

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

SIDIQXO'JAYEV R.K., AKROMOV B.SH.

**NEFT VA GAZ
QATLAMI FIZIKASI**

O'quv qo'llanma

TOSHKENT 2007

Neft va gaz qatlami fizikasi. O'quv qo'llanma/
Sidiqxo'jayev R.K., Akromov B.Sh. — Toshkent: ToshDTU, 2007 —
191 b.

O'quv qo'llanma 0907 - "Neft va gaz konlarini ishlash va
ishlatish" mutaxassisligi va undagi hamma ixtisosliklar talabalari, neft
va gaz sanoati, neft va gaz sohasidagi ilmiy - tadqiqot va loyiha
institutlari xodimlari uchun foydali bo'lishi mumkin.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim
vazirligining neft va gaz bo'yicha ilmiy-uslubiy birlashmasi tomonidan
0907 - "Neft va gaz konlarini ishlash va ishlatisht" mutaxassisligi
talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.

Qo'llanma Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy - uslubiy
kengashi qaroriga asosan chop etildi.

Taqrizchilar: O'zbekiston Respublikasi Tabiiy fanlar
akademiyasining akademigi A.K.Raximov, UzLITneftgaz texnika
fanlari doktori E.K.Irmatov

KIRISH

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 fan 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, karbonsuvchillar qatlamlaridagi bosim va harorat 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 oshirish yo'llari haqidagi umumiy yo'nalishlar, hamda konlarni ishlatishda turli moddalardan foydalanish to'g'risida ma'lumotlar keltiriladi.

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" kabi fanlar bilan uzviy bog'lanib ketadi.

O'quv qo'llanma mualliflarning Toshkent davlat texnika universitetidagi ko'p yillik ma'ruzalar, hamda Rossiya davlat neft va gaz universitetida tuzilgan o'quv dasturlari asosida yozildi. Respublikada

ishlab turgan konlarni ishlash va ishlatish tarixidan ma'lumotlar bilan boyitildi.

O'quv qo'llanmaning I, III, V, VII bo'limlarini O'zbekiston neft va gaz milliy xolding kompaniyasi bosh mutaxassisi R.K.Sidiqxo'jayev; II, IV, VI bo'limlarini Toshkent davlat texnika universiteti "Neft va gaz" fakulteti "Neft va gaz konlarini ishlash va ishlatish" kafedrasini mudiri, dotsent B.Sh.Akromov yozgan.

Qo'llanma qayta ishlanib, ikkinchi nashrga topshirildi. Mazkur ish "Qatlam fizikasi" fani bo'yicha davlat tilida yozilgan dastlabki kitoblardan bo'lgani uchun kamchiliklardan xoli emas, albatta. Kamchilik va do'stona taqrizlarni chuqur minnatdorchilik bilan qabul qilamiz.

I BO'LIM. TOG' JINSLARINING XOSSALARI

1.1. 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 yuziga 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 ko'rinishi va tuzilishi 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 (granular), yoriq va aralash kollektorlar. Neft yoki gaz yig'ilishi yoki paydo bo'lishi mumkin bo'lgan tog' jinslari - kollektorlar deyiladi.

Granular 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, granular 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 sistemi 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 granular 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.

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 xossalariга uzviy bog'liqdir. Bu xossalar quyidagilardan iborat:

- 1) tog' jinslarining donadorlik tarkibi;
 - 2) g'ovakligi, kovakligi va yoriqligi;
 - 3) o'tkazuvchanligi;
 - 4) kapillarlik 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 tuzilishiga 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 xarakteri, zarrachalarning o'zaro bog'liqligi, ular orasidagi sementlovchi moddalarning miqdori kabilar bilan xarakterlanadi.

1.2. Tog' jinslarining donadorlik tarkibi

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, kapillarlik xossalari va b.) ham tubdan o'zgarishi mumkin.

Tog' jinslarining donadorlik tarkibiga ularning geologik kelib chiqishi, qatlamlarining 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 qilishi mumkin. Zarrachalar qancha mayda bo'lsa, ular bilan neftning umumiy bog'lanish yuzasi shuncha 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, oldini 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 kapillarlik xossalaridir.

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 kapillarlik xossalarini aniqlab olish kerak.

Bundan tashqari, ko'pincha neft va gaz qatlamlarini ishlatishda karbonsuvchillar va suv bilan birgalikda quduqlar ostiga tog' jinslaridan ajralib chiqqan mayda zarrachalar ham kelib, to'planib qolishi mumkin. Ana shunday holatlarda bunday tog' jinslaridan paydo bo'lgan qatlamlarda quduq osti atrofini mustahkamlash 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 xarakterlovchi yana bir muhim xossa - tarkibiy har xillik (turlilik) koeffitsienti ham aniqlanadi. Bu koeffitsient konlarning ishlash

usullarini tanlashda, ularning matematik va geologik modellarini tuzishda, har xil matematik hisoblashlarda ishlatiladi.

Tog' jinslarining donadorlik tarkibini o'rganishning ikki xil usuli bor: elash va sedimentatsiya (1.1.-a rasm va 1.1.-b rasm).

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.

Donadorlikni elash usuli orqali aniqlash

1.1 - jadval

Taj- riba №	Tog' jinsi nomi	Olin- gan joyi	Donadorlik, mm								
			10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,25-0,25

Sedimentatsiya usuli ba'zan gidravlik usul deb ham ataladi. Bu zarrachalarning suyuqlikda har xil tezlik bilan cho'kish 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, Gilgard usullari);

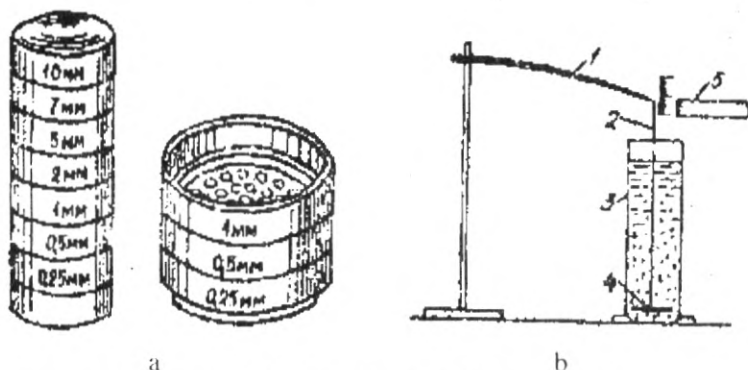
3. Uzlaksiz ravishda har xil chuqurlikdan namunalar olib, ularning og'irligini, gidrostatik bosimini aniqlash usuli.

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

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

$$g = \frac{g^* d^2}{18 \nu} \left(\frac{\rho_{t,l}}{\rho_s} - 1 \right) \quad (1.1)$$

Bu yerda: β - zarrachalarning cho'kish tezligi, m/s;
 g - erkin tushish tezlanishi, m^2/s ;
 d - zarrachalarning diametri, mkm;
 ν - suyuqlikning turg'unlik qovushqoqligi, Pa*s;
 $\rho_{t,j}$ - tog' jinsining zichligi, g/sm^3 ;
 ρ_s - suyuqlikning zichligi, g/sm^3 ;



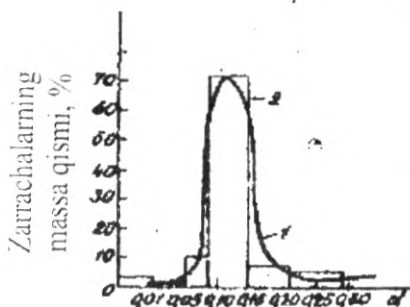
1.1. - rasm. Donadorlik tarkibini elash (a) va sedimentatsiya (b) usulida aniqlash

1 - shisha tayoqcha; 2 - ip; 3 - silindrik idish; 4 - shisha lappak (disk); 5 - o'lchov mikroskopi.

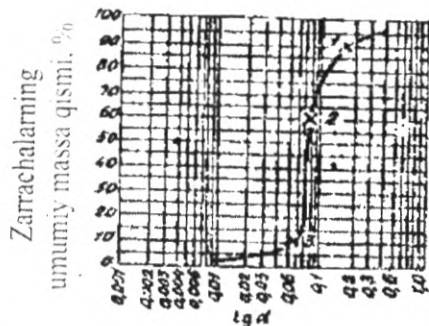
Sedimentatsiya usuli bilan aniqlash uchun juda ko'p turdagi asboblarda bor. Bular ichida eng soddasi Figurovskiy tarozisidir (1.1 - rasm). Figurovskiy tarozisi shisha tayoqcha (1), ipga (2) osilgan shisha lappak (disk) (4), silindrik idish (3) va o'lchov mikroskopidan (5) iborat. Silindrik idishga (3) yaxshilab aralashtirilgan suspenziya holatidagi suyuqlik quyiladi. Suspenziyada kattaligi 1 mkm dan 50 mkm gacha bo'lgan tog' jinsi zarrachalari erkin holda suzib yuradi. Suspenziya silindrik idishga quyilishidan oldin og'irligi o'lchanadi. Suspenziyada biroz vaqt o'tgach avval kattaroq, so'ngra esa maydaroq zarrachalar asta-sekin cho'ka boshlaydi. Ularning og'irligi ortib borib, ipning (2) tortilish tarangligi ortadi va shisha tayoqcha (1) egilishi mikroskop o'lchagichida (5) qayd qilinadi.

Tayoqchanning egilishida vaqt va og'irlik qayd qilinib borilishi natijasida olingan ma'lumotlar tahlil etilib, tog' jinsining donadorligi aniqlanadi.

Olingan ma'lumotlar jadval yoki grafik holda tahlil qilinishi mumkin. Tog' jinsning umumiy zarrachalari og'irligini, ularning diametri orqali bog'liqligini yarim logarifmik tasvirga tushirilsa, grafikda uchta xarakterli nuqta ko'zga tashlanadi (1.3 - rasm).



1.2. - rasm. Donadorlik tarkibi
gistogrammasi



1.3. - rasm. Donadorlik tarkibining
yarim logarifmik tasviri

Bu grafikda ordinata o'qida zarrachalar og'irligining umumiy og'irligiga nisbati foiz hisobida, absissa o'qida esa zarrachalar diametrining logarifmi qo'yiladi.

Bu yerdagi ikkinchi nuqta d_{60} , tog' jinsi tarkibida zarrachalarning diametri sifrdan shu diametrgacha bo'lgan miqdori umumiy massaning 60% ni tashkil qiluvchi nuqtani bildiradi. Birinchi d_{90} va uchinchi d_{10} nuqtalar esa mos ravishda xuddi ana shunday diametrlarning 90 va 10% massasini tashkil qiluvchi nuqtalardir. Sedimentatsiya usuli bilan tog' jinslarining tarkibini o'rganish ko'proq ular zarrachalarining diametri 0,1 - 50 mkm gacha bo'lganda qo'llaniladi.

Masalan, sedimentatsiya usuli bilan tog' jinsining tarkibi aniqlanganda quyidagi natijalar olingan bo'lsin:

1.2-jadval

Nº	Zarrachalar diametri, mkm	Zarrachalar og'irligi,	Zarrachalar og'irligining umumiy massaga nisbati, %	Tog' jinsining umumiy og'irligi, %
1	0-0,1	1	0,67	0,67
2	0,1-1,0	2	1,33	2,0
3	1,0-10,0	12	8,00	10,00
4	10,0-20,0	28	18,67	28,67
5	20,0-30,0	47	31,33	60,00
6	30,0-40,0	45	30,00	90,00
7	40,0-50,0	15	10,00	100,00
	jami	150	100,00	

Bu tajribada d_{10} - diametri 10 mkm bilan tugagan nuqtaga, d_{60} - diametri 30 mkm bilan tugagan nuqtaga va d_{90} - diametri 40 mkm bilan tugagan nuqtaga to'g'ri keladi.

Tog' jinslarining har turililigini xarakterlash uchun odatda d_{60} - va d_{10} nuqtalarning nisbati olinadi.

Ya'ni:

$$n = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1.2)$$

Bu yerda n - tog' jinslarining tarkibi har xilligini ko'rsatuvchi koeffitsient. Odatda neft va gaz qatlamlari uchun $n=1,1 \div 20$ gacha o'zgarishi mumkin.

Ana shu koeffitsientning katta-kichikligiga qarab quduqlar ostiga o'rnatiladigan filtrlar (sizgich) tanlanadi.

1.3. Tog' jinslarining g'ovakligi

Tog' jinslari ichidagi bo'shliqlar ularning g'ovakligini bildiradi.

g'ovaklik esa o'z navbatida g'ovaklik koeffitsienti bilan xarakterlanadi.

Tog' jinsi ichidagi hamma bo'shliqlar hajmining ($V_{bo'sh}$) umumiy tog' jinsi hajmiga (V_N) bo'lgan nisbati to'liq (yoki mutlaq) g'ovaklik koeffitsienti deyiladi.

$$m = \frac{V_{bo'sh}}{V_N} \quad (1.3)$$

Bu yerda: m - g'ovaklik koeffitsienti;

$V_{bo'sh}$ - tog' jinsidan yasalgan namuna ichidagi bo'shliqlarning umumiy hajmi;

V_N - namunaning umumiy hajmi.

G'ovaklik koeffitsienti foizda yoki o'nli birlikda o'lchanadi. Tog' jinsidagi bo'shliqlar hosil bo'lish jarayoniga qarab ikki turli bo'ladi: birlamchi va ikkilamchi bo'shliqlar. Birlamchi bo'shliqlarga zarrachalar; qatlamchalar orasidagi bo'shliqlar va uzoq geologik davrlarda yotqiziqlarning paydo bo'lish vaqtida hosil bo'lgan bo'shliqlar kiradi. Ikkilamchi bo'shliqlarga esa 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 tuzilishi ularning donadorligiga, shakliga, katta-kichikligiga, kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, katta va kichik g'ovaklarning nisbatiga qarab, tog' jinslarining bo'shliqlari turli-tuman bo'ladi. Ko'pincha bu g'ovaklar va bo'shliqlar o'zaro birlashib, tog' jinslarining kanallarini tashkil qiladi.

G'ovaklik kanallari o'zlarining kattaligiga qarab neft va gaz qatlamlarida uch turda bo'ladi:

1. Yirik kapillar kanalchalar - diametri 0,5 mm dan yuqori;
2. Kapillar kanalchalar - diametri 0,5 dan 0,0002 mm gacha;
3. O'ta mayda kapillar kanalchalar - diametri 0,0002 mm dan kichik.

Birinci tur kanalchalardan neft, suv va gaz bimalol harakatlanadi, ikkinchi tur kanalchalarda esa kapillar kuchlar natijasida harakatlanish bo'ladi. O'ta mayda kapillar kanalchalarida umuman

harakat bo'lmaydi.

Tog' jinslarining g'ovakligini ta'riflashda to'liq g'ovaklik koeffitsienti hamda tog' jinslarining statik yoki dinamik holatini xarakterlovchi statik foydali hajm va dinamik hajm tushunchalari ham mavjud.

Tog' jinslarining ochiq g'ovaklik koeffitsienti m_0 deb, o'zaro birlashgan ochiq g'ovak bo'shliqlari umumiy hajmning (V_0), namuna hajmiga (V_N) bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Kollektorlarning statik foydali hajmi P_{st} deb neft va gaz yig'ilishi mumkin bo'lgan bo'shliqqa aytiladi. Kollektorning dinamik foydali hajmi P_{din} deb neft va gaz harakatlanishi mumkin bo'lgan bo'shliqlarga aytiladi.

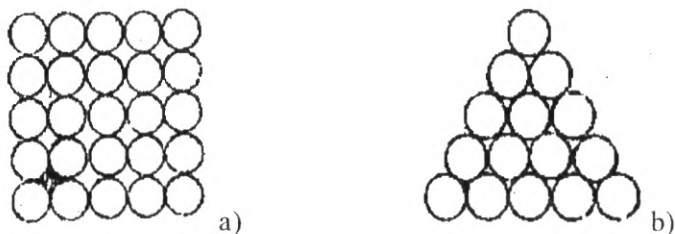
Statik foydali hajm P_{st} ochiq g'ovaklik koeffitsienti (m_0) bilan g'ovaklarni qoldiq suv to'ldirgan bo'shliqlar (m_s) ayirmasi orqali aniqlanadi.

$$P_{st} = m_0 - m_s \quad (1.4)$$

Dinamik foydali hajmi P_{din} boshlang'ich suv to'yinganligi ($S_{s,b}$) va qoldiq suv to'yinganligi ($S_{s,q}$) ayirmasini ochiq g'ovaklik koeffitsientiga ko'paytmasidan kelib chiqadi:

$$P_{din} = (S_{s,q} - S_{s,b}) * m_0$$

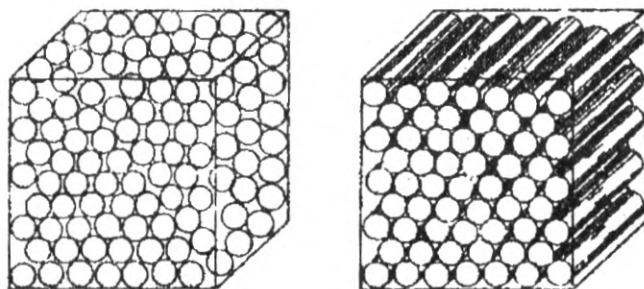
G'ovaklik tuzilishini o'rganish uchun birinchi bor Slixter tomonidan soxta va ideal tuproq modeli yaratildi.



1.4. - rasm. Soxta tuproq modeli.

Soxta tuproq modeli bir xil kattalikdagi sharsimon zarrachalar

(masalan, metall sharchalardan) to'ldirilgan idishdan iboratdir. Agar stakanni bir xil kattalikdagi sharchalar bilan to'latsak, soxta tuproqdagi g'ovaklik (1.4-a rasmda bo'yalgan) faqat sharchalarning o'zaro joylashuviga bog'liq bo'lar ekan. Soxta tuproqda sharchalar asosan ikki xilda joylashishi mumkin (1.4-a rasm) va ikkinchi usul uchburchak usulida (1.4-b rasm) bo'lishi mumkin.



1.5. - rasm. Ideal tuproq modeli

Slixter soxta tuproq g'ovakligini quyidagicha aniqlagan:

$$m = 1 - \frac{\pi}{6(1 - \cos\varphi)\sqrt{1 + 2\cos\varphi}} \quad (1.6)$$

Bu yerda φ - sharlarning joylashish burchagi $60^\circ - 90^\circ$ gacha o'zgarishi mumkin.

Soxta tuproq g'ovakli joylashish burchagiga qarab 0,26 dan 0,48 gacha o'zgaradi.

Ideal tuproq modeli bir xil kattalikdagi silindrsimon tayoqchalar bilan to'ldirilgan idishdan iboratdir.

Ideal va soxta tuproqlar faqat tajriba usulida tadqiqotlar olib borish uchun ishlatilishi mumkin.

Tog' jinslari g'ovakligini aniqlashning bir necha usullari bor.¹

1. Tog' jinsi namunasini kukun holiga keltirish.
2. Namunani to'yintirish (Preobrajenskiy) usuli.

¹ g'ovaklikni aniqlash usullari haqida "Qatlam fizikasi fani bo'yicha tajriba ishlari" ko'rsatmasida batafsil ma'lumotlar berilgan.

3. Namunani parafinlash (Mel'cher) usuli.

4. O'lash asbobi (porozimetr) yordamida aniqlash.

Neft va gaz qatlamlari qanday tog' jinslaridan tashkil topganligiga qarab g'ovaklik keng ko'lamda o'zgarishi mumkin. Masalan: qumtoshlarda 8 - 10 % dan 22 - 25 % gacha, ohaktoshlarda 1 - 2 % dan 10 - 12 % gacha va h.k.

Tog' jinslarining g'ovakligi donadorlik, zarrachalarning qanday joylashganligi bilan bir qatorda qatlam bosimi va haroratiga ham bog'liq. Qatlam bosimining ortishi g'ovaklikni kamaytirib, haroratning ortishi esa g'ovaklikni birmuncha oshishiga olib keladi.

1.4. Tog' jinslarining yoriqligi va kovakligi

Tog' jinslari tuzilishini o'rganish mukammallashgan sari ularning g'ovakligidan tashqari, kovakligi va yoriqliligi ham muhim ahamiyatga ega ekanligi ma'lum bo'ldi. Ba'zi hollarda esa tog' jinslarining foydali hajmi faqat yoriqlardan iborat ekanligi aniqlandi.

Neft va gaz kollektorlari ichida yoriqlilik bilan bog'liq bo'lgan tog' jinslari asosan ohaktoshlardan iboratdir.

Ohaktoshlar odatda juda qattiq tog' jinsi hisoblansa-da, ulardagi yoriqlar orqali neft va gaz harakatlanishi mumkin.

Yoriqli kollektorlarning foydali hajmi haqida har xil tushunchalar bor. Ba'zan bu hajm faqat yoriqlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Ko'pincha yoriqli kollektorlarning foydali hajmi quyidagicha uch xil ko'rinishdagi bo'shliqlardan iborat bo'ladi.

1. Zarrachalar orasidagi bo'shliq yoriqli kollektorlarda 2 - 10 % tashkil qiladi.

2. Kovaklar va mikrokarst bo'shliqlar yoriqli kollektorlarda asosiy foydali hajmni tashkil etib (13 - 15 %), ko'proq ohaktoshlarga mansubdir.

3. Yoriqlar hosil qilingan bo'shliqlar yoriqli tog' jinslarining yuzdan bir foizigachani tashkil qiladi. Bu yoriqlar, asosan, neft va gaz harakatlanadigan yo'llardan iborat.

Yoriqli tog' jinslarning kollektorlik xususiyatlarini o'rganish, ularning foydali hajmi, o'tkazuvchanligi va sizish yo'llarini tahlil etish natijasida bunday kollektorlarning quyidagi uch xil ko'rinishi

aniqlangan:

1. Kovaksimon kollektorlarning hajmi o'zaro bir - biri bilan tutashgan kovaklar va karst bo'shliqlaridan iborat bo'lib, asosan karbonat tog' jinslariga (ohaktosh, dolomit, gips) mansubdir. Bunday tog' jinslarida flyuidlar eng mayda yoriqlar orqali harakat qiladi.

2. Yoriqsimon kollektorlar hajmi asosan yoriqlar hosil qilingan bo'shliqlardan iborat bo'lib, karbonat tog' jinslariga mansubdir. Yoriqlar shuningdek qumtoshlar, mo'rt slanetslar va boshqa shu kabi tog' jinslarida ham uchrab turadi. Bu kollektorlarda gaz va suyuqliklar harakati eng mayda yoriqlar orqali bo'ladi (yoriqlar 5 - 10 mkm dan katta).

3. Aralash kollektorlar (kovaksimon va yoriqsimon kollektorlarning aralash holda uchrashi) odatda bir - biriga aralashishi konning maydoni bo'yicha (ya'ni gorizontal) hamda ko'ndalang qismi bo'yicha (vertikal) bo'ladi.

Yoriqli tog' jinslarini o'rganish natijasida yoriqlar rivojlanishi, yo'nalish va katta - kichikligi tektonik siljishlar va ularning yo'nalishi bilan bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi. Y.M.Smexov bo'yicha yoriqlar vertikal va gorizontal yoriq tizimlardan iborat bo'lib, ular o'zaro perpendikular yo'nalishlarda rivojlanar ekan. Ba'zan yoriqli tog' jinslarining yoriqlar yo'nalishi dunyo tomonlari yo'nalishiga mos keladi. Tektonik deformatsiyaning yo'nalishi yoriqlar yo'nalishiga asosiy omil bo'ladi.

Umuman, yoriqli tog' jinslariga tektonik jarayonlardan tashqari, shu jinslarning qay holda yotganligi, yotish burchagi, ularning fizik xossalari, maydalanganligi va boshqa omillar ta'sir ko'rsatadi. Odatda ma'danlar qanchalik chuqur joylashgan bo'lsa, ularning zichligi shunchalik ortib boradi, bo'shliqlar kamayib boradi, lekin ba'zi karbonat tog' jinslarida yoriqlar hatto 10 sm gacha (Norilsk yonidagi shaxta, Uxta konlari, Borislavl ozokerit konlari) uchraydi. Neft va gaz konlarida yoriqlar, asosan, 10 - 20 mkm, ni tashkil qiladi, ayrim hollarda esa 30 mkm gacha yetishi mumkin.

Smexov va boshqa ko'p tadqiqotchilarning aniqlashlaricha, yoriqliklarga tog' jinslarining litologik tarkibi ham ta'sir qilar ekan, qumtoshlarga nisbatan yoriqliklar karbonat tog' jinslarida keng tarqalgan. Yoriqlarni o'rganish uchun ularning ochilganlik ko'rsatkichidan foydalaniladi.

Yoriq tog' jinslarida yoriqlar bilan birga kovaklar ham alohida ahamiyatga egadir. Kovaklar deb noto'g'ri shaklda yoki sharsimon bo'lib, diametri 1m'dan katta bo'lgan bo'shliqlarga aytiladi. Kovaklar odatda g'ovaklardan katta, lekin karst bo'shliqlaridan kichik bo'ladi. Tog' jinslarida kovaklar ko'pincha ikkilamchi jarayonlar natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayonlarga asosan yuqori minerallashgan suvlar, harorat va bosim o'zgarishi ta'sir ko'rsatadi.

Yoriqlar bilan kovaklar ohaktosh va dolomit kabi tog' jinslarining asosiy foydali bo'shliqlarini tashkil etadi.

1.5. Yoriq kollektorlarning yoriqlilik intensivligi, ochiqligi va g'ovakligi

Yoriq kollektorlarni mukammal o'rganish natijasida ularning foydali bo'shliqlarini xarakterlovchi asosiy omillar - yoriqlilik intensivligi, ochilganlik va g'ovaklik ekanligi aniqlanadi. Bu omillarning miqdoriga qarab yoriq kollektorlarni ishlatish, ularga ta'sir ko'rsatish va quduqlar ostki qismini maxsus moslamalar bilan jihozlash usullari tanlanadi. Shuning uchun ham yoriq kollektorlar uchun bu omillar alohida ahamiyatga egadir.

Yoriq kollektorlarning yoriqlilik intensivligi hajm (T) va yuza (P) yoriqliliklari bilan belgilanadi.

Kollektorlarning hajm yoriqlilik intensivligi, tog' jinsining bir hajm birligiga to'g'ri keladigan yoriqlar yuzasining yarmi bilan o'lchanadi:

$$T = \frac{S}{V} \quad (1.7)$$

Bu yerda: S - hamma yoriqlar yuzasining yarmi,
V - tog' jinsining hajmi.

Tog' jinsining bir yuza birligiga to'g'ri keladigan yoriqlarning umumiy uzunligiga yoriqlilik intensivligi deyiladi:

$$P = \frac{L}{F} \quad (1.8)$$

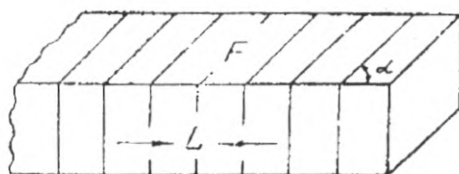
Bu yerda: L - hamma yoriqlarning umumiy uzunligi;

F - yoriqlar joylashgan yuza.

Yoriq kollektorlarni o'rganishda yoriqlarning zichligidan ham foydalaniladi (1.6 - rasm)

Yoriqlilik zichligi deb, yoriqlar sonining (Δn) shu yoriqlar uzunligi (ΔL) ga nisbatiga aytiladi.

$$\Gamma = \frac{\Delta n}{\Delta L} \quad (1.9)$$



1.6 - rasm. Yoriqlilik zichligi tasviri

Agar yoriqli kollektor bir xil yoriqlikka ega bo'lsa, yoriqlarning zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Gamma = \frac{1}{L} \quad (1.10)$$

Bu yerda: L - yoriqlar orasidagi masofa.

Yoriq kollektorlarni xarakterlovchi bu ko'rsatkichlar o'zaro quyidagicha bog'liq:

$$\begin{aligned} T &= \sum_{i=1}^N \Gamma_i; & T &= \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{\cos \alpha_i}; \\ P &= \sum_{i=1}^N \Gamma_i \cos \alpha_i \end{aligned} \quad (1.11)$$

Bu yerda: N - yoriqlar tizimining soni;

α_i - yoriqlar tizimi bilan yuza orasidagi burchak (1.6 - rasm)

Yoriqlar zichligi va ochilganligining $b_i \cdot \Gamma_i$ ko'paytmasi yoriq kollektorlarning g'ovakligini beradi:

$$m_i = b_i \cdot \Gamma_i \quad (1.12)$$

Yoriq tizimlar uchun yoriq g'ovakligi quyidagicha aniqlanadi:

$$m_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N m_i = \sum_{i=1}^N b_i \cdot \Gamma_i \quad (1.13)$$

Yoriqlar ochiqligi o'zgarmas bo'lganda ()

$$m_{\Sigma} = b \cdot T \quad (1.14)$$

Yoriq kollektorlarning bu xususiyatlari mikroskop orqali maxsus tayyorlangan shliflarda o'rganiladi. Kollektorlarning o'tkazuvchanligi va yoriq g'ovaklik bog'lanishi Bussineks tenglamasi orqali aniqlanadi. Bu tenglamadan yoriqlar tizimidagi bitta yoriqdan oqib o'tgan suyuqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$q = \frac{b^2}{12\mu} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} \quad (1.15)$$

Bu yerda: q - bitta yoriqdan o'tayotgan suyuqlik miqdori;

μ - suyuqlikning dinamik qovushqoqligi;

$\frac{\partial P}{\partial x}$

- bosim gradienti.

Agar (1.15) tenglamani suyuqlik oqib o'tayotgan hamma yoriqlar tizimiga va uning yuzasiga nisbatan yozadigan bo'lsak, u holda

$$0 = \frac{F * m_{\text{e}} * b^2}{12\mu} * \frac{\partial P}{\partial x} \quad (1.16)$$

bo'ladi.

Darsi tenglamasi bo'yicha tog' jinsidan oqib o'tayotgan suyuqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{K_{\text{e}} * F * \partial P}{\mu * \partial x} \quad (1.17)$$

Har ikki tenglama (1.16, 1.17) birgalikda o'tkazuvchanlikka nisbatan yechilsa, yoriqli kollektorlarning o'tkazuvchanligi aniqlanadi:

$$K_{\text{e}} = 85000 * b^2 * m_{\text{e}} \quad (1.18)$$

Bu yerda: b - yoriqlarning ochilganligi;

m_{e} - yoriq g'ovakligi;

K_{e} - yoriq o'tkazuvchanligi.

Yoriqli kollektorlar hanuzgacha batafsil o'rganilmagan. Ayniqsa, ularda uch fazali flyuidlar (gaz Q + neft Q + suv) oqishidagi fazaviy o'zgarishlar, sirt taranglik kuchlari va fazaviy o'tkazuvchanlik to'la o'rganilmagan.

1.6. Tog' jinslarining o'tkazuvchanligi

Tog' jinslarining bosimlar ayirmasi mavjudligida o'zidan suyuqlik yoki gaz o'tkazish qobiliyatiga o'tkazuvchanlik (K) deyiladi. Tabiatda umuman hech narsa o'tkazmaydigan jismlar yo'q. Shuningdek tog' jinslaridan ba'zilari juda yaxshi o'tkazuvchan (qum, qumtosh), ba'zilari juda ham kam o'tkazuvchan (loy, slanets va b.) bo'ladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, tog' jinslarining o'tkazuvchanligi gaz, suv va neft uchun har xil bo'lar ekan.

Haqiqatan ham, neft va gaz konlarini ishlatishda bu narsa

tasdiqlandi. Tog' jinsi o'tkazuvchanligini xarakterlash uchun mutlaq (K_a), fazaviy (K_n , K_g , K_s) va nisbiy ($K's$, $K'g$, $K'n$) o'tkazuvchanlik tushunchalari kiritilgan.

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 nisbati aytiladi:

$$K_n = \frac{K_n}{K} ; \quad K_g = \frac{K_g}{K} ; \quad K_s = \frac{K_s}{K} ; \quad (1.19)$$

Bu yerda: K_n , K_g , K_s - mos ravishda neft, gaz va suvning fazaviy o'tkazuvchanlik koeffitsienti; K - mutlaq o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Tog' jinsining o'tkazuvchanligi Darsining to'g'ri chiziqli sirqish qonunlari orqali aniqlanadi. Masalan, qandaydir tog' jinsidan tayyorlangan namuna orqali biror suyuqlik o'tkazuvchanligi organiladi (1.7 - rasn). Bunda namunadan o'tayotgan suyuqlik tezligi ikki usulda aniqlanishi mumkin:

$$V = \kappa * \frac{1}{\mu} * \frac{\Delta P}{L} \quad \text{va} \quad V = \frac{Q}{F} \quad (1.21)$$

Bu yerda: V - to'g'ri chiziqli sirqish tezligi;

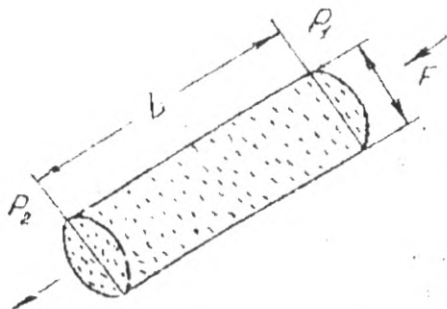
Q - vaqt birligida o'tgan suyuqlik hajmi;

μ - suyuqlikning dinamik qovushqoqligi;

F - namunaning kesim yuzasi;

$\Delta P = P_1 - P_2$ - bosimlar ayirmasi;

L - namuna uzunligi.



1.7. - rasm. Namunada o'tkazuvchanlikni o'rganish.

Har ikkala tenglama o'tkazuvchanlikka nisbatan yechilsa, u holda

$$K_s = \frac{Q_s * \mu_s * L}{\Delta P * F} \quad (1.22)$$

bo'ladi.

Bu tenglama faqat suyuqliklarga nisbatan ishlatiladi. Namunadan gaz o'tkazilganda o'tkazuvchanlik quyidagicha aniqlanadi:

$$K_g = \frac{2Q_g * P_0 * \mu_g * L}{(P_1^2 - P_2^2) * F} \quad (1.23)$$

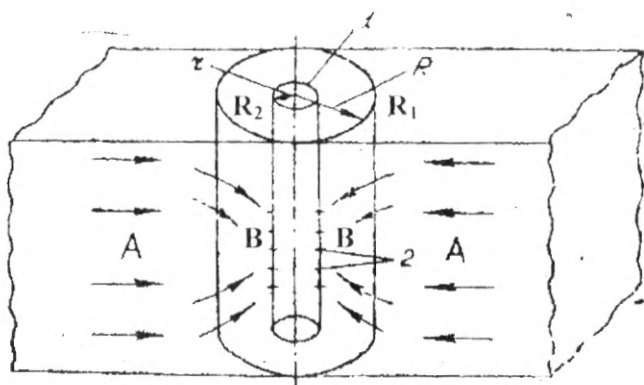
bo'ladi.

Bu yerda: Q_g - vaqt birligida o'tgan gaz hajmi;

P_0 - atmosfera bosimi;

μ_g - gazning dinamik qovushqoqligi.

Yuqoridagi tenglamalar faqat to'g'ri chiziqli sirqishga taalluqlidir. Lekin ba'zan suyuqlik va gazlarning egri chiziqli (ya'ni radial) harakati uchun ham o'tkazuvchanlik aniqlanishi kerak bo'ladi. Bunday hollarda neft va gazlar qatlamlardan sirqib kelib, quduq ostiga yaqinlashganda ro'y beradi (1.8-rasm). Bunday hollarda o'tkazuvchanlik quyidagicha aniqlanadi.



1.8. - rasm. Radial oqimda o'tkazuvchanlikni aniqlash

Suyuqliklar uchun:

$$K = \frac{\mu_s * Q_s * \ln \frac{2l}{2n}}{2\pi h * (P_T - P_n)} \quad (1.24)$$

Gazlar uchun:

$$K_g = \frac{\mu_g * Q_g * \ln \frac{2l}{2n}}{\pi h * (P_T^2 - P_n^2)} \quad (1.25)$$

bo'ladi.

Xalqaro birliklar sistemasida o'tkazuvchanlik o'lchovi miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$[Q] = m^3/s; \quad [\mu] = Pa \cdot s; \quad [L] = m; \quad [P] = Pa; \quad [F] = m^2.$$

(1.22) tenglamaga muvofiq

$$K = \frac{m^3 / sek \cdot Pa \cdot sek \cdot m}{Pa \cdot m^2} = m^2$$

bo'ladi.

Xalqaro o'lchamlar tizimida uzunligi 1 m, yuzasi 1 m² bo'lgan tog' jinsidan 1 Pa L ga teng bosimlar ayirmasida sekundiga 1 m³ hajmdagi qovushqoqligi 1 Pa*s bo'lgan suyuqlik o'tgandagi

o'tkazuvchanlik 1 m^2 ga teng deb hisoblanadi.

O'tkazuvchanlikning o'lchov birligidan uning fizik ma'nosi - yuza kelib chiqadi. Haqiqatan ham, tog' jinslarining o'tkazuvchanligi sirqish yuzasini bildiradi.

O'tkazuvchanlik ko'pincha amaliy ishlarda Darsi (ingliz olimi Darsi nomi bilan atalgan) bilan ham o'lchanadi.

Har ikki o'lchov birliklari orasida quyidagi bog'lanishlar bor:

$$1 \text{ m}^2 = 10^{12} \text{ d}; \quad 1 \text{ d} = 10^{-12} \text{ m}^2 = 1 \text{ mkm}^2;$$

1.7. Qatlamdagi fazalar harakati

Neft va gaz konlarida qatlamlar faqat neft yoki gazning o'zi bilan emas, balki suv bilan to'yingan bo'ladi, ya'ni bir vaqtning o'zida neft, gaz va suv birgalikda harakatlanishi mumkin. Bunday uch faza harakatlanayotganida tog' jinsining mutlaq o'tkazuvchanligi qandaydir bir faza uchun shu mutlaq o'tkazuvchanlikdan kichik bo'ladi.

Ilmiy tajribalar shuni ko'rsatadiki, fazaviy va nisbiy o'tkazuvchanliklar asosan tog' jinsi u yoki bu faza bilan qanchalik to'yinganligiga bog'liq ekan.

Qatlamlarda bir vaqtning o'zida ikki fazali - "neft+suv", "neft+gaz", "gaz+suv" harakati hamda uch fazali "neft+gaz+suv" harakati bo'lishi mumkin. Bunday hollarda har bir faza uchun o'tkazuvchanlik miqdori juda muhim ahamiyatga ega bo'lib qoladi. Har bir faza uchun aniqlangan o'tkazuvchanlik suyuqlik va gazlarning sirqish qonunlarini o'rganishda keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, bu ko'rsatkichlarga asoslanib, quduqlarning mahsuldorligi, qatlamlardagi o'zgarishlar va h.k. aniqlanadi.

Fazaviy va nisbiy o'tkazuvchanlikning har xil muhitlarda o'zgarishini ko'rib chiqaylik.

Ikki fazali harakat

a) Neft va suv aralashmasining qatlamdagi harakati .

Ma'lumki, o'tkazuvchanlik qatlamining u yoki bu faza bilan qanchalik to'yinganligiga bog'liq.

Tog' jinslarining to'yinganligi (neft, gaz, suv bilan) deb, biror faza bilan to'yingan bo'shliqlar hajmining umumiy bo'shliqlar hajmiga nisbatiga aytiladi.

