitsienti bu - tog' jinsi ichidagi hamma bo'shliqlar hajmining ($V_{\text{bo'sh}}$) umumiy tog' jinsi hajmiga (V_y) bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Birlamchi bo'shliqlarga - zarrachalar, qatlamchalar orasidagi bo'shliqlar va uzoq geologik davrlarda yotqiziqqlarning paydo bo'lish vaqtida hosil bo'lgan bo'shliqlar kiradi.

Ikkilamchi bo'shliqlarga - har xil tektonik harakatlar oqibatida yangidan paydo bo'lgan katta darzliklar, tog' jinslarining maydalanishidan, erishidan va h.k.lardan paydo bo'lgan bo'shliqlar kiradi.

Tog' jinslari bo'shliqlarining to'zilishi - ularning donadorligiga, shakliga, katta - kichikligiga, kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Tog' jinslarining ochiq g'ovaklilik koeffitsienti bu - o'zaro birlashgan ochiq g'ovak bo'shliqlari umumiy hajmning (V_0), namuna hajmiga (V_n) bo'lgan nisbatiga aytiladi.

O'tkazuvchanlik bu - tog' jinslarining bosimlar ayirmasi mavjudligida o'zidan suyuqlik yoki gaz o'tkazish qobiliyatiga o'tkazuvchanlik (K) deyiladi.

Mutlaq o'tkazuvchanlik deb - tog' jinsidan faqat qandaydir bir faza (masalan, gaz) harakatlanayotganligidagi o'tkazuvchanlikka aytiladi. Odatda mutlaq o'tkazuvchanlik tog' jinsidan havo yoki gaz o'tkazib aniqlanadi. Suyuqlik o'tkazilganda esa o'tkazuvchanlikka ana shu suyuqlikning fizik - kimyoviy xossalari ham ta'sir etadi.

Fazaviy o'tkazuvchanlik deb - tog' jinslarining ichida ko'p fazali harakat davomida faqat bir faza (masalan, neft) uchun aniqlangan o'tkazuvchanlikka aytiladi. Fazaviy o'tkazuvchanlikka tog' jinsining u yoki bu faza bilan qanchalik to'yinganligi, bu fazalarning fizik - kimyoviy xossalari katta ta'sir ko'rsatadi.

Nisbiy o'tkazuvchanlik deb - fazaviy o'tkazuvchanlikning mutlaq o'tkazuvchanlikka nisbatiga aytiladi.

Loy - g'ovakligi yuqori o'tkazuvchanligi past bo'lgan tog' jinsi.

Ohaktosh - o'tkazuvchanligi yuqori g'ovakligi past bo'lgan tog' jinsi.

Tog' jinslarining solishtirma yuzasi - birlik hajmdagi tog' jinslari zarrachalari sirtining umumiy yuzasiga aytiladi.

Gidrofil jarayon deb - agar suyuqlik qattiq jismni ho'llasa.

Gidrofob jarayon deb - agar suyuqlik qattiq jismni ho'llamasa.

Tog' jinsining turlilik koeffitsiyenti deb - yotiq yo'nalishdagi o'tkazuvchanlikni tik yo'nalishdagi o'tkazuvchanlikka bo'lgan nisbati.

Anizotropiya - jismning xossalarini har xil yo'nalishda turlicha bo'lishini bildiradigan atama.

Kollektorlarning tarqalganlik koeffitsiyenti deb - kollektorlar tarqalgan umumiy maydonni neft va gaz uyumining umumiy maydoniga bo'lgan nisbati.

Kollektorlarning maydalanganlik koeffitsiyenti deb - neft (yoki gaz) uyumiga burg'ilangan quduqlarda qirqib o'tilgan neftli qatlamlarning umumiy sonini burg'ilangan quduqlarning umumiy soniga nisbati.

Kollektorlarning qumdorlik koeffitsiyenti deb - qatlamning neft bilan to'yingan samarali qatlami qalinligini qatlamning umumiy qalinligiga bo'lgan nisbati.

Tog' jinslarining zichligi deb - bir birlik hajmdagi qattiq jismning massasiga aytiladi.

Tog' jinslarining mustahkamligi deb - ularning tashqi kuchlar ta'sirida emirilishiga aytiladi.

Plastiklik deb - tog' jinslarining suv bilan to'yinganligi oshib ketishi natijasida tog' jinslari oquvchanlik xususiyatiga ega bo'lishiga aytiladi.

Deformatsiya bu - jismning massasi o'zgarmagan holda tashqi kuchlar ta'sirida hajm va shaklining o'zgarishidir.

Tog' jinslari shartli ravishda - mustahkam, plastik va sochiluvchan turlarga bo'linadi.

Tog' jinslarining reologik xossalari deb - ularning mexanik xarakteristikalarining doimiy ta'sir qiluvchi kuchlar ostida o'zgarishiga aytiladi.

Krip hodisasi deb - deformatsiyaning asta-sekin oshishi natijasida tog' jinsining oqish xususiyatiga ega bo'lishiga aytiladi.

P'ezometr - tog' jinslarining siqiluvchanlik koeffitsiyentini aniqlovchi asbob.

Gaz holatini aniqlovchi ko'rsatkichlarga - bosim, harorat, hajm, massa kabilar kiradi.

Izotermik jarayonlar - bu harorat o'zgartirilmasdan turib olib borilgan jarayonlar.

Izobarik jarayonlar - gaz bosimi o'zgarmas bo'lgan holda ko'riladi.

Sharl qonuni ta'riflaydigan jarayon - izoxorik jarayon deb yuritiladi.

Gazlarning holat tenglamalari orqali - ularning kritik va keltirilgan parametrlari, o'ta siqiluvchanlik koeffitsientlari aniqlanadi.

Ideal gaz deb - molekullarda ichki ishqalanish bo'lmagan gazlarga aytiladi.

Gazning kritik harorati deb - shunday maksimal haroratga aytiladiki, bu haroratda modda bir vaqtning o'zida gaz va suyuq holatidagi tenglikda bo'ladi.

Kritik bosim deb - kritik haroratga mos bo'lgan bosimga aytiladi.

Gazlar va suyuqliklarning qovushqoqligi deb - ularning ichki qatlamlarining bir - birining siljishiga nisbatan qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi.

Harorat oshganda gazlarning qovushqoqligi ortadi.

Gazlarning nisbiy qovushqoqligi deb - odatda shu gazning qovushqoqligini atmosfera holatida aniqlangan qovushqoqlikka bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Kinematik qovushqoqlik deb - gazning dinamik qovushqoqligini uning zichligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Gazlarning namlik miqdori ikki xil namlik bilan o'lchanadi - mutlaq va nisbiy namlik.

Gazning mutlaq namlik miqdori deb - hajm birligidagi tabiiy gaz tarkibidagi suv bug'lari massasiga aytiladi.

Gazning nisbiy namligi deb - gazning ma'lum bir holatdagi suv bug'larining miqdorini xuddi shu holatda gaz to'liq to'yingandagi maksimal suv bug'larining miqdoriga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Tabiiy gazlarning issiqlik sig'imi deb - hajm yoki massa birligidagi gaz haroratini 1°C ga ko'tarish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi. Issiqlik sig'imi uning bajargan ishi va energiyasi bilan o'lchanadi.

Gazlar uchun ikki xil issiqlik sig'imi mavjuddir - izobarik C_p va izoxorik C_v .

Izobarik C_p issiqlik sig'imi - gaz haroratini oshirganda, uning hajmi bosim o'zgarmagan holda cheksiz ortib borishini ko'rsatadi.

Izoxorik issiqlik C_v sig'imi - gaz haroratini oshirganda, gazga berilayotgan energiya gazning hajmi o'zgarmagan holda uning ichki energiyasi ortib borishini ko'rsatadi

Adibata ko'rsatkichi deb - izobarik issiqlik sig'imini izoxor issiqlik sig'imiga bo'lgan nisbatiga ataladi.

Gazlarning entropiyasi deb - shu gazlarga tashqaridan berilgan issiqlik miqdorini mutlaq haroratga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

Entropiya - grekcha burilish, o'zgarish degan ma'noni bildiradi.

Kondensatlar qanday holatda ekanligiga qarab - beqaror va barqaror kondensatlarga bo'linadi.

Beqaror kondensat - qatlamdagi yoki kondensatlarni ajratib oladigan asbob - uskunalgacha bo'lgan harakatdagi gazlarda erigan kondensatlarga aytiladi.

Barqaror kondensatlar deb - maxsus kondensat ajratib oluvchi asbob - uskunalarda ajratib olingan tayyor holdagi mahsulotga aytiladi.

Moddaning zichligi deb - tinch holatdagi bir hajm birlikdagi massasiga aytiladi.

Empirik tenglamalar - laboratoriya tajribalari natijasida keltirib chiqariladi.

Fotokolorimetriya usuli - suyuqliklardan yorug'lik oqimi o'tayotganda, bu oqim suyuqlik bilan yutilishini o'lchashga asoslangan. Har xil suyuqliklarga bir xil yorug'lik nuri tushirilsa,

ularning bu suyuqliklarda yutilishi (to'g'rirog'i so'nishi) har xil bo'ladi.