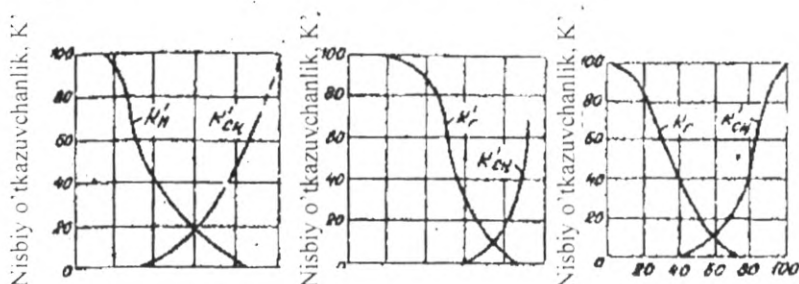
$$S_n = \frac{V_n}{V}; \quad S_g = \frac{V_g}{V}; \quad S_s = \frac{V_s}{V}$$

Bu yerda: S_n, S_g, S_s - mos ravishda tog' jinslarining neft, gaz va suv bilan to'yinganligi;

V_n, V_g, V_s - mos ravishda bo'shliqlarning neft, gaz va suv bilan to'yingan hajmi;

V - tog' jinslarining umumiy bo'shliqlari hajmi

1.9-rasmda laboratoriya sharoitida o'tkazilgan tajribalar natijasida neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik (suv bilan to'yinganlik hisobga olingan holda) grafik usulida ko'rsatilgan.



1.9 - rasm. Gaz va suyuqlik harakatida nisbiy o'tkazuvchanlikning suv bilan to'yinganligiga bog'liqligi.

a) qumlarda b) qumtolarlarda d) ohaktosh va dolomitlarda

Rasmdan ko'rinib turibdiki, agar tog' jinsi (masalan, qumtosh) 20% suv bilan to'yingan bo'lsa, demak qolgan 80% neft bo'lishi mumkin, u holda suv uchun qumtoshning nisbiy o'tkazuvchanligi nolga teng, ya'ni suv harakati bo'lmaydi.

Neft uchun esa nisbiy o'tkazuvchanlik 0,60-0,65 ga teng bo'ladi. Bunga asosiy sabab, tog' jinsi suv bilan kam to'yinganida (20% gacha) juda mayda va boshi berk kanalchalarda suv turib qoladi. Tog' jinslarining eng mayda zarrachalari atrofini suv yupqa sirt bilan o'rab

oladi va kapillarlik kuchlar ta'sirida harakatsiz bo'lib qoladi.

Ammo, tog' jinsining suv bilan to'yinganligi sal ortishi bilan neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik keskin pasayadi.

Masalan, suv bilan to'yinganlik 40% ni tashkil qilganida (1.9-rasmga qaralsin) suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik 0,1 ni, neft uchun esa 0,3 ni tashkil qiladi. Suv bilan to'yinganlik oshib borgan sari neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik tubdan kamayib boradi. Tog' jinslarida suv bilan to'yinganlik 70% va undan oshgandan keyin neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik deyarli nolga yaqinlashib qoladi.

Bu keltirilgan misollardan quyidagi xulosa kelib chiqadi.

Konlarda suv bilan to'yinganlik ortishi neftning quduqlarga yetib kelishiga keskin to'sqinlik qilib, amalda neft harakatining to'xtashiga olib keladi. Shuning uchun ham neft quduqlarini muddatidan oldin suv bosishining oldini olish kerak bo'ladi. Buning uchun avvalo quduqlarni burg'ilash vaqtida neft va gazli qatlamlarga burg'ilash suyuqligi kirib borishining oldini olish kerak, quduqar mahsulotida suv paydo bo'lgandan keyin uning miqdori oshib ketmasdan oldin suv kelishini kamaytirish choralarini ko'rish lozim. Hozirgi paytda suv yo'llarini to'sish uchun har xil kimyoviy moddalar qo'llaniladi, suv bosgan qatlamlarni neft qatlamlaridan ajratish uchun quduqlarda sementli to'siqlar o'rnatiladi. Xuddi shu maqsadlarda qatlamlarni bir-biridan ajratuvchi maxsus moslama pakclardan ham foydalanish mumkin.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, suyuqliklarning sirt taranglik kuchi kamaygan sari nisbiy o'tkazuvchanlik ortar ekan. Sirt taranglikni esa SAM (sirt aktiv moddalar) ta'sirida kamaytirish mumkin.

Fazaviy va nisbiy o'tkazuvchanlik uchun tog' jinsini to'yintirgan suyuqliklar qovushqoqlik nisbati ham katta ahamiyatga ega. Umuman olganda, tog' jinslarining o'tkazuvchanligiga shu tog' jinsining donadorligidan tashqari, suyuqlik va gazlarning fizik-kimyoviy xossalari, ular orasidagi uzviy bog'lanishlar va sirt taranglik kuchlari ta'sir ko'rsatadi.

b) Suyuqlik va gazlar harakati

Tog' jinslarida suyuqlik va gaz harakat qilayotganda ham ular uchun nisbiy o'tkazuvchanlik tog' jinsining suv bilan to'yinganligiga bog'liq.

1.9-b, d rasmda ko'rsatilganidek, tog' jinslarining nisbiy

o'tkazuvchanligi xuddi neft va suv harakatidek, gaz va suyuqlik harakatida ham suv bilan to'yinganlik ortib borishi nisbiy o'tkazuvchanlikni gazlar uchun keskin kamayib va aksincha, suv bilan to'yinganlik 20-25%ni tashkil qilganida gazlar uchun nisbiy o'tkazuvchanlik juda katta miqdorni (0,8-0,9) tashkil qilar ekan, suv esa bu vaqtda amalda harakatsiz bo'ladi. Lekin, suv bilan to'yinganlik 60% bo'lganda gazlar uchun nisbiy o'tkazuvchanlik atigi 0,2ni tashkil qilar ekan. Qumtosh, ohaktosh va dolomitlar uchun ham yuqoridagi qonuniyatlar aniqlangan.

Shuni ham aytish kerakki, gaz bilan to'yinganlik qum va qumtoshlar uchun 10-15% ni va ohaktoshlar uchun 25-30% ni tashkil qilganda gaz harakatsiz bo'ladi (rasmga qaralsin). Shu bilan birga suyuqliklar uchun nisbiy o'tkazuvchanlik ham biroz kamayadi.

Demak, kollektorlarda harakatlanayotgan neftdan erigan gaz ajralib chiqsa, neftning harakati susayar ekan. Bunga sabab, ajralib chiqqan sof holdagi gaz eng mayda bo'shliqlar, juda tor go'vak va kanalchalarni egallab olib, neft harakatiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun ham neft konlari ishlayotganida iloji boricha qatlamlar ichida gazning neftdan ajralib chiqishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

1.9-rasmda keltirilgan suv bilan to'yinganlik bilan nisbiy o'tkazuvchanlik juda ko'p muhim omillarga bog'liq bo'lganligi uchun amalda faqat shu konning qatlamlariga tegishli bog'liqliklar tuzilishi kerak. Ana shundagina konni ishlatishda eng yaxshi natija beradigan ish jarayonini ta'minlash mumkin bo'ladi.

Uch fazali harakat

Qatlamda ikki va uch fazali harakatlar qanday sodir bo'lishini aniqlash uchun laboratoriya sharoitlarida ko'plab tajribalar o'tkazilgan. Tajribalardan aniqlandiki, tog' jinsining nisbiy o'tkazuvchanlik miqdori uning qaysi bir faza (neft, gaz, suv) bilan to'yinganligiga bog'liq ekan. Natijada ikki yoki uch fazali harakat qaysi hollarda ro'y berishi aniqlanadi.

1.10.-rasmdagi diagrammani uchta asosiy chiziq kesib o'tgan. Bu chiziqlar bir, ikki va uch fazali harakat oqimida 5% suv, qolgan 95% neft va gaz har xil nisbatda bo'lgan nuqtalarni birlashtirgan, 2-chiziq oqimda 5% neft, qolgan 95% suv va gaz har xil munosabatda bo'lgan

nuqtalarni birlashtirgan. 3-chiziq 5% gaz, qolgan 95% neft va suv har xil nisbatda bo'lgan nuqtalarni birlashtirgan. Bu diagrammadan tog' jinsi bir, ikki va uch fazali flyuidlar bilan qanday to'yinganlikda bo'lishini aytish mumkin:

I. Bir fazali harakat chegaralari:

a) gaz harakati - suv bilan to'yinganlik 45% dan, neft bilan to'yinganlik 27% dan kam bo'lganda;

b) neft harakati - suv bilan to'yinganlik 33% dan, gaz bilan to'yinganlik 18% dan kam bo'lganda;

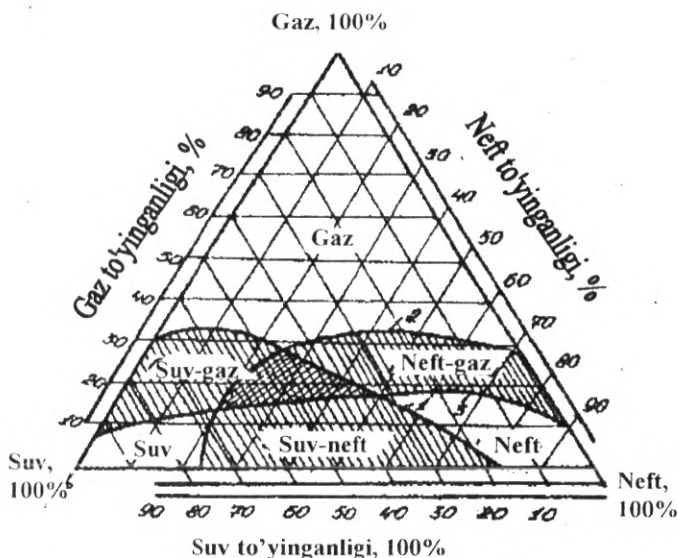
d) suv harakati - gaz bilan to'yinganlik 10% dan, neft bilan to'yinganlik 20% dan kam bo'lganda.

II. Ikki fazali harakat chegarasi:

a) neft va gaz harakati - gaz bilan to'yinganlik 18-33%ni, neft bilan to'yinganlik 28-50%ni tashkil qilganda;

b) neft va suv harakati - neft bilan to'yinganlik 20-85%ni, suv bilan to'yinganlik 15-75%ni tashkil qilganda;

d) gaz va suv harakati - gaz bilan to'yinganlik 10-33%ni, suv bilan to'yinganlik 45-90%ni tashkil qilganda bo'lishi mumkin.



1.10 – rasm. Uch fazali harakat tasviri.

III. Uch fazali harakat chegaralari:

Gaz, neft va suv baravariga bir oqim bo'lib harakatlanishi, gaz bilan to'yinganlik 14 dan 30% gacha, neft bilan to'yinganlik 20 dan 50% gacha va suv to'yinganlik 33 dan 64% gacha bo'lganda mavjud bo'ladi.

1.10 - rasmda keltirilgan ma'lumotlar tajriba asosida olingan bo'lib, amalda esa bu sonlar biroz boshqacha bo'lishi mumkin. Shuning uchun har bir kon uchun, shu kondan olingan namunalardan neft, gaz va suv o'tkazish yo'li bilan to'yinganlik va fazaviy harakatlar chegarasi aniqlanishi kerak. Olingan natijalar konni ishlatishda tatbiq qilinadi.

1.8. O'tkazuvchanlikning g'ovaklik va g'ovak kanallari bilan bog'liqligi

O'tkazuvchanlik bilan g'ovaklik orasida bevosita bog'lanish yo'q. Tabiatda g'ovakligi juda katta, ammo o'tkazuvchanligi juda kichik bo'lgan tog' jinslari ham uchraydi. Bularga misol tariqasida loy yotqiziqclarini ko'rsatish mumkin. Loyning g'ovakligi 40-50% gacha va undan ham ortiq bo'lishi mumkin, ammo o'tkazuvchanligi nihoyatda kichikdir, amalda o'tkazmas desak ham bo'ladi.

Bu o'rinda Markaziy Osiyo respublikalarida uy tomlarini loy-suvoq bilan yopishni misol tariqasida ko'rish mumkin. Yomgir suvlari bunday tomlardan o'tmaydi.

Ammo buning aksi sifatida, g'ovakligi juda kichik bo'lib, o'tkazuvchanligi katta bo'lgan ohaktoshni ko'rsatish mumkin. Odatda ohaktoshlarda g'ovaklik 4-8% ni tashkil qilsada, o'tkazuvchanligi ancha kattadir (100 mkm^2).

Bu misollardan ko'rinib turibdiki, g'ovaklik bilan o'tkazuvchanlik orasida bilvosita bog'liqlik bor. Bu bog'liqlik Darsi va Puazeyl qonunlari tahlildan kelib chiqadi. Puazeyl qonuni bo'yicha g'ovakli muhitdan sirqib o'tayotgan suyuqlik miqdori quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$Q = \frac{n\pi R^4 F \Delta P}{8\mu L} \quad (1.27)$$

Darsi qonuni bo'yicha esa xuddi ana shu suyuqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{kF\Delta P}{\mu L} \quad (1.28)$$

G'ovaklik tenglamasidan (1.3) quyidagi natijani olish mumkin:

$$m = \frac{V_{bo'sh}}{V_N} = \frac{nF\pi R^2 L}{FL} = n\pi R^2 \quad (1.29)$$

Bu tenglamalarda:

n - yuza birligidagi g'ovaklar soni (oqim aynan shu g'ovaklardan o'tadi)

R - g'ovak kanalchalarining radiusi (yoki g'ovaklarning o'rtacha radiusi)

F - oqim o'tayotgan yuza

ΔP - bosimlar ayirmasi

L - g'ovakli namuna uzunligi

μ - suyuqlikning dinamik qovushqoqligi.

Endi 1.29 tenglamani (1.27) ga qo'yib (1.28) orqali R -ni topamiz:

$$\frac{n\pi R^2 F \Delta P}{8\mu L} = \frac{kF\Delta P}{\mu L} \quad (1.30)$$

Bu yerda

$$k = \frac{mR^2}{8} \quad (1.31)$$

yoki

$$R = \sqrt{\frac{8k}{m}} \quad (1.32)$$

Agar o'tkazuvchanlikni mkm^2 da o'lchasak, u holda

$$R = 2,86 \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1.33)$$

bo'ladi.

Shuni aytish kerakki, 1.33 - tenglamadagi R faqat soxta tuproqqa (yoki ideal tuproq) taalluqlidir. Tabiiy tog' jinslarida esa bo'shliq kanalchalari egri-bugri va har xil kattalikda bo'ladi. Tog' jinslari uchun bu munosabatga ma'lum to'latish koeffitsientini kiritib foydalanish mumkin. Rus olimi F.I.Kotyaxov tomonidan ana shunday koeffitsient kiritilib, 1.33 - tenglama quyidagi shaklga keltirildi:

$$R = \frac{2}{7 \cdot 10^5} \sqrt{\frac{8kY}{m}} \quad (1.34)$$

Bu yerda: Y - haqiqiy tog' jinslarining g'ovakli muhitini xarakterlovchi koeffitsient

O'z navbatida:

$$Y = \frac{0,5035}{m^{1,1}} \quad (1.35)$$

empirik tenglama bilan aniqlanadi. Uning miqdori

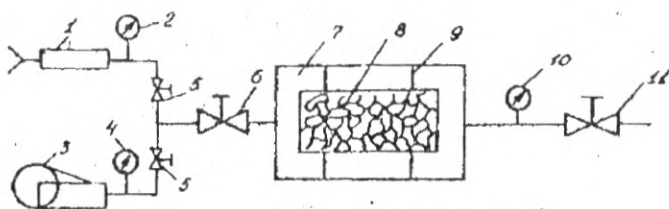
$$R = 2 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{kY}{m^{1,1}}} \quad (1.36)$$

Bu tenglama o'tkazuvchanlikning g'ovaklik bilan bogliqligini g'ovak radiuslari orqali ifodalovchi yakuniy tenglamadir.

1.9. G'ovaklar miqdorini aniqlash usullari

G'ovaklar va g'ovak kanalchalarining miqdori tog' jinsi bo'shliqlari tuzilishini o'rganishda kerak bo'ladi. Bu kattaliklarni simob to'yintirish va yarim o'tkazgich usuli bilan aniqlash mumkin.

Simob to'yintirish usuli bilan g'ovaklar kattaligini aniqlash uchun katta bosimga chidaydigan, hamda havo o'tkazmaydigan qilib ishlagan kamera (1), vakuum va bosimni o'lchaydigan o'lchagichlardan (2,4) iborat bo'lgan maxsus moslamadan foydalaniladi. Bu moslamaning ishlash sxemasi 1.11 - rasmda ko'rsatilgan.



1.11 - rasm. Simob to'yintirish usuli bilan g'ovaklar kattaligini aniqlash moslamasi

1 - bosqon; 2,10 - bosim o'lchagichlar; 3 - vakuum nasos; 4 - vacuum o'lchagich; 5 - ochqich-bekitgichlar; 6,11 - ventillar; 7 - kamera; 8 - namuna; 9 - namuna tutqichlar.

Kameraga (7) toza quritilgan tog' jinsi namunasi (8) o'rnatilgan. Vakuum nasos (3) ishga tushirilib, kameradan havo so'rib olinadi. Shundan keyin simobli bosqon (1) orqali kamera simobga to'ldiriladi.

Kamera simobga to'lgach, simob yana bir oz kattaroq bosim orqali haydaladi va bosim qanday o'zgarganligi qayd qilinadi. Biroz vaqt o'tgandan so'ng, kamera ichidagi bosim ostida turgan simob namuna g'ovaklari ichiga sirqib kira boshlaydi va bosim pasayadi. Demak, simob namunadagi katta g'ovaklarni egallaydi. Simobning g'ovaklarni egallashida kapillar bosim asosiy rol o'ynaydi. Kapillar bosim o'z navbatida simobning sirt taranglik burchagiga bog'liq bo'lib, quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$P_k = \frac{2\delta \cos \theta}{R} \quad (1.37)$$

Bu yerda: P_k - simobning kapillar bosimi

δ - sirt taranglik kuchi (simob uchun 480 mN/m)

θ - sirt taranglik burchagi (simob uchun $\theta=140^\circ$)

R - g'ovaklar radiusi.

Keltirilgan tenglamadan g'ovaklar radiusi aniqlanadi

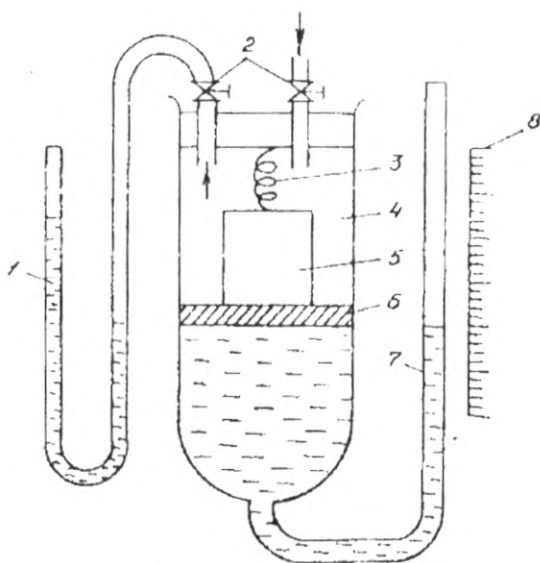
$$R = \frac{2\delta \cos \theta}{P_k} \quad (1.38)$$

Moslamadagi bosim yana oshirilib, simob haydaladi va bu jarayon bir necha marta qaytarilib, namuna ichidagi bo'shliqlar simobga to'ldiriladi. O'z-o'zidan ma'lumki, bo'shliqlar orasiga simob kirishi bosimni R_1 dan R_2 gacha oshirilganda ro'y beradi. Demak, bu holda, simob kirgan bo'shliqlar radiusi

$$R_1 = \frac{2\delta \cos \theta}{P_1} \text{ dan } R_2 = \frac{2\delta \cos \theta}{P_2} \text{ gacha bo'ladi.}$$

Xuddi shuningdek R_3 , R_4 va h.k. radiuslar orqali, namunadagi g'ovaklar miqdori aniqlanadi.

Yarim o'tkazgich usuli bilan g'ovaklarning kattaliklarini aniqlashda 1.12- rasmda keltirilgan moslamadan foydalaniladi.



1.12 rasmi. Yarim o'tkazgich usulida g'ovaklikni aniqlash

Bu moslama namuna o'rnatilgan kamera (4), yarim o'tkazgich to'siq (6), U - simon bosim o'lchagich (1) va darajalangan (8) suyuqlik yig'iladigan idishdan (7) iborat. Kameradagi yarim o'tkazgich to'siq o'zidan suyuqlikni o'tkazib, gazni o'tqazmaydi. Namuna suyuqlik (kerosin) bilan to'yintirilib, kameraga o'rnatiladi va qimirlab ketmasligi uchun prujina (3) bilan qisib qo'yiladi. Kameraga havo (yoki azot) haydab, namuna ichidagi suyuqlik siqib chiqariladi.

Suyuqlik yarim o'tkazgichdan o'tib, darajalangan idishda yig'ila boshlaydi. Havo bosimini o'zgartirib turib, bosimning bir necha qiymatlari aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar (1.38) tenglamasiga qo'yilib, namuna bo'shliqlari radiuslari aniqlanadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, suyuqlik harakati g'ovaklarning radiuslari 5-30 mkm bo'lgan bo'shliqlarda bo'lar ekan. Olingan ma'lumotlar differensial egri chiziq ko'rinishida tasvirlanadi. Bunda abssissa o'qi bo'yicha g'ovak radiuslari mikrometrdan, ordinata o'qi bo'yicha esa g'ovak bo'shliqlar hajmi, ya'ni

$$V(R) = \frac{dV}{dR}$$

G'ovaklarning kattaligini sentrifuga usuli bilan ham aniqlash mumkin. Bu usulda suyuqlikka to'yintirilgan namuna sentrifugada katta aylanma tezlik bilan aylantiriladi. Aylanma harakat markazdan qochma kuchlar hosil qilishi natijasida, namunadan suyuqlik sirqib chiqadi. Ma'lum tezlikda qancha suyuqlik sirqib chiqqaniga qarab ham g'ovaklar radiusi aniqlanishi mumkin.

1.10 Tog' jinslarining solishtirma yuzasi

Tog' jinslarining solishtirma yuzasi deb, birlik hajmdagi tog' jinslari zarrachalari sirtining umumiy yuzasiga aytiladi. Ba'zan tog' jinslarining solishtirma yuzasi deb, birlik hajmdagi tog' jinsi bo'shliqlari (g'ovak, kovak va yoriqlari) umumiy yuzasi, deb ham qaraladi.

Tog' jinsi qanchalik mayda zarrachalardan tashkil topgan bo'lsa va bu zarrachalar qanchalik zich joylashgan bo'lsa, tog' jinslarining solishtirma yuzasi shunchalik katta bo'ladi.

Umumiy holda tog' jinsining solishtirma yuzasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$S_{S_{yu}} = \frac{6(1-m)}{d} \quad (1.39)$$

Bu yerda: $S_{S_{yu}}$ - tog' jinsining solishtirma yuzasi, m^2/m^3
 m - tog' jinsining g'ovaklik koeffitsienti;
 d - zarrachalar diametri, m.

Bu tenglama soxta tuproq uchun yaroqlidir, haqiqiy tog' jinslarining solishtirma yuzasini aniqlash uchun donadorlik tarkibini o'rganish usullaridan foydalanib, har bir o'lchanadigan yuzani hisoblab chiqib, tog' jinsi zarrachalarining umumiy solishtirma yuzasi aniqlanadi:

$$S_{S_{yu}} = \frac{6(1-m)}{P} \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{d_i} \quad (1.40)$$

Bu yerda: P - tog' jinsining massasi, kg;

P_i - ma'lum bir o'lchamdagi tog' jinsi massasi;

N - elaklar soni;

d_i - ma'lum bir o'lchamdagi tog' jinsi zarrachalarining o'rtacha diametri. Bu diametr quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{d_i'} + \frac{1}{d_i''} \right) \quad (1.41)$$

Bu yerda d_i' , d_i'' - donadorlik tarkibini aniqlashda ishlatilgan elaklar teshikchalarining diametri. Keltirilgan tenglamadan ko'rinib turibdiki, tog' jinsining solishtirma yuzasi shu tog' jinsi zarrachalarining katta - kichikligi va g'ovakligiga bog'liq ekan.

Endi tog' jinsi solishtirma yuzasining neft va gaz konlarini ishlatishga qanday aloqasi borligini ko'rib chiqamiz. Neft konidagi qatlamlarda neft harakatini ko'z oldimizga keltirsak, u o'z harakatida juda mayda g'ovak kanalchalardan sirqib o'tayotganini ko'ramiz. Zarrachalari mayda bo'lgan tog' jinsining g'ovak kanalchalari ham juda kichik bo'ladi. Demak, neft harakatlanayotganida haddan tashqari ko'p zarrachalarni ho'llab¹ o'tishi va bir vaqtning o'zida bu ho'llanish natijasida hosil bo'ladigan kapillar bosim va sirt taranglik kuchlarini yengib o'tishi kerak.

Buning uchun esa ko'proq energiya sarflanishi kerak (qatlamdagi energiyalar haqida biz keyingi boblarda to'xtab o'tamiz), bu esa qatlam energiyasining behuda sarf bo'lishiga olib keladi.

Xo'sh, ho'llanish natijasida qanday jarayonlar yuzaga keladiki, energiya sarflanishi keskin ortib ketadi? Bunday jarayonlar avvalo suyuqlik molekulalari o'rtasidagi o'zaro harakat natijasida yuzaga keladi. Bu hodisalar, ayniqsa, juda kichik g'ovaklik kanalchalarida

¹ Agar suyuqlik qattiq jismni ho'llasa, bunday jarayon gidrofil deyiladi, bordi-yu ho'llamasa, gidrofob jarayon deyiladi.

keskin ravishda kuchayib ketadi. Buning asosiy sababi, tog' jinsi molekulalari bilan o'zaro bog'liq bo'layotgan suyuqlik (bu yerda neft) molekulalarining sonini, tog' jinsi molekulalari bilan bog'liq bo'lmayotgan suyuqlik molekulalari soniga nisbatan ortib ketishidir.

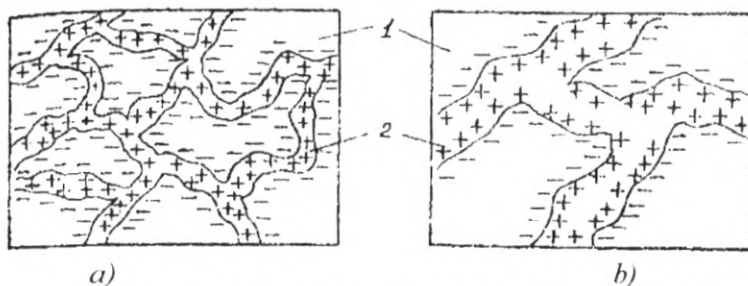
Bu hodisa 1.13 - rasmda yaqqol ko'rinib turibdi. Tog' jinsi zarrachalari (1) orasidagi juda tor kanalchadan (2) harakat qilayotgan suyuqlik molekulalarining ko'proq qismi (3) tog' jinsi molekulalari bilan o'zaro bog'liq bo'lsa, juda oz qismi (4) tog' jinsi molekulalari bilan bog'liq bo'lmayapti (1.13-a rasm).

Suyuqlik kattaroq kanalchalarda harakatlanayotganda, buning aksi bo'lib, suyuqlik molekulalari ozroq tog' jinsi zarrachalari sirti bilan o'zaro bog'liq bo'ladi (1.13-b rasm).

Shuning uchun ham, o'zaro molekulalar harakati natijasida sirt taranglik kuchi hamda kapillar bosim ortib ketadi va suyuqlik harakati uchun ko'proq energiya sarf bo'ladi.

Demak, konlarni ishlatishda tog' jinsining solishtirma yuzasini aniq bilish konlarni to'g'ri ishlatish uchun kerak bo'ladigan omillardan biri ekan.

Tog' jinsining solishtirma yuzasi orqali g'ovaklik va o'tkazuvchanlik orasidagi bilvosita bog'lanishni ham aniqlash mumkin.



1.13 - rasm. Suyuqlik harakatida tog' jinsi va suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'siri.

1- tog' jinsi,

2- tog' jinsidagi kanalchalar,

[+] suyuqlik molekulalari, [-] tog' jinsi molekulalari.

Tog' jinslari orasidagi juda tor bo'lgan suyuqlik kanallchalar katta-kichikligini gidravlik radiusi orqali ifodalash mumkin:

$$S = \frac{md}{6(1-m)} \quad (1.42)$$

Agar 1.42 tenglamani 1.39 ga qo'ysak u holda

$$S_{S_{yu}} = \frac{m}{8} \quad (1.43)$$

O'z navbatida gidravlik radius g'ovaklik kanallasining kesim yuzasi uning perimetriga nisbati bilan ham aniqlanishi mumkin.

$$S = \frac{\pi R^2}{2\pi R} = \frac{R}{2} \quad (1.44)$$

U holda

$$S = \frac{m}{R} = \frac{2m}{R} \quad (1.45)$$

Agar 1.45 tenglamaga R ning qiymatini avval keltirib chiqargan 1.32 tenglamadan qo'ysak,

$$S = \frac{2m}{R} = \frac{m\sqrt{m}}{\sqrt{2k}} \quad (1.46)$$

holga keladi. Oxirgi keltirib chiqargan tenglama Kozeni - Karman tenglamasining xususiy holdagi ko'rinishi deyiladi.

Kozeni - Karman tenglamasining umumiy holdagi ko'rinishi

$$R = \frac{m^3}{\gamma S_{S_{yu}}^2 \dot{O}^2} \quad (1.47)$$

Bu yerda: γ - g'ovaklik kanallari shaklining o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsient;

T - g'ovaklik kanallarining egri - bugariligi;

Odatda namuna ichidagi g'ovaklik kanallarining o'rtacha uzunligiga bo'lgan nisbat T ning qiymatini beradi.

$$\dot{O} = \frac{\ell_{o'r}}{L} \quad (1.48)$$

Bu yerda: $\ell_{o'r}$ - namuna kanallarning o'rtacha uzunligi;
 L - namuna uzunligi.

Kozeni-Karman tenglamasi (1.47) o'tkazuvchanlikni g'ovaklik, solishtirma va yuza g'ovaklikning tuzilishi bilan murakkab bog'lanishni bilvosita ko'rinishda ifodalaydi.

1.11. Tog' jinslarining turliligini o'rganish

Tog' jinslari, shu jumladan neft va gaz yig'ilishi mumkin bo'lgan kollektorlar donadorligi, g'ovakligi, tik va yotiq yoriqlar, darzlilari, o'tkazuvchanligi va boshqa shu kabi omillarga qarab, turlilik yoki har xillik xususiyatiga ega. Donadorligi bo'yicha turliligi 1.2 - paragrafda tushuntirilgan edi. Endi boshqa asosiy omillar bo'yicha tog' jinsining turliligi bilan tanishib chiqaylik.

Turlilikni xarakterlovchi asosiy omillardan biri o'tkazuvchanlikdir. O'tkazuvchanlik tog' jinslarining yotiq va tik yo'nalishlarida har xil bo'ladi, chunki uzoq geologik davrlarda hosil bo'lgan yotqiziqlar yotiq yo'nalishda yuqoriroq o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, tik yo'nalishdagi o'tkazuvchanligi pastroq bo'ladi. Yotiq yo'nalishdagi o'tkazuvchanlikning tik yo'nalishdagi o'tkazuvchanlikka bo'lgan nisbati tog' jinsining turlilik koeffitsienti bo'ladi. Ya'ni:

$$\chi = \frac{K_{yot}}{K_t} \quad (1.49)$$

Bu yerda: χ - tog' jinsining o'tkazuvchanlik bo'yicha turlilik koeffitsienti;

K_{yot} - yotiq yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik;

K_t - tik yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik.

Ba'zan bu koeffitsientni tog' jinsining anizotropik¹ koeffitsienti deb ham yuritiladi.

O'tkazuvchanlikning qatlami ichida va qatlamlararo o'zgarishini statistik tahlil asosida o'rganish ham keng qo'llaniladi. Statistik qonuniyatlar asosida o'tkazuvchanlikning qiymatlari oddiy, oddiy - logarifmik, gamma - tarqalish, Maksvell tarqalishi, M.M.Sattarov tarqalishi, B.T.Baishev tarqalishi kabi tarqalishlar bilan xarakterlanishi mumkinligi aniqlandi. Bu tarqalishlar ehtimollik nazariyasiga va statistik qonuniyatlarga asoslangan bo'lib, o'tkazuvchanlikning qatlam yuzasi va kesimi bo'ylab qay tarzda o'zgarishini xarakterlaydi.

Yuqorida aytib o'tgan koeffitsientlarimizdan tashqari, neft-gaz konchilik geologiyasida qatlamlarning turliligini xarakterlovchi yana uchta koeffitsient kiritilgan. Bular kollektorlarning tarqalganlik, maydalanganlik va qumdorlik koeffitsientlaridir. Bu ko'rsatkichlar qatlam asosiy xossalari o'zgarish darajasi va ishlatish masalalarini yechishda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, tog' jinslarining qat - qatligini, maydon bo'yicha xossalari o'zgarishini, yuza va kesim bo'yicha nomutanosibligini o'rganishda bu koeffitsientlar juda qo'l keladi.

Kollektorlarning tarqalganlik koeffitsienti deb, kollektorlar tarqalgan umumiy maydonni neft va gaz umumiy maydoniga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Ya'ni:

$$K_t = \frac{S_{um} - S_{nk}}{S_{um}} = \frac{S_{kol}}{S_{um}} \quad (1.50)$$

Bu yerda: K_t - kollektorlarning tarqalganlik koeffitsienti;

S_{um} - neft uyumining umumiy maydoni;

S_{nk} - nokollektorlarning umumiy maydoni;

S_{kol} - kollektorlarning umumiy maydoni.

Kollektorlarning tarqalganlik koeffitsientini yaqqolroq tushunish uchun 1.14 - rasimga murojaat qilaylik.

1.14 - rasmda neft uyumining umumiy maydoni F bo'lsin. Shu umumiy maydonda beshta kichik-kichik maydonchalarda nokollektorlar, ya'ni kollektor bo'lmagan tog' jinslari mavjudligi

¹ anizotropiya - jisning xossalari har xil yo'nalishda turlicha bo'lishini bildiradigan atama.

aniqlangan bo'lib, ularning umumiy maydoni $S_{mk}=S_1+S_2+...+S_n$ ga teng bo'ladi.

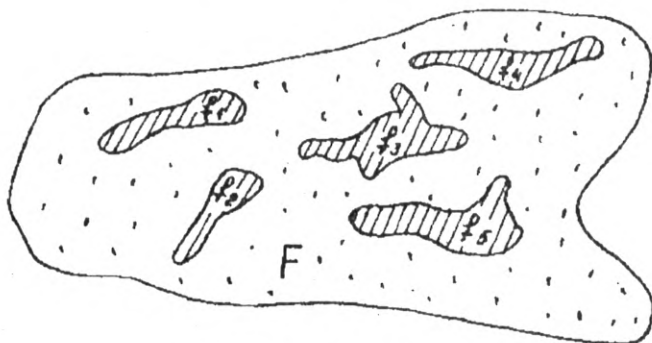
U holda kollektorlarning tarqalganlik koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi;

$$K_t = \frac{S_{um} - S_1 + S_2 + ... + S_n}{S_{um}} = \frac{S_{um} - S_{mk}}{S_{um}}$$

Kollektorlarning maydalanganlik koeffitsienti deb, neft (yoki gaz) uyumiga burg'ilangan quduqlarda qirqib o'tilgan neftli qatlamlarning umumiy sonini burg'ilangan quduqlarning umumiy soniga nisbatiga aytiladi. Ya'ni:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{N} \quad (1.51)$$

Bu yerda: K_m - kollektorlarning maydalanganlik koeffitsienti;
 m_i - quduq qirqib o'tgan i - qatlamcha;
 N - konda burg'ilangan quduqlarning umumiy soni.



1.14 - rasmi. Kollektorlarning tarqalganlik koeffitsientiga doir tasvir:

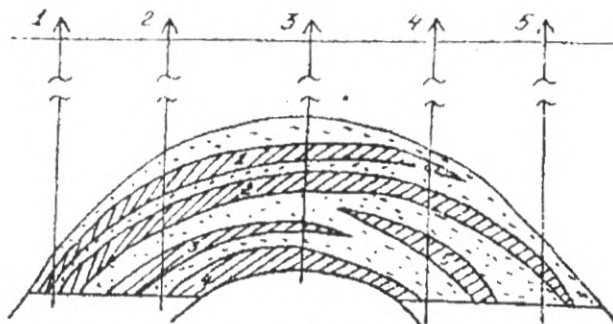
▨ - nokollektorlar; □ - kollektorlar.

1.15 - rasmda kollektorlarning maydalanganlik koeffitsientini tushunishga doir tasvir berilgan. Bu rasmda neft konidagi bir katta qatlamning kesimi berilgan bo'lib, bu qatlamda beshta quduq qazilgan

bo'lsin. Endi har bir quduqning katta qatlamda kollektor bo'lgan qancha mayda qatlamchalardan o'tganligini sanab ko'ramiz:

- 1 - quduqda 1 ta kollektor qatlamchasi bor;
- 2 - quduqda 4 ta; 3 - quduqda 4 ta; 4 - quduqda 4 ta;
- 5 - quduqda 2 ta kollektor qatlamchalari bor ekan.

Umumiy 5 ta quduqda qirqib o'tilgan mayda qatlamchalar soni 15 ta ekan.



1.15 - rasm. Kollektorlarning maydalanganlik koeffitsientiga doir tasvir:

▨ - nokollektorlar;

▤ - kollektorlar.

Demak, bu katta qatlam uchun kollektorning maydalanganlik koeffitsienti

$$K_m = \frac{1 + 4 + 4 + 4 + 2}{5} = 3,0$$

ga teng ekan.

Kollektorlarning qumdorlik koeffitsienti deb, qatlamning neft bilan to'yingan samarali qatlami qalinligining (yoki balandligini) qatlam umumiy qalinligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Ya'ni:

$$K_k = \frac{h_s}{H} \quad (1.52)$$

Bu yerda: K_k - kollektorlarning qumdorlik koeffitsienti;

h_s - samarali qatlam qalinligi;

H - qatlamning umumiy qalinligi.

Kollektorlarning qumdorlik koeffitsientini tushunish uchun yana 1.15 - rasmga murojaat etamiz. Rasmda keltirilgan qatlamning umumiy qalinligi 50 m bo'lsin. Har bir samarali qatlamchanning qalinligi o'rtacha hisobda 5 m dan bo'lsin. U holda 3 - quduq misolida samarali qatlamchalarning umumiy qalinligi $4 \times 5 = 20$ m bo'lar ekan. Demak, bu qatlamning qumdorlik koeffitsienti

$$K_k = \frac{20}{50} = 0,4$$

ga teng ekan.

II BO'LIM. TOG' JINSLARINING MEXANIK XOSSALARI

2.1. Tog' jinslarining asosiy mexanik xossalari

Neft va gaz konlarini burg'ilash va ishga tushirish jarayonlari tog' jinslarining quyidagi mexanik xossalari bog'liq: taranglik, zichlik, deformatsiya, siqilish, egilish va o'zilishga qarshi mustahkamlik, plastiklik va boshqalar. Jumladan, konlarda qatlam bosimining o'zgarishi (qatlam maydonidagi taqsimoti) tog' jinslarining tarangligi, suyuqlik va gazlarning siqiluvchanligiga bog'liq.

Qatlam bosimi komaygan sari kavaklardagi suyuqlik (neft va gaz) kengayadi, kovaklar esa qatlamdan yer yuzasigacha bo'lgan tog' jinslarining og'irligi, ya'ni tog' bosimi natijasida torayadi. Bu mexanizm ta'sirida qatlamdan quduqlarga anchagina neft sirqib chiqadi. (Bu qo'shimcha olinadigan neft taranglik zaxirasi deb ham ataladi). Tog' jinsi va suyuqliklarning taranglik miqdori (siqiluvchanlik koeffitsienti) alohida bir birlik hajm uchun kichik bo'lgani bilan konlardagi qatlamlar katta hajm egallaganligi uchun, ularda bu koeffitsient ta'siri sezilarli darajada bilinadi. Bu haqda keyingi boblarda batafsil tushuncha beriladi.

Shuni ham hisobga olish kerakki, quduqlar ish jarayonining o'zgarishi natijasida qatlamda bosim bir zumda o'zgarmay, sekin - tushirish yoki to'xtatish bilan bog'liq.

Qatlamda bosim o'zgarish tezligi hajm tarangligi koeffitsienti orqali aniqlanadi.

Tog' jinslarining zichligi deb, bir birlik hajmdagi qattiq jismning massasiga aytiladi (bunda kovaklik nolga teng deb olingan).

$$\rho = \frac{M}{V}; \quad \frac{g}{sm}; \frac{kg}{m^3}; \frac{t}{m^3} \quad (2.1)$$

Bu yerda: M - tog' jinsi massasi;

V - tog' jinsining bir birlik hajmi.

Zichlik tog' jinsini tashkil etgan minerallar va ularning o'zaro munosabatlariga bog'liq. Tog' jinslarini tashkil etgan minerallar zichligi 1850 kg/m³ dan (allofan) 5200 kg/m³ gacha (magnetit) o'zgaradi.

Tog' jinslarining mustahkamligi deb, ularning tashqi kuchlar ta'sirida yemirilishiga aytiladi. Mustahkamlik asosan siqilishdagi

yemirilishga qarshilik ko'rsatadi. Jumladan, bir o'qli siqilishda o'zlash mustahkamligi 2 - 18 %, siljish mustahkamligi 5 - 20 % ni tashkil etadi.

Plastik deb, tog' jinslarining suv bilan to'yinganligi oshib ketishi natijasida oquvchanlik xususiyatiga ega bo'lishiga aytiladi. Bunday holatlar neft va gaz konlarida uchramay, asosan shaxtalar, metro tunellarida qazish ishlari olib borilganda uchramishi mumkin.

Quduqlar mahsuldorligini oshirish maqsadida o'tkaziladigan bir qator tuzatish va ta'mirlash ishlarining samaradorligi (qatlam ostki qismini torpedalash, suyuqlik ta'sirida qatlamlarni yorish va boshqalar) tog' jinslarining mustahkamligi va taranglik koeffitsientiga bog'liqdir.

Yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqib, neft olish texnologiyasi tog' jinslarining asosiy mexanik xossalariга uzviy ravishda bog'liq ekan, degan xulosaga kelish mumkin.

2.2. Tog' jinslarining deformatsiyasi va mustahkamlik xossalari

Deformatsiya - bu jismning massasi o'zgarmagan holda tashqi kuchlar ta'sirida hajm va shaklning o'zgarishidir. Tog' jinslari shartli ravishda mustahkam, plastik va sochiluvchan turlarga bo'linadi.

Guk qonuniga muvofiq jismning nisbiy deformatsiyasi kuchlanishga (σ) to'g'ri mo'tanosib, va taranglik koeffitsienti yoki Yung moduli (E) ga teskari mo'tanosib, ya'ni

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (2.2)$$

Aksariyat tog' jinslari katta diapazonli kuchlanishlarda Guk qonuniga bo'ysunadi. Siqilish kuchlanishi oshgan sari deformatsiya kuchayadi. Kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'lanish tog' jinsiga bo'lgan kuchlanish muddatiga qarab o'zgaradi.

Uzoq kuchlanish ta'sirida tog' jinslarining mexanik xossalari o'zgarishi ularning reologik xususiyatlari deb ataladi.

Tog' jinslarining geologik xossalari deb, ularning mexanik karakteristikalarining doimiy ta'sir qiluvchi kuchlar ostida o'zgarishiga aytiladi. Bu o'zgarish Krip hodisasi bilan harakterlanadi. Krip hodisasi deb, deformatsiyaning asta - sekin oshishi natijasida tog' jinsining oqish xususiyatiga ega bo'lishiga aytiladi. Tog' jinslarining mexanik yemirilishiga qarshilik ko'rsatish ularning mustahkamligi bilan bog'liq.

Mustahkamlik tog' jinslarida, ayniqsa, ohaktoshlarda loy zarrachalarining soni oshgan sari ularning siqilishga qarshi mustahkamligi sezilarli darajada kamayadi. Mustahkamlik jinslarning donadorlik tarkibiga ham bog'liq. Mayda zarrachali tog' jinslari yirik zarrachali tog' jinslariga nisbatan yuqori mustahkamlikka ega.

Mustahkamlik tog' jinslarining tarkibidagi suv miqdoriga boqliq. Masalan, qumtosh va ohaktosh suv bilan to'yinganda ularning mustahkamligi 25 - 45 % gacha kamayadi.

2.3. Tog' jinslarining taranglik xususiyatlari

Qatlam bosimi pasayishi jarayonida qatlamda neft, suv va gaz kengayadi, tog' bosimi (qatlamdan yer yo'ziga bo'lgan tog' jinslarining og'irligi) ta'sirida kovak kanallari qisqaradi.

Suyuqlik va qatlamning tarangligi kichik miqdorga ega bo'lsa ham, V.N.Shelkachev tadqiqotlariga muvofiq katta, hajmli qatlamlarda yuqori bosim ta'sirida quduqlardan ancha miqdorda suyuqlik olinadi. Shuning uchun neft konlarini loyihalashda tog' jinsi va suyuqlik tarangligi hisobga olinishi lozim.

Taranglik xususiyati - siqiluvchanlik koeffitsienti (β) orqali belgilanadi.

$$\beta_{t,j} = -\frac{1}{V} * \frac{dV}{dP} \quad (2.3)$$

$$\beta_s = -\frac{1}{V} * \frac{dV}{dP} \quad (2.4)$$

Bu yerda: dP bosimga muvofiq hajm dV ;

$\beta_{t,j}, \beta_s$ - mos ravishda tog' jinsi va suyuqlikning siqiluvchanlik koeffitsienti.

D.A.Antonovning tekshirishlari bo'yicha suyuqlik va tog' jinslarining siqiluvchanlik koeffitsienti

$\beta_s = (3,7 + 5,0) * 10^{-10} \frac{1}{Pa}$ va $\beta_{t,j} = (0,86 + 1,26) * 10^{-9} \frac{1}{Pa}$ orasida o'zgarishi mumkin.

Hisoblashlarni osonlashtirish uchun ko'pincha tog' jinsi va suyuqlik taranglik koeffitsientining umumiy kattaligidan foydalaniladi:

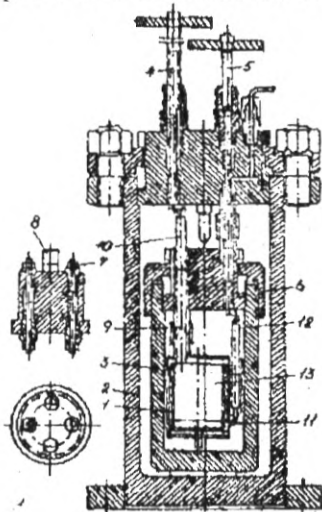
$$\beta = m * \beta_s + \beta_t, \quad (2.5)$$

Bu yerda: m - g'ovaklilik koeffitsienti.

Ba'zan β^* Shelkachev V.N. koeffitsienti deb ham ataladi.

2.4. Tog' jinslarining mexanik xossalarini aniqlash usullari

Tog' jinslarining siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlashda p'ezometr degan moslamadan foydaniladi. 2.1 - rasmda p'ezometrning sxemasi berilgan. Bu moslama ikki (2 va 3) kameradan iborat bo'lib, tashqi (2) kamera 20 mPa bosimga mo'ljallangan. Uning qopqog'iga uchta klemma (7) va ikkita salnik o'rnatilgan. Salnik orqali 4 va 5 mikrometrik vintlarning o'qi o'tadi.



2.1 - rasm. Tog' jinslarining siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlovchi asbob (p'ezometr).

1 - p'ezometrik idish; 2, 3 - tashqi va ichki kameralar; 4 va 5 - mikrometrik vintlar; 6 - halqa; 7 - klemma; 8 - lovchi naycha; 9 - silindr; 10 va 12 - porshen; 11 - naycha; 13 - namuna.

Ichki kamera (3) tashqi kameraning qopqog'iga ulanadi. Ichki kamera qopqoqli po'lat stakandan iborat bo'lib, halqa (6) bilan kertik orqali ulanadi. Qopqoqqa ikkita klemma (7), kameralarni press bilan

ulaydigan naycha (8) va silindrda (9) siljiydigan porshen (10) ulangan.

Pyezometrik idish (1) chap va o'ng kertik orqali ichki kameraning qopqog'iga ulanadi. Idishning pastki qismiga naycha (11) orqali silindr ulanadi. Silindrda porshen (12) erkin harakat qiladi.

Sinaladigan namuna (13) qo'rg'oshin qoplamida p'ezometrik idishga shunday joylashtiriladiki, namunadagi kovaklar silindr bo'shlig'i bilan bog'langan bo'lsin.

Bu moslamada suyuqlik va tog' jinsining siqiluvchanlik koeffitsienti (β , va $\beta_{t,j}$) va hajm taranglik koeffitsienti aniqlanadi.

Tog' jinsining siqiluvchanlik koeffitsientini aniqlash uchun namuna suyuqlik bilan to'yintiriladi, qo'rg'oshin qoplamaga joylashtirilib p'ezometrik idishning qopqog'iga mustahkamlanadi. So'ngra porshen bilan silindrda namunaning tashqi tomonidan qatlam bosimiga teng bosim saqlanib turiladi. Tashqi bosim ta'sirida namunadan suv siqib chiqariladi va kovaklar hajmi kichrayadi. Shu vaqtning o'zida porshen yuqoriga harakat qiladi. Namunaning tashqi tomonidagi bosimi ma'lum bo'lgan holda va porshen harakatini inobatga olib hisoblanadi:

$$\beta_{t,j} = \frac{\Delta h * S}{V_0 * \Delta P} \quad (2.6)$$

Bu yerda: Δh - porshenning harakati;
 S - porshenning kesim yuzasi;
 V_0 - namunaning boshlang'ich hajmi;
 ΔP - namuna qoplamasida bosimning o'zgarishi.

2.5. Tog' jinslarining issiqlik xossalari

Neft va gaz konlarini ishlash jarayonida qator termometrik tekshirishlar o'tkaziladi. Bu tadqiqotlar tog' jinslarining issiqlik xossalari asoslangan.

Tog' jinslarining issiqlik xossalari solishtirma issiqlik sig'imi S , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti α va harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ orqali xarakterlanadi.

Solishtirma issiqlik sig'imi S bir birlikdagi tog' jinsi massasini bir darajaga isitish uchun sarflanadigan issiqlik miqdorini belgilaydi:

$$S = \frac{1}{M} * \frac{dQ}{dT} \quad (2.6)$$

Bu yerda: M - tog' jinsi massasi;

$\frac{dQ}{dT}$

- issiqlik ta'sirida harorat oshishi.

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

$$dQ = \lambda \frac{\Delta T}{\Delta x} * S * dt \quad (2.7)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti α tog' jinslarining isitish tezligini bildiradi. Tog' jinslari isitilganda kengayadi. Bu xususiyat chiziqli kengayish α_L va hajm issiqlik kengayish α_V koeffitsientlari orqali belgilanadi:

$$\alpha_L = \frac{1}{L} * \frac{dL}{dT} \quad (2.8)$$

$$\alpha_V = \frac{1}{V} * \frac{dV}{dT} \quad (2.9)$$

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 VT/m*K), shuning uchun qatlamlar haroratini quduq atrofida 2 - 3 m gacha bo'lgan masofada 10 - 15° C ga ko'tarish uchun quduqqa tushiriladigan qizdiruvchi elektr asboblarni bir necha kunlab ishlatishga to'g'ri keladi.

Neft va gax qatlamini tashkil etgan asosiy minerallardan birikvars 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:

$$\alpha = \frac{\lambda}{s \cdot \rho} \quad (2.10)$$

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

λ - harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, Vt/m²*K;

s - 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 + 50⁰ C dan yuqori) va "sovuq" (agar harorati + 50⁰ C 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

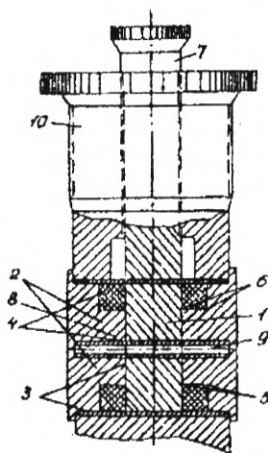
yaxshilash maqsadida issiq suv yoki bug' quduqlar orqali qatlamlarga haydaladi.

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. 2.1 - 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.

2.6. Tog' jinslarining issiqlik xossalarini aniqlash usullari

Tog' jinslarining issiqlik o'tkazuvchanligi A.N.Rubinshteyn tomonidan ishlatilgan asbob (2.2 - rasm) orqali aniqlanadi.



2.2. – rasm. Tog' jinslarining issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlash asbobi chizmasi.

1-namuna; 2-saqlagich halqalar; 3 va 4-bimetall bo'lakchalari; 5 va 6-termojuftlar; 7 va 10-nosimmetrik vintlar; 8 va 9-isitgichlar.

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

Tog' jinsi nomi	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $Vt/m \cdot K$	Solishtirma issiqlik sig'imi $J/kg \cdot K$	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
Dolomitlash-gan 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	0,069-0,086	-
Suv	0,682	4,15	0,14	

Issiqlik o'tkazuvchanlikni o'rganish uchun balandligi 20 mm va diametri 20 mm bo'lgan ikkita silindrik shakldagi tog' jinsi namunasi tayyorlanadi. Bu namunalar (1) yuzasida elektr isitgich (8) qotiriladi, 3 va 4 miskonstantali bimetall bo'lakchalari orqali isitgich ta'sirida tog' jinsi namunalaridagi harorat farqi aniqlanadi. Issiqlikni yo'qotmaslik uchun moslamada pleksiglasdan qilingan saqlagich halqalar (2) bor. Saqlagich halqalar orasiga isitgich (9) qotirilgan. Isitilish jarayonini tekshirish uchun 5 va 6 differensial termojuftlar o'rnatilgan. Moslamaning hamma qismlari 7 va 10 nosimmetrik vint bilan siqilib turadi.

Tog' jinsi namunalarining kattaligi sarflangan issiqlik miqdori va namuna uchlaridagi harorat farqini bilib, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{Q * L}{\Delta t * S * \Delta \tau} \quad (2.11)$$

Bu yerda: Q - vaqt orasida tog' jinsi namunasi orqali o'tgan issiqlik miqdori;

L - namuna uzunligi;

S - namuna yuzasi;

$\Delta \tau$ - namuna uchlaridagi harorat farqi.

Shuni ham aytish kerakki, Rubinshteyn asbobi eng sodda bo'lib, oddiy tajribaxonalarda ishlatiladi. Bundan tashqari, tog' jinslarining issiqlik xossalari aniqlash uchun zamonaviy EHMga ulangan juda murakkab asboblarda ham mavjud.

2.7. Tog' jinslarining akustik xususiyatlari

Hozirgi paytda neft quduqlari mahsuldorligini oshirish maqsadida quduqlar ostki qismida bosim to'liqlari ta'sir etadigan gidravlik va akustik tebratgichlar ham qo'llanilmoqda. Bu texnologik jarayon ta'sirida qatlamlarda yangi yoriqlar paydo bo'ladi, tabiiy yoriqlar kengayadi, natijada quduq mahsuldorligi oshadi.

Shuningdek, mahsuldor qatlam isitilishi ultratovush ta'sirida o'tkazilsa quduqlarni mum, parafin va neftning boshqa og'ir tarkibiy qismlaridan tozalash osonlashadi.

Tog' jinslarining tarangligi to'liqlarning o'tkazish qobiliyati, to'liq qarshiligi, to'liqlarni sindirish va qaytarishi ularning akustik xususiyatlarini xarakterlaydi. Tajribada quyidagi har xil chastotali

taranglik to'liqlari uchraydi: ultratovushli 20000 Gs, oddiy tovushli 20 - 20000 Gs va infratovushli 20 Gs gacha.

Quduqlarda ishlayotgan tebratgichlar ta'sirida qatlamda uzunlik va ko'ndalang tarangli to'liqlar tarqaladi. Tarangli to'liqlar tarqalish tezligi ularning chastotasiga bog'liq emas. Yung moduli oshgani sari uzunlik va ko'ndalang to'liqlar tezligi kuchayadi. Shuning uchun ham g'ovakli tog' jinslarida zich tog' jinslariga nisbatan tarangli to'liqlar tarqalish tezligi pastdir.

Tarangli tebranish amplitudasi tebratgich manbaidan to'liqin o'tgan masofaga nisbatan eksponensial qoidaga muvofiq so'nadi.

$$A = A_0 * e^{-\theta L} \quad (2.12)$$

Bu yerda: A - jarayondagi tebranish amplitudasi;

A_0 - boshlang'ich tebranish amplitudasi;

θ - to'liqin so'nish koeffitsienti;

L - nurlanish manbaigacha bo'lgan masofa.

Solishtirma to'liqinli qarshilik Z tog' jinslari zichligi ρ bilan tarangli to'liqin tezligi g ko'paytmasi orqali aniqlanadi:

$$Z = \rho * g \quad (2.13)$$

Tarangli to'liqinning suyuqlik muhitidan qatlamga o'tish jarayoni to'liqlarning sinish va qaytarilishi bilan bog'liq.

To'liqin qaytarilishi koeffitsienti tarqalgan (E_t) va qaytarilgan to'liqin (E_k) nisbati bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{E_t}{E_k} \quad (2.14)$$

Tovushli to'liqin suyuqlikdan (neft yoki suvdan) tog' jinsiga o'tishida to'liqin energiyasi 80 - 85 % gacha qaytadi. Tarangli to'liqlar qaytishi optika qonuniga bo'ysunadi.

Qatlam mahsuldorligini oshirishda tog' jinslarining akustik xususiyatlaridan keng foydalaniladi. Masalan, quduqqa tebratgich moslama tushirilib, bu moslama orqali kislotalar eritmalari yoki boshqa suyuqliklar haydalishi natijasida quduq mahsuldorligi anchaga oshadi.

Keyingi vaqtlarda O'zbekistondagi neft konlarida akustik tebratgichlardan foydalanib, quduqlar mahsuldorligini oshirish keng ko'lamda qo'llanila boshlandi. Bunday usulni qo'llash, ayniqsa yuqori qovushqoqli parafin va mum moddalar ko'p bo'lgan og'ir neftli konlarda yaxshi natijalar bermoqda.

III BO'LIM. GAZ, KONDENSAT, NEFT VA QATLAM SUVLARINING FIZIK - KIMYOVIY XOSSALARI

3.1. Karbonsuvchillarning qatlamda to'planishiga qarab neft va gaz konlarining turlari

Ma'lumki, neft va gazning asosiy tarkibiy qismini karbonsuvchillar¹ tashkil qiladi. Qatlamlarda hosil bo'lgan neft, gaz va kondensat suyuqlik, gaz va aralash holatlarda uchrashi mumkin. Bu holatlar qatlamlarning bosimi va haroratiga, hamda karbonsuvchillarning fizik - kimyoviy xossalariga bog'liq. Odatda qatlamning yuqori qismida, ya'ni gumbazi va gumbaz atrofiga, gaz holatidagi eng yengil karbonsuvchillar joylashadi, qatlamning o'rta qismida esa gaz va kondensat aralashma holatida joylashadi, qatlamning pastki qismida yuqori zichlikdagi karbonsuvchillar, ya'ni neft joylashadi. Ko'p hollarda karbonsuvchil konlarining ostki qismini suv egallagan bo'ladi.

Albatta, har bir kon uchun keltirilgan karbonsuvchillarning joylashish sxemasi bajarilishi shart emas. Masalan, qatlam bosimi juda katta bo'lsa, gaz holatidagi karbonsuvchillar suyuq holatdagi karbonsuvchillar tarkibida to'liq erigan holatda bo'lishi mumkin, va aksincha. Umuman olganda karbonsuvchillar qatlam ichidagi zichliklarga va fizik holatlarga ko'ra, konlar qu'yidagi turlarga bo'linadi (3.1-a rasm).

1. Sof gaz konlari. Bunday konlarning qatlamlarida faqat sof gaz holatidagi karbonsuvchillar to'planadi (3.1 a - rasm)

2. Gaz - kondensat konlari. Bunday konlarda gaz holatidagi karbonsuvchillarda erigan holda eng yengil suyuq karbonsuvchillar kondensatlar to'plami ham bo'ladi (3.1- b rasm).

3. Neftli gaz konlari. Bunday konlarning qatlamlaridagi karbonsuvchillarning ko'proq qismi sof gaz holatida va ozroq qismi neft holatida uchraydi (3.1- v rasm).

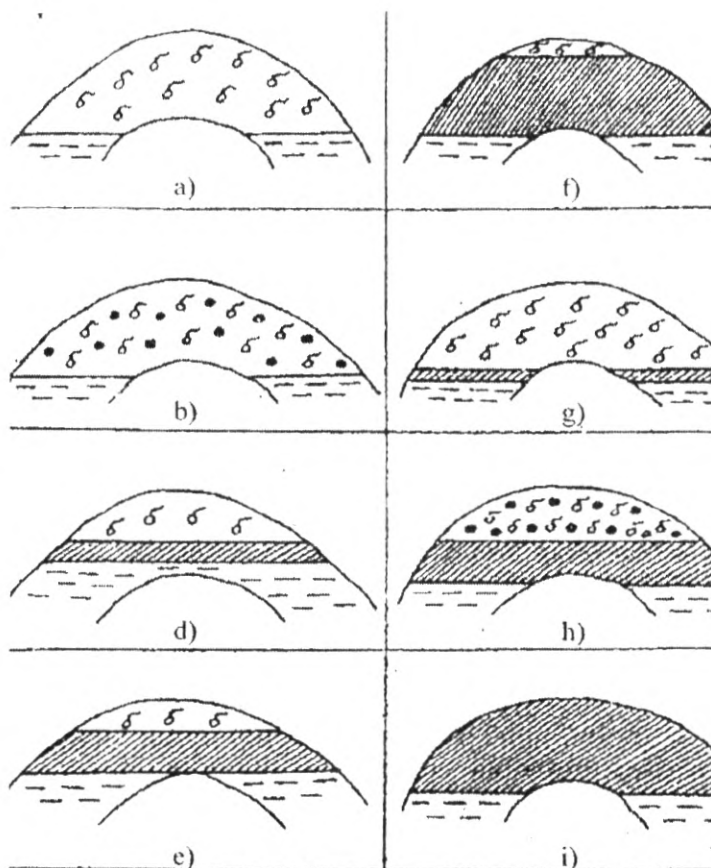
V.N.Samarsev tasnifi bo'yicha agar:

$$V=0,50 + 0,75$$

bo'lsa, bunday konlarni neftli gaz konlariga kiritish kerak

¹Mazkur qo'llanma tayyorlanishi arafasida bosmadan chiqqan "Neft va gaz sanoati ruscha - o'zbekcha lug'ati" da uglevodorod karbonsuvchil deb tarjima qilingan.

$$\frac{V_g}{V_g + V_n} = V \quad (3.1)$$



3.1. – rasm. Karbonsuvchil konlarning joylashish turlari

b b - gaz
 . - kondensat
 / / / - neft
 - - suv

Bu yerda: V_g - qatlamda gaz holatidagi karbonsuvchillarning hajmi;

V_n - qatlamda neft holatidagi karbonsuvchillarning hajmi.

4. Gazli neft (ya'ni gazi bor neft) konlari. Bunday konlarda ozroq miqdorda sof gaz holatidagi karbonsuvchillar ko'prog' miqdordagi neft bilan birga uchraydi. Bu konlarda $V=0,25+0,50$ nisbatda bo'ladi (3.1 - e rasm).

5. Gaz do'ppili neft konlari. Bunday konlarda sof gaz holatidagi karbonsuvchillar umumiy karbonsuvchillar hajmining $\frac{1}{4}$ qismidan kamrog'ini tashkil qiladi, ya'ni $V<0,25$ bo'ladi (3.1- f rasm).

6. Neft - gaz - kondensat konlari. Bunday konlarda sof gaz holatidagi karbonsuvchillar umumiy karbonsuvchillar hajmining $\frac{3}{4}$ qismidan ko'prog'ini tashkil qiladi, ya'ni $V<0,75$ bo'ladi (3.1- e rasm).

7. Neft - gaz - kondensat konlari. Bunday konlarda karbonsuvchillarning uch turi - gaz, kondensat va neft har xil miqdordagi nisbatlarida uchrashi mumkin (3.1- h rasm).

8. Sof neft konlari. Bunday konlarda faqat og'ir karbonsuvchillar neft holatida uchraydi. (3.1- i rasm).

Karbonsuvchillarning holatiga qarab, yuqoridagi konlardan tashqari, yana bir turdagi karbonsuvchil konlari uchraydi. Bu - gazogidrat konlaridir. Bunday konlarda yengil karbonsuvchillar ma'lum bir sabablarga ko'ra gaz holda emas, balki qattiq kristall holda uchraydi. Bunday konlar juda kam tarqalganidan umumiy konlar tasnifiga kiritilmagan. Ular haqidagi batafsil ma'lumotlar keyinroq beriladi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, karbonsuvchillarning joylashish holatiga qarab konlarning ko'rinish har xil bo'lar ekan. Demak, ularni loyihalash va ishlatish jarayonlari ham har xil bo'ladi. Shuning uchun karbonsuvchil konlari topilganidan keyin, eng avvalo bu kon qaysi turqumdagi kong'a taalluqli ekanligi aniqlanadi.

Avval aytilganidek, odatda konlardagi gaz yoki neft ostida qatlam suvlari ham mavjud bo'ladi. Qatlam suvlari karbonsuvchil kolarini ma'lum bosim ostida siqib turadi.

Demak, gaz va neft konlarini mukammal o'rganish uchun bu qatlamlardagi karbonsuvchillar bilan birga qatlam suvlarini ham o'rganish zarur ekan.

3.2. Tabiiy gaz va gaz - kondensat konlaridagi gazlarning tarkibi. Tabiiy gazlar tasnifi

Tabiiy gazlar - karbonsuvchillar va nokarbonsuvchillar birikmasidan tashkil topgan aralashmadir. Ular qatlamlarda gaz holatidagi fazada yoki neft va suvda erigan holatda uchraydi, standart sharoitda¹ 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 karbonsuvchillardan tashqari nokarbonsuvchillar - 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 karbonsuvchillardan tashqari, to'yinmagan karbonsuvchillar ham bo'lishi mumkin.

Karbonsuvchillar molekulasida C_nH_{2n+2} ifodasidagi $n=1+56$ gacha bo'lishi mumkin. $n=1+4$ gacha bo'lsa, bunday karbonsuvchillar (CN_4 , C_2N_6 , C_3N_8 , C_4N_{10}) standart sharoitda gaz holatida bo'ladi. $n=1+17$ gacha bo'lsa, karbonsuvchillar suyuq holatda bo'ladi. Demak, tabiiy gazlar tarkibiga karbonsuvchillarning $n=1+4$ gacha bo'lganlari kirar ekan, $n=1+7$ gacha bo'lganda kondensat holatida bo'ladi. Tabiiy gazlar qanday konlardan olinayotganiga qarab, tasnifi quyidagicha:

1. Sof gaz konlaridan olinadigan tabiiy gazlar. Bu gazlarda hech qanday suyuq holatdagi karbonsuvchillar 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 karbonsuvchillar ko'p bo'ladi.

Neft bilan birga olinadigan gazlar quruq, yarim yog'li va yog'li guruhlarga ham bo'linadi. 1 m³ quruq gazlarning nisbiy zichligi (havoga nisbatan) 0,75 atrofida bo'ladi. Yarim yog'li gazlar

¹ Standart sharoit - bosim 101325 Pa (1 at yoki 760 mm.s.u.) va harorat 20° C bo'lgandagi sharoit.

tarkibida benzin miqdori 75+150 g ni tashkil etadi. Nisbiy zichligi 0,9-1,0 bo'lgan yog'li 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 3.1 - jadvalda har uchala 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 in shoatlari 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 va hatto portlash hodisalari yuz berishi mumkin.

O'zbekistondagi Qultog', Pomuq, Zevardi, Sho'rtan, Olot kabi konlar o'rtacha miqdordagi oltingugurtli konlarga va O'rtabuloq, Dengizko'l kabi konlar o'ta oltingugurtli konlarga kiradi. Ulardan olinayotgan tabiiy gazlardan Muborak shahri yonida joylashgan

Muborak gazni qayta ishlash zavodida sof oltingugurt ajratib olinmoqda.

Tabiiy gazlar tarkibida 0,05 % dan yuqori miqdorda geliy bo'lsa, u ham ajratib olinishi shart. Chunki geliy xalq xo'jaligining juda ko'p tarmoqlari uchun asosiy xomashyo sifatida ishlatiladi.

3.3. Tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalari

Tabiiy gazlarning fizik xossalarini aniq bilish, shu gaz konlarini loyihalash va ishlatishda kerak bo'ladi. Kondan olingan gaz namlikdan tozalanib iste'molchilarga yetkazib beruvchi tashkilotlarga topshiriladi. Ana shu topshirishda har ikki tomondan to'ziladigan topshirish - qabul qilish hujjatlarida gazning asosiy fizik va kimyoviy xossalari qayd qilinadi, o'zaro hisoblashlarda gazning xossalari inobatga olinadi.

Shuni yana aytib o'tish kerakki, gazning holati (bosim, harorat va hajm) o'zgarishi bilan gazning fizik xossalari ham birmuncha o'zgaradi. Demak, gazning fizik xossalarini muntazam ravishda nazorat qilib turish zarur.

Tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalariga molekular massasi, zichligi, qovushqoqligi, kritik parametrlari kiradi. Tabiiy gazlarning asosiy fizik va kimyoviy xossalari 3.2 - jadvalda berilgan.

3.4. Gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekular massasi

Zichlik yoki hajm massasi deb moddaning tinch holatdagi massasining uning hajmiga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Oddiy fizik sharoitda¹ gazning zichligini uning molekular massasi orqali aniqlash mumkin. Ya'ni,

$$\rho_0 = \frac{M}{22,41}, \text{ kg/m}^3 \quad (3.2)$$

Bu yerda: M - gazning molekular massasi;

22,41 - har qanday bir kg gazning fizik sharoitdagi hajmi, m³.

¹ Oddiy fizik yoki normal sharoit deb, bosim 101325 Pa (0,101 MPa) va harorat 0° C bo'lgandagi sharoitga aytiladi.

Sho'rtepa, XIII	87,75	5,00	2,30	0,80	0,60	0,15	-	3,40	0,640
Sharq.Xar. tum, III	45,06	22,55	13,47	2,26	5,87	0,25		7,46	0,792
Bo'ston, III	70,87	12,26	8,27	2,09	0,57	0,63	izlari	3,02	0,850
Variq, VIII	66,99	14,87	9,38	0,88	0,99	0,74	0,45	1,94	0,886
3. Gaz-kondensat konlaridan olinadigan gazlar									
Jan.Muborak, XII	90,70	3,20	0,90	0,40	0,90	0,40	-	3,50	0,628
Sho'rtepa,X II	90,70	3,20	0,90	0,40	0,90	0,40		3,50	0,628
Sho'rtepa,X II	87,00	5,10	1,50	0,60	0,70	0,33		4,70	0,654
Uchqir, XIV	94,40	3,00	0,90	0,40	0,35	0,45	-	0,50	0,599
Yangi-qozg'on, XIII	89,80	2,10	0,50	0,40	1,20	0,70	-	5,30	0,637
Toshli,XVI	83,70	8,45	1,66	0,75	0,46	1,45		3,55	0,652
Hoji-Xayram, XV	89,45	4,62	1,27	0,13	0,28	0,48	0,48	0,06	3,70

O'zbekistondagi konlardan olinadigan gazlar tarkibi

3.1. jadval

Kon nomi	Gaz tarkibi							Solish-tirma zichligi
	CN ₄	C ₂ N ₆	C ₃ N ₈	C ₄ N ₁₀	C ₅ N ₁₀₊ ₁₀	CO ₂	N ₂ S	N ₂₊₁
1. Sof gaz konlaridan olinadigan gazlar								
Gazli, XI	93,49	4,18	0,97	0,38	0,16	0,42	-	0,40
Uchqir, XIV	94,05	3,42	0,74	0,30	0,49	0,50	-	0,50
Sho'rchi, XIII	94,21	2,06	0,12	0,01	0,20	1,22	-	2,18
Oqjar, XII	93,97	1,71	0,21	0,10	0,21	0,50	-	3,30
Jarqoq, XII	95,34	1,86	0,16	0,16	0,27	0,17	-	2,04
Xartum, VII	74,2	11,85	4,95	-	4,95	0,17	0,02	3 40
Jan.Rish-ton, XXIV	81,36	10,40	2,40	0,96	0,81	0,06	-	4,00
2. Neft konidan olinadigan yo'ldosh gazlar								
Gazli, XIII	93,45	2,45	0,60	0,25	0,50	0,45	-	2,30
Qorxitoy, XIII	95,40	0,25	0,09	0,05	izlari	0,60	-	3,60
Jarqoq, XV	92,15	4,10	0,96		0,73	1,60	0,06	0,40

Tabiiy gaz tarkibidagi asosiy komponentlarning fizik va kimyoviy xossalari

3.2-jadval

Ko'rsatkichlar	Meta n	Etan	Pro- pan	Izob u-tan	Nor- mal butan	Izo- pen- tan	Nor- mal penta n	Gek- san	Ugle -rod /IV/- oksid	Vodo -rod sulfid	Azot	Suv bug'i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kimyoviy formulasi	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	iC ₅ H ₁₂	nC ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	H ₂ O
molekul. massasi	16,043	30,070	44,097	58,124	58,124	72,151	72,151	86,178	44,011	34,082	28,016	18,016
C miqdori,	74,87	79,96	81,80	82,66	82,66	83,23	83,23	83,62	27,29	-	-	-
% massa birl.												
Gaz doimiysi, i/kgK	521	278	189	143	143	115	115	96	189	245	297	463
Erish t°C, 760mm.s.u	-182,5	-172,5	-187,5	-145,0	-135,0	-160,6	-129,7	-95,5	-56,6	-82,9	-209,9	0
Qaynash t°C, 760mm.s.u.	-161,3	-88,6	-42,2	-10,1	-0,5	28,0	36,2	69,0	78,5	-61,0	-195,8	100
Kritik paramet- lari, harorat °K	190,5	206,0	369,6	404,0	420,0	460,8	470,2	507,8	304,5	373,5	126,0	647,3
Mutlaq bosim	4,7	4,9	4,3	3,7	3,8	3,3	3,4	3,9	7,5	9,2	3,5	22,5
Gazning zichligi °C, 760mm. s.u., kg/m ³	0,717	1,344	1,967	2,598	2,598	3,220	3,220	3,880	1,977	1,539	1,251	0,805
Havoga nisbatan nisbiy zichligi	0,554	1,038	1,523	2,007	2,007	2,488	2,488	2,972	1,520	1,191	0,970	0,622
Solishtirma hajmi °C, 760mm.s.u bo va °C da kg/m ³	1,400	0,746	0,510	0,385	0,385	0,321	0,321	0,258	0,506	0,650	0,799	1,248

Suyuq holatdagi zichligi $\rho_{760\text{mm. s. u. va qaynash}}$ $\text{haroratida } / \text{m}^3 / \text{kg}$	416	546	585	600	625	637	664	925	950	634	634	1,0
Solishtirma issiqlik sig'imi $\rho_{760\text{mm.s.u. va } ^\circ\text{C}}$ da $\text{j}\cdot\text{kg } ^\circ\text{K o'zgaras}$ bosinda C_p	2220	1729	1560	1490	1490	1450	1450	1410	842	1060	14	200
O'zgaras hajmda	1690	1430	1350	1315	1315	1290	1290	1272	652	802	743	1500
Solishtirma issiqlik sig'implari nisbati C_p/C_v	1,310	1,198	1,161	1,144	1,144	1,121	1,121	1,113	1,291	1,322	1,400	1,333
Bug'lanish issiqligi $\rho_{760\text{mm. s.u.}}$ $/\text{kJ} / \text{kg}$	570	490	427	362	394	357	341	341	83	132	48	539
Issiqlik o'tkazuvchanligi $^{\circ}\text{Cda. kJ/m}^{\circ}\text{C soat}$	0,108	0,065	0,053	0,049	0,049	0,046	0,046		0,012	0,010	0,020	-
Kritik siqiluvchanlik koeffitsienti, Z_k	0,290	0,285	0,277	0,283	0,274	0,268	0,269	0,264	0,274	0,268	0,291	0,230
Kritik molyar hajmi, $V_{kr} \text{ sm}^3/\text{mol}$	99,5	148,0	200,0	263,0	255,0	308,0	311,0	368,0	94,0	95,0	90,1	56,0
Dinamik qovushqoqligi $\rho_{760\text{mm.s.u. va } ^\circ\text{C da}}$ $/\text{mmPa s}$	10,3	8,3	7,5	6,9	6,2	6,2	6,2	5,9	13,8	11,7	16,6	12,8
Nomarkaziy belgisi,	0,013	0,105	0,152	0,192	0,201	0,208	0,252	0,290	0,420	0,100	0,040	0,348

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

$$\rho = \frac{\rho_0^* \rho}{1,033} \quad (3.3)$$

Bu erda: ρ - 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:

$$\Lambda_0 = \frac{\rho_0}{1,293} \quad (3.4)$$

Bu yerda: 1,293- havo zichligi.

Gaz aralashmalari (xuddi shuningdek bug' va suyuqlik aralashmalari) ularning tarkibiy qismiga kiruvchi moddalarning massasi va molar konsentrasiyalari bilan xarakterlanadi. Gaz aralashmasining 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 molekular massasini, o'rtacha zichligini va nisbiy zichligini bilish zarur.

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

$$M_{ar} = \frac{U_1 M_1 + U_2 M_2 + \dots + U_n M_n}{100} \quad (3.5)$$

Bu yerda: $U_1, U_2, \dots, U_n$ - aralashma tarkibidagi komponentlarning molar (hajm) miqdori %;

$M_1, M_2, \dots, M_n$ - komponentlarning molekular massalari.

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

$$M_{ar} = \frac{100}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n}} \quad (3.6)$$

Bu yerda: $m_1, m_2, \dots, m_n$ - aralashma tarkibidagi komponentlarning massa miqdori, %.

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

$$\rho_{ar} = \frac{M_{ar}}{22,41}, \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.7)$$

Gaz aralashmasining nisbiy zichligi esa:

$$\Delta_{ar} = \frac{\rho}{1,293} \quad (3.8)$$

Tabiiy gazlarga to'liq tavsif berilganda ularning tarkibidagi og'ir karbonsuvchillar miqdorini ham aniqlash zarurdir. Odatda tabiiy gazlardagi og'ir karbonsuvchillar 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 karbonsuvchillar miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_i = 10m_i \rho_{ar} = 10U_i \rho_{ar} \quad (3.9)$$

3.5. Gazlarning holat tenglamalari

Gazlarning fizik xossalarini o'rganish uchun gaz holati tenglamalaridan foydalaniladi. Gaz holatini aniqlovchi ko'rsatkichlarga bosim, harorat, hajm, massa kabilar kiradi. Tajribalarda bu ko'rsatkichlar baravariga o'zgarsa, u holda gaz holatini xarakterlovchi qonuniyatlarni keltirib chiqarish qiyin bo'ldi.

Shuning uchun ham bu ko'rsatkichlarning birortasini o'zgartirmay, qolganlarini o'zgartirib gaz holatini xarakterlovchi tenglamalar chiqarilgan.

Boyl - Mariott qonuni. Bu qonun bo'yicha harorat o'zgarmas bo'lgan holatda bosim bilan hajm orasidagi munosabat aniqlangan. Harorat o'zgartirilmasdan turib olib borilgan jarayonlar izotermik jarayonlar deyiladi. Umumiy holda Boyl - Mariott qonuni quyidagicha yoziladi:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (3.10)$$

Bundan kelib chiqadigan bosim va hajm ko'paytmasi, harorat o'zgarmagan holda, o'zgarmas miqdor ekan. Ya'ni,

$$PV = \text{const}$$

Gey - Lyussak qonuni. Bu qonun bo'yicha gaz bosimi o'zgarmas bo'lgan holdagi (izobarik) jarayonlar ko'riladi. Umumiy holda Gey - Lyussak qonuni quyidagicha ko'rinishdadir:

$$\frac{V - V_0}{V} = \alpha t \quad (3.11)$$

Bu yerda: V_0 - harorat t_0 bo'lganidagi gaz hajmi;

V - harorat t ga ko'tarilgandagi gaz hajmi;

α - hajm kengayishining harorat koeffitsienti.

(3.11) tenglama V ga nisbatan yechilsa, quyidagi ko'rinishga keladi:

$$V = V(1 + \alpha t) \quad (3.12)$$

Gey - Lyussak qonuniga muvofiq gazni bir holatdan ikkinchi bir holatga o'tishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (3.13)$$

Mendeleyev - Klayperon tenglamasi ideal gazlar uchun keltirib chiqarilgan bo'lib, umumiy ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$PV = \sigma RT \quad (3.14)$$

Bu yerda: R - gaz doimiysi;

σ - gaz massasi.

Sharl qonuni. Bu qonun bo'yicha gaz hajmi o'zgarmas bo'lgan holda bosim bilan harorat orasidagi bog'liqlik ko'rib chiqilgan. Umumiy holda Sharl qonuni quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (3.15)$$

Sharl qonuni ta'riflaydigan jarayon izoxorik jarayon deb yuritiladi.

Gazlarning holat tenglamalari orqali ularning kritik va keltirilgan parametrlari, o'ta siqiluvchanlik koeffitsientlari aniqlanadi.

Holat tenglamalaridan foydalanib, gazlarning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanliklarini ham aniqlash mumkin.

Gazlarning keltirilgan holat tenglamalari real, ya'ni tabiiy gazlarning hamma ko'rsatkichlarini o'z ichiga olmagan. Chunki yer osti qatlamlarida gazlarning harakatiga oid juda ko'p tenglamalar mavjuddir.

Bu haqda keyingi boblarda aytib o'tilgan.

3.6. Tabiiy gazlarning kritik va keltirilgan parametrlari

Gaz holati tenglamalaridan biri Mendeleyev - Klayperon tenglamasi ideal gazlar uchun chiqarilgan. Ideal gaz deb molekulalarida ichki ishqalanish bo'lmagan gazlarga aytiladi. Termodinamik nazariyaga ko'ra ideal gazlar uchun quyidagi tenglik mavjud:

$$\left(\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \mathcal{V}} \right)_g = 0 \quad (3.16)$$

Bu yerda: E - bug'lanishning ichki energiyasi; J/mol.

Agar (3.14) tenglamani birga teng qilib olsak, u quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{PV}{\sigma RT} = 1 = z \quad (3.17)$$

Bu yerda: z - real gazlarning ideal gazlar qonuniyatidan boshqacha ekanligini bildiruvchi koeffitsientdir. Bu koeffitsient tabiiy gazlarning o'ta siqiluvchanlik koeffitsienti deyiladi.

Gaz holatini har xil jarayonlarda (izoxorik, izobarik va izotermik) tajriba qilib ko'rib, (3.14) tenglama real gazlar uchun mos emasligi aniqlandi.

Birinci bo'lib golland fizigi Van - der - Vaals 1879 yilda (3.14) tenglamaga tabiiy gazlar uchun ularning molekular hajmi va molekularlarning o'zaro tortishish kuchini kiritdi. Van - der - Vaals (3.14) tenglamaga ikkita yangi koeffitsientlar kiritib, quyidagi holga keltirdi.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (3.18)$$

Bu yerda: V - gazning solishtirma hajmi;

$\frac{a}{V^2}$ - molekular bog'lanishni belgilovchi o'zgarmas miqdori, kg/sm²/l;

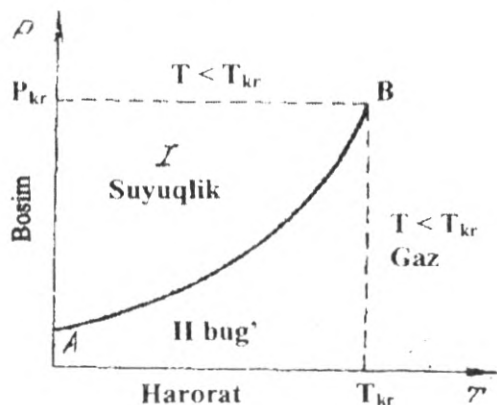
b - molekular hajmga kiritilgan tuzatma.

(3.18) tenglamadagi $\frac{a}{V^2}$ ifoda molekularlarning ichki bosimini ifodalasa, V - shu molekularlarning hajmini to'rt baravar ko'paytirilgan miqdoriga teng.

Bu tuzatmalar kiritilishiga qaramasdan, keyinchalik (3.18) tenglama tabiiy gazlar uchun hali ham aniq emasligi ma'lum bo'lib qoldi. Bu yerdagi a va b koeffitsientlar gazning kritik holati tenglamalaridan keltirib chiqariladigan murakkab kattaliklar ekan. Bu koeffitsientlar kritik bosim va kritik haroratga bog'liq bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$a = \frac{27 * T_{kr} * R}{64 * m_{kr}}; \quad b = \frac{R * T_{kr}}{8 * m_{kr}} \quad (3.19)$$

(3.19) tenglamalardagi kritik harorat va kritik bosim gaz holatini kritik xususiyatlarini xarakterlovchi kattaliklardir.



3.2 – rasm. Gazning bosim va haroratga bog'liqlik tasviri

Gazning kritik harorati (T_{kr}) deb shunday maksimal haroratga aytiladiki, bu haroratda modda bir vaqtning o'zida gaz va suyuq holatidagi tenglikda bo'ladi (3.2 - rasm).

Kritik harorat uchun yana bir ta'rif bor. Ya'ni, kritik haroratda gazning o'rtacha molekular kinetik energiyasi molekularlarning tortilish potensial energiyasiga teng bo'ladi.

Bu ta'riflardan ko'rinib turibdiki, kritik haroratda ham gazsimon, ham suyuq holatdagi aralash ikki komponentli faza mavjud ekan. Kritik haroratdan yuqoriroq haroratlarda T- suyuq faza yo'qolib, faqat bir turdagi gazsimon faza mavjud bo'ladi.

Kritik haroratga mos bo'lgan bosim kritik bosim (P_{kr}) deyiladi.

Tabiiy gazlarning holat tenglamalarini aniq to'zish uchun juda ko'p tajribalar va ilmiy ishlar bajarilgan. Buning natijasida real gaz holati tenglamasini aniqlanish, shu real gaz xossalarini hisobga

oladigan yangidan = yangi o'zgarmas kattaliklar kiritish bilan bog'liq bo'ldi. Gazlarning holat tenglamasiga Z koeffitsienti kiritilib,

$$PV = ZORT \quad (3.20)$$

holiga keldi. Bu yerda Z koeffitsienti gazlarning keltirilgan harorat va keltirilgan bosimiga bog'liq ekan, ya'ni

$$Z = f(P_{kel}, T_{kel})$$

Gaz tarkibiy qismini tashkil qiluvchi komponentlarning keltirilgan parametrlari, xuddi shu parametrlarning kritik parametrlardan qanchalik kichik yoki kattaligini ko'rsatuvchi, o'lehov birligisiz kattalikdir.

$$P_{kel} = \frac{P}{P_{kr}}; \quad T_{kel} = \frac{T}{T_{kr}}; \quad V_{kel} = \frac{V}{V_{kr}}$$

$$\rho_{kel} = \frac{\rho}{\rho_{kr}}; \quad Z_{kel} = \frac{Z}{Z_{kr}}$$

Bu yerda: P , T , V , ρ , Z - o'lchangan kattaliklar (mos holda bosim, harorat, hajm, zichlik va o'ta siqiluvchanlik) koeffitsienti;

P_{kr} , T_{kr} , V_{kr} , ρ_{kr} , Z_{kr} - o'lchangan kattaliklar kritik miqdorlari;

P_{kel} , T_{kel} , V_{kel} , ρ_{kel} , Z_{kel} - keltirilgan parametrlar.

Real tabiiy gazlar juda ko'p karbonsuvchil komponentlar aralashmasidan iborat. Bu aralashmada oddiy va murakkab komponentlar mavjud. Oddiy gazlar (metan, geliy, argon, kripton, ksenon va b.) molekulalari sharsimon bo'lsa, murakkab gazlarning (butan, pentan, uglerod /IV/ oksidi va h.k.) molekulalari sharsimon bo'lmaydi. Oddiy gazlarda molekulalar tortishish (yoki itarilish) kucini, shu sharsimon molekulalarning markazlarigacha bo'lgan masofani oltinchi darajaga to'g'ri mutanosibdir. Lekin, murakkab gazlardagi molekulalarining tortishish (yoki itarilish) kuchi faqat molekulalarning markazlarigacha bo'lgan masofaga bog'liq bo'lmay,

balki molekulalarning sharsimon emasligiga ham bog'liq ekan. Chunki bunday hollarda molekula og'irlik markazi molekula sirtidan har xil masofada bo'ladi.

Shuning uchun real gazlarning holatini aniqlovchi (3.20) tenglamadagi Z koeffitsienti faqat keltirilgan bosim va keltirilgan haroratga bog'liq bo'lmay, balki yana bir kattalik - molekulalar nomarkaziy belgisiga ω ham bog'liq. ya'ni $Z = f(P_{kel}, T_{kel}, \omega)$ nisbati mavjud.

Endi keltirilgan parametrlardan Z koeffitsientini aniqlash ustida to'xtalib o'tamiz.

Bu koeffitsientni ikki xil usul bilan aniqlash mumkin:

1) grafik usul;

2) Seyrim dasturi bo'yicha hisoblash usuli.

Grafik bo'yicha Z 3.3 - rasmdan aniqlanadi. Bu grafik Braun - Kats grafigi deb yuritiladi. Buning uchun keltirilgan bosim P_{kel} va keltirilgan harorat T_{kel} ma'lum bo'lsa yetarli. Aniqlash usuli 3.3 - rasmda strelkalar orqali ko'rsatilgan. Seyrim dasturi bo'yicha hisoblash uchun elektron tez hisoblash mashinalarida quyidagi tenglama yechiladi:

$$Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 A_{ij} P_i(x) P_j(y) \quad (3.22)$$

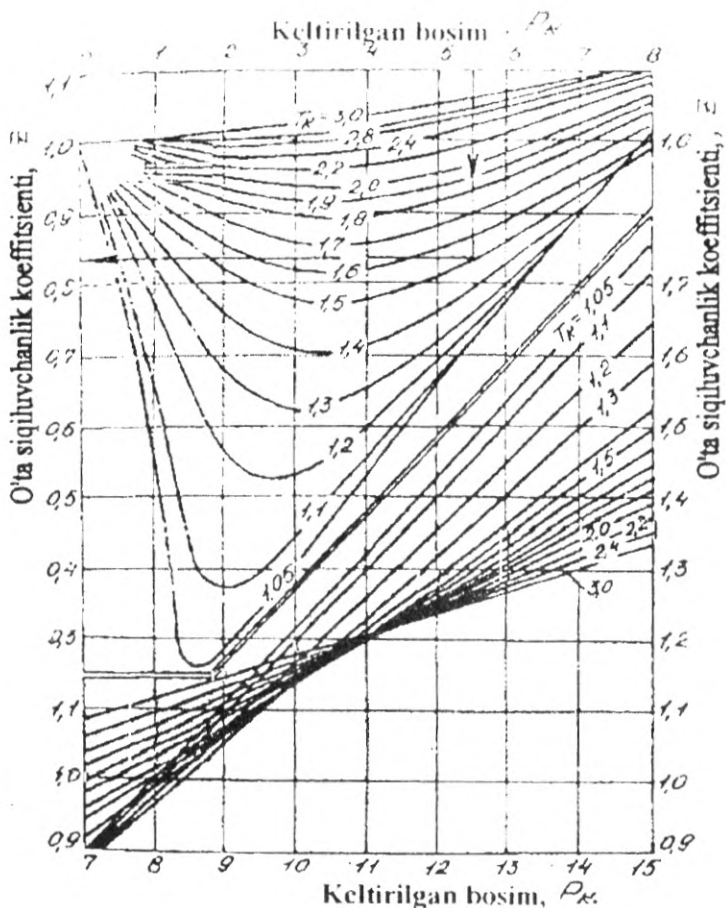
Bu yerda: A_{ij} - 36 ta sonli gazlarning turli xususiyatlarini hisobga oluvchi koeffitsientlar;

- $P_i(x)$ va $P_j(y)$ qu'yidagi argumentlarda olingan polinomlar

$$x = \frac{2m_{kel} - 15}{14,8}; \quad y = \frac{2T_{kel} - 4}{1,9} \quad (3.23)$$

Grafik va hisoblash usullari bilan aniqlangan Z koeffitsientida xatolik 5 % dan oshmaydi.

Real gazlarning holat tenglamasiga birinchi bo'lib Van - der - Waals yangi koeffitsientlar kiritib, uni 3.18 tenglama holiga keltirgan bo'lsa, keyinchalik beshta o'zgarmas kattalikka ega bo'lgan Bitti - Brijmen tenglamasi, shu tenglamaning xususiy holi sifatida keltirib chiqarilgan Redlix - Kvong tenglamasi, Soava tenglamasi va ko'plab shu kabi yangi tenglamalar vujudga keldi.



3.3 – rasm. Tabiiy gazning o'ta siqiluvchanlik koeffitsientining keltirilgan bosim P_k va keltirilgan harorat T_k bilan bog'liqligi.

Bu tenglamalarni keltirib chiqarish "Gaz konlarini ishlatish nazariyasi" fanida mufassal berilganligi uchun, biz faqat yakuniy tenglamalar bilan tanishib chiqamiz:

Bitti - Brijmen tenglamasi:

$$Z = \frac{\left(1 - \frac{S}{VT}\right) \left(V + B_0 - \frac{bB_0}{V}\right)}{V} - A_0 \left(1 - \frac{a}{V}\right) \quad (3.14)$$

Redlix - Kvong tenglamasi:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{\sqrt{T} * V(V + b)} \quad (3.25)$$

ko'rinishga ega bo'ladi, bu tenglamalarga kiruvchi a , b , s , B_0 kabi kattaliklar o'z navbatida gazlarning real xususiyatlarini o'z ichiga olgan fizik ma'noga ega bo'lgan miqdordardir.

3.7. Gazlarning qovushqoqligi va uni aniqlash usullari

Gazlar va suyuqliklarning qovushqoqligi deb, ularning ichki qatlamlarining bir - birining siljishiga nisbatan qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi. Gazlar uchun qovushqoqlik quyidagicha aniqlanadi.

$$\mu_s = \frac{\rho \bar{g} \lambda}{3}, [Pa * s] \quad (3.26)$$

Bu yerda: μ_s - gazlarning dinamik qovushqoqligi;

ρ - gaz zichligi;

$\bar{g}$ - molekulalarning o'rtacha tezligi;

λ - molekulalarning o'rtacha erkin harakatlanish masofasi.

Qovushqoqlik harorat va bosimga bevosita bog'liqdir. Bosim ortib borishi bilan gazning zichligi ortadi, o'z navbatida zichlik molekulalarning erkin harakati masofasini qisqartiradi, molekulalar harakat tezligi esa deyarli o'zgarmay qoladi. Shuning uchun bosim oshishi bilan boshlang'ich davrda qovushqoqlik deyarli o'zgarmaydi, keyinchalik esa oshib boradi.

Qovushqoqlik (3.24) o'zgarishi haroratga ham bog'liq. Harorat oshganda gazlarning qovushqoqligi ortadi. Qovushqoqlikning haroratga nisbatan o'zgarishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\mu_g = \mu_0 \frac{273 + C}{T + C} T^{3/2} \quad (3.27)$$

Bu yerda: μ_g - gazning T haroratdagi mutlaq qovushqoqligi;

μ_0 - gazning T=0° C dagi qovushqoqligi Pa s;

C - gaz xossalriga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik (masalan, CN₄ uchun S=170, C₂N₆ uchun C=280, C₃N₈ uchun C=318, CO uchun C=240, N₂ uchun C=110, havo uchun C=124).

Ba'zi bir karbonsuvchillarning qovushqoqligini har xil haroratlar va atmosfera bosimida qanday miqdorda bo'lishi 3.4 va 3.5 - rasmlarda keltirilgan. Shuni ham aytish kerakki, agar tabiiy gazlar tarkibida yemiruvchi gazlar (ya'ni N₂, CO₂, H₂S) bo'lsa, bunday hollarda tabiiy gazlarning qovushqoqligiga biroz tuzatma kiritish kerak bo'ladi. Bu tuzatma 3.5 - rasmdagi uchta kichik bog'lanishlar orqali aniqlanadi. 3.4 - rasm. Ba'zi gazlarning atmosfera bosimida dinamik qovushqoqlikning o'zgarish tasviri. 1 - geliy; 2 - havo; 3 - azot; 4 - karbonsuvchil (IV) oksidi; 5 - vodorod sulfid; 6 - metan; 7 - izobutan; 8 - mo'tadil, butan; 9 - pentan; 10 - peksan; 11 - benzol.

Agar tabiiy gaz tarkibida azotning miqdori 5 % dan oshiq bo'lsa, gazning dinamik qovushqoqligini quyidagi tenglamadan ham aniqlash mumkin:

$$\mu_g = y_a * \mu_a + (1 - y_a) * \mu_i \quad (3.28)$$

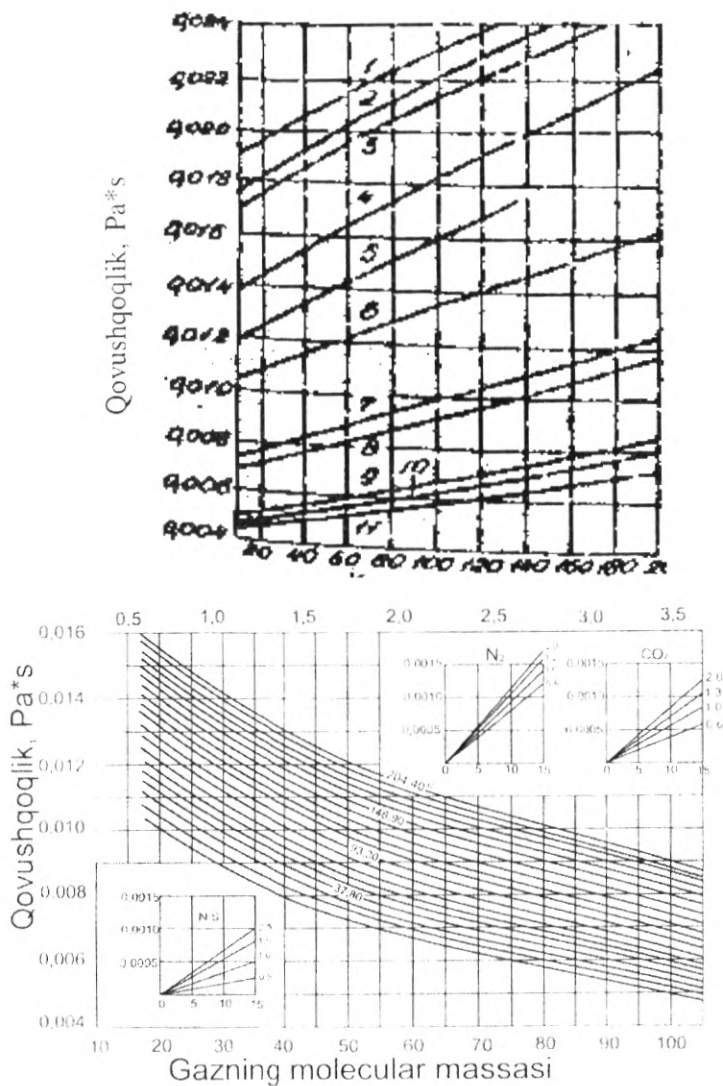
Bu yerda: μ_g - tabiiy gaz va azot aralashmasining

o'rtacha dinamik qovushqoqligi;

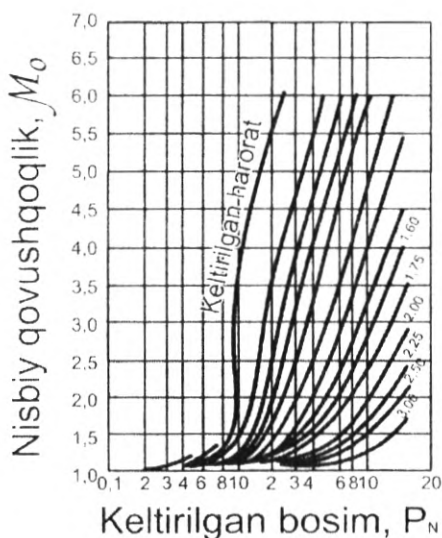
μ_a va μ_i - mos ravishda azot va karbonsuvchil

gazlarning dinamik qovushqoqligi;

y_a - azotning tabiiy gaz tarkibidagi molar miqdori.



3.5 - rasm. Karbonsuvchil gazlarning atmosfera bosimida va 200°C gacha bo'lgan haroratda dinamik qovushqoqligining molekulyar massasiga bog'liqlik tasviri.



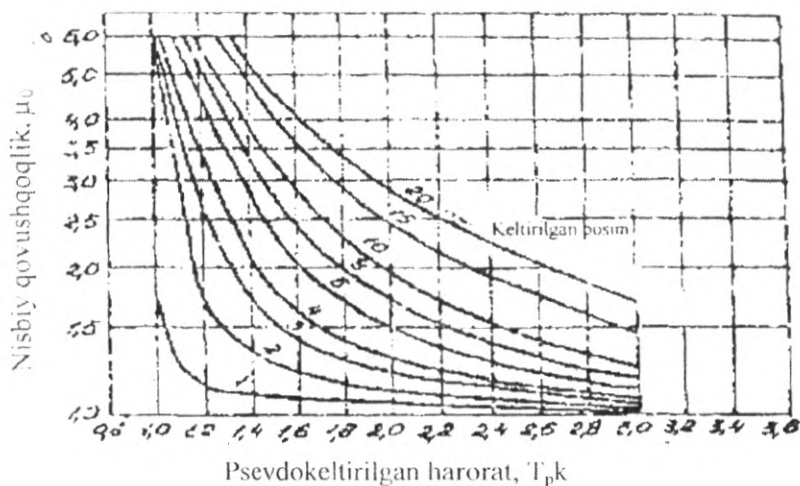
3.6 - gazlar.
Nisbiy qovushqoqligining
keltirilgan bosimga
bog'liqligi

Gaz konlarini loyihalash jarayonidagi hisoblashlarda ba'zan dinamik qovushqoqlik o'rniga nisbiy qovushqoqlik va kinematik qovushqoqlik ham ishlatiladi.

Gazlarning nisbiy qovushqoqligi ρ_g / μ_a deb, odatda shu gazning qovushqoqligini atmosfera holatida aniqlangan qovushqoqlikka bo'lgan nisbatiga aytiladi. 3.6 - rasmda nisbiy qovushqoqlikni keltirilgan bosim orqali aniqlash grafigi berilgan bo'lsa, 3.7 - rasmda nisbiy qovushqoqlikni keltirilgan harorat orqali aniqlash grafigi berilgan. Hisoblashlarda o'lchov birligisiz nisbiy qovushqoqlikni ishlatish birmuncha yengilliklar beradi va shuning uchun ham nisbiy qovushqoqlik dinamik va kinematik qovushqoqlikka nisbatan ko'proq ishlatiladi.

Kinematik qovushqoqlik deb, gazning dinamik qovushqoqligining uning zichligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

$$v_k = \frac{\mu}{\rho} \quad (3.29)$$



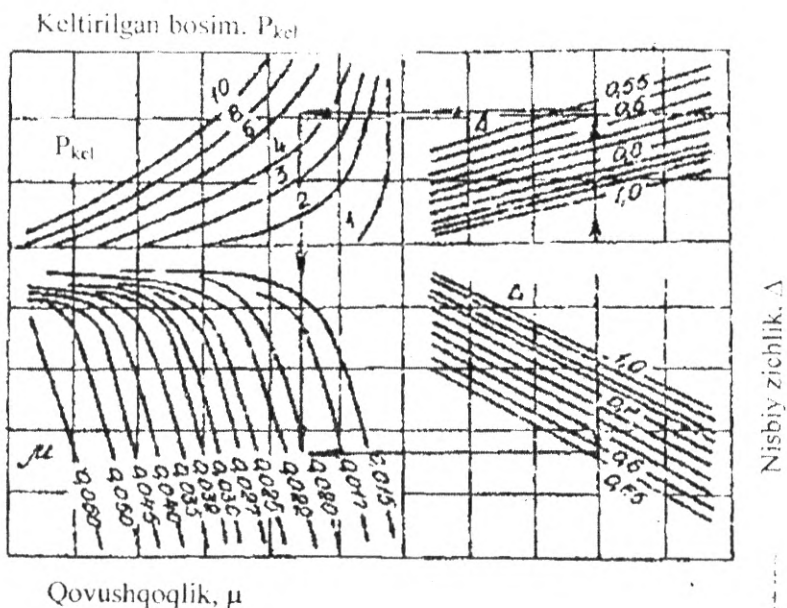
3.7 – rasmi. Gazlar nisbiy qovushqoqligining keltirilgan haroratga bogʻliqligi.

Kinematik qovushqoqlikning oʻlchov birligi m^2/s yoki mm^2/s deb qabul qilingan. Agar hisoblashlarda, dinamik qovushqoqlikdan kinematik qovushqoqlikka oʻtish kerak boʻlib qolsa, gazning zichligining shu gaz holatini aks ettiruvchi harorat va bosimdagi miqdori olinadi. Qovushqoqlikni aniqlash usullari juda xilma - xildir. Bu usullar ichida eng asosiysi gaz muhitida tushayotgan sharchaning tezligini aniqlashga asoslangan. Bundan tashqari, gaz muhitida osib qoʻyilgan silindr yoki disklar aylanma tezligining oʻzgarishini qayd qilish usullari ham mavjuddir. Bu usullar haqida batafsil maʼlumotlarni maxsus qoʻllanmalardan olish mumkin.

Gazlarining dinamik qovushqoqligini grafik usul bilan ham aniqlash mumkin. Buning uchun 3.8 - rasmda keltirilgan S.G.Ibrohimov nomogrammasidan foydalanish mumkin.

Bu nomogrammada dinamik qovushqoqlikni aniqlash strelkalar bilan koʻrsatilgan boʻlib, hisoblash ketma ketligi quyidagicha:

$$T \rightarrow \Delta_{\text{m}} \rightarrow P_{\text{m}} \rightarrow \mu; \quad T \rightarrow \Delta_{\text{m}} \rightarrow \mu$$



3.8 – rasm. Gazlarning dinamik qovushqoqligini aniqlash uchun S.G. Ibrohimov nomogrammasi

3.8. Gazlarning namlik miqdori

Neft va gaz kollektorlaridagi neft va tabiiy gaz to'plamlari ostida qatlam osti va qatlam cheti suvlari, oraliq suvlar, hamda qoldiq suvlar bo'lishi mumkin. Bu suvlar haqida batafsil ma'lumotlar keyinroq beriladi. Hozir esa shu qatlamdagi suvlar va tabiiy gaz o'rtasidagi munosabatlar to'g'risida to'xtab o'tamiz.

Qatlamda tabiiy gaz va suv o'zaro bog'liq bo'lgani uchun tabiiy gazning tarkibida ma'lum miqdorda suv bug'lari bo'lishi mumkin. Bunga asosiy sabab qatlamdagi suv va tabiiy gazning haroratining anchagina yuqori bo'lishidir. Yuqori harorat natijasida

suvning ma'lum bir qismi bug'lanib, gaz tarkibiga aralashib qoladi. Bu esa gazning namlanishiga olib keladi.

Gazlarning namlik miqdorini aniq bilish juda muhim ahamiyatga ega. Chunki gaz konlarini ishlatayotgan korxona olinayotgan gazni davlat standartlariga mos qilib iste'molchilarga yetkazib berishi kerak. Bu standartlarda gaz tarkibida yemiruvchi tarkiblar (CO_2 , N_2 , H_2S), shuningdek suv bug'lari bo'lmashligi ko'rsatib o'tilgan. Demak, gazning namlik miqdoriga qarab, gaz konida tabiiy gazni suv bug'laridan tozalaydigan maxsus qurilma va gaz quritgichlar o'rnatilishi zarur. Bu moslamalar esa sanoatimizda har xil unumdorlikka mo'ljallangan holda bir necha turlarda ishlab chiqariladi. Shuning uchun gazning namligini aniq bilib, shu namlikka mos bo'lgan gaz quritgich moslamalari tanlanishi kerak.

Gazlardagi namlik miqdori karbonsuvchillarning bosimi va haroratiga bog'liq. Masalan, qandaydir bir bosim va haroratda hajm birligidagi tabiiy gazda eng maksimal suv bug'lari bo'lsin, u holda bunday gaz, suv bug'lariga to'liq to'yingan bo'ladi. Lekin harorat oshirilsa, ana shu hajm birligidagi tabiiy gaz suv bug'iga to'yinmagan holatga o'tadi. Bunday gazni yana to'yintirish uchun yoki haroratni pasaytirish kerak, yoki yana qo'shimcha suv bug'i berish kerak bo'ladi.

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. Mutlaq namlik g/m^3 yoki g/kg da o'lchanadi.

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.

Mutlaq namlik:

$$H = \frac{Q}{V} \quad (\text{g/sm}^3) \quad (3.30)$$

tenglama bilan aniqlansa, nisbiy namlik miqdori:

$$H_{\mu} = \frac{H}{H_{\max}} \approx 100\% \quad (3.31)$$

tenglama bilan aniqlanadi.

Bu yerda: H - tabiiy gazning mutlaq namlik miqdori;

Q_c - 1 m³ hajmdagi (V_g) tabiiy gaz tarkibidagi suv bug'leri miqdori, g;

H_n - tabiiy gazning nisbiy namligi % da;

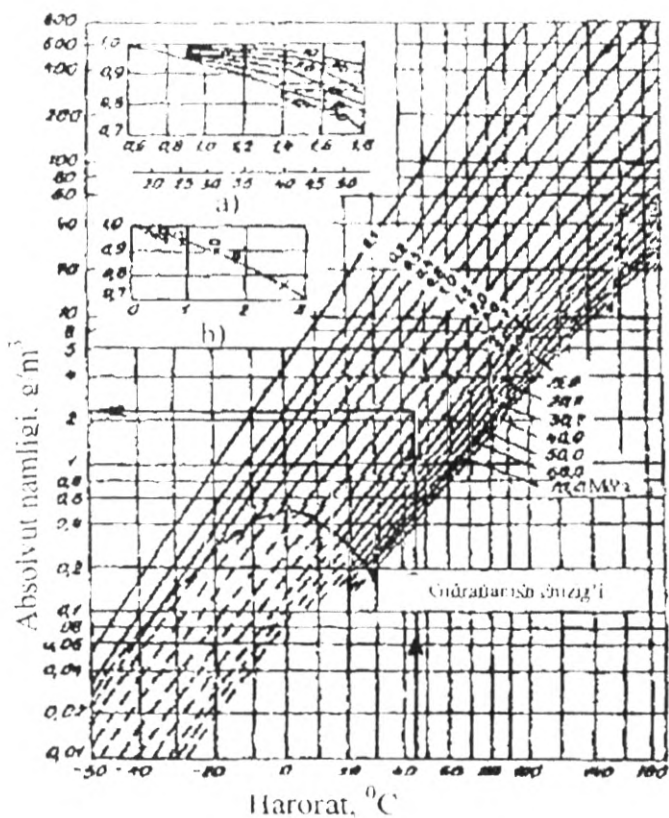
$H_{\max}$ - tabiiy gazning ma'lum bir sharoitdagi maksimal mutlaq namlik miqdori.

Gazlarning namlanishi ham boshqa fizik xossalariga o'xshab, qatlam bosimi va haroratiga bog'liq. Odatda harorat oshishi namlanishni oshirsa, bosim oshishi namlanish miqdorini kamaytirishga olib keladi. Buni 3.9 - rasmda keltirilgan nomogrammadan ham ko'rish mumkin.

Agar suv bug'larida erigan tuz moddalari bo'lsa, u holda namlanish miqdoriga tuzatma kiritish kerak bo'ladi, chunki erigan tuzlar miqdori oshishi natijasida gazning namlanish miqdori kamayib ketadi. Shuningdek gazning molekular massasi yoki zichligi ortib borishi ham namlanishga ta'sir ko'rsatadi. Gaz zichligining oz miqdorda (3 - 5 % gacha) ortishi namlanish miqdorini kamaytiradi, demak, gazlar zichligining o'zgarishiga ham namlanish miqdori uchun tuzatma kiritish zarur. 3.9 - rasmda keltirilgan nomogrammada bu tuzatmalar alohida berilgan, namlanish miqdorini aniqlash esa strelkalar bo'yicha ko'rsatilgandir.

3.9. Tabiiy gazlarning issiqlik xossalari

Tog' jinslari kabi tabiiy gazlar ham issiqlik xossalariga ega. Termodinamika qonunlari karbonsuvchillar xossalarini o'rganishda keng qo'llaniladi. Tabiiy gazlarning issiqlik xossalariga issiqlik sig'imi, entropiya, entalpiya, yonish issiqligi, alangalanish chegaralari kiradi.



3.9 – rasm. Tabiiy gazlarning mutlaq namligini aniqlash nomogrammasi.

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 sig'imi C_v - gaz haroratini oshirganda, gazga berilayotgan energiya gazning hajmi o'zgarmagan holda uning ichki energiyasi ortib borishini ko'rsatadi. Ya'ni:

$$C_p = \left(\frac{\partial Q}{\partial T} \right)_p ; \quad C_v = \left(\frac{\partial Q}{\partial T} \right)_v \quad (3.32)$$

Real gazlar uchun issiqlik sig'imi shu gazlarning bosimi va haroratiga bog'liq.

Izobarlik molyar issiqlik sig'imini harorat o'zgarishi bilan quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$C_{p,i} = 0,523(8,36 + 0,00892t)m_i^{3/4}, \text{ kJ/kmol K} \quad (3.33)$$

Bu yerda: m_i - karbonsuvchillarning (metandan, geptangacha) molekulyar massasi;
 t - qayd qilingan harorat, $^{\circ}\text{K}$.

Bu tenglama bo'yicha hisoblangan izobarik molyar issiqlik sig'imi miqdoridagi xatolik 40°C dan 120°C gacha bo'lgan oraliqda.

CN_4 - C_5N_{12} karbonsuvchillar uchun 10 % dan oshmaydi.

Gazlar aralashmasi uchun issiqlik sig'imi, gaz tarkibiga kiruvchi har bir komponentlarning issiqlik sig'imi yig'indisiga tengdir. Ya'ni:

$$C = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + CX \quad (3.34)$$

Bu yerda: $C_1, C_2, \dots, C$ - gaz tarkibidagi alohida komponentlarning issiqlik sig'imi;

$X_1, X_2, \dots, X$ - komponentlarning miqdori.

Izobarlik issiqlik sig'imining izoxorik issiqlik sig'imiga bo'lgan nisbati adiabata ko'rsatkichi deb ataladi:

$$n = \frac{C_p}{C_v} \quad (3.35)$$

3.10 - rasmda karbonsuvchil gazlarning solishtirma issiqlik sig'imining haroratga nisbatan o'zgarishi atmosfera bosimi holati uchun keltirilgan.

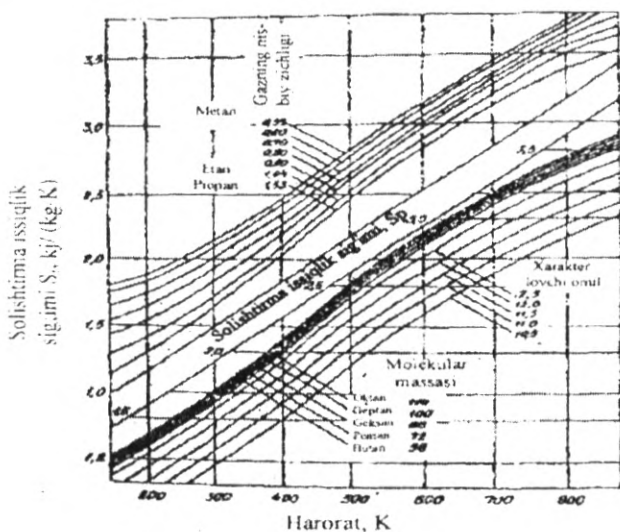
Gazlarning entropiyasi¹ deb, shu gazlarga tashqaridan berilgan issiqlik miqdorining ΔQ mutlaq harorat T ga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \left[\frac{J}{^{\circ}K} \right] \quad (3.36)$$

Solishtirma entropiya esa, tabiiy gaz tarkibidagi har bir komponentning entropiyasini (ΔS) uning massasiga (m) nisbati bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{\Delta S}{m} \quad (3.37)$$

Entropiya gaz holatini xarakterlovchi kattalik bo'lib, issiqlik almashinishi qaysi yo'nalish bo'ylab kelayotganini bildiradi.



3.10 – rasm. Karbonsuvchil gazlarining solishtirma issiqlik sig'iminin atmosfera bosimida harorat o'zgarishi bilan bog'liqligi

¹Entropiya - grekcha burilish, o'zgarish degan ma'noni bildiradi.

Gazning haroratini oshirish uchun qanday miqdorda issiqlik kerakligini xarakterlovchi kattalikka entalpiya¹ deyiladi, yoki boshqacha qilib aytganda gazning issiqlik miqdoriga entalpiya deyiladi. Ya'ni: Entropiya gaz holatini xarakterlovchi kattalik bo'lib, issiqlik almashinishi qaysi yo'nalish bo'ylab kelayotganini bildiradi.

$$H = Q + PV \quad (3.38)$$

Bu yerda: N - gaz entalpiyasi;

Q - bir birlik gaz massaning ichki energiyasi yoki issiqlik miqdori;

R - bosim;

V - solishtirma hajm.