Reologik xossalarga - ega bo'lgan suyuqliklarni nonyuton suyuqliklari deb ham yuritiladi. Nonyuton suyuqliklarning qovushqoqligi harorat, bosim va urinma kuchga bog'liq bo'lib, tezlik gradientiga to'g'ri proporsional ekan.

Konsistensiya - eritma va quduq moddalarning quduq - suyuqligi, zichlik darajasi suyuqliklarga ta'sir etayotgan kuchi va siljish tezligi bilan bog'liq ekan.

Relaksatsiya - moddaga tarang kuchlar ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiyadan so'ng uni yana o'z holatiga qaytish jarayonini xarakterlovchi vaqtni bildiradi.

Termodinamik o'zgarishlar - ko'proq bariy, kalsiy sulfat kabi tuzlar ajralib chiqishini va sho'rlanganlik darajasining oshishiga olib keladi.

Qatlamlarni issiqlik usullarini - qo'llab ishlatilganda ham qatlam suvlarining tarkibiy qismi o'zgarishi mumkin. Bu holat qatlam ichiga yuqoridan issiq suv, bug' haydalganida yoki quduq ostida maxsus isitgichlardan foydalanilganda ro'y berishi mumkin.

Suv to'yinganligini - yuqori yuzaga qarab kamayib borishi qatlamning to'zilishiga, uning donadorlik tarkibi, g'ovakligiga bog'liqdir.

Suvning pastdan yuqoriga - juda tor kanalchalardan ko'tarilishi shu kanalchalarning diametriga, suvning fizik - kimyoviy xossalriga, gravitatsion (yoki og'irlik) kuchlariga bog'liq ekan.

Kapillyarlik bosimi - bu bosimni "Laplas bosimi" deb ham yuritiladi.

Gidrofil suqliklar bu - ho'llovchi suyuqliklar

Gidrofob suqliklar bu - ho'llamaydigan suyuqliklar.

Ho'llanadigan qattiq jismlar - **gidrofil**.

Ho'llanmaydigan qattiq jismlar - **gidrofob** jismlar deb yuritiladi.

Gidrofil - grekcha hydor - suv, phibeo - sevaman so'zlaridan olingan bo'lib, «ho'llash» ma'nosini bildiradi.

Gidrofob - grekcha hydor - suv, pholos - qo'rquv so'zlaridan olingan bo'lib, «ho'llamaslik» ma'nosini bildiradi.

Kvars, ohaktosh va shu kabi neft qatlamlarini tashkil etgan minerallar tabiatan gidrofil hisoblanadi. Kondagi tog' jinslari **neft** bilan yaxshi ho'llanadi **suv** bilan yomon ho'llanadi.

Adgeziya ishi deb - suyuqlik yuzasidan qattiq jismni ajratib olish uchun sarf bo'ladigan ishga aytiladi.

Kogeziya ishi - odatda tutash yuzalardagi bir faza zarrachalarining energiyasi o'zgarishini xarakterlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта / Ш.К. Гиматудинов, А.И. Ширковский.-Москва :Недра. 1982.-311 с.
2. Мирзаджанзаде А.Х. Физика нефтяного и газового пласта / А.Х.Мирзаджанзаде, И.М. Ахметов, А.Г. Ковалев. - Москва :Недра, 1992. - 269 с.
3. Гафаров Ш.А. Физика нефтяного пласта (типовые расчеты): учебное пособие / Ш.А. Гафаров. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 1998. - 141 с.
4. Akramov B.SH., Siddiqxo'jayev R.K. "Neft va gaz qatlami fizikasi" Darslik.- Toshkent. 2006. -204 bet.
5. Акромов Б.Ш. Мейлиев А. Методические указания по лабораторных работ по курсу "Физика нефтяного и газового пласта". -Тошкент. – 2006 й.
6. Котяхонов Ф.И. "Физика нефтяных и газовых коллекторов" – М. -Недра. 1977.
7. Бердин Ю.Г. Проектирование разработки нефтегазовых месторождений системами горизонтальных скважин. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2001.-199с.
8. Карманский А.Т. Физика нефтяного и газового пласта / А.Т. Карманский. - Санкт-Петербург : Изд-во СПГГИ, 2007. - 158 с.
9. Тананыхин Д.С. Физика нефтяного и газового пласта : методические указания для практических занятий / Д.С. Тананыхин, Л.А. Шангараева. - Санкт-Петербург : Изд-во СПГГИ, 2016. - 46 с.
10. Сваровская Н.А. Физика пласта : учебное пособие / Н.А. Сваровская. - Томск: ТПУ. 2003. - 156 с.
11. Росляк А.Т. Физические свойства коллекторов и пластовых флюидов / А.Т. Росляк. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010. - 140 с.
12. Бжицких Т.Г. Определение физических и фильтрационно-емкостных свойств горных пород : практикум для выполнения учебно-научных работ студентов направлений

«Прикладная геология» и «Нефтегазовое дело» / Т.Г. Бжицких, С.Ф. Санду, Н.Э. Пулькина. - Томск : Изд-во ТПУ, 2008. - 90 с.