Entalpiyaning haroratga nisbatan bir fazali modda uchun o'zgarishi solishtirma issiqlik sig'imi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p \quad (3.39)$$

Entalpiyaga bosim ta'siri esa:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p} \right)_T = V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (3.40)$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda: V - gaz hajmi.

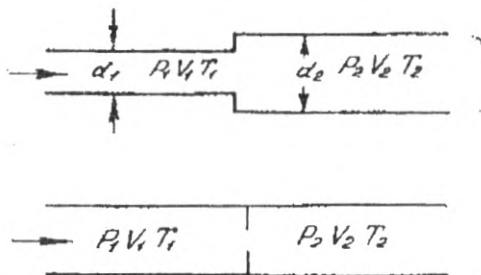
Gaz va gazkondensat konlarini loyihalash va ishlatish jarayonida gazlarning issiqlik xossalari xarakterlovchi kattaliklar deyarli hamma hisoblashlarda ishlatiladi. Shuning uchun gaz holati tenglamalari ichida ko'pincha ishlatiladigan Penge - Robinson tenglamasi entalpiya o'zgarishlarini o'z ichiga olgan. Bu hisoblashlar juda murakkab bo'lib, hozirgi vaqtda asosan elektron hisoblash mashinalarida olib boriladi.

Gazlar o'z harakatida biror to'siqdan o'tgach, o'z haroratini o'zgartirar ekan. Bunday holni drossel (nemischadan - bo'g'ish,

¹ Entalpiya - grekcha isitaman degan ma'noni beradi.

qisqartirish) hodisasi deyiladi. Buni birinchi bo'lib Joule va Tomson aniqlaganlar.

Joule - Tomson tajribasida (3.11 - rasm) diametrlari har xil bo'lgan trubkadan gaz harakatlantirilgan. Bu tajribani diametri bir xil bo'lgan trubkada ham o'tkazish mumkin, faqat trubkaning biror joyida gaz yo'lga qandaydir to'siq qo'yish kerak bo'ladi.



3.11 – rasm. Joule-Tomson effektiga tegishli gaz harakati tasviri.

Gaz o'z harakatida d_1 diametrdagi trubkadan d_2 diametrdagi (bunda $d_1 < d_2$) trubkaga o'tganda gaz holati tenglamasidagi deyarli barcha kattaliklar o'zgargan, shu hisobdan harorat ham birmuncha pasaygan. Bunday holatni Joule - Tomson yoki drossel effekti deb yuritiladi.

Joule - Tomson effekti - real gazlarning ichki energiyasi va harorati gazlar kengayishi natijasida yuz beradi. Bunday hollarda gaz harorati pasaysa, effekt manfiy deb hisoblanadi.

Bosim 0,1 MPa ga pasayganda gaz haroratining o'zgarishi Joule - Tomson koeffitsienti deb yuritiladi. Bu koeffitsient manfiy yoki musbat bo'lishi mumkin.

Joule - Tomson koeffitsienti hajm va haroratga nisbatan o'zgarishi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\mu_j = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_j = \frac{T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_j - V}{C_p} \quad (3.41)$$

Bu yerda: μ - tabiiy gaz komponenti uchun Joule Tomson koeffitsienti.

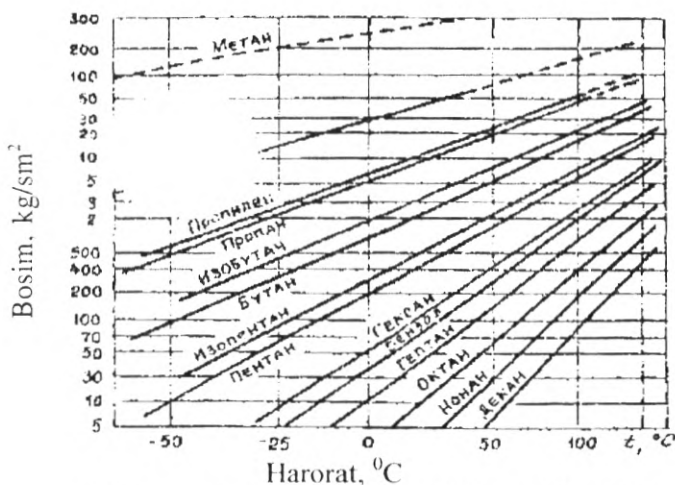
Joule - Tomson koeffitsienti gaz xarakterining "qatlam - quduq - gaz quvuri" tizimini hisoblashda ishlatiladi.

Gazlarning yonish issiqligi deb hajm birligidagi issiqlik miqdoriga aytiladi. Tabiiy gazlarda yonish issiqligi 7000 dan 11000 J/m³ gacha o'zgaradi.

Gazlar havo bilan aralashganda alangalanish jarayoni hosil bo'lishi mumkin. Gaz miqdori havo bilan aralashishi jarayonida pastki alangalanish chegarasidan yuqori alangalanish chegarasigacha bo'lgan oraliqda o't olish yoki portlash xavfi tug'iladi. Bu chegaralar har bir gaz uchun alohida bo'lib, metan uchun molyar miqdori bo'yicha pastki chegara 5 % va yuqori chegara 15 % ni tashkil qiladi.

3.10. To'yingan bug'ning tarangligi.

Avvalgi paragraflarimizdan ma'lum bo'ldiki, qatlamda gazlar qatlam suvlari bilan o'zaro bog'liq bo'lar ekan. Demak, yuqori harorat tufayli ma'lum bir miqdorda suv bug'lari gazda erigan bo'lishi mumkin.



3.12 – rasm. Sof karbonsuvchillar to'yingan bug' tarangligining bosim va haroratga bog'liqligi

Gaz suv bug'i bilan to'yingan bo'lsa, u holda gaz va suv bug'idan iborat bo'lgan ikki fazali holat mavjud bo'ladi. Harorat va bosim o'zgarishidan bug'ning miqdori ($0 \leq X \leq 1$) noldan birgacha bo'lgan kattalikda o'zgaradi. Bu yerda X - bug' miqdori.

Agar karbonsuvchillar aralashma holatida bo'lsa, u holda umumiy bosim har bir komponent bug'larining tarangligiga ta'sir ko'rsatadi. Umumiy bosim oshib borishi, o'z navbatida alohida komponentlarning tarangligini oshishiga olib keladi.

3.12 - rasmda to'yingan karbonsuvchillarning bug' tarangligi o'zgarishi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, bosim va harorat oshishi bug' tarangligini oshirar ekan. Bunda molekular massasi og'irroq bo'lgan karbonsuvchillarning bug' tarangligi bosimning kichik miqdorlarida oshsa, yengil karbonsuvchillarning bug' tarangligi oshishi bosimning katta miqdorida bo'lar ekan.

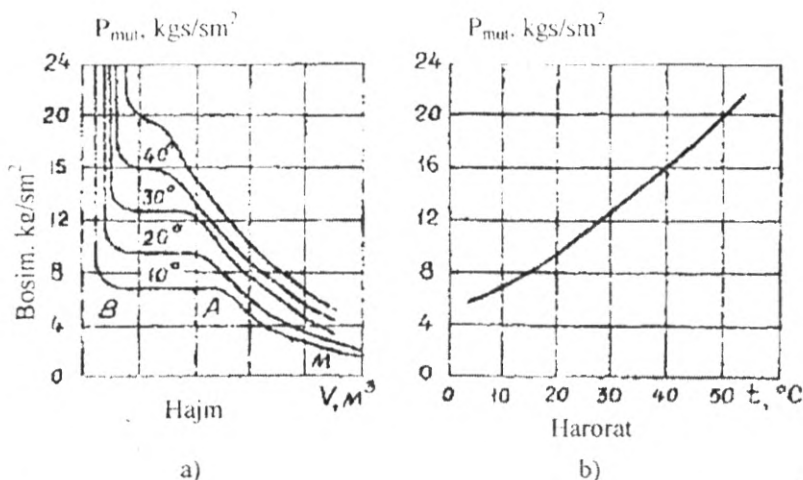
Tajribalar shuni ko'rsatdiki, alohida bir karbonsuvchilni bug' tarangligi faqat haroratga bog'liq bo'lib, $Q = f(t)$ funksiya bilan xarakterlanadi.

Biror to'yingan karbonsuvchilning (suyuq va bug' holatdagi), bosim P va hajm V o'zgarishida o'zini qanday tutishini ko'rib chiqamiz. Masalan, propan izotermik o'zgarish jarayonini ko'raylik (3.13 a - rasm). M nuqtada propan suyuq va bug' holatda turibdi. Agar bosimni oshirsak, u holda A nuqtagacha siqilish bo'lib, bu yerda faqat to'yingan bug' holati mavjud bo'ladi. MA oraliqdagi P va V kattaliklar ko'paytmasi o'zgarmas holatga o'tadi va bosimni oshirish natijasida to'yingan bug'ni suyuq holatga o'tishiga olib keladi. A nuqtadan B nuqtagacha bo'lgan masofada bosim o'zgarmagan holda hajm kamayib boradi, chunki katta hajmni egallab turgan bug' sekin - asta suyuq holatga o'ta boshlaydi. Bu jarayon B nuqtada batamom tugaydi va ikki fazali (bug' va suyuqlik) bo'lgan propan bir fazaga - suyuq holatga o'tib bo'ladi. B nuqtadan keyin hajm deyarli o'zgarmay faqat bosim o'zgaradi. Odatda bunday tajribalar bir necha xil haroratda olib boriladi. 3.13 -a rasmda o'zgarishlar harorat 0° , 20° , 30° , 40° va 50° C bo'lganda olingan.

Agar tajribalar natijasini bosim - harorat bog'lanishida grafigi chizilsa (3.13 -b rasm), olingan egri chiziq shu modda uchun bug' taranglik egri chizig'ini beradi.

Tabiiy gaz aralashmasi holati faqat haroratga bog'liq bo'lmay, balki bosimga ham bog'liq, ya'ni $Q_{ar} = f(P)$, mavjud.

Molekular fizikadan Dalton qonuni bo'yicha gazlar aralashmasining bosimi shu aralashmadagi gazlarning parsial bosimlari yig'indisiga teng ekanligi ma'lum. Aëëëëna shu komponentlarning parsial bosimi o'z navbatida komponentning molyar miqdorini uning bug' tarangligi ko'paytmasiga teng bo'lar ekan.



3.13 – rasm. Propan gazining izotermik o'zgarish jarayoni tasviri:
a) bosim-hajm bog'liqligi; b) bosim-harorat bog'liqligi

Gazlarning bug' tarangligi ularning fazaviy o'zgarishlariga ta'sir qilib, odatda bir muncha kattaroq bo'lgan bosim qiymatlarida fazaviy o'tishlar boshlanadi.

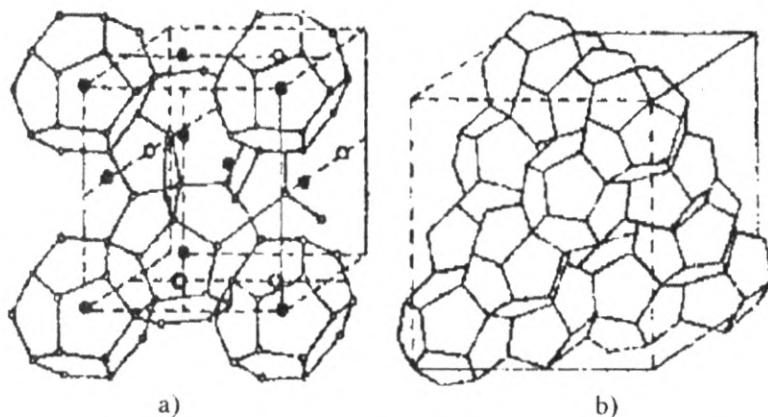
3.11. Kristallogidratlar va ularning hosil bo'lish sharoitlari

Gaz va gazokondensat konlarini sovuq iqlim sharoitlarida ishlatishda gazlar tarkibida kristallogidratlar hosil bo'lish hodisalari uchraydi. Gaz quvuri ichida ham qattiq modda - kristallogidrat hosil bo'lishi, quvurning bo'zishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun ayniqsa, keyingi vaqtlarda Sibir va Chekka Shimol rayonlaridagi konlarni ishlatish munosabati bilan kristallogidratlarni

to'zilib, ularni hosil bo'lishiga qarshi kurash yo'llarini o'rganish muhim vazifa bo'lib qoldi.

Kristallogidratlar (bundan buyog'iga faqat gidratlar deb aytamiz) - tashqi ko'rinishdan oq kristall modda bo'lib, muz yoki qattiq qorga o'xshaydi. Gidratlarning asosiy tarkibi suv molekularining karbonsuvchil molekulari bilan birlashishidan hosil bo'ladi.

Agar gidratlarning kristall panjarasini tekshirib ko'rsak, bu panjarada bir modda molekulari (mas.suv) orasida boshqa bir modda (karbonsuvchil) molekulari joylashib olganini ko'rishimiz mumkin. Bunday joylashish va molekular orasidagi tortishish Van - der - Vaals kuchlari yordamida vujudga keladi. Bu kuchlar natijasida gidratlar ikki turda hosil bo'lishi mumkin (3.14 - rasm.)



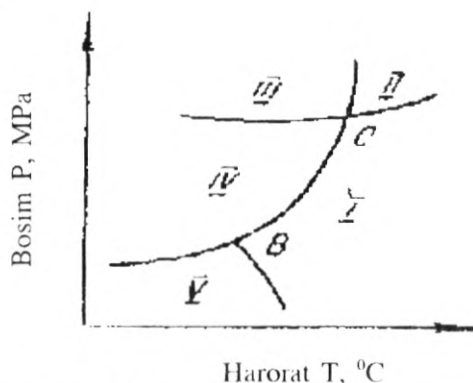
3.14 – rasm. Gidratlarning kristall panjaralari

Birinchi turdagi gidratlar (3.14-a rasm) hosil bo'lishida suvning 46 molekulasini 8 ta karbonsuvchil molekulasini bilan kristall panjara yasaydi va bu panjara ikki xil - katta va kichik bo'shliqlarni hosil qiladi. Kichik bo'shliqlar ikkita bo'lib, ularning diametri 0,52 nm.ga teng bo'ladi. Katta bo'shliqlar soni oltita bo'lib, ularning diametri 0,59 nm.ga teng bo'ladi. Bu bo'shliqlarning hammasi gidrat hosil qiluvchi moddalar bilan to'lganda, bunday gidratlar $8 \text{ M } 46 \text{ H}_2\text{O}$ yoki $\text{M } 5,75 \text{ H}_2\text{O}$ ko'rinishda yoziladi.

Ikkinchi turdagi gidratlar (3.14 -b rasm) hosil bo'lishida suvning 136 ta molekulasini 8 ta karbonsuvchil molekulasini bilan

kristall panjara yasaydi. Bu panjaralar 16 ta bo'lib, diametri 0,48 nm.ga teng, katta bo'shliqlar 8 ta bo'lib, diametri 0,69 nm.ga teng. Bu kichik va katta bo'shliqlarning hammasi gidrat hosil qiluvchi moddalar bilan to'lganda, bunday gidratlar 8 M 136 H₂O yoki M 17 H₂O ko'rinishda yoziladi.

Gidratlar hosil bo'lish jarayoni juda murakkab bo'lib, buning uchun bir vaqtning o'zida suv, gaz, suyuq gidrat hosil qiluvchi modda va muz o'rtasida bosim bilan harorat o'zgarishi natijasida geterogen¹ tizimlarning muvozanat holatlari mavjud bo'lishi kerak. Bu holatlarni 3.15 - rasmdagi diagrammadan yaqqol ko'rish mumkin.



3.15 – rasm. Gidratlar hosil bo'lish fazaviy diagrammasi.

Bu yerda: I - gazsimon gidrat hosil qiluvchi karbonsuvchil, II - gidrat hosil qiluvchi suyuq eritma, III - suv eritmasi gidrat hosil qiluvchi modda holatida, IV - muz holatlar.

3.15 - rasmdagi "C" nuqtada to'rt xil xususiyatga ega bo'lgan modda mavjud, ya'ni karbonsuvchil, gidrat hosil qiluvchi suyuq eritma, suv va gidrat moddalari bor bo'lgan murakkab geterogen sistema. Xuddi shuningdek B nuqtada, uch xil xususiyatga ega bo'lgan geterogen sistema mavjud. Bu sistemalarni parchalash uchun harorat yoki bosimni birozgina o'zgartirish kifoya, shunda geterogen sistemasi parchalanib, alohida bir turqumdagi moddalarga aylanadi.

¹ Geterogen tizimlar - (getero - grekcha har xil) makroskopik bir xil bo'lmagan fizik - kimyoviy sistema, har xil xossalarga (suyuq, qattiq, gaz) ega bo'lgan bo'laklardan iboratdir.

Gazlarning gidratlanishining oldini olish uchun avvalo, yer ostidan olingan gaz maxsus qurilmalarda namlikdan tozalanadi, quritiladi. Quritish shu darajada olib boriladiki, to gazni quvurlardan haydash normal (ya'ni halokat yoki gidratsiz) sharoitlarda bo'lishi ta'minlanadi. Ba'zan gaz yig'uvchi shoxobchalarga yoki uzoqqa gaz uzatuvchi quvurlarga antigidrat, ya'ni gidrat hosil qilishning oldini oluvchi maxsus moddalar - ingibitorlar ham qo'shib haydaladi.

Shuningdek, gidrat hosil bo'lishidan paydo bo'lgan to'siqlarni yo'qotish uchun ham ingibitorlardan foydalaniladi, ba'zan esa quvur ichidagi gaz bosimini o'zgartirish (ko'pincha pasaytirish) yoki haroratini oshirish natijasida ham gidratlar yo'q qilinadi.

3.12. Gaz - gidrat konlar xarakteristikasi

Olimlar o'z tadqiqotlari asosida tabiatda gaz - gidrat konlari (GGK) ham bo'lishi mumkinligini oldindan aytib berdilar. Keyinchalik bunday konlar yer qatlamining doimiy muzlagan joylarida, Tinch okeani, Shimoliy Muz okeani havzalarida topildi. Bu yerlarda qatlamlarning chuqur joylashganligiga qaramasdan, harorat nihoyatda pastligi (ayniqsa, qatlam ichidagi suv harorat pastligi) va bosimning yuqori ekanligi natijasida GGK vujudga keladi.

GGK o'ziga xos bir qancha xususiyatlarga ega. Bunday konlardagi bir birlik hajmdagi gidratda bo'lgan gaz, gazning tarkibiga bog'liq emas ekan, qatlamlarning gidratlar bilan to'yinganligi faqat qatlam bosimi, harorati hamda gidrat hosil qiluvchi suv va karbonsuvchilga bog'liq GGK karbonsuvchillar bilan to'yinmagan qatlam suvlari mavjud bo'lgan hollarda ham hosil bo'lishi mumkin. Gidratli konlar hosil bo'lishi uchun litologik to'siqlar bo'lishi shart emas, chunki bunday konlarning o'zi litologik to'siq vazifasini o'tashi mumkin va bunday konlar ostida karbonsuvchillar sof holda to'planishi mumkin.

GGKlar ham xuddi oddiy konlar kabi, qatlam chekka suvlari yoki qatlam osti suvlari bilan chegaralanishi mumkin. Ba'zan gazogidrat to'plami ustida erkin holda gaz va shu to'plam ostida esa gazokondensat yoki neft to'plami uchrashi mumkin.

GGKlarni topishda asosan gidrat bilan to'yingan qatlamlarning elektr o'tkazuvchanligi, tovush to'lqinlarining o'tish tezligi hamda qatlam haroratining nomutanosibligi kabi ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Umuman, GGKlarni topishda

geofizik usullarning qaysi birlari qo'llanilishi haqida "Dala geofizikasi" fanida batafsil ma'lumotlar beriladi.

GGKlarni ishlatish ham oddiy gaz konlarini ishlatishga nisbatan birmuncha murakkabroqdir. Buning uchun avvalo, kondagi gidrat holdagi gazni oddiy holga o'tkazish kerak, ya'ni gidrat holdagi fazadan gaz holdagi fazaga o'tkazish kerak bo'ladi. Ana shu maqsadlarda, gidratlar fazasini o'zgartirish uchun 3.15 - rasmning IV holatidagi harorat yoki bosim o'zgartiriladi. Asosan harorat o'zgarishi osonroq bo'lgani uchun shu usul qo'llaniladi, ya'ni gidratlarning parchalanish jarayonini tezlashtirish uchun har xil katalizatorlar qo'shib haydash ham mumkin.

Xuddi shu maqsadda termokimyoviy (ya'ni issiqlik chiqaruvchi kimyoviy usullar), elektrovovush usullari yoki gidratlar parchalanishi mumkin bo'lgan pastroq bosim hosil qilinib ham GGKlarni oddiy gaz koniga aylantirish mumkin. GGKlardagi gidratlar parchalangandan so'ng oddiy gaz konidek ishga tushiriladi.

3.13. Kondensatlarning fizik xossalari va tarkibi

Avval aytib o'tganimizdek, kondensatlar tarkibiga tabiiy holatda qatlamda suyuq bo'lgan eng yengil karbonsuvchillar kiradi. Bularga pentan (normal va izomer holda), geksan, heptan kabi yengil karbonsuvchillar kiradi. Kondensatlar gazkondensat 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 - uskunalgacha bo'lgan harakatdagi gazlarda erigan kondensatlarga aytiladi. Barqaror kondensatlar deb, maxsus kondensat ajratib oluvchi asbob - uskunalarda ajratib olingan tayyor holdagi mahsulotga aytiladi.

Shuni ham aytish kerakki, qatlam ichida boshlangan gazkondensat harakati, to u kondensat ajratuvchi asbob - uskunalariga borguncha juda murakkab jarayonlardan o'tadi. Bu jarayonlarda erigan holdagi kondensat, boshlang'ich termodinamik (R_{bosh} , T_{bosh}) holatlar o'zgarishi natijasida gazdan ajralib chiqib, qatlam g'ovaklarida cho'kib qoladi, ayniqsa, bunday ajralishlar quduq ostida yoki quduq atrofida ko'plab yuz berishi mumkin. Natijada, bu ajralish va cho'kib qolishlar kondensatning ma'lum bir qismining qatlam ichida qolib ketishiga, ya'ni olib bo'lmas yo'qotishlarga olib kelad.

Kondensatlarning yo'qotilishiga termodinamik holatlar o'zgarishidan tashqari yana juda ko'p omillar ta'sir ko'rsatadi. Masalan, gaz kondensat aralashmasining qatlam ichidagi va quduqdan ko'tarilishidagi harakat tezligi bosimlar va haroratlar ayirmasi, gazkondensat ajratib oluvchi asbob - uskunalar qanchalik yaxshi ishlashi kabi omillar ta'sir ko'rsatishi mumkin. Odatda qatlam holatida aniqlangan beqaror kondensatdan 60 - 85 % gacha barqaror kondensat olish mumkin.

Gazkondensat koni ochilgandan so'ng, quduq ostiga namuna oladigan maxsus asbob (namuna olgich PD - ZM) tushirilib, qatlamdan chiqayotgan karbonsuvchillar aralashmasidan yoki quduqning og'zidan chiqayotgan aralashmadan namuna olinib, laboratoriyalarda o'rganiladi. Bu tadqiqotlar natijasida qatlam ichidagi gazkondensat aralashmasida kondensatning potensial miqdori aniqlanadi. Odatda kondensatning potensial miqdori, bir birlik gaz hajmida qancha kondensat borligini bildiradi va g/m^3 , sm^3/sm^3 larda o'lchanadi.

Har qanday suyuqlik kabi kondensatlar ham ma'lum fizik xossalarga ega. Bulardan asosiylari zichlik, qovushqoqlik va molekular massa.

Moddaning zichligi deb tinch holatdagi bir hajm birlikdagi massasiga aytiladi:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{kg/m}^3, \text{ g/sm}^3 \quad (3.42)$$

Kondensatlarning zichligi haqida so'z yuritilganda, odatda ko'proq barqaror kondensat ko'zda tutiladi. Chunki beqaror kondensatlardagi zichlik doimo o'zgarib turadi. Barqaror kondensatning $(C_{5+10})^1$ zichligini bevosita areometr orqali o'lchab aniqlash mumkin. Shuningdek, kondensat zichligini maxsus hisoblashlar orqali ham aniqlash mumkin. Buning uchun kondensatning tarkibi, molekular massasi M_k yoki yorug'lik sindirish koeffitsienti n_d ma'lum bo'lganda Kreg tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$\rho_{C_{5+10}} = \frac{1,03M_k}{M_k}, \quad \text{g/sm}^2 \quad (3.43)$$

¹ C_{5+10} degan ifoda o'z ichiga pentan $/C_5/$ va undan yuqori bo'lgan eng yengil suyuq karbonsuvchillar yig'indisini oladi.

$$\rho_{c_{5+10}} = 1,90646n_d - 1,96283 \text{ g/sm}^3 \quad (3.44)$$

Kondensat molekular massasini Xresh tenglamasi orqali aniqlash mumkin:

$$\lg M_{C_{5+10}} = 1,939436 + 0,0019764t_k + \lg(2,1500 - n_d) \quad (3.45)$$

Bu yerda: t_k - kondensatning o'rtacha qaynash harorati, $^{\circ}\text{C}$

Yuqoridagi tenglamalar bo'yicha anaqlangan kondensat zichligi, kondensatning tarkibiy qismi va molekular massasiga qarab aniqlangan zichlikka nisbatan biroz xatolik bilan aniqlanishi mumkin.

Barqaror kondensatning zichligini bosim va haroratga nisbatan o'zgarishi quyidagi empirik¹ tenglamadan ko'rinib turibdi.

$$\rho_{c_{5+10}} = \left[0,762 + 0,76 \cdot \left(\frac{P}{P_{at}} - 1 \right) \right] * [1 - 6,64 \cdot 10^{-4} (t_k - 50)] \quad (3.46)$$

$$\text{Bu yerda: } t_k = 30 + 200^{\circ}\text{C}, \quad P = 1 + 50 \text{ MPa.}$$

Kondensatning zichligini Kats va Stending grafoanalitik usuli bilan ham aniqlash mumkin.

Kondensatning qovushqoqligi ham bevosita maxsus asbob - qovushqoqlik o'lehangichi /viskozimetr/ orqali o'lehanishi yoki ma'lum hisoblashlar orqali aniqlanishi mumkin.

Barqaror kondensatning dinamik qovushqoqligi bosim va harorat o'zgarganda qanday o'zgarishi quyidagi empirik tenglamadan aniqlanishi mumkin.

$$\mu_{c_{5+10}} = \left(\frac{100}{t} \right)^{0,75} * \left(0,34 + 4 \cdot 10^{-4} \frac{P}{P_{at}} \right) m * Pa * s \quad (3.48)$$

$$\text{Bu yerda: } t = 30 + 200^{\circ}\text{C}, \quad P = 1 + 50 \text{ MPa}$$

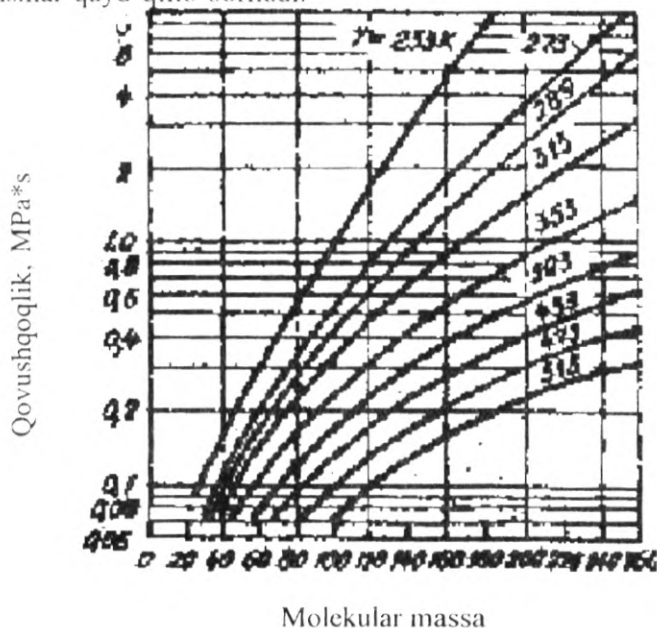
Barqaror kondensatning dinamik qovushqoqligini atmosfera bosimida harorat va molekular massaga qarab qanday o'zgarishi 3.16 - rasmda keltirilgan.

¹Empirik tenglamalar laboratoriya tajribalari natijasida keltirib chiqariladi.

3.14. Kondensatlarni tadqiq qilish natijalari

Kondensatlarni tajriba xonasida har xil usullar bilan tadqiq qilish mumkin. Bu tadqiqotlar natijasida kondensatning asosiy fizik xossalari bilan bir qatorda uning qaynash harorati, qotish harorati, undan karbonsuvchillarni ajralib chiqishi va h.k.larni aniqlash mumkin.

Tadqiqotlar maxsus tajriba asbob - uskunalarida olib boriladi. Bu tadqiqotlarda kondensat harorati asta - sekin pasaytirilib yoki oshirilib boriladi va shu jarayonida kondensatda bo'layotgan o'zgarishlar qayd qilib boriladi.



3.16 – rasm. Suyuq karbonsuvchillarning dinamik qovushqoqligini harorat va molekular massaga bog'liqligi

Kondensatning harorati pasayishi natijasida uning tarkibidan parafin, serezin moddalari ajralib chiqa boshlaydi. Oddiy suyuqliklarning harorati pasaytirilganda, ma'lum bir sharoitda suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi. Masalan, 0°C da suv suyuq holatdan

qattiq - muz holatiga o'tadi. Lekin kondensat yoki boshqa neft mahsulotlarining harorati pasaytirilganda, qattiq holatga o'tish biridaniga ma'lum bir haroratda o'tmay, balki sekin - asta o'tishi mumkin. Bu holda kondensatning avval rangi xiralashadi va sekin - asta qotadi.

Xiralanish boshlangan harorat kondensatning xiralanish harorati deyiladi. Odatda xiralanish jarayoni kondensat tarkibidan kristalsimon parafin moddalarining ajralib chiqishidan boshlanadi.

Parafin - serezin moddalarining ko'plab ajralib chiqishi kondensat tarkibida kristallanish holatiga olib keladi. Sekin - asta kondensat tarkibida kristallar ko'payib, oxiri qotish holatiga yetib keladi.

Kondensatning kristallanish boshlangan harorati uning kristallanish harorati deb, kondensatning qotish boshlangan harorati esa kondensat qotish harorati deyiladi.

Xuddi shuningdek, kondensat harorati oshganda qaynash boshlangan harorati kondensatning qaynash harorati deyiladi.

Shunday qilib, kondensatni qaynashidan to qotishigacha bo'lgan oraliqda xiralanish va kristallanish holatlari ham bo'ladi.

3.15. Neft tarkibi va tasnifi

Neft tabiiy aralashma bo'lib, asosan karbonsuvchillardan tashkil topgan bo'ladi. Uning tarkibida karbon 84 - 86 %, vodorod 11 - 14 % ni tashkil qilishi mumkin. Bu asosiy ikki elementdan tashqari neft tarkibida kislorod, oltingugurt, azot bo'lishi mumkin. Shuningdek, juda oz miqdorda (mikrokomponent holatda) xlor, yod, fosfor, margumush, kaliy, natriy, kalsiy, magniy ham bo'lishi mumkin.

Umumiy holda neft tarkibidagi karbonsuvchillar C_nH_{2n+2} ifoda orqali aniqlanadigan metan gomologlari qatoridan iborat. Neftning tarkibidagi karbonsuvchillar uchta katta sinfga bo'linadi: alkanlar (C_nH_{2n+2}), polimetilen yoki naftenli karbonsuvchillar (C_nH_{2n}) va aromatik karbonsuvchillar. Neft tarkibiga kiruvchi karbonsuvchillardan C_8H_{18} dan $C_{17}H_{36}$ gachasi suyuq holatda va $C_{18}H_{38}$ dan $C_{56}H_{114}$ gachasi qattiq holatda bo'ladi. Qattiq holatdagi karbonsuvchillarni asosan parafin - serezin moddalari tashkil qiladi.

Karbonsuvchil bo'lmagan moddalar neft tarkibida kislorod, oltingugurt, azot birikmalari (oksid) holida yoki metalloorganik birikmalar holida uchrashi mumkin.

Neft tarkibida yuqorida aytib o'tilgan moddalar yoki birikmalardan tashqari merkaptanlar mum va asfalten moddalari ham mavjud.

Merkaptanlar ($R-CH$) to'zilishi va tarkibiga qarab spirtlarga o'xshash. Merkaptanlarning asosiysi etilmerkaptan va uning gomologlari neft tarkibida oddiy sharoitlarda suyuq holda, metilmerkaptan CN,CH esa gaz holda bo'ladi. Qatlam suvlari tarkibidagi ishqorlar yoki oksidlar bilan merkaptanlar reaksiyaga kirishib, juda o'tkir va tez zanglatuvchi merkaptidlarni hosil qiladi.

Asfalt - mum aralashmalar ba'zan neft tarkibining 40% ini tashkil qilishi mumkin. Kimyoviy tarkibi bo'yicha bu modalar yuqori molekular organik birikmalardan iborat bo'lib, tarkibida uglerod, vodorod, kislorod, oltingugurt va azotdan tashkil topgan. Bu aralashmalar ko'proq neytral mumlardan tashkil topgan bo'lib, oddiy holatda suyuq yoki yarim suyuq holatda bo'ladi. Rangi to'q sariqdan jigarranggacha o'zgarib, zichligi $1000 - 1070 \text{ kg/m}^3$ tashkil qiladi. Rangining to'q bo'lishi asosan neytral mumlar ko'pligidan dalolat berib turadi. Neytral mumlar juda yaxshi adsorbsiyalanadi va natijada asfalten holatiga keladi.

Parafinlarga karbonsuvchillarning $C_{18}H_{38}$ dan $C_{35}H_{72}$ gacha bo'lgan qismi kiradi. Ularning erish harorati $27 - 71^{\circ} \text{C}$ ni tashkil etadi. Parafinlar neft harakatlanayotgan vaqtda, termodinamik sharoitlar o'zgarishi natijasida, mayda plastiksimon kristall holdagi tasmachalar hosil qiladi. Bu tasmachalar o'zaro birlashib har xil tugunchalar hosil qilishi mumkin. Bu jarayonlar natijasida parafin moddalari neftdan ajralib chiqa boshlaydi. Ayniqsa, ajralib chiqish jarayoni neft qudug'i ichida yoki yig'uvchi quvurlar ichida kuchayadi va natijada quvurlarning ichki yuzasiga parafin moddalari yopishib qolib, neft harakatini qiyinlashtirib, oqibat natijada, umuman to'xtatib qo'yishi mumkin. Parafinlar neft tarkibida 1,5 - 2,0 % bo'lsa, quvurlar ichida ajralib chiqishi boshlanadi, ayniqsa bu jarayon neft haroratining pasayishi va undan erigan gazlarning ajralib chiqishi bilan keskin tezlashadi.

Neft tarkibidagi serezinlarga karbonsuvchil qatoridagi eng og'ir birikmalar, ya'ni $C_{36}H_{74}$ dan yuqoridagilari kiradi. Serezinlarning erish harorati $65 - 88^{\circ} \text{C}$ ni tashkil qiladi. Narafinlarga nisbatan serezinlarning zichligi va qovushqoqligi ancha kattaroq. Serezinlarning kristallanish jarayoni juda kichik ignasimon kristall zanjirlardan boshlanadi. Ammo bu ignasimon kristallar bir - biri

bilan o'zaro birlashmaganligi tufayli, qotib qoluvchi moddalar hosil qilmaydi va neft harakatiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Neftning tarkibida, qatlam holatda albatta qandaydir miqdorda erigan gaz bo'ladi. Neft harakatga kelgandan keyin va ayniqsa, quduq ichiga kirgandan keyin, erigan gaz ajralib chiqa boshlaydi.

Neft tarkibidagi oltingugurt, mum va parafin miqdoriga qarab, quyidagi tasnifga ega:

a) oltingugurt bo'yicha:

- kam oltingugurtli, bunda oltingugurt miqdori (hajm bo'yicha) 0,5 % gacha bo'lishi mumkin;

- oltingugurtli, bunda oltingugurt miqdori 0,5 + 2,0 % gacha bo'lishi mumkin;

- ko'p oltingugurtli, bunda oltingugurt miqdori 2,0 % dan undagi bo'lishi mumkin.

b) mum miqdori bo'yicha:

- kam mumli, bunda mum miqdori (hajm bo'yicha) 5 % gacha bo'lishi mumkin;

- mumli, bunda mum miqdori 5 - 15 % gacha bo'lishi mumkin;

- ko'p mumli, bunda mum miqdori 15 % dan yuqori bo'lishi mumkin.

v) parafin bo'yicha

- kam parafinli, bunda parafin miqdori (hajm bo'yicha) 1,5 % gacha bo'lishi mumkin;

- parafinli, bunda parafin miqdori 1,5 - 6,0 % gacha bo'lishi mumkin;

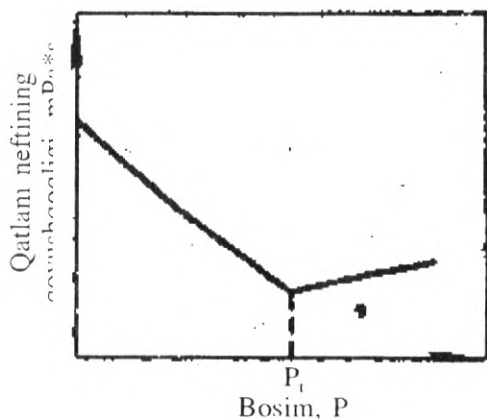
- ko'p parafinli, bunda parafin miqdori 6 % dan yuqori bo'lishi mumkin;

Neftning bu tasnifidan tashqari davlat standartlari bo'yicha uch xil turqumi (kategoriya) mavjud. Bu turqumlar neft tarkibida suv, mexanik aralashmalar miqdoriga qarab ajratilgan.

Konlardagi neftni tayyorlash, tozalash, tindirish va uzoqqa jo'natish asbob - uskunalarining quvvati, ularning soni, shuningdek, kerakli bo'lgan har xil kimyoviy moddalar yuqorida keltirilgan tasnif bo'yicha davlat tomonidan ajratib beriladi. Bu asbob - uskunalar quvvatiga qarab, katta mablag' talab qiladi (ba'zan esa chet ellardan valuta hisobiga sotib olinadi), shuning uchun kondagi neft tarkibini puxta o'rganib, keltirilgan tasnif bo'yicha aniq bilib, faqat shundan so'ng kerakli asbob - uskunalar tanlanadi.

3.16. Neftning 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.



3.17 – rasm. Neft zichligining bosim o'zgarishi bilan bog'liqligi
 P_t – neftning gaz bilan to'yinganlik bosimi.

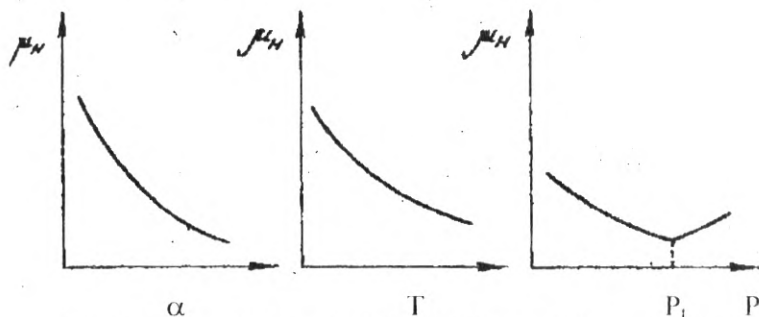
Quyida ana shu xossalarni qisqacha tahlil qilib chiqamiz.

Neft zichligi - bir hajm birlikdagi neft massasiga aytilib, g/sm^3 va t/m^3 da o'lchanadi. Qatlam holatidagi neft zichligi, erigan gaz mavjudligi tufayli yer yuzidagi neft zichligidan biroz kichik bo'ladi. Bosim oshishi natijasida neftning zichligi kamayib boradi, lekin bosim neftning gaz bilan to'yinganlik bosimidan oshgandan keyin zichlik ham osha boshlaydi (3.17 - rasm).

Agar neft tarkibida ko'p miqdorda azot yoki karbonat angidrid (IV) oksidi erigan bo'lsa, u holda bosim oshishi natijasida neft zichligi ham oshishi mumkin.

Neft qovushqoqligi deb suyuqlik ichidagi bir qatlamning ikkinchi bir qatlamga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi. Qovushqoqlikning dinamik (harakatdagi holat uchun) va kinematik (tinch holat uchun) turlari bo'ladi. Qatlamdagi neft qovushqoqligi bilan oddiy sharoitdagi neft qovushqoqligi o'rtasida katta farq mavjud bo'lib, erigan gaz miqdori ko'payishi, haroratning oshishi qovushqoqlikni keskin kamaytirsa, bosimning oshishi qovushqoqlikning biroz oshishiga olib keladi.

Neftning qovushqoqligi shuningdek, erigan gaz tarkibi va qanday gazlar erigan bo'lsa, qovushqoqlik ortadi va karbonsuvchil gazlar ko'p erigan bo'lsa, qovushqoqlik kamayadi.



3.18 – rasm. Neft qovushqoqligining neftda gaz eriganligiga (α), haroratga (T) va bosimga (R) nisbatan o'zgarishi. R_t – neftning gaz bilan to'yinganlik bosimi.

Shuni ham aytish kerakki, 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

$$\beta = -\frac{1}{V} * \frac{\Delta V}{\Delta P} [Pa^{-1}] \quad (3.48)$$

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 uqori ta'sir ko'rsatadi. Agar neftda yengil karbonsuvchil gazlar ko'proq erigan bo'lsa siqiluvchanlik koeffitsienti juda katta qiymatga ega bo'ladi ($1,4 \cdot 10^{-2} \text{ MPa}^{-1}$) va neftda erigan gazlar juda kam bo'lsa, siqiluvchanlik koeffitsienti juda kichik ($4 \cdot 10^{-4} \text{ MPa}^{-1}$) bo'ladi.

Siqiluvchanlik koeffitsienti haroratga to'g'ri va bosimga teskari proporsionaldir (3.19 - rasm).

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

$$h = \frac{V_{q,i}}{V_{ye,yu}} \quad (3.49)$$

Bu yerda: $V_{q,i}$ - qatlam ichidagi neft hajmi;

$V_{ye,yu}$ - 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.

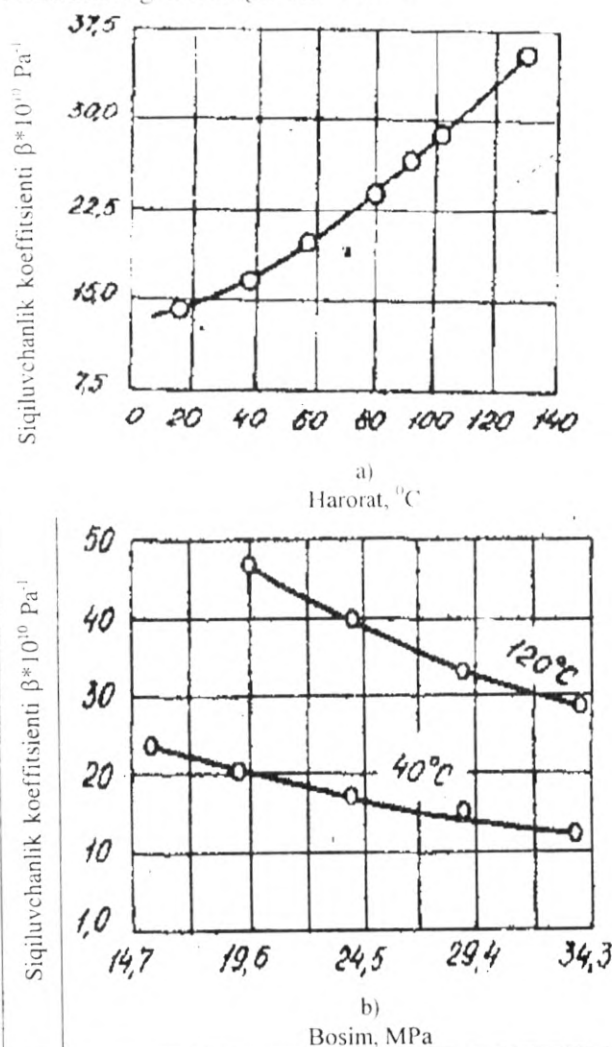
Neft kirishishi neftning qatlam ichidan yer yuziga olib chiqqanda qanchalik o'zgarishini foiz hisobida ko'rsatadi, ya'ni

$$U = \frac{b-1}{b} * 100 \quad (3.50)$$

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 bosimga aytiladi. To'yinganlik bosimi (R_0), asosan neft va erigan gaz hajmlari nisbati, gaz tarkibi va qatlam harorati bilan bog'liq. Gaz

tarkibidagi neftda yomon eriydigan moddalarning ko'payishi, to'yinganlik bosimining ortishiga olib keladi.



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

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'yinganlik bosimi qatlam bosimidan kichik bo'lsa, neft gaz bilan to'la to'yingan bo'ladi. Bunday hollarda neftda erigan gaz qatlam bosimi to'yinganlik bosimi bilan tenglashganda yoki undan kichik bo'lgandagina ajralib chiqa boshlaydi.

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

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

3.17. Gazlarning neft va suvda erishi

Avvalgi paragraflardan ma'lum bo'lishicha, neftdagi erigan gaz miqdoriga qarab neftning asosiy fizik xossalari keskin o'zgarar ekan. 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 gazning erishi kichik bosimlarda Genri qonuniga bo'ysunadi, ya'ni

$$V_x = d * P * V_n \quad (3.51)$$

$$\alpha = \frac{V_x}{P * V_n} \quad (3.52)$$

Bu erda: V_g - neftda erigan gaz miqdori;

α - gaz eruvchanlik koeffitsienti;

P - bosim;

V_n - neft hajmi.

3.52 - tenglamadan ko'rinib turibdiki, gaz eriganlik koeffitsienti bosim bir birlikka oshganda neftda qancha gaz erishi mumkinligini ko'rsatadi. Gaz eruvchanlik koeffitsienti bir xil kattalikka ega bo'lmay, doimo o'zgarib turadi. Bunga neft tarkibi, bosimi, harorati va bir qancha boshqa omillarning o'zgarib turishi sabab bo'ladi.

Neft tarkibidagi alohida moddalar har xil gaz erituvchanlik qobiliyatiga ega, bu moddalarning molekular massasi oshgan sari gaz eritish qobiliyati ham ortib boradi. SHuni ham aytish kerakki, neftda karbonsuvchil gazlarining erish qobiliyati nokarbonsuvchil gazlarga (masalan, azot) nisbatan ancha yuqori.

Neft tarkibida parafin moddasi ko'p bo'lsa, gaz erish koeffitsienti ham yuqori bo'ladi va aksincha, agar aromatik moddalar ko'p bo'lsa, gazning neftda erishi ancha qiyinlashadi.

Erigan gazga boy bo'lgan neftning bosimini sekin - asta kamaytirilsa, darrov gaz ajralib chiqa boshlaydi. Bir birlik hajmdagi neftdan bosim bir birlikka kamayganda ajralib chiqqan gaz miqdoriga gazzsizlanish koeffitsienti deyiladi.

Gazlarning suvda erishi neftda erishiga nisbatan birmuncha farqlidir. Karbonsuvchil gazlarning suvda erishi uncha katta miqdorda bo'lmaydi, lekin tabiiy gaz konlarida gaz bilan suvning tutash yuzalari juda katta maydonni tashkil qilganligi tufayli, umumiy erigan gaz miqdori anchagina katta miqdorni tashkil qilishi mumkin. Shuning uchun gazlarning suvda ham erish miqdorini aniq bilish zarur.

Odatda tabiiy gazning suvda qanday miqdorda erishi, gaz tarkibidagi har bir alohida gaz tarkibiy qismining suvda erishiga bog'liq. Bunda har bir komponentning molekularini suvda qancha eriganligini bilish kerak bo'ladi. Umumiy holda, tabiiy gazlarning suvda erishini quyidagi tenglamalardan aniqlash mumkin.

$$N_i = \frac{n_i}{\sum n_i + n} \quad (3.53)$$

$$b_i = \frac{V_i}{\sigma} \quad (3.54)$$

$$C_i = \frac{V_i}{V_c} \quad (3.55)$$

Bu yerda: N_i - suvda erigan tabiiy gazning molyar birlikdagi miqdori;

n_i, n_c - mos ravishda i - komponentning suvdagi molyar miqdori va suvning molyar miqdori;

b_i - suvda erigan gazning bir birlik massadagi miqdori;

C_i - suvda erigan gazning bir birlik hajmdagi miqdori;

V_i - oddiy sharoitga keltirilgan gaz komponentining hajmi;

V_c - suv hajmi.

Yuqorida keltirilgan tenglamalardagi N_i va b_i kattaliklarni orasida quyidagi munosabat mavjud, ya'ni

$$N_i = \frac{b_i}{\sum b_i + \frac{22416}{18,016}} = \frac{b_i}{\sum b_i + 1244} \quad (3.56)$$

Bu yerda: 22416 - oddiy sharoitdagi ideal gazning molyar hajmi;

18,016 - suvning molekular massasi.

Gazlarning suvda erish miqdorini baravarlik o'zgarmas kattaliklar orqali ham ifodalash mumkin.

$$K_i = \frac{N_i''}{N_i'} \quad (3.57)$$

Bu yerda: N_i'' va N_i' - mos ravishda gaz va suv fazalaridagi komponentlarning molyar miqdori.

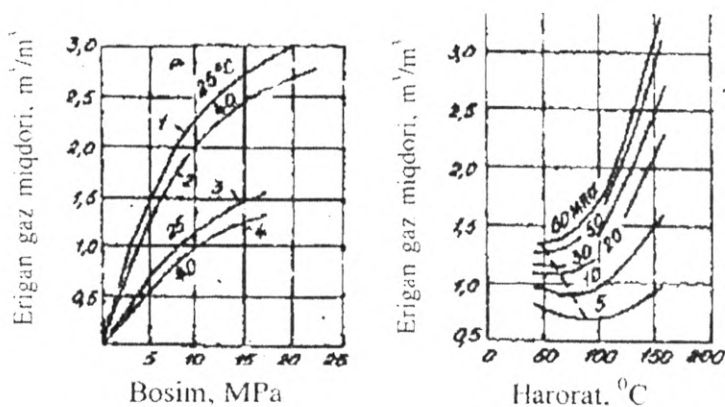
Gazlarning suvda erishi harorat ortishi bilan avvaliga biroz kamayadi, lekin keyinchalik ortadi. Bunga misol tariqasida 3.21 - rasmda bosim va harorat o'zgarishi bilan etan gazining suvda erishi bog'liqligi keltirilgan.

Aytib o'tganimizdek, karbonsuvchil gazlarining suvda erishi biroz qiyin. Agar suvda erigan tuzlar bo'lsa, gazning erishi yanada qiyinlashadi. Masalan, toza suv bilan sho'r suvda (NaClning eritmasi) gazning erishi 3.20 - rasmdan ko'rinib turibdiki, bir xil bosimli toza suvda erigan gaz miqdori sho'r suvdagiga nisbatan deyarli ikki baravar katta ekan.

Suvda erigan tuzlar bo'lsa, tabiiy gazlarning suvda erishiga ta'siri Sechenov tenglamasi bilan ifodalanadi.

$$N_i = N_i \cdot 10^{-a_i \cdot n} \quad \text{yoki} \quad b_i = b_i^{-a_i \cdot n}$$

Bu yerda: a_i - Sechenov koeffitsienti. Bu koeffitsient erigan tuz, gazning i - komponentining suvda erishga ta'sirini xarakterlaydi; n - suvda erigan tuzlarning konsentratsiyasi, g, ekv/l.



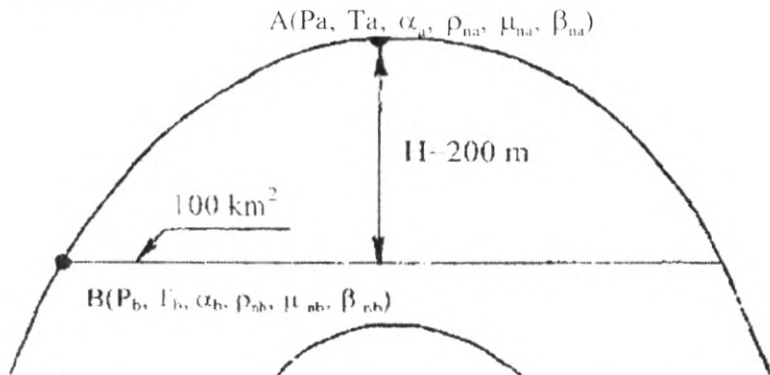
3.20 - rasmlar. Bosim (a) va harorat (b) o'zgarishiga tabiiy gazlarda suv erishining bog'liqligi.
1,2 - distillangan suv; 3,4 - NaCl eritmasi.

3.18. Neft xossalariining to'plam ichida o'zgarishi

Neft tarkibida ko'p miqdorda erigan karbonsuvchil gazlarining mavjudligi, uning fizik - kimyoviy xususiyatlarini tubdan o'zgartirib yuborishini uqoridagi paragraflarda ko'rib chiqdik.

Neft tarkibini, uning xossalarining o'zgarishi faqatgina erigan gazga boqliq bo'lmay, balki qatlamdagi boshlang'ich termodinamik shart-sharoitlarga ham bog'liq ekan. Ayniqsa, qatlam bosimining o'zgarishi neftning ko'pgina fizik xossalarini o'zgartirib yuboradi.

Bundan tashqari, qatlam holatidagi neftning xossalari qatlamni o'zida ham har xil bo'lishi mumkin ekan. Buni misol bilan tushuntirib o'tamiz.



3.21 – rasm Katta qatlamda neft xossalarining turli bo'lishi

Masalan, neft konidagi qatlam juda ham katta bo'lsa, ya'ni uning balandligi deysik 200 m, neftga to'yingan yuzasi 100 km^2 bo'lsin (3.21 - rasm). Bunday katta qatlamda uning gumbazi va gumbaz atrofi bilan chekkasi va tagi atrofida har xil bosim va harorat mavjud bo'ladi. Bunda har ikki nuqtadagi (rasmda A va B nuqtalari) bosimlar ayirmasi 2 MPa ni, haroratlar ayirmasi esa 6 – 7 °C ni tashkil qiladi. Demak, A nuqtadagi neftning qovushqoqligi, zichligi, siqiluvchanligi, gaz eriganligi B nuqtadagidan farq qiladi. Bu farq B nuqtadan A nuqtagacha qatlam kesimi bo'yicha sekin - asta termodinamik kattaliklarning o'zgarishiga qarab o'zgarib boradi.

Qatlam chekkalari atrofida neft bilan qatlam markazidagi neft orasida ham farq bo'lishi mumkin.

Qatlamning balandligi katta bo'lganda, odatda qatlam bosimining ma'lum o'rtasi yoki neft - suv tutash yuzasiga nisbatan o'lgangan qatlam bosimi qayta hisoblab chiqiladi. Bir xil yuzaga, ko'pincha neft - suv tutash yuzasiga, keltirib hisoblangan bosim shu qatlam uchun umumiy bosim deb hisoblanadi va hamma hisoblashlarda ana shu bosim ishlatiladi.

Neft xossalarini qatlamdagi bir to'plam ichida o'zgarishini konni ishlatishda, albatta, hisobga olish shart. Ana shu o'zgarishlarga qarab, qaysi quduqlarni avvalroq ishga tushirish kerak, ularni qanday ishlatish kerak va shu kabi texnologik jarayonlar tanlanadi. Demak, qatlam ichidagi neft xossalarining o'zgarishini o'z vaqtida aniq bilish juda muhim ahamiyatga ega ekan. Shuni ham aytish kerakki, katta qatlamli konlarni ishlatish jarayonida ham neft xossalari o'zgarib boradi.

Neft xossalarining o'zgarishini aniqlashning juda ko'p usullari mavjud. Ana shu usullardan biri fotokolorimetriya usulidir.

3.19. Neft xossalarini o'rganishning fotokolorimetriya usuli

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.

Neftning kalorimetrik xususiyatiga (ya'ni yorug'lik yutishiga), uning tarkibidagi asfalt - mum moddalarining miqdori juda katta ta'sir ko'rsatadi. Bu moddalarning miqdorini o'zgarishidan neftning qovushqoqligi, zichligi va boshqa xossalari ham o'zgaradi. Shuning uchun ham neftning yorug'lik yutishini o'zgarishiga qarab, uning asosiy fizik - kimyoviy xossalarini o'zgarishini aniqlash mumkin.

Neftning fotokolorimetrik xususiyatlarini o'rganish uchun tajribalar quyidagicha olib boriladi. Birorta idishga neft quyilib, unga yorug'lik oqimi tushiriladi va bu yorug'lik nurlarini neftdan o'tishini har xil nuqtalarida maxsus fotoelementlar bilan o'lchanadi. Bunday tajribalarni ko'plab o'tkazgan P.Buger va I.Lambertlar suyuqlikdan yorug'lik o'tishida juda muhim bir qonuniyat borligini aniqladilar.

Bu qonuniyatga ko'ra, bir xil qalinlikdagi suyuqlikdan o'tayotgan yorug'lik oqimining yarmi yutilib, qolgan yarmi keyingi qavatiga o'tar ekan. Bu qonuniyatni o'rganish uchun quyidagi misoldan foydalanamiz.

Masalan, qandaydir qalinlikka ega bo'lgan neft to'ldirilgan idishga yorug'lik oqimini tushiraylik. Yorug'lik nuri shu idishning tubiga yetib kelganda to'liq yutilsin (3.22-rasm). Endi shu idishning balandligi bo'yicha teng bo'laklarga bo'lib chiqaylik. U holda,

birinchi bo'lakka tushayotgan boshlang'ich yorug'lik oqimining 50 % yutiladi va ikkinchi bo'lakka qolgan 50 % yutiladi va qolgan 50 % uchinchi bo'lakka o'tadi. Uchinchi bo'lakka o'tgan yorug'lik oqimi umumiy tushayotgan yorug'likni 25 % ni tashkil qiladi (3.22 - rasmdagi grafikka qarang). Shuningdek, to'rtinchi bo'lakka 6,25 % yorug'lik o'tadi, beshinchi bo'lakka esa 3,125 % va h.k.

3.22 - rasmdagi grafikda keltirilgan egri chiziq tenglamasi Buger - Lambert tenglamasi deyilib, u quyidagicha ifodalanadi:

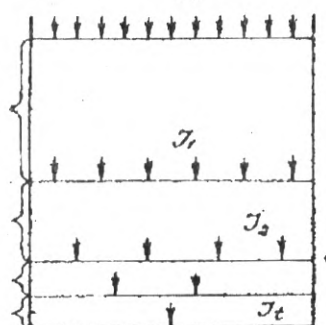
$$J_t = J_0 * e^{-k\ell} \quad (3.59)$$

Bu yerda: J_t - biror qavatdan o'tgan yorug'lik oqimi intensivligi;

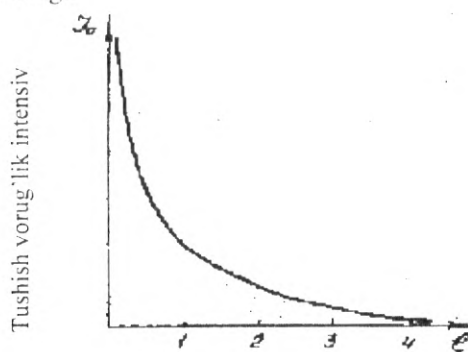
J_0 - boshlang'ich tushayotgan yorug'lik oqimi intensivligi;

k - yorug'lik oqimining yutilishini xarakterlovchi koeffitsient;

ℓ - qatlamlarning qalinligi.



a



Qatlamlar qalinligi

b

3.22 - rasm. Yorug'lik oqimining neftdan o'tishidagi yutilishi.

a) Neft to'latilgan idishning bir xil bo'lgan qavatlaridan yorug'lik oqimi o'tishi

b) Yorug'lik oqimining utilishi

Ber qonuni bo'yicha yutilish koeffitsienti K yutuvchi moddalarning miqdoriga to'g'ri proporsional ekan, ya'ni

$$K = K_{yo.yu} \cdot S \quad (3.60)$$

Bu yerda: $K_{yo.yu}$ - yorug'lik yutilish koeffitsienti;
 S - yutuvchi moddalar konsentrasiyasi.

Agar 3.54 va 3.55 tenglamalarni hisobga olsak, kalorimetriyaning asosiy qonuni Buger - Lambert - Ber qonuni kelib chiqadi.

$$J_t = J_0^{-k_{yo.yu} \cdot S \cdot \ell} \quad (3.61)$$

(3.55) tenglamadagi qavatlardan o'tgan yorug'lik oqimi J_t va tushayotgan yorug'lik oqimi nisbatlari muhitning tiniqligini τ yoki yorug'lik o'tkazuvchanligini xarakterlar ekan

$$\tau = \frac{J_t}{J_0} = e^{-k_{yo.yu} \cdot S \cdot \ell} \quad (3.62)$$

Qalinligi 1 sm bo'lgan qavatdan o'tgan yorug'lik, shu muhit uchun yorug'lik o'tkazish koeffitsienti deyiladi.

YOrug'lik o'tkazuvchanlikka teskari bo'lgan kattalikning logarifmi optik zichlik D deyiladi.

$$D = \lg \frac{1}{\tau} = \lg \frac{J_0}{J_t} \quad (3.63)$$

3.20. Neftning reologik xususiyatlari

Neft tarkibidagi og'ir karbonsuvchillarning miqdori, zichligi va qovushqoqligiga qarab reologik¹ xususiyatlarga ham ega. Asfalten, mum, parafin va boshqa og'ir karbonsuvchillar neft tarkibida katta miqdorda bo'lsa, bunday neftlarning qovushqoqligi keskin ortib, ketadi. Masalan, Surxondaryo viloyati konlaridagi neftning qovushqoqligi 0,2 - 0,5 Pa*s ni tashkil qiladi.

¹Reologiya - grekcha rheos - oqim, logos - o'rganish so'zlaridan olingan bo'lib, qaytmas deformatsiyasini o'rganadigan fan.

Qovushqoqlikning keskin ortib ketishi suyuqliklarda ba'zi qattiq jismlar xususiyatlarini paydo qilishi mumkin. Bu xususiyatlardan eng asosiysi suyuqliklar deformatsiyaga ega bo'lishidir. Suyuqlik maydonida kolloid zarrachalar hosil bo'lishidan deformatsiyaga xos jarayonlar yuzaga keladi.

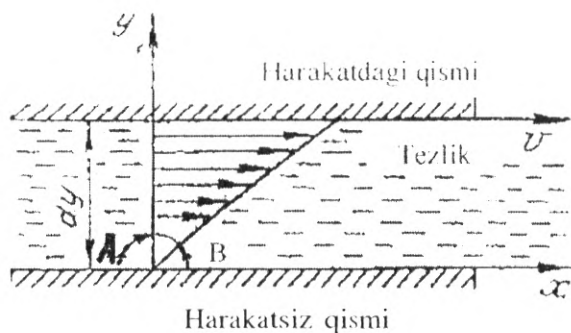
Bu jarayonlar qatlam harorati pasayishi yoki qatlamga sovuq suv haydalishi bilan, ayniqsa, kuchayadi. Buning asosiy sababi, harorat pasayishi neft tarkibidagi parafinning kristallanishiga olib kelishidan iborat.

Parafinlardan farqli bo'lgan asfaltlenlar esa o'z atrofida erigan karbonsuvchillar pardasiga ega bo'lib, suyuqlik maydonida kolloid zarrachalarni hosil qilishi yuqori haroratlarda ham davom etishi mumkin. Erigan karbonsuvchillar pardasini solvat qavat deb yuritiladi. Solvat qavatlarining qalinligi neft tarkibidagi mum konsentratsiyasining miqdoriga to'g'ri proporsionaldir. Solvat qavatlarining qalinlashishi (mumning miqdorini oshishi) natijasida, zarrachalar og'ir karbonsuvchillar bilan suyulishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida suyuqlikning mexanik xossalari o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Neftning mexanik xususiyatlariga qatlamning to'zilishi ham ta'sir ko'rsatadi. Qatlamning qanday tog' jinslaridan tashkil topganligi, ularning donadorligi, o'tkazuvchanligi, to'zilishi neftning mexanik xossalari ta'sir ko'rsatadi.

Neftda mexanik xossalarning paydo bo'lishi natijasida uning harakatiga siljish tezligi ta'sir ko'rsatadi. Suyuqliklarning harakatiga siljish tezligi ta'sir qilishi xuddi qattiq jismlarga ta'sir qilgandek ko'rinishga ega bo'ladi.

3.23 - rasmda mexanik xossalarga ega bo'lgan suyuqlikka siljish tezligining ta'siri ko'rsatilgan. Qandaydir juda kichik kanalehdan v harakat qilishni boshlagan (V), mexanik xossaga ega bo'lgan suyuqlikni ko'rib chiqaylik.



3.23-rasm. Suyuqlik qavatlarininig siljish
kuchi ta'siridagi harakati

Harakat dy qalinlikdagi kanalchada bo'lib, unga o'qi yo'nalishida kuch ta'sir qildirsak, harakatsiz tomon to'xtab turgan holda (A nuqta), harakatli tomonda suyuqlik B nuqtadan A nuqttagacha harakatlangan bo'ladi. Agar B nuqta bilan A nuqta birlashsa mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan suyuqlik harakati tezligining epyurasi hosil bo'ladi.

Shunday qilib, neftlarning reologik xossalari ularning alohida juda kichik qavatlaridagi konsistensiyasiga¹ bog'liq bo'ladi.

$$\frac{d\gamma}{dt} = f(\tau) \quad (3.64)$$

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.

$$\tau = -\mu \frac{dv}{dy} \quad (3.65)$$

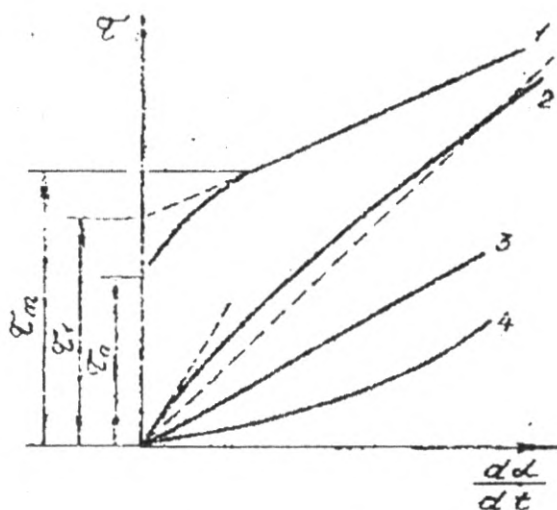
¹Konsistensiya - eritma va quduq moddalarning quduq - suyuqligi, zichlik darajasi suyuqliklarga ta'sir etayotgan kuchi va siljish tezligi bilan bog'liq ekan.

3.65 - tenglamani Gukning taranglik qonuniga binoan quyidagicha yozish mumkin

$$\tau = -\mu \frac{dV}{dy} = \mu \frac{d}{dy} \left(-\frac{dx}{dt} \right) = \mu \frac{d}{dt} \left(-\frac{dx}{dy} \right) \quad (3.66)$$

Bu yerda: x - suyuqlikning tezlik yo'nalishi bo'yicha o'tgan masofasi;

t - vaqt.



3.66 - tenglamani $\frac{dx}{dy}$ suyuqlikning qatlamlarni ezilishi

(deformatsiyasini) xarakterlaydi. Bu tenglamadan suyuqliklar tezligi urinma kuchga to'g'ri va qovushqoqlikka teskari proporsional ekanligi kelib chiqadi, ya'ni

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\tau}{\mu} \quad (3.67)$$

Bu tenglamani suyuqliklar reologik tenglamasi deb yuritiladi.

Yuqorida keltirilgan tenglamalardagi $f(\tau)$ funksiyasining kattaligiga qarab suyuqliklar quyidagi uch turga bo'linadi: bingam plastiklari, psevdoplastiklar (psevido - grekchadan yolg'on degan ma'no beradi), va dilatant suyuqliklar. Bu suyuqliklarning tabiatda uchrashi, ularning xossalari va ular ustida olib borilgan tadqiqotlar haqida "Kolloid kimyo" kursida batafsil o'tiladi.

Bingam plastiklari, psevdoplastiklar, dilatant suyuqliklari va nonyuton- suyuqliklari konsistentligiga qarab har xil siljish kuchiga ega bo'lib, ularning o'zaro bog'liqliligi 3.24 - rasmda ko'rsatilgan.

3.24 - rasmda keltirilgan bog'liqliklardan bingam plastinkalariga tegishlisini ko'rib chiqaylik. Rasmdagi 1 - chiziq muvozanat holatidagi muayyan fazoviy to'zilik va boshlang'ich siljish kuchiga τ_0 qarshilik ko'rsatish xususiyatiga ega bo'lgan bingam plastigiga tegishlidir. Bingam plastigiga ta'sir qilayotgan kuch boshlang'ich siljish kuchidan τ_0 oshgandan so'nggina u harakatga kelishi mumkin. Harakatlanish esa suyuqliklarning nome'yor qovushqoqligiga bog'liq bo'lib, bu qovushqoqlikni aniqlash uchun F.N.Shvedov quyidagi reologik tenglamani tavsiya qildi:

$$\eta_{\alpha} = E\lambda + \frac{\tau_1}{\nu} \quad (3.68)$$

Bu erda: E - Yung moduli;

τ_1 - dinamik kuch siljishi;

ν - deformatsiya tezligi;

λ - relaksatsiya¹ davri.

Quduq suyuqliklarning oqimini xarakterlash uchun Bingam tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\tau - \tau_0 = \eta_1 \frac{dv}{dt} \quad (3.69)$$

¹relaksatsiya - moddaga tarang kuchlar ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiyadan so'ng uning yana o'z holatiga qaytish jarayonini xarakterlovchi vaqtni bildiradi.

1. Bingam plastiklari; 2. Psevdoplastiklar; 3. Nyuton suyuqliklari; 4. Dilatant suyuqliklari.

3.24 - rasmning 1 -chizig'iga yana bir nazar tashlasak, bingam suyuqligiga ta'sir qilayotgan urinma kuchining kattaligi τ_0 dan τ_1 gacha bo'lganda suyuqlik hali harakatsiz bo'ladi, ta'sir qiluvchi kuch τ_1 dan oshgandan so'nggina harakat kuchi ta'sir qilayotgan nuqtada boshlanishi mumkin. Urinma kuchning miqdori τ_m ga etgandan bingam plastigi to'liq harakatga keladi.

Shvedov (3.68) va Bingam (3.69) tenglamalari o'zaro o'xshash bo'lganligi uchun hisoblashlarda, ko'pincha, umumlashtirilgan Shvedov - Bingam tenglamasi ishlatiladi:

$$\tau = \tau_1 + \eta \left(\frac{dv}{dt} \right) \quad (3.70)$$

Bu yerda: τ_1 - dinamik siljish kuchi;

η - quduq suyuqlikning qovushqoqligi bo'lib, $\frac{dv}{dt} = f(\tau)$

ni (3.24 - rasmga qaralsin.) to'g'ri chiziq qismini burchak koeffitsientiga teng bo'lgan kattalik.

3.21. Neft va gazning fizik xossalarini o'rganish uchun ishlatiladigan apparatlar

Neft va gaz konlarini ishga tushirishdan oldin, shu konlarning zaxiralari aniqlanib, konni ishlatish loyihasi to'ziladi. Bu ishlarni bajarish uchun neft va gazning hamma xossalari, 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 namuna oladigan asbobni namuna olgich (probotbork) deb yuritiladi. Namuna olgichlarni turlari juda ko'p bo'lib, bir - biridan farqi konstruktiv to'zilishidir. Shuningdek, ular qanday bosimgacha ishlatish mumkinligi bilan ham

farq qiladi. Masalan, Moskvadagi VNIIneft instituti yaratgan namuna olgichi 30 MPa bosimgacha bo'lgan konlarda ishlatilsa, Bakudagi AzNIPIneft instituti yaratgan namunaoligich 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. Namuna olgich quduq tubiga tushgandan keyin, mo'ljallangan vaqt o'tgach, namuna olgichni suyuqlik kirituvchi qopqog'i ochiladi va namuna olgichning maxsus bo'lmasiga qatlam bosimi va haroratidagi suyuqlik kiradi. Bo'lma suyuqlik yoki gaz bilan to'lgandan so'ng namuna olgichni 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 doimo ochiq bo'lib, bunday namunaolgich quduqqa tushirilayotganida uning ichidan suyuqlik o'tib turadi. Quduq tubiga yoki namuna olinishi kerak bo'lgan chuqurlikka yetgandan so'ng soat mexanizmi yoki mexanik ta'sir natijasida qopqoqlar yopiladi. Ikkinchi tur namunaolgichlarda qopqoqlar faqat quduq tubiga tushirilgandagina ochilib namuna olinadi va soat mexanizmi qopqoqlarni yopadi. (3.25 – rasm.)

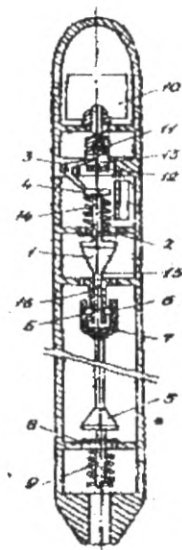
Namunaolgichni yer ustiga neft yoki gaz namunasi bilan olib chiqilgandan keyin uning ichidagi namunani maxsus idishga (konteynerga) o'tkaziladi, konteynerda namunani uzoq masofaga olib borish mumkin (3.26 - rasm).

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

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

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, elektryuritgich 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.



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.

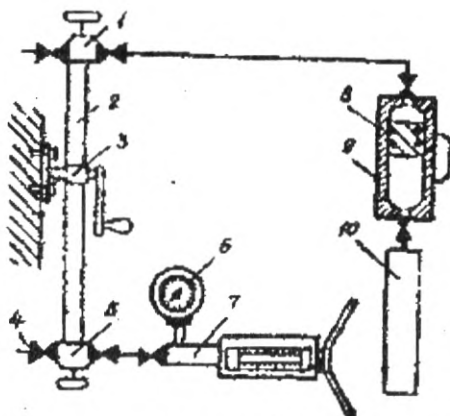
3.25 – rasm. Soat murvatli namunaoligich chizmasi

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 xossalarini aniqlash mumkin. Shuningdek, gaz va kondensat xossalarini o'rganish uchun UFR - 2 apparati mavjud.

Neft, gaz va kondensatning fizik xossalarini 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 tasмага avtomatik tarzda egri chiziqlar bilan chizib beriladi. Bu egri chiziqlar cho'qqisining balandligiga qarab karbonsuvchillar turlarga ajratiladi.

Quduqlarga shuningdek, qatlamning bosimini, haroratini, neft, gaz va suv kelayotgan joylarini aniqlash uchun yana bir qancha maxsus asboblار tushiriladi. Bularga bosimni va haroratni aniqlaydigan va chuqurlikda ishlaydigan bosimo'lhagich, harorato'lhagich, suyuqliklarni oqib kelish miqdorini aniqlaydigan miqdoro'lhagich kabi o'nlab har turli asboblار ham mavjud. Bu asboblار haqida tushunchalar "Neft konlarini ishlatish texnikasi" fanida batafsil beriladi.



3.26 – rasm. Namunani o'tkazish usuli.

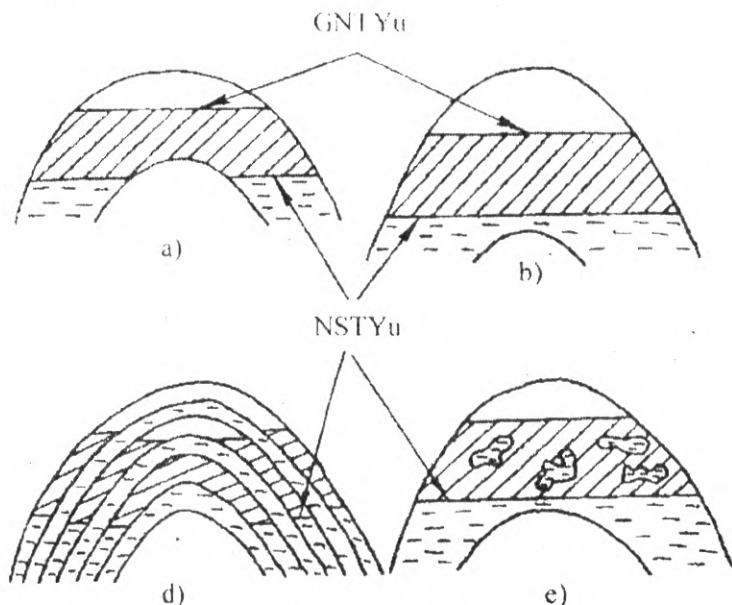
1,5-o'tkazgichlar; 2-namunaoligich; 3-tebratgich; 4-murvat; 6-bosimo'lhagich; 7-iskanja; 8-ajratuvchi porshen; 9-konteyner; 10-ishchi suyuqlik yig'iladigan idish.

3.22. Qatlamlardagi qoldiq suvlar holati

Qatlamlardagi neft va gaz to'plamlari juda ko'p hollarda uning pastki tomonidan qatlam suvlari bilan chegaralanib turadi. Qatlamdagi neft va gaz to'plamini hamda qatlamning to'zilisiga qarab, konlarda qatlam cheti suvlari va qatlam osti suvlari bo'lishi mumkin. (3.27 - a, b rasm).

Bulardan tashqari, odatda katta qalinlikka ega bo'lgan qatlamlar ichidagi oraliq qatlamchalarda ham suv bo'lishi mumkin. Bunday suvlarni oraliq suvlar deb yuritiladi (3.27 - d rasm.)

Ba'zi hollarda kollektorlarning neft va gaz to'plami ichida ham suvlar uchrab turadi. Bunday suvlar qoldiq suvlar deyiladi (3.27 - e rasm).



3.27 – rasm. Qatlam suvlarining turlari:

a) qatlam cheti suvlari;

b) qatlam osti suvlari;

d) oraliq suvlar;

e) qoldiq suvlar.

- gaz;

- neft;

- suv.

GNTU – gaz – neft tutash yuzasi;

NSTU – neft – suv tutash yuzasi;

Qoldiq suvlarni hosil bo'lish jarayoni haqida quyidagicha geologik faraz mavjud. Qatlamlar avval faqat suvlar bilan to'yingan bo'lgan. Keyinchalik yerning pastki qismlarda hosil bo'lgan karbonsuvchillar sekin - asta katta bosim ostida yuqoriga siljib, suv bilan to'yingan qatlamlarga yig'ila boshlagan, karbonsuvchillarning bu to'planishida qatlam ichidagi suv siqib chiqarilgan, lekin hamma suv to'liq siqib chiqarilmagani uchun, ba'zi joylarda ko'milgan holda qolib ketgan.

Qatlamlardagi neft, gaz va qoldiq suvlarning bo'shliqlarda joylashishiga qarab, qatlamdan karbonsuvchillarni siqib chiqarilishiga katta ta'sir qiladi. Shuningdek, qatlamdagi qoldiq suvlarning miqdorini va ularni qayerda joylashganligini aniq bilish kerak. Chunki qatlamdagi karbonsuvchillarning zaxirasi aniqlanayotganda qatlam suvlarining miqdori va joylashganligi aniq bo'lmasa, karbonsuvchillar zaxirasini hisoblashda katta xatolikka yo'l qo'yish mumkin.

Odatda qatlamdagi suyuqliklar tog' jinslari yuzasini ho'llash yoki ho'llamasligi mumkin. Agar qoldiq suvlar qatlamdagi kanalchalar va yoriqlarni juda yupqa parda holda qoplab olgan bo'lsa, u holda tog' jinslari zarrachalarining yuzi ho'llangan bo'lib, bunday holatni gidrofil holat deyiladi. Agar qoldiq suvlarning yupqa pardasi bo'lmasa, demak tog' jinsi zarrachalari ho'llanmagan bo'lib, bunday holatni gidrofob holat deyiladi.

Tog' jinslarining gidrofil yoki gidrofobligini aniq bilish, konlarni ishlatish jarayonlarini omilkorona olib borish uchun kerak bo'ladi.

Qoldiq suvlarning qatlamdagi holatiga qarab, quyidagi to'rt turi bo'lishi mumkin:

1) kapillar bog'langan suvlar - bunday suvlar tog' jinslaridagi juda tor kanalchalarda (kapillyarlar) yig'ilib qolgan bo'lib, asosan kapillyar kuchlar ta'siri ostida bo'ladi;

2) adsorbsiya suvlari - bunday suvlar tog' jinsi yuzasida molekulalarning o'zaro tortishish kuchlari orqali ushlanib turadi;

3) parda suvlari - bunday suvlar zarrachalar yuzasini juda yupqa parda bilan qoplagan holda bo'ladi;

4) erkin suvlar - bunday suvlar maydalangan tog' jinsi zarrachalari orasida kapillyar kuchlar orqali ushlanib turadi. Odatda ko'proq bunday suvlar neft - suv - va gaz - suv tutash yuzalaridagi menisklarda bo'ladi.

Qatlamlarni qoldiq suvlar bilan to'yinganligini bilish juda muhim vazifa bo'lib, uni tajribaxonalarda maxsus asboblarda aniqlash mumkin. Shuningdek, quyidagi tenglamalar orqali aniqlash mumkin:

a) qumlar uchun

$$S_q = 0,437 - 0,155 \lg \frac{k_0}{m_0} \quad (3.71)$$

b) qumtoshlar uchun

$$s_{q,t} = 0.283 - 0.1 \lg \frac{k_0}{m_0} \quad (3.72)$$

v) ohaktoshlar uchun

$$S_{o,t} = 0.183 - 0.1 \lg \frac{k_0}{m_0} \quad (3.73)$$

Bu yerda: k_0 - mos ravishda tog' jinslarining mutlaq o'tkazuvchanligi;

m_0 - ochiq g'ovakliligi.

3.23. Qatlam suvlarning fizik - kimyoviy xossalari

Neft va gaz konlaridagi qatlam suvlarining fizik xossalarini aniq bilish konlarni eng maqbul usullar bilan ishlatish uchun kerak bo'ladi.

Qatlam suvlarining asosiy fizik xossalariga ularning zichligi, issiqdan kengayishi, siqiluvchanligi, qatlam hajm koeffitsienti, qovushqoqligi va asosiy kimyoviy xossasi - sho'rliigi kiradi.

Qatlam suvlarining zichligi unda erigan tuzlar miqdorining oshishi bilan ortib boradi. Shuning uchun qatlam suvining sho'rliigiga qarab, zichligi juda keng ko'lamda o'zgarishi mumkin. Odatda neft va gaz kondlaridagi suvlarning zichligi 1,00 dan 1,15 g/sm³ gacha o'zgarishi mumkin. Lekin ba'zan, qatlamlarda haddan tashqari juda sho'r ya'ni o'ta namakob suvlar ham uchraydi.

Masalan, 1970 yillardan boshlab G'arbiy O'zbekistondagi ba'zi bir neft va gaz konlarini burg'ilashda zichligi 1,32 - 1,36 g/sm³ gacha bo'lgan o'ta sho'r suv eritmalari (ruschada - rapa) uchraydi. Bunday suvlar quduqqa tushirilgan metall quvurlarni, shuningdek, burg'ilash asbob - uskunalarining tezlik bilan zanglash va yemirilishiga olib keladi, oqibat natijada, bunday quduqlardan foydalanish mumkin bo'lmay qoladi.

Qatlam suvlarining issiqlikdan kengayishi suvning issiqlikdan kengayishi koeffitsienti bilan xarakterlanib, u qatlam harorati o'zgarganda qatlam suvlarining qanchaga kengayishini bildiradi, ya'ni

$$\beta = \frac{1}{V} * \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3.74)$$

Bu yerda: V - qatlam suvining oddiy sharoitdagi hajmi;

ΔV - harorat Δt ga o'zgarganda qatlam suvining o'zgargan hajmi.

Tajribalardan aniqlandiki, qatlam suvlarining issiqlikdan kengayish koeffitsienti $18 \cdot 10^{-5}$ dan $90 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ gacha o'zgarishi mumkin ekan. Odatda bu koeffitsient qatlam harorati ortib borishi bilan ortadi va bosim ortishi bilan kamayadi.

Qatlam suvining siqiluvchanligi ham siqiluvchanlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi va qatlam bosimi o'zgarganda suvning hajmi qanday o'zgarishini bildiradi, ya'ni

$$\beta_v = \frac{1}{V} * \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad (3.75)$$

Bu yerda: V - qatlam suvining oddiy sharoitdagi hajmi;

ΔV - bosim ΔP ga o'zgargandagi qatlam suvining o'zgargan hajmi.

Qatlam suvlarida siqiluvchanlik koeffitsienti erigan gazlar miqdori oshishi bilan ortib boradi. Qatlam sharoitda bu koeffitsient $3,7 \cdot 10^{-10}$ dan $5,0 \cdot 10^{-10} \text{ } 1/\text{Pa}$ gacha o'zgarishi mumkin. Ergan gaz miqdori ko'p bo'lsa, suvning siqiluvchanlik koeffitsientini quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$\beta_{\text{er}} = \beta_v [1 + 0,05S] \quad (3.76)$$

Bu yerda: β_{er} - erigan gazi bor suvning siqiluvchanlik koeffitsienti;

β_v - chuchuk suvning siqiluvchanlik koeffitsienti;

S - suvda erigan gaz miqdori, m^3/m^3 .

Qatlam suvlarining hajm koeffitsienti, qatlam holatidagi suv hajmining standart holatdagi hajmiga bo'lgan nisbatini bildiradi,

$$h_s = \frac{V_{s,q}}{V_{s,s}} \quad (3.77)$$

Bu yerda: h_s - qatlam suvining hajm koeffitsienti;

$V_{s,q}$ - qatlam holatidagi suv hajmi;

$V_{s,s}$ - standart holatdagi suv hajmi.

Qatlam bosimining oshishi hajm koeffitsientini pasayishiga, haroratning oshishi esa bu koeffitsientning oshishiga olib keladi. Qatlam holatida hajm koeffitsienti uncha katta bo'lmagan oraliqda o'zgarishi mumkin. Odatda bu koeffitsient haroratning kattaligiga qarab 0,99 dan 1,06 gacha o'zgarishi mumkin.

Qatlam holatidagi suvlarning qovushqoqligi, asosan, harorat va erigan tuzlar miqdori bilan bog'liqdir. Haroratning ozgina oshishi ham qovushqoqlikni keskin pasaytirib yuboradi, lekin bosimning o'zgarishi qatlam suvlarining qovushqoqligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Agar qatlam suvlarida CaCl_2 tuzlari ko'p bo'lsa, suvlarning qovushqoqligi bir muncha yuqori bo'ladi.

Qatlam suvlarining asosiy kimyoviy xossasiga undagi erigan tuzlar miqdori kiradi va shunga qarab, har xil turlarga bo'linadi. Odatda erigan tuzlarning elementiga qarab qatlam suvlarini V.A.Sulin to'rt turga ajratdi:

- kalsiy xlor tuzlari bo'lgan suvlar;
- magniy xlor tuzlari bo'lgan suvlar;
- natriy gidrokarbonat tuzlari bo'lgan suvlar;
- natriy sulfat tuzlari bo'lgan suvlar.

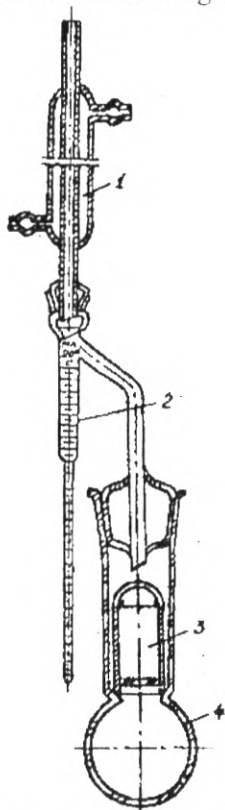
Neft va gaz konlarining qatlamlarida uchraydigan suvlarning 90 - 95 % ni xlor tuzlari bo'lgan suvlar tashkil qiladi, ulardan keyin keng tarqalgan suvlar gidrokarbonatli va eng kam tarqalgan sulfat suvlaridir.

Qatlamlardagi tuzlarning erigan miqdoriga qarab chuchuk, sho'r va namakobli suvlarga bo'linadi.

3.24. Kollektorlarning neft va qoldiq suvlar bilan to'yinganligini aniqlash usullari

Kollektorlarning neft va suv bilan to'yinganligini aniq bilishga quduqlarni burg'ilash vaqtida olingan namunani (kern) loyqa

critma iflos qilganligi biroz halaqit beradi. Chunki loyqa critmaning asosiy tarkibi suv bo'lgani uchun namunaning ichki qismiga loyqa suvning bir qismi shimilishi mumkin, bu esa namunaning haqiqiy to'yinganligini aniqlashda biroz xatoliklarga olib keladi.



3.28 – rasm. Tog' jinslarining neft, suv va gaz to'yinganligini aniqlash uchun ishlatiladigan Zaks S.L. asbobi
1 - sovutgich, 2 - suyuqlik yig'iladigan bo'lma, 3 - Shott voronkasi, 4 - kolba.

Shuning uchun, namunani neft va suv ta'sir qilmagan qismidan biror to'g'ri geometrik shakl (odatda silindr) qirqib olinadi.

Namunaning suv yoki neft bilan to'yinganligini aniqlashning bevosita va bilvosita usullari mavjud.

Bevosita usulda neft yoki suv bilan to'yinganlikni aniqlash uchun namuna ichidagi suvni ajratib olib, namuna yaxshilab quritiladi va o'z og'irligini qanchalik yo'qotganligi aniqlanadi. Bu maqsadlarda Din va Stark yoki Zaks (3.28 - rasm) asboblariidan foydalaniladi.

Neft yoki suv bilan to'yinganlik odatda to'yinganlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi. To'yinganlik koeffitsienti deb, neft yoki suv bilan to'yingan g'ovaklar hajmini umumiy g'ovaklar hajmiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$S_n = \frac{V_n}{V}; S_g = \frac{V_g}{V}; S_s = \frac{V_s}{V} \quad (3.78)$$

Bu yerda: S_n , S_g , S_s - mos ravishda neft, gaz va suv bilan to'yinganlik koeffitsienti;

V_n , V_g , V_s - mos ravishda neft, gaz va suv bilan to'yingan g'ovaklar hajmi;

V - umumiy g'ovaklar hajmi.

To'yinganlik koeffitsienti foizda yoki birlik ulushda o'lchanadi.

Suv bilan to'yinganlikni bevosita aniqlash usullaridan biri titrlash, ya'ni suv yoki neftni eritmaydigan modda bilan siqib chiqarish usulidir. Bunda namunadagi suv o'zida suv bo'lmaydigan spirtlar (metil, etil, izopropil) bilan siqib chiqariladi va to'yinganligi aniqlanadi.

Bilvosita usul bilan to'yinganlikni aniqlashning bir necha turlari mavjud.

Ular quyidagi usullar:

- yarimo'tkazgich membrana;
- sentrifuga;
- simob haydash;
- bug'latish;
- xloridlash;
- elektro'tkazishni o'lchash;
- kapillar shimilish;
- qoldiq kerosin bilan to'yintirish;
- fazaviy gaz o'tkazuvchanlik.

Bu usullarning deyarli hammasi qoldiq suvlarni namunadan siqib chiqarishga asoslangan bo'lib, faqat ana shu siqib chiqarishni amalga oshirish yo'llari bilan farq qiladi.

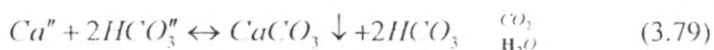
To'yinganlikni aniqlash usullari bilan amaliy tajribalarda mufassal tanishtiriladi.

3.25. Qatlam suvlari tarkibining o'zgarishidan konlarni ishlatishda foydalanish

Qatlam suvlarining boshlang'ich tarkibi, konlar ishga tushgandan keyin sezilarli darajada o'zgarishi mumkin. Bu o'zgarishlar, asosan, quyidagi sabablarga ko'ra bo'lishi mumkin:

1. Boshlang'ich termodinamik holatlar o'zgarishidan;
2. Konlarni ishlatish natijasida suvlarning kimyoviy tarkibi o'zgarishidan;
3. Quduqlar tubiga boshqa qatlamlarning suvlari sirqib kelishidan;
4. Konlarda issiqlik usullarining qo'llanib ishlatilishi natijasida.

Qatlam suvlarining boshlang'ich termodinamik holatlarining o'zgarishi qatlam bosimi va harorati o'zgarishidan kelib chiqadi. Bunday hollarda qatlamda kalsiy karbonat tuzlarini cho'kishga olib keladi.



Kalsiy karbonat (gips) tuzlarning cho'kishi suvlar tarkibini o'zgartirsada, lekin yana qayta erishi tufayli umumiy kalsiy tuzlarining miqdori kam o'zgaradi.

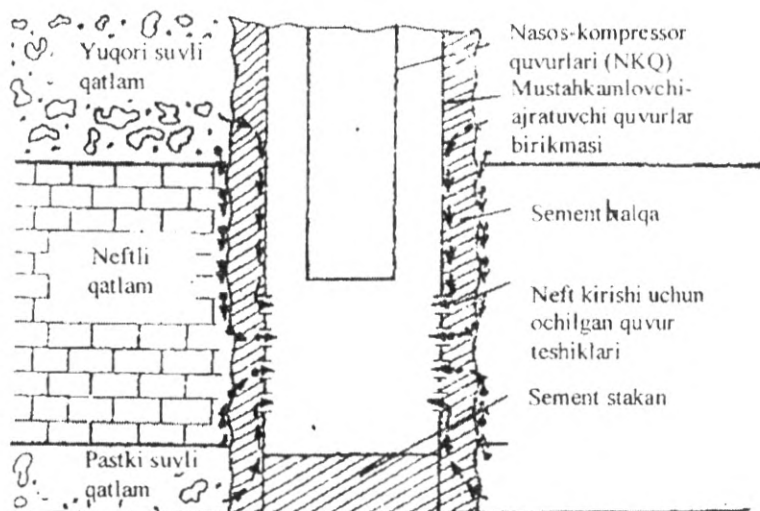
Termodinamik o'zgarishlar ko'proq bariy, kalsiy sulfat kabi tuzlar ajralib chiqishiga va sho'rlanganlik darajasining oshishiga olib keladi.

Qatlam suvlarining tarkibini keskin o'zgarishiga, ayniqsa, konlarni ishlatish davridagi har xil usullar ko'p ta'sir qiladi. Masalan, qatlam bosimini saqlash maqsadida yuqoridan turib qatlamga suv haydaladi. Bu suv qatlamdagi suvlar bilan aralashib, ularning tarkibini keskin o'zgartirib yuborishi mumkin. Shuningdek, yuqoridan haydalayotgan suv tarkibida mikroorganizmlar ham mavjud bo'lib, past haroratlarda (50°C gacha) neft bilan suv qatlam ichida tutashgandan keyin neft ichida rivojlanib, neftni oksidlanishga, uning zichligi va qovushqoqligi juda oshib ketib uni harakatsiz holga keltirib qo'yishi mumkin.

Qatlamlardagi suvlar tarkibining o'zgarishiga boshqa qatlam suvlarining aralashib ketishi ham sabab bo'lib, bu holat, asosan, quduqlarni tutib turuvchi metall quvurlar bilan sement halqa orasidan, yoki sement halqa bilan tog' jinsi orasidan sizib o'tishi natijasida bo'lishi mumkin (3.29 - rasm).

Boshqa qatlam suvlari aralashishi, ayniqsa, ko'p zarar keltirishi mumkin, chunki bu hollarda umuman tarkibi har xil bo'lgan suvlar aralashishi natijasida ko'plab tuzlar cho'kib, tog' jinsi g'ovaklari va kanalchalarini to'sib qo'yishi mumkin. Shuningdek, boshqa qatlam suvlari o'tgan yo'ldan gaz yoki neft ham boshqa qatlamlarga siljib o'tib, kon zaxiralarining ma'lum bir qismining yo'qotilishiga olib kelishi mumkin.

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.



3.29 rasm. Quduq tashqarisida qatlam suvlarining xarakat yo'llari.

→ - Quduqni mustahkamlovchi - ajratuvchi quvur tashqi sirti bilan sement halqa orasidan o'tayotgan suv yo'li;

↳ - Sement halqa bilan tog' jinsi orasidan o'tayotgan suv yo'li.

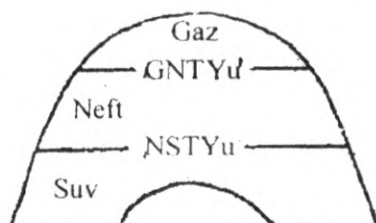
Umuman qatlam suvlari tarkibining o'zgarishiga qarab, konni ishlatish jarayoni qay yo'sinda olib borilayotgani haqida so'z yuritish mumkin. Suv tarkibining o'zgarishiga qarab, maxsus qatlam suvlari sho'rligi xaritalari chiziladi. Bu xaritalardan qatlamdagi suv harakatining yo'nalishi, miqdori ortib borishini va har xil vaqtlarda chizilgan xaritalarga qarab, suv harakatining tezligini aniqlash mumkin.

Bu harakatning yo'nalishi va tezligiga qarab, quduqlarda suv yo'lini to'sish, ta'mirlash kabi ishlar olib boriladi.

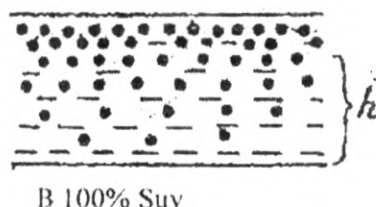
3.26. Qatlamdagi neft - suv, gaz - suv va gaz - neft tutash yuzalarining holati

Qatlamdagi tutash yuzalarining holatini o'rganishni neft - suv tutash yuzasi misolida ko'rib chiqamiz.

Odatda har qanday tutash yuza yupqa parda holida bo'lmay, balki qandaydir qalinlikka ega. Agar shu tutash yuzadan bir muncha yuqori A yuzada 100 % sof neft bilan to'yingan qatlam bo'lsa, bir muncha pastroq B yuzada 100 % sof suv bilan to'yingan qatlam bo'ladi. (3.30 - rasm).



a) Qatlamning umumiy ko'rinishi



b) NSTYu haqiqiy ko'rinishi



— Neft



— Suv

3.30 - rasm. Neft - suv tutash yuzasi holati sxemasi

Yuqori yuzadan pastki yuzagacha bo'lgan masofada esa, yuqoridan pastga qarab sekin - asta neft bilan to'yinganlik kamayib borib, nihoyat pastki yuzaga yetganda nolga teng bo'ladi va aksincha, pastdan yuqorigi yuzagacha suv to'yinganligi sekin - asta kamayib borib nolga aylanadi.

Suv to'yinganligini yuqori yuzaga qarab kamayib borishi qatlamning to'zishiga, uning donadorlik tarkibi, g'ovakligiga bog'liqdir. Shuningdek, suvning pastdan yuqoriga juda tor kanalchalardan ko'tarilishi shu kanalchalarning diametriga, suvning fizik - kimyoviy xossalriga, gravitatsion (yoki og'irlik) kuchlariga bog'liq ekan.

Yuqori (A) va pastki (B) yuzalar orasini neft - suv tutash yuzasining (NSTYu) o'tish zonasi deyiladi. Bu zonaning balandligini (pastki B yuzadan) aniqlash uchun geofizik usullar bilan bir qatorda, tajribalar orqali suv to'yinganligining kapillar bosim bilan bog'liqligi orqali aniqlash mumkin. Bunda suvning kapillarlardan ko'tarilishi shunday balandlikkacha bo'ladiki, bu balandlikda kapillar bosim bilan suv balandligining gidrostatik bosimi o'zaro tenglashadi.

Ya'ni $P_k = P_{s,g}$, lekin $P_{s,g} = gh(\rho_s - \rho_n)$ bo'lgani uchun

$$P_k = gh(\rho_s - \rho_n) \quad (3.80)$$

Bu yerda: ρ_s va ρ_n - mos ravishda suv va neftning zichligi;

g - erkin tushish tezlanishi;

h - 100 % suv sathidan ko'tarilgan suv balandligi.

(3.80) tenglamadan

$$h = \frac{P_k}{g(\rho_s - \rho_n)} \quad (3.81)$$

Ammo kapillarlik bosimi (umumiy fizika kursida bu bosim "Laplas bosimi" deb ham yuritiladi) suv to'yinganligi funksiyasi bo'lganidan $P_k = f(S_v)$, suvning ko'tarish balandligi ham to'yinganlik funksiyasiga bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$h = \frac{f(S_1)}{g(\rho_c - \rho_w)} \quad (3.82)$$

Keltirilgan tenglamalardan ko'rinib turibdiki, suvning ko'tarilish balandligi asosan suv to'yinganligiga bog'liq ekan.

Ba'zi bir konlarda neft - suv tutash yuzasining qalinligi bir necha metrgacha yetishi mumkin. Shuning uchun ham, bu tutash yuzaning neft bilan to'yinganligi 30 % dan oshgan yuzasidan yuqoriroq qatlamini hisobga olishg maqsadga muvofiq, aks holda neft zaxiralari noto'g'ri aniqlanadi va konni ishlatishda bir qancha xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin.

Ba'zi hollarda NSTYu gorizontal holda bo'lmay, qiya holda ham bo'lishi mumkin. Bunday holat asosan qatlam suvlarining harakati, kollektorlarning o'tkazuvchanlik qobiliyati, donadorlik tarkibi va tog' jinsining qanday to'zilganligi kabi omillarga bog'liq bo'ladi. Bunday hollarda o'tish zonasi butun tutash yuza bo'yicha bir xil bo'lmasligi mumkin.

Gaz - neft tutash yuzasida (GNTYu) ham o'tish zonasi mavjud lekin (3.82) tenglamaning maxrajidagi zichliklar ayirmasi gaz - neft fazalari uchun ancha kattagina sonni tashkil qilgani uchun bu zona uncha katta qiymatlarga ega bo'lmaydi.

Odatda gaz - neft tutash yuzasidagi o'tish zonasi ham gravitatsion kuchlar, kapillar bosim va neft - tog' jinsi - gaz sistemasining to'zilishi bilan bog'liq. Lekin qatlamda qoldiq suvlar ko'p bo'lsa, u holda o'tish zonasi birmuncha murakkab holda bo'lib, bu zonaning balandligini faqat taxminiy aniqlashga to'g'ri keladi. Chunki (3.82) tenglamadagi $f(S_1)$ kattalikka qoldiq suvlar ta'siri juda katta bo'lib, uni aniqlash hali mukammal o'rganilmagan.

Gaz - neft tutash yuzasidagi holatlar gaz - suv tutash yuzasida ham deyarli bir xil bo'lib, faqat kattaligi bilan farq qiladi.

IV-BO'LIM. KARBONSUVCHIL SISTEMALARINING FAZAVIY HOLATLARI

4.1. Bir komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarishi

Neft, gaz va gazkondensat konlarini ishlatish davrida uzluksiz ravishda bosim o'zgarib turadi va buning natijasida karbonsuvchillarning miqdori ham, ularning o'zaro nisbati ham o'zgarib turadi. Bu o'zgarishlarga ba'zan qatlam haroratining ham o'zgarishi sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Bu o'zgarishlar faqat qatlam ichida bo'libgina qolmay, ayniqsa, quduq atrofi hamda quduq ichida bo'ladi. Karbonsuvchillarning quduq ichidagi yuqoriga bo'lgan harakatida bosimning keskin o'zgarib borishi fazaviy holat o'zgarishlarini juda ham tezlatadi. Masalan, neft tarkibidagi gaz ajralib chiqib, quduq og'ziga kelganda karbonsuvchillar oqimi juda ham maydalangan neft tomchilarining gaz oqimida aralashgan holda harakatlanishiga olib keladi. Xuddi shuningdek, karbonsuvchillarni konda maxsus tayyorlash joyigacha quvurlarda bo'lgan harakatida ham turli fazaviy o'tishlar bo'lib turadi.

Bu fazaviy o'zgarishlar karbonsuvchillarning gaz holatidan suyuq holatga yoki suyuq holatidan gaz holatiga beto'xtov o'tib turishi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun ham bu o'zgarishlarni qay tarzda o'tib turishini aniq bilish muhim ahamiyatga egadir. Chunki bu fazaviy o'tishlarni konlarning loyiha hujjatlariga kiritish, ularning bosim va vaqt o'zgarishi bilan qanday o'zgarishi mumkinligini ko'rsatib o'tish lozim.

Karbonsuvchillarning fazaviy o'tishlari bir komponentli yoki ko'p komponentlilikiga qarab, har xil jarayonlar orqali bo'lar ekan.

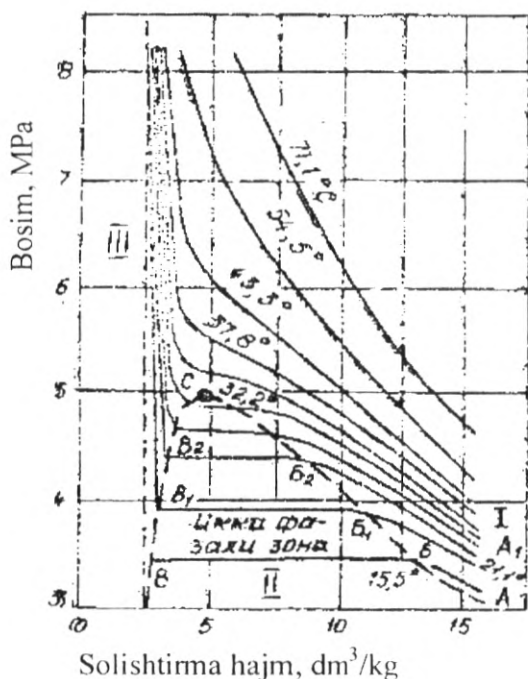
Bir komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarish jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, gazlar o'z holatini bosim va harorat o'zgarishi bilan o'zgartiradi. Bu o'zgarishlarda gaz hajmi o'zgarishi fazaviy o'zgarishlarning natijasi bo'lib hisoblanadi. Bosim o'zgarishi bilan hajm qanday o'zgarishini juda ko'plab tajribalarda tekshirilib ko'rildi. Bu tekshirishlar odatda izotermik jarayonda olib borilgan.

4.1.- rasmda bir komponentli /masalan, etan/ tabiiy gazning bosim bilan solishtirma hajm orasidagi uzviy o'zgarishlari $P=f(V)$ keltirilgan.

A nuqtada metan ma'lum bir shart-sharoitlarda ($P=3,5$ MPa= $12,5 \text{ m}^3/\text{kg}$, $T=15,5^\circ \text{C}$) bir fazali gaz holatda turgan bo'lsin.

Endi shu holatni izotermik ravishda, ya'ni haroratni o'zgartirmay turib bosimini oshiraylik. Bu holda gaz o'z hajmini kamaytirib boradi va B nuqtaga kelganda gazdan birinchi tomchi suyuqlik ajralib chiqadi. Ana shu nuqta to'g'rirog'i shu nuqtaga to'g'ri keladigan termodinamik sharoitlar shudring nuqtasi deyiladi. Shudring nuqtasidan keyin fazaviy o'zgarishlar boshlanib, bosim o'zgarmagan holda faqat hajm o'zgarishi davom etadi. Bu vaqtda gaz holatidagi metan to'liq suyuq holatga o'ta boshlaydi va bu jarayon B nuqtagacha davom etadi. B nuqtada gaz holatidagi metanning suyuq holatga o'tishi tugallanadi va bundan keyingi jarayon hajm o'zgarmagan holda bosimning keskin oshib ketishi bilan yakunlanadi.



4.1.-rasm. Etanning bosim-hajm fazaviy o'zgarishi tasviri.

Endi xuddi shu jarayonni yana bir marta qaytarib ko'raylik. Faqat bu galgi fazaviy o'zgarish jarayonini boshlang'ich harorat yuqoriroq, masalan $32,2^{\circ}\text{C}$ da A_1 nuqtadan boshlaylik. Bunda ham xuddi yuqoridagidek, B_1 nuqtaga yetgandan so'ng birinchi suyuq tomchi hosil bo'lib, keyingi jarayonlar bosim o'zgarmagan holda hajm kamayib borib, gaz holatdan suyuq holatga o'tish ro'y beradi. Bu jarayon B_1 nuqtada gazning to'liq suyuq holatga o'tish bilan tugallanadi. Xuddi shuningdek, 4.1.-rasmida bu fazaviy o'zgarishlar yanada yuqoriroq haroratlar uchun keltirilgan. Keltirilgan rasmdan ko'rinib turibdiki, fazaviy o'zgarishlar harorat ortib borgan sari yuqoriroq bosimdan boshlanar ekan. Gaz holatdan suyuq holatga o'tish jarayoni esa faqat hajm o'zgarishi, ya'ni kamayishi bilan davom etar ekan.

Agar shu jarayonni endi teskari yo'nalishda ko'rib chiqsak, III zonadagi suyuq karbonsuvchilning sekin-asta bosimini kamaytirib borsak, B/B_1 , B_2 va h.k./ nuqtaga kelganida suyuqlikdan birinchi gaz pufakchasi ajralib chiqadi. Shundan keyingi jarayon yana bosim o'zgarmagan holda faqat hajm o'zgarishi bilan davom etadi.

Nihoyat, B/B_1 , B_2 va h.k./ nuqtalarda suyuq holatdagi karbonsuvchil to'liq gaz holatiga o'tishi tugallanadi.

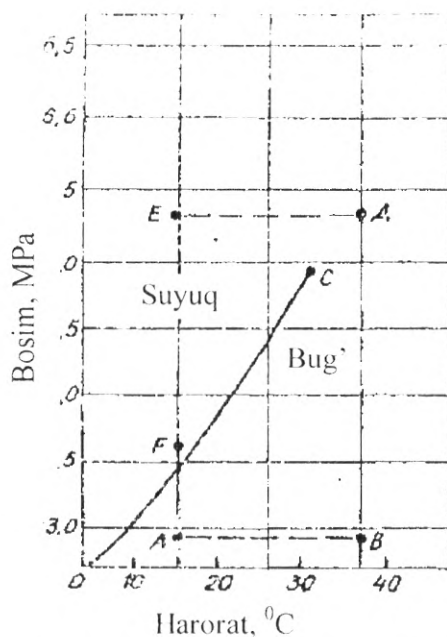
Shunday qilib, bu jarayonlar har ikki tomonga fazaviy o'tishlar mumkinligini ko'rsatadi va bu o'tishlarda I zona gaz holati, II zona aralash holatni va III zona suyuq holatni ko'rsatar ekan.

Yuqori haroratlarga o'tgan sari gaz holatdan suyuq holatga o'tish davri qisqarib borib, oxiri faqat bir nuqtada C to'liq o'tish holatiga kelib qolishi mumkin.

Agar endi $B, B_1, B_2, \dots$ va $B, B_1, B_2, \dots$ nuqtalarini C nuqta bilan birlashtirsak DCBU egri chizig'i hosil bo'lib, bu chiziq fazaviy o'tishlar chegarasi deb aytiladi. Bunda CB egri chizig'i kondensatsiya chizig'i deyiladi. Ba'zan CB chizig'ini shudring chizig'i ham deyiladi. CB egri chizig'ini esa bug'lanish /agar jarayon suyuq holatdan gaz holatiga o'tayotgan bo'lsa/ chizig'i deb yuritiladi. C nuqtada esa shudring chizig'i bilan bug'lanish chizig'i birlashib ketadi va bu nuqta kritik nuqta deb yuritiladi.

II zonadagi suyuq va gaz holatning o'zgarmas haroratda mavjud bo'lishi, bosim shu zonadagi bug'larning taranglik bosimiga teng bo'lgandagina bo'lishi mumkin.

Karbonsuvchilarning bir holatdan ikkinchi bir holatga fazaviy o'tishlarini bosim bilan harorat orasidagi bog'lanishlar orqali ham ko'rib chiqish mumkin.



4.2.-rasm. Karbonsuvchillarning fazaviy o'tishlarini «bosim - harorat» bog'liqligidagi tasviri.

4.2.-rasmda karbonsuvchillarning fazaviy holatini bosim va harorat o'zgarishi $P=f(T)$ orqali ko'rsatilgan.

4.2 - rasmdagi OC egri chizig'i to'yingan bug' tarangligi bosimini ko'rsatib, bir vaqtning o'zida bug'lanish va shudring nuqtalari egri chizig'iga ham mos keladi. Shuning uchun OC egri chizig'i karbonsuvchillarning kritik chizig'i deb yuritiladi. Bu chiziq ustidagi bosim va haroratlarda karbonsuvchillar bir vaqtning o'zida ham suyuq, ham gaz holatda aralashma shaklida mavjud bo'ladi.

Karbonsuvchillar OC chizig'idan pastda bug' va yuqorisida suyuqlik holatda bo'ladi. C nuqtada esa karbonsuvchillar uchun eng yuqori bosim va harorat holatdagi ikki fazali holat mavjud bo'lib, bu bosim va harorat tabiiy gazlarning alohida har bir komponenti uchun aniqlangan (3.2 paragrafga qarang).

4.2.-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat yoki bosimni ma'lum bir tartibda o'zgartirib turib, karbonsuvchilni bug' holatidan suyuq

holatga- ikki fazali holatga keltirmasdan ham o'tkazish mumkin ekan, ya'ni bunda karbonsuvchillar bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotganida C kritik chizig'i ustidan o'tmasligi kerak. Buning uchun, masalan, A nuqtadagi gazsimon holatdagi karbonsuvchilning bosimini oshirmasdan turib, faqat haroratini oshirib, B nuqtaga keltiraylik. Demak, karbonsuvchil B nuqtada gaz holatda bo'lib, uning harorati kritik haroratsdan ham yuqori bo'lib, bosimi boshlang'ich bosimga teng bo'ladi. Endi shu holatdagi karbonsuvchilning haroratini o'zgartirmasdan turib faqat bosimini oshiramiz va D nuqttagacha olib chiqamiz. Bu nuqtada bosim ham, harorat ham kritik bosim va haroratsdan yuqori bo'lsada, karbonsuvchil hamon gaz holatda bo'ladi. Bu nuqtadagi termodinamik ko'rsatkichlarni yana o'zgartiramiz, ya'ni haroratni kamaytirib, boshlang'ich holatiga olib kelamiz, lekin bosimni o'zgartirmaymiz, ya'ni karbonsuvchilni D nuqtadan E nuqttagacha keltiramiz. Bu nuqtada ham modda hamon gaz holatda bo'ladi.

A nuqtadan boshlang'ich harorat va bosim o'zgartirish jarayonlari B va D nuqtalari orqali E nuqtaga kelguncha karbonsuvchilning xossasi uzluksiz ravishda o'zgarib boradi, ammo ikki fazali holat bo'lmaydi. Endi E nuqtadagi karbonsuvchilning haroratini o'zgartirmagan holda bosimini pasaytirsak, u holda F nuqtaga kelganda karbonsuvchil suyuq holga keladi.

Shunday qilib, karbonsuvchilning termodinamik holatlarini o'zgartirib turib, bir fazadan ikkinchi fazaga o'tkazish ikki fazali holatsiz ham amalga oshirilishi mumkin ekan.

4.2. Ikki va ko'p komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarishlari

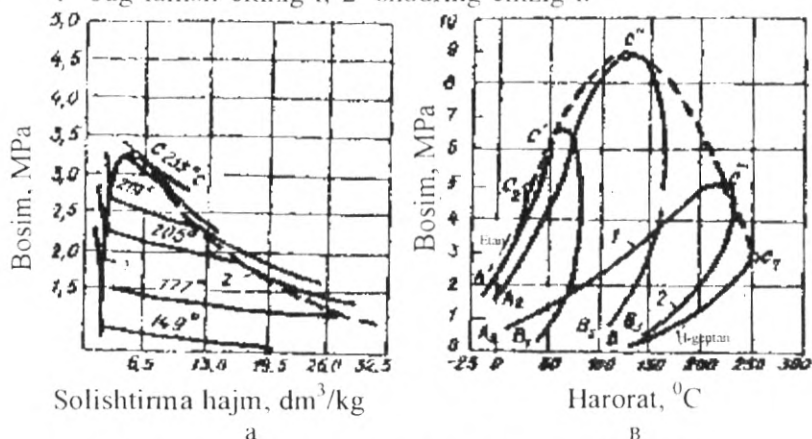
Karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarishida komponentlar soni ikki yoki undan ko'p bo'lgan holda, o'ziga xos holatlar ro'y beradi. Odatda ikki komponentli fazalarni binar komponentlar deb ham yuritiladi. Binar komponentlarning fazaviy o'zgarishini batafsil ko'rib chiqamiz.

4.3- rasmda binar komponentlarning /masalan pentan 47,6 % va heptan 52,4 %/ fazaviy o'zgarish holati $P=f/V$ keltirilgan.

a) 52,4 % heptan va 47,6 % pentandan iborat bo'lgan ikki komponentli karbonsuvchilning bosim-solishtirma hajm bog'liqligining har xil haroratlarda olingan diagrammasi;

b) etan va n - geptan aralashmasidan iborat bo'lgan karbonsuvchillarning bosim - harorat bog'liqligi diagrammasi. Diagrammadagi C^I , C^{II} , C^{III} chiziqlari mos ravishda etanning 90,22; 50,25 va 9,80 % miqdordagi aralashmasiga to'g'ri keladi.

1- bug'lanish chizig'i; 2- shudring chizig'i.



4.3-rasm. Ikki komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'tish diagrammasi

Bir fazali komponentlarga nisbatan binar komponentli gazlarning fazaviy o'zgarishi shudring nuqtasidan o'tganidan keyin ham bir vaqtning o'zida) hajm va bosimning o'zgarishi bilan davom etar ekan.

Ya'ni ikki fazali holatda /gaz va suyuqlik/ bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish jarayoni uzluksiz ravishda bosim va hajm o'zgarishi bilan bo'lar ekan. 4.3- b rasmdan ko'rinib turibdiki, kondensatsiya /yoki shudring/ chizig'idan o'ng tomondagi holat bir komponentli gazlarnikiga o'xshash, shuningdek, bug'lanish chizig'idan chap tomondagi holat ham bir komponentli gazlarning fazaviy holatiga o'xshash bo'lib, faqat shu ikki kritik chiziq orasidagi o'tish holatida farq bor ekan.

Bu farqning sababi quyidagicha - agar binar komponentli gazning har bir komponentining alohida fazaviy o'tishini ko'rib chiqsak, xuddi 4.1- rasmdagidek holda o'tadi, lekin o'tish jarayoni geptan uchun bir bosim va hajmda bo'lsa, pentan uchun boshqa bir bosim va hajm sharoitida o'tishi mumkin. Endi har ikkala komponentning fazaviy o'tish jarayonini taqqoslab, ulardan binar gaz

uchun umumiy diagramma chizilsa, bu diagramma 4.3- rasmdagi holda bo'ladi.

Shunday qilib, binar yoki ko'p komponentli gazlarda fazaviy o'tishlar yuqoriroq bosimda boshlanib, kritik nuqtalari va kritik chiziqlari bir komponentli gazlarga nisbatan yuqori bosimlarga mos kelar ekan.

Bu jarayonlar ham har ikki yo'nalishda ro'y berishi mumkin, ya'ni gaz holatdan suyuq holatga o'tishi va aksincha, bo'lishi mumkin.

4.3. - b rasmda A egri chizig'i sof etan uchun mos keladigan kritik holat chizig'i bo'lsa, B egri chizig'i sof H-geptan uchun kritik holat chizig'i. A_1B_1 , A_2B_2 va A_3B_3 egri chiziqlari esa boshlang'ich tarkibida mos ravishda 90,22, 50,25 va 9,8 % ni tashkil qilgan karbonsuvchillardan iborat bo'lgan aralashmaning kritik holatini aks ettiruvchi egri chiziqlardir. Bu yerdagi C^I , C^{II} , C^{III} nuqtalari shu egri chiziqlarga mos keluvchi kritik nuqtalar bo'lib, agar endi etanning kritik nuqtasi C_2 va H-geptanning kritik nuqtasi C_7 ni shu C^I , C^{II} , C^{III} nuqtalar orqali birlashtirilsa, karbonsuvchillar aralashmasining kritik holatini xarakterlovchi egri chiziqni hosil qiladi, A_1C^I , A_2C^{II} va A_3C^{III} egri chiziqlari aralashmaning qaynash chizig'ini tashkil qilib, bu chiziqlardan yuqori va chap tomonda karbonsuvchillar suyuq holatda bo'ladi.

B_1C^I , B_2C^{II} va B_3C^{III} egri chiziqlari aralashmaning shudring chizig'i bo'lib, bu chiziqlardan past va o'ng tomonida karbonsuvchillar gaz holatda bo'ladi. Bu chiziqlar orasida esa ikki fazali holat mavjud bo'ladi.

Shunday qilib, aralashmalar uchun kritik holatni xarakterlovchi bosim va harorat orasidagi bog'lanish murakkab bo'lib, asosan, aralashmaning boshlang'ich tarkibiga bog'liq ekan.

4.3. Ko'p komponentli karbonsuvchillar aralashmalarining kritik holatdagi xususiyatlari

Binar va ko'p komponentli karbonsuvchillar aralashmalari kritik chiziqlari atrofida o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ma'lumki, kritik chiziqda bir komponentli karbonsuvchillar suyuq va gaz holda bo'lib, bu chiziq eng yuqori bosim va harorat bilan xarakterlanadi. Bundan yuqori bosim va haroratda karbonsuvchil ikki xil fazada, ya'ni suyuq va gaz holatda bo'lishi mumkin emas.

Lekin binar va ko'p komponentli sistemalarda kritik nuqta faqat suyuq va gaz holatdagi fazalarning xususiyatlarini xarakterlaydi xolos. Ikki kritik chiziqlar - shudring va bug'lanish chiziqlari kesishgan C nuqta atrofida shunday zona paydo bo'ladi, bu zonada ikki fazali holat kritik bosim va haroratdan yuqori qiymatlarida ham bo'lishi mumkin.

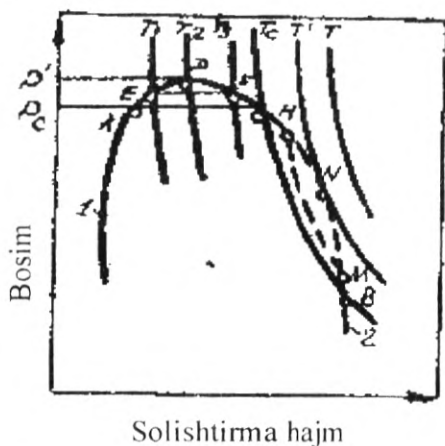
Aralashmadagi karbonsuvchillarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga qarab, bosim - harorat diagrammasida katta farq hosil bo'ladi.

Bu farq, asosan, shudring chizig'i bilan bug'lanish chizig'ining o'zaro bir-biri bilan mos kelmasligidan kelib chiqadi. Bu farqqa aralashmaning boshlang'ich tarkibi ham katta ta'sir qiladi.

Aralashmalarning kritik holatini xarakterlovchi «bosim- harorat P-T va bosim solishtirma hajm P-V» bog'lanishlarining kritik chiziqlari atrofida juda murakkab jarayonlar bo'lib o'tadi.

Avval aytib o'tilganidek, 4.1-4.3 rasmlardagi C nuqtada shudring chizig'i bilan qaynash chizig'i uchrashib, bu kritik nuqtada suyuq va gaz holatidagi ikki fazali aralashmaning shiddatli xususiyatlari namoyon bo'ladi.

Endi aralashmaning «bosim - solishtirma hajm» bog'lanish kritik chizig'i atrofida bo'lib o'tgan jarayonlar bilan yaqindan tanishib chiqaylik.



4.4.-rasm. Ko'p komponentli karbonsuvchil aralashmalarining kritik chiziq atrofidagi izotermalari sxemasi.

1 - bug'lanish egri chizig'i; 2- shudring egri chizig'i.

P^l - kritik chiziqdagi eng katta bosim;

P_s - kritik nuqta bosimi;

T - kritik chiziqdagi eng katta harorat;

T^l - kritik chiziqdagi eng katta harorat;

T_c - kritik nuqta harorati;

T_2 - kritik chiziqdagi eng yuqori bosimga mos keladigan harorat;

T_1, T_3 - kritik nuqta atrofidagi zonaning haroratlari.

4.4- rasmdan ko'rinib turibdiki, C kritik nuqtadagi bosim va harorat bu nuqtada eng yuqori qiymatlarga ega bo'lishi shart emas ekan. Haqiqatan ham, agar bosim maksimal bosimdan P^l biroz kichik, lekin kritik bosimdan P_k biroz katta bo'lsa, ya'ni E va F nuqtalarga mos kelsa, bunday holda kritik holatdagi sistemada gaz fazasi paydo bo'ladi, ammo bu gaz fazasi suyuq faza bilan muvozanat holatini saqlab qoladi. Bunday holat 4.4- rasmdagi ADSA zonasiga tegishlidir. Sxemada keltirilgan haroratlar orasida $T > T^l > T_s > T_c > T_2 > T_1$ munosabat mavjud.

Xuddi shuningdek, SNBC zonasida ham aynan shunday holat bo'ladi. Ya'ni harorat maksimal T_1 haroratsidan biroz kichik va kritik T_c haroratdan biroz katta bo'lgan holatlarda ham kritik holatdagi aralashmada gaz fazasi paydo bo'lib, suyuq faza bilan muvozanat holatini saqlab qoladi.

Agar sistemada eng yuqori P^l bosimda /rasmdagi D nuqta/ bir vaqtning o'zida suyuq va bug' holatdagi fazalar mavjud bo'lsa, bunday bosimni krikondenbar bosim deb ataladi. Eng yuqori haroratda T^l /rasmda N nuqtaga tegishli/ suyuq va bug' holatdagi fazalar mavjud bo'lsa, bunday harorat krikondenterm deb yuritiladi.

Kritik bosim va haroratlardan yuqori bo'lgan qiymatlarda ko'p komponentli aralashmalarda odatdan tashqari fazaviy o'tishlar ro'y berishi mumkin. Masalan, E nuqtadan F nuqtagacha /EF chizig'i bo'yicha/ bo'lgan fazaviy o'zgarishlar bilan yaqindan tanishib chiqaylik.

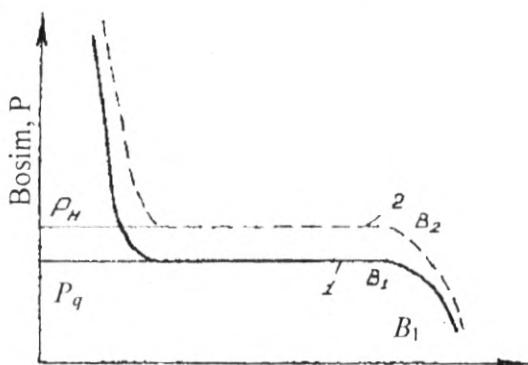
Karbonsuvchillar aralashmasi E nuqtada ham suyuq, ham bug'simon bo'lib, muvozanat holatda turgan bo'ladi. Endi bosimni o'zgartirmasdan turib haroratni oshirsak, T_1 dan T_3 gacha EG' chizig'i bo'ylab, u holda avvaliga gaz fazasining hajmi orta boshlaydi, nihoyat maksimumga erishgach, yana kamaya boshlaydi.

Bu vaqtning o'zida murakkab fazaviy o'tishlar jarayoni ham sodir bo'ladi. Nihoyat, haroratni T_3 ga yetkazganimizda, ya'ni F nuqtaga yetib kelganda yana karbonsuvchil aralashmasi ikki fazali bir xil muvozanatdagi holga keladi. Shunday qilib, E va F nuqtalarda karbonsuvchil aralashmasining holati kritik xususiyatlar bilan xarakterlansa, EF chizig'i ustida esa fazalar orasidagi muvozanat biroz o'zgarib, murakkab o'tishlar jarayoni bilan xarakterlanar ekan.

Kritik zonadan yuqori parametrlarda bo'ladigan bunday murakkab jarayonlar, odatda qayta bug'lanish va qayta kondensatsiyalash bilan davom etadi. Bunday jarayonlar retrograd hodisalari deb ataladi va asosan, gazkondensat konlarida ro'y berishi mumkin.

4.4. Gaz namligining karbonsuvchillar fazaviy o'zgarishlariga bo'lgan ta'siri

Karbonsuvchillar tarkibida, avval aytib o'tganimizdek, ma'lum bir miqdorda suv bug'lari bo'lib, gazlar namlangan holatda bo'lar ekan. Gazlar namligi ularning fazaviy o'tishlariga ham ta'sir ko'rsatar ekan.



4.5.-rasm Namlangan karbonsuvchillarning fazaviy o'tish grafigi.

Bu ta'sir qay darajada bo'lishi tajribalar orqali aniqlanadi. Masalan, 4.3-rasmda keltirilgan etan va heptandan iborat bo'lgan aralashmaning fazaviy o'tishini, shu aralashmada suv bug'lari mavjud bo'lganda qay darajada bo'lishini ko'rib chiqaylik.

Nam holatdagi aralashma A nuqtadan B nuqtaga keltirilgan holda ham aralashmadan birinchi tomchi suyuq karbonsuvchil ajralib

chiqmas ekan, va holanki, agar aralashmada suv bug'lar bo'lmaganda, aynan shu nuqtadan fazaviy o'tishlar boshlangan bo'lar edi. Namlangan aralashma karbonsuvchillarning fazaviy o'tishlar boshlanish nuqtasi bir muncha yuqoriroq bosimdan boshlanar ekan (4.5- rasm).

1. Quruq karbonsuvchilning fazaviy o'tish chizig'i;
2. Namlangan karbonsuvchilning fazaviy o'tish chizig'i.

Birinchi tomchi ajralib chiqishi B^1 nuqtada boshlanib, B^1 nuqtada tugallanar ekan, natijada fazaviy o'tish jarayonlari gazlar namlangan holda bo'lsa, yuqoriroq bosimda boshlanib, to'liq fazaviy o'tishi ham yuqoriroq bosimda tugallanar ekan.

Bunday xulosa o'z navbatida konlarni ishlatishda muhim ahamiyatga ega. Gazkondensat konlarini ishlatishda, agar karbonsuvchillar namlangan holda bo'lsa, demak ularda fazaviy o'tishlar namlanmagan karbonsuvchilarga nisbatan ancha vaqtliroq boshlanar ekan. Bu esa o'z navbatida karbonsuvchillar tarkibidagi eng muhim bo'lgan kondensatlarning qatlam ichida qolib ketishiga va olib bo'lmas yo'qotishlarga olib keladi.

Shuning uchun ham karbonsuvchillarning namlik miqdorini oldindan aniqlab, ularning fazaviy o'tishlari qaysi bosimda boshlanib, qachon tugashini aniq bilib olish zarur. Shundagina gazkondensat konlarini ishlatishda oldini olib bo'lmas yo'qotishlarni kamaytirish yo'llariga oldindan tayyorgarlik ko'rib qo'yish mumkin.

Karbonsuvchillar namlangan holda bo'lganida, fazaviy o'tishlar faqat karbonsuvchillarning gaz holatidan suyuq holatiga o'tish bilan chegaralanib qolmay, balki suv bug'larining ham bug' holatidan suyuq holatiga aylanish jarayonlari bilan birgalikda bo'lib o'tadi. Bunday holat o'tishlari ikkilangan kondensatsiya jarayonlari deb yuritiladi.

Bu jarayonlar, asosan, gazkondensat konlarida ro'y berishi mumkin.

4.5. Gazkondensat konlarining xarakteristikasi

Gazkondensat konlari o'zining murakkabligi bilan alohida o'rinni egallaydi. Chunki bunday konlarda ham gazsimon, ham suyuq holatdagi karbonsuvchillar to'plami mavjud bo'lib, ularni ishlatishda nihoyatda tadbirkorlik bilan ish yuritilmasa, suyuq holatdagi eng yengil karbonsuvchillar - kondensatlarning ko'p qismi yer ostida

qolib ketishiga sabab bo'lishi mumkin. Bunday konlarni ishlatish yo'llarini tanlashda, konlarning loyihasini tuzishda va keyinchalik ularni ishlatishda, konlardagi gaz va kondensatlarni tayyorlaydigan asbob-uskunalarini hamda quduqlarni ishlatishda eng maqbul ish uslublarini tanlashda gazkondensat konlariga tegishli hamma omillarni aniq bilish zarur.

Shuning chun ham gazkondensat konlarining texnologik sxemalarini ishlatish loyihalarini tuzishda va ishlatishda ana shu omillar asosiy hal qiluvchi vazifani o'taydi. Gazkondensat konlarni xarakterlovchi asosiy omillar quyidagilardan iborat:

1. Tabiiy gaz tarkibi va undagi kondensat miqdori.
2. Karbonsuvchillarning kondensatsiya boshlanishi bosimi va maksimal kondensatsiya bosimi.
3. Gazkondensat sistemasining qatlamdagi fazaviy holati.
4. Qatlam holatidagi gazning kondensatsiyalanish izotermalar grafigi.
5. 1 m^3 gazdan har xil bosim va haroratlarda ajralib chiqadigan kondensat miqdori va uning tarkibi.
6. Gazkondensat konining, qatlam bosimini saqlash usullarini qo'llanilmasdan ishlatilganda qancha kondensat yo'qotilishi mumkinligi bosim o'zgarishiga qarab, konni ishlatish davrining oxirigacha bo'lgan miqdori.
7. Qatlamda bosim kamayishi bilan gazdan olinishi mumkin bo'lgan kondensat miqdori va uning tarkibi.

Bu omillarni konni to'liq ishga tushirishdan oldin aniq bilish, asosan konni jihozlash asbob-uskunalarini tanlab olish uchun kerak bo'ladi. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan gaz ajratgichlar, gaz quritgichlar, tindirgichlar va boshqa asbob-uskunalar, kon anjomlari har xil shart-sharoitlarga mo'ljallangan bo'lib, juda keng ko'rsatkichlarga ega. Shuning uchun bulardan faqat ishlatilayotgan konga to'g'ri keladigan asbob-uskuna va jihozlarni tanlab olish uchun yuqorida aytib o'tilgan omillarni aniq bilish zarur.

Bu omillardan tashqari tajribalar orqali gazkondensatining fazaviy o'tish jarayonlari aniqlanadi. Bu fazaviy o'tishlarning qatlam holatida, quduq ichida yig'uvchi quvurlarda va gaz ajratgichlarda qanday bo'lishligi aniqlanadi. Bu jarayonlarni aniqlash uchun maxsus asboblardan foydalaniladi.

4.6. Fazaviy muvozanatning doimiy miqdori va uni aniqlash usullari

Gazkondensat konlarining xususiyatlari, asosan, tajribaxona asboblari har xil tajribalar orqali aniqlangani ufayli juda murakkab jarayon bo'lib, asbob-uskunalarining ozgina nosozligi yoki keltirilgan namunaning sifatsizligi natijasida ko'plab xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Ayniqsa, gazkondensat tizimlarining juda katta haroratlar oralig'ida qaynashi ular uchun birorta aniq hisoblash usullarini qo'llashga imkoniyat bermaydi. Shuning uchun ham karbonsuvchillarning fazaviy o'tish jarayonlarini oldindan aytib berish uchun taqribiy usullarni qo'llash mumkin.

Odatda karbonsuvchillarning murakkab fazaviy holatlari Dalton-Raul qonuniga asoslanadi, ya'ni

$$R_{yi} = x_i Q_i \quad (4.1.)$$

Bu yerda: R - karbonsuvchil aralashmasining umumiy bosimi;
 y_i va x_i - mos ravishda bug'simon va suyuq fazalardagi komponentlarning molar miqdori;

Q_i - to'yingan bug' komponentlarining bosimi;

R_{yi} - komponentning bug'simon fazadagi parsial bosimi;

$x_i Q_i$ - o'sha komponentning suyuq fazadagi parsial bosimi.

(4.1) tenglamadagi y_i va x_i o'z navbatida komponentlar miqdoriga bog'liq, ya'ni

$$Y_i = \frac{n_i''}{\sum_{i=1}^m n_i''}; x_i = \frac{n_i'}{\sum_{i=1}^m n_i'} \quad (4.2.)$$

bu yerda: n_i'' - n_i' - mos ravishda i - komponentning molar miqdorining bug'simon va suyuqlik fazalaridagi soni;

m - komponentlarning umumiy soni.

Dalton-Raul qonuni (4.1) bo'yicha, karbonsuvchillarning bug'simon va suyuq fazalari, aralashma ichida ularning parsial bosimlari molar miqdori bilan muvozanatlanib turar ekan. Agar bosim yoki harorat o'zgarsa, u holda shu muvozanat yo'qoladi va komponentlarning parsial bosimlari tenglashgunga qadar bu muvozanat tiklanmaydi. Bug' va suyuq fazalardagi komponentlarning

parsial bosimlari tenglashgandan so'ng yana muvozanat qayta tiklanadi.

Bu muvozanatlar saqlangan holatda bug'simon va suyuq fazalardagi komponentlarning o'zaro nisbati o'zgarmas miqdor bo'lib qoladi. Ana shu o'zgarmas miqdorni fazaviy muvozanatning doimiy o'zgarmas miqdori deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$K_i = \frac{Y_i}{x_i} \quad (4.3.)$$

Bu yerda K_i - fazalarning muvozanat o'zgarmas koeffitsienti.

Fazalar muvozanat o'zgarmas koeffitsienti deb, bug'simon holatdagi i - komponentning molar qismini suyuq holatdagi shu komponentning molar qismiga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Shuni ham aytish kerakki, 4.3- tenglamadagi fazalar muvozanat o'zgarmas koeffitsienti K_i faqat ma'lum bir bosim va harorat uchun o'zgarmas miqdor bo'lib, bosim va harorat o'zgarishi bilan bu miqdor o'zgarishi mumkin.

Fazalar muvozanat o'zgarmas koeffitsienti ikki usul bilan aniqlanishi mumkin:

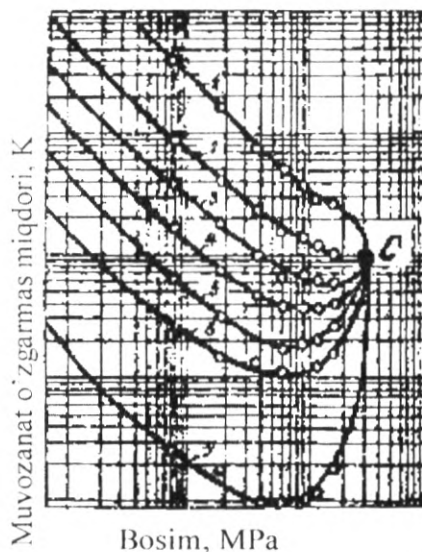
1. Tajriba usuli;
2. Hisoblash usuli.

Tajriba yo'li bilan fazalar muvozanatining o'zgarmas koeffitsientini aniqlash quyidagidan iborat. Yuqori bosimga chidash beradigan idishga boshlang'ich gazkondensat aralashma solinib, ma'lum bir bosim va haroratda fazalarning termodinamik muvozanati hosil qilinadi. Shundan so'ng o'zgarmas bosim va harorat ostida idishdan suyuq va bug' fazalarning namunasi olinib, maxsus asbob-xromatograflarda ularning tarkibiy qismi aniqlanadi. Bu aniqlashlar natijasida bug' va suyuq fazalarning molar konsentratsiyalari topiladi, ularning nisbati esa fazalar muvozanati o'zgarmas koeffitsientini beradi.

Shu kabi tajribalar boshqa bosim va harorat uchun takrorlanib, boshqa termodinamik holatlar uchun fazalar muvozanatining o'zgarmas koeffitsienti aniqlanadi.

Tajribalar orqali aniqlangan fazalar muvozanati o'zgarmas koeffitsientining bosimga bog'liqlik munosabatini logarifmik diagrammada tasvirlanganda, bu munosabatlar barcha

karbonsuvchillar uchun bir nuqtaga kelib uchrashishi aniqlandi (4.6.-rasm).



4.6.-rasm. Kirishadigan neftlar uchun harorat 93,3 °C bo'lganda aniqlangan fazalar muvozanat o'zgarmas koeffitsienti.

1- metan; 2- etan; 3- propan; 4- butanlar; 5- pentanlar; 6- geksan; 7- heptan va yuqori karbonsuvchillar.

4.6- rasmda tajriba yo'li bilan aniqlangan fazalar muvozanati o'zgarmas koeffitsienti grafiği berilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, har bir komponentning fazaviy muvozanati o'zgarmas koeffitsienti birga teng bo'lganda ikki xil bosim mavjud ekan. Birinchi bosim to'yingan bug'lar bosimiga mos kelsa, ikkinchi bosim C nuqtaga mos kelib, bu nuqta bosimlar uchrashish nuqtasi deyiladi.

Shu nuqtaga mos keluvchi bosim esa uchrashish bosimi deb yuritiladi. Kats tomonidan qilingan juda ko'plab tajribalar natijasi shuni ko'rsatadiki, uchrashish bosimi karbonsuvchil komponentlari uchun fazaviy muvozanat o'zgarmas koeffitsienti birga teng bo'lganda 34,5-35 MPani tashkil qilar ekan.

Ana shu tajribalar natijasida, metan uchun fazalar muvozanati o'zgarmas koeffitsientini aniqlaydigan empirik tenglama keltirib

chiqariladi:

$$K_{ch} = \frac{31.41}{PY_2} \left\{ 1 - \frac{(126.6 - t}{316.5} \left[1 - \frac{(P - 7.13)^2}{(Py_2 - 7.13)^2} \right] \right\} \left(\frac{Py_2}{P} - 1 \right)^{0.9} + 1 (4.4)$$

Tajribalar usuli bilan fazaviy muvozanat o'zgarmas koeffitsientini aniqlash ancha murakkab bo'lib olingan ma'lumotlar faqat shu aralashma uchun ishlatilishi mumkin. Qilingan bu tajribalarda, qatlamdagi bo'ladigan hodisalar to'liq aks ettirilmaydi. Masalan, tog' jinsining tuzilishi, yuqori bosimning g'ovaklarga ta'siri, sirt taranglik kuchlari va h.k. Shuning uchun ham bir tajriba natijalarini boshqa bir sharoitlar uchun ishlatib bo'lmaydi. Har bir kon uchun alohida shunday tajribalar o'tkazib, fazaviy muvozanat o'zgarmas koeffitsienti aniqlanadi.

Hisoblash yo'li bilan fazaviy muvozanat o'zgarmas koeffitsientini aniqlash uchun real gazlarning holat tenglamalaridan foydalanib, gazlar tarkibidagi har bir komponentning suyuq va gaz fazadagi uchuvchanlik koeffitsienti bilan aktivlik koeffitsienti aniqlanadi.

Uchuvchanlik koeffitsienti birinchi marta fanga Lyuis tomonidan kiritilgan.

Bu koeffitsientlar quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{iy} = \frac{f_{iy}}{Y_{ip}}; K_{ix} = \frac{f_{ix}}{X_{ip}}; \quad (4.5.)$$

Bu yerda: f_{iy} va f_{ix} - mos ravishda komponentlarning suyuq va bug' holatdagi uchuvchanlik xususiyatini xarakterlovchi kattaliklar;

P - shu sharoitdagi bosim.

Uchuvchanlik va aktivlik koeffitsientlari fazaviy muvozanatning miqdorini aniqlash uchun kerak bo'lganidan, bu koeffitsientlarni aniqlashning o'zi murakkab tajribalar bilan bog'liq.

Fazaviy muvozanatning doimiy miqdorini aniqlash va bu jarayonlar qanday o'tishi haqida batafsil ma'lumotlar «Termodinamika» va «Gaz konlarini ishlatish nazariyasi» fanlarida berilgan.

V BO'LIM. QATLAM - SUV - NEFT - GAZ TIZIMINING SIRT-MOLEKULAR XOSSALARI

5.1. Neft, suv va gazning qatlam ichidagi harakatiga sirt taranglik hodisalarining ta'siri

1. Neft qatlami yuzasi juda katta miqdorga ega bo'lgan kapillar kanallar va yoriqliklardan iborat. Neftga to'yingan bir kub metr tog' jinslari kovaklarining yuzasi bir necha gektarni tashkil etadi.

Shuning uchun ham qatlamda neft harakati qonuniyatlari va kovakli kanallardan neftni siqib chiqarish masalalari, suyuqlik va tog' jinsining xususiyatlari (qovushqoq, zichlik, siqiluvchanlik va h.k.) bilan birgalikda ko'p hollarda neft, suv, gaz va tog' jinslarining tutash yuzasida hosil bo'ladigan jarayonlarga ham bog'liq.

Qatlam - suv-neft-gaz tizimi maydalanganligi oshgani sari tutash yuzalardagi hodisalar kollektorlardagi suyuqlik va gaz harakatiga ko'proq ta'sir ko'rsatadi. Bu hodisalar neft va gaz konlarining paydo bo'lishi jarayoniga ham ta'sir etgan. Jumladan, kovak kanallarining neft bilan ho'llanish darajasi, neft - gaz va suv - neft tutash yuzalarining tuzilishi, kovakli muhitda suyuqlik va gazning o'zaro joylashishi, qoldiq neft va suvning miqdor munosabati va shu kabilar, kon paydo bo'lishida yuza va kapillar hodisalar bilan bog'liq bo'lgan.

Qatlamlarning neft mahsuldorligini oshirish muammosi suyuqlik va tog' jinsi tutash yuzasi va shu yuzada sodir bo'ladigan hodisalarni o'rganmay hal etilmaydi.

Har xil fazalarning tutash yuzasidagi fizik - kimyoviy hodisalar quyidagi ko'rsatkichlarga bog'liq: fazalar chegarasidagi sirt taranglik kuchi, ho'llanish hodisasi, adgeziya ishi, ho'llanish issiqligi va boshqalar.

Qatlamda flyuidlar harakati sirt taranglik kuchi, adgeziya ishi, kapillar bosim va shu kabi qarshiliklarga uchraydi. Sirt taranglik kuchi juda mayda bo'lgan qatlam zarrachalari molekulalarining shu zarrachalarni o'rab olgan suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan hosil bo'ladi. Bu kuchlar ta'siri sirt taranglik kuchi bilan to'g'ri proporsional bog'lanishda. Shuning uchun mayda zarrachalardan iborat bo'lgan qatlamlarda suyuqliklarning sirqishi murakkab hodisalar bilan bog'liq.

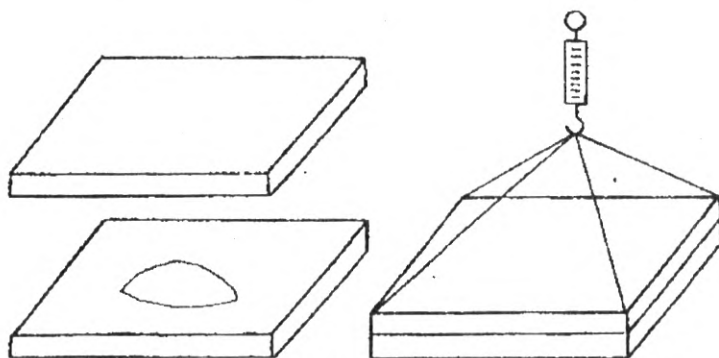
Sirt taranglik kuchlarini kamaytirish maqsadida sirt aktiv

moddalardan (SAM) foydalaniladi. Bu to'g'rida keyingi bo'limda to'xtab o'tilgan.

5.2. Sirt taranglik kuchi va uning bosim va haroratga bog'liqligi

Sirt taranglik kuchini yaqqol tasavvur qilish uchun quyidagi misolga murojaat qilamiz.

Agar ikkita oyna bo'lagini olib, ulardan biriga ozgina suv quyib, uning ustiga ikkinchi oyna bo'lagini yopishtirib qo'yib, so'ngra bir-biridan o'zaro tutash yuzaga nisbatan tik holda ajratib oladigan bo'lsak, ma'lum kuch hosil bo'ladi (5.1- rasm). Ana shu kuch sirt taranglik kuchi deb yuritiladi.



5.1-rasm. Sirt taranglik kuchini aniqlashga doir misol

Lekin ana shu yopishtirilgan oynalarni tutash yuzalarga parallel holda bir-biridan surib ajratadigan bo'lsak, har ikki oyna bo'lari bir-biridan yengil ajraladi.

Bu misollardan ko'rinib turibdiki, sirt taranglik kuchlari tutash yuzalarga nisbatan tik yo'nalishda ta'sir etar ekan.

Sirt taranglik kuchi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$G = \frac{A}{l} \quad (5.1)$$

Bu yerda: G -sirt taranglik kuchi, n/m ;

A- sirt yuzasida hosil bo'lgan yuza;

l - tutash yuzaning uzunligi, m.

Sirt taranglik kuchining kattaligiga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

1. Tutash yuzalardagi sirt aktiv moddalarning (SAM) miqdori (qatronlar, naften kislotalar, ishqorlar va h.k.);

2. Suyuqlikning fizik xususiyatlari (ρ , β , μ), tarkibi (sho'rli) va erigan gaz miqdori.

Boshlang'ich bosim va harorat.

SAM miqdori tutash yuzalarda katta bo'lsa, sirt taranglik kuchlari kamayadi, chunki SAM molekulari qattiq jism (tog' jinsi) va suyuqlik /neft/ molekularining o'zaro ta'sirini keskin kamaytiradi. Shuning uchun neft konlarini ishlatishda har xil turdagi SAMlardan keng foydalaniladi.

Suyuqliklarning fizik xossaligidan sirt taranglik kuchiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigani qovushqoqlik va zichlik bo'lib, yuqori qovushqoqlik va zichlikka ega bo'lgan suyuqliklarning sirt taranglik kuchlari biroz katta bo'ladi. Buning natijasida ularning harakatlanganligi ham sustroq bo'ladi.

Erkin yuza energiyasi paydo bo'lishining molekular mexanizmi hamda sirt taranglikning energetik mohiyatiga asoslanib, uning bosim va haroratga bog'liqligini aniqlash mumkin. Harorat oshgan sari toza suyuqlik va suv chegarasidagi sirt taranglik kamayadi. Buning sababi, molekular orasidagi kuchlarning harorat ta'sirida susayishidir.

Bu bog'lanish quyidagicha aniqlanadi:

$$G_t - G_o (1 - Yt) \quad (5.2)$$

Bu yerda: G_t va G_o - mos holda t va 0 °C haroratda tizimning sirt tarangligi;

Y- sirt tarangligining harorat koeffitsienti;

t- Selsiy darajalarida o'lgan harorat.

Sirt tarangligining harorat koeffitsienti kritik haroratdan uzoqroq bo'lgan haroratlarda deyarli o'zgarmas kattalikdan iborat.

5.1- jadvalda ba'zi bir moddalar uchun harorat koeffitsienti va 20°C dagi sirt taranglik kuchi berilgan.

5.1-jadval

Moddalar	Harorat koeffitsienti, 1/°C	Sirt taranglik kuchi, 20°C da, mN/m
Simob	0,00035	465,00
Suv	0,002	72,75
Sirka kislotasi	0,0038	23,50
Etil spirti	0,0022	22,30

Bosim oshishi bilan suyuqlik va gaz tutash yuzasidagi sirt taranglik kamayadi. Gazning siqilishi va uning suyuqlikda erishi orqali erkin yuza energiyasi kamayishi bu bog'liqlikning sababchisi hisoblanadi. Sirt taranglikning bosim bilan bog'liqligi neft va gaz chegarasida yana ham murakkabroqdir. Bu holatda sirt tarangligi neft va unda erigan gazning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Suvda eriydigan polar komponentlarning bosim va harorat ta'sirida erishi natijasida neft va suv chegarasida sirt taranglik oshadi.

Neft gaz bilan to'yinganligi holatida sirt taranglikning bosim va harorat bilan bogliqligi murakkab xarakterga ega.

Bosim 0 dan 26,5 MPa gacha o'zgarishi jarayonida qator konlar misolida o'lgangan sirt taranglik qiymati neftning gazga to'yinish bosimiga qarab, 3-6 mN/m ga teng bo'ladi.

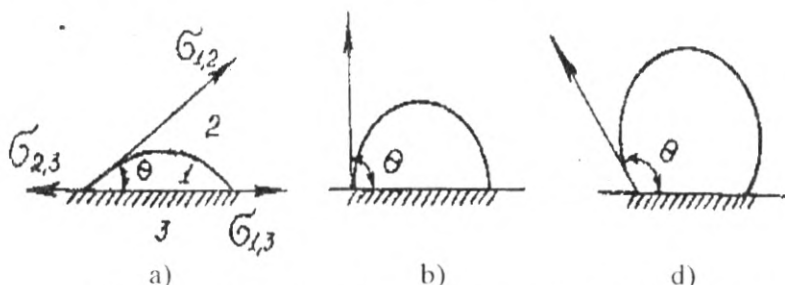
Harorat oshishi natijasida gazning erishi susayadi va neftning siqiluvchanlik koeffitsienti ortadi. Shuning uchun ham harorat oshgani sari neftning suv bilan tutash yuzasidagi sirt tarangligi kamayadi. Kovakli muhitda kapillyar bosim neftning tutash yuzadagi sirt tarangligi o'zgarishiga bog'liq.

5.3. Ho'llash, adgeziya ishi, ho'llash burchagi va ho'llash issiqligi

Suyuqlik qattiq jism yuzasiga quyilganda, suyuqlik va qattiq jism molekulalari o'zaro bir-biri bilan aralashishi natijasida ho'llash jarayoni yuzaga keladi. Ho'llash jarayoni qattiq jism bilan suyuqlik orasidagi sirt taranglik kuchlari kamroq bo'lganda kuchliroq bo'lar ekan, ya'ni suyuqlik qattiq jism yuzasini yaxshiroq ho'llashi uchun ular orasidagi polarlik kam bo'lishi kerak ekan. Bunday holatdan shunday xulosa chiqarish mumkinki, agar suyuqlik katta polarlikka ega bo'lsa, u holda bunday suyuqlik qattiq jism yuzasini kam ho'llar ekan, va aksincha, suyuqlik kichik polarlikka ega bo'lsa,

bunday suyuqlik qattiq jism yuzasini juda yaxshi ho'llarkan. Masalan, juda yuqori polarlikka ega bo'lgan simob qattiq jism yuzasini deyarli ho'llamaydi, kamroq polarlikka ega bo'lgan suv metallarni, juda ko'p minerallarni va kristall holdagi tuzlarni ho'llaydi, polardagi juda ham kichik bo'lgan yog'lar deyarli hamma qattiq jismlarni ho'llaydi.

Suyuqlik qattiq jism ustiga quyilganda u molekular kuchlar ta'sirida qattiq jism yuzasida yoyilib, suyuqlik bilan qattiq jism orasida ho'llash cheti burchagini (θ) hosil qiladi (5.2- rasm). Ho'llash chetki burchagi tomchi bilan qattiq jism tutashgan nuqtasiga o'tkazilgan urinma orasidagi burchakdan iborat.



5.2- rasm, Qattiq jism yuzasiga tomizilgan kam polarli (a), polyarli (b) va yuqori polarli (d) suyuqlik tomchisining shakli.

1- suv; 2- karbonsuvchil; 3- qattiq jism.

$\sigma_{1,3}$ -suv va qattiq jism orasidagi sirt taranglik kuchi;

$\sigma_{1,2}$ -suv va karbonsuvchil (havo) orasidagi sirt taranglik kuchi;

$\sigma_{2,3}$ -karbonsuvchil /havo/ va qattiq jism orasidagi sirt taranglik kuchi;

θ - ho'llash chetki burchagi.

Ho'llovchi suyuqliklar gidrofil¹ va ho'llamaydigan suyuqliklar gidrofob² suyuqliklar deyiladi. Xuddi shuningdek, ho'llanadigan qattiq jismlar gidrofil va ho'llanmaydigan qattiq jismlar gidrofob jismlar deb yuritiladi.

¹gidrofil – grekcha havo – suv, phibeo – sevaman so'zlaridan olingan bo'lib, «ho'llash» ma'nosini bildiradi.

²gidrofob – grekcha havo – suv, pholos – qo'rquv so'zlaridan olingan bo'lib, «ho'llamaslik» ma'nosini bildiradi.

Qattiq jismning sirt taranglik kuchini o'lchash nihoyatda murakkabdir. Shuning uchun qattiq jismning gaz bilan o'zaro ta'siri bilvosita yo'llar bilan aniqlanadi.

Ho'llanish burchagi bo'yicha sirt taranglik kuchini aniqlash uchun 5.2- rasmda keltirilgan kuchlar vektoridan foydalanib, vektorlar muvozanat tenglamasini yozamiz:

$$\sigma_{2,3} = \sigma_{1,3} + \sigma_{1,2} \cdot \cos\theta \quad (5.3)$$

yoki bundan

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{2,3} - \sigma_{1,3}}{\sigma_{1,2}} \quad (5.4.)$$

5.3- tenglama Yung tenglamasi deyiladi va uning o'ng tomonidagi