13. Fayang Jin, Shuyong Hu, Su Huang, Xuetao Hu. Physics of Petroleum Reservoirs/ - Petroleum Industry Press, 2014.1.

MUNDARIJA

Kirish	3
I – BOB. TOG' JINSLARNING ASOSIY XOSSALARI	5
I.1. Tog' jinslarining paydo bo'lishi bo'yicha tasnifi.....	5
I.2. Tog' jinslarini qatlamga ko'rsatadigan bosimini hisoblash.....	7
I.3. Keltirilgan qatlam bosimini hisoblash.....	8
I.4. Tog' jinslarining granulometrik (mexanik) tarkibi.....	14
I.5. Tog' jinslarining g'ovakliligi va aniqlash usullari.....	20
I.6. Tog' jinslarining o'tkazuvchanligi.....	22
I.7. Tog' jinslarining taranglik xususiyatlarini aniqlash.....	40
Birinchi bob bo'yicha xulosa.....	42
II. BOB. TABIIY GAZLARNING ASOSIY FIZIK XOSSALARI	44
II.1. Tabiiy gaz va gaz - kondensat konlaridagi gazlarning tarkibi va tasnifini o'rganish.....	44
II.2. Gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekulyar massasi.....	45
II.3. Gazning eruvchanlik koeffitsientini aniqlash.....	47
II.4. Gazning siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlash.....	49
II.5. Gazning qovushqoqligi aniqlash.....	51
II.6. Gaz aralashmasining kritik harorati va bosimini hisoblash.....	55
Ikkinchi bob bo'yicha xulosa.....	57
III. BOB. QATLAM NEFTI VA SUVINING ASOSIY FIZIK XOSSALARI	58
III.1. Qatlam sharoitida neftning xossalarini va uni o'rganish.....	58
III.2. Qatlam sharoitidagi neftning fizik xususiyatlari.....	61
III.3. Qatlam neftining qovushqoqligini aniqlash.....	70
III.4. Nonyuton neftlarning qovushqoqligini aniqlash.....	75
III.5. Qazib olinadigan neftning hajmini hisoblash.....	82
III.6. Qatlam suvining fizik xususiyatlari.....	85
III.7. Neft-suv aralashmalarining fizik xususiyatlari.....	90
Uchinchi bob bo'yicha xulosa.....	92
IV. BOB. TOG' JINSI, TABIIY GAZ, QATLAM NEFTI VA GAZINING O'ZARO FIZIK TA'SIRI	93
IV.1. Tog' jinsi va suyuqliklarning issiqlik xususiyatlari.....	93
IV.2. Gilli qatlamlarning bo'kishi.....	98
IV.3. G'ovaklikni o'lchami bo'yicha taqsimlanishi. Qoldiq suvga to'yinganligi.....	103
IV.4. Gazni eruvchanlik koeffitsientini aniqlash.....	109

IV.5. Tog' jinsining neftga, suvga, gazga to'yinganlik koeffitsientlarini hisoblash.....	110
IV.6. Qatlamni solishtirma yuzasini aniqlash.....	111
IV.7. Kapillyar bosim va uni aniqlash usullari.....	116
IV.8. Molekulyar sirt hodisalari.....	117
IV.9. Uglevodorod tizimlarining fazaviy holatlari.....	123
To'rtinchi bob bo'yicha xulosa.....	126
Glossariy	127
Foydalanilgan adabiyotlar	134

MUHAMMADIYEV H.M.

NEFT VA GAZ QATLAMI

FIZIKASI

(Masalalar to'plami)

O'quv qo'llanma

Muharrir: B. Musayev

Musahhih: I. Tog'ayev

Texnik muharrir: K. Quدراتova

Texnik muharrir: K. Quدراتova

Tasdiqnoma. 5165, 31102023.

Terishga berildi: 27.09.2023 y.

Bosishga ruxsat etildi: 06.11.2023 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

"Cambria" gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 9,60. Shartli b. t.: 9,61.

Adadi: 35 nusxa. Buyurtma №229

«Intellekt» nashriyotida tayyorlandi.

QarMII kichik bosmaxonasida chop etildi.

180100. Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225 – uy.

Telefon 91-466-80-32.



 **INTELLEKT**
NASHRIYOTI

ISBN 978-9910-757-47-1



9 789910 757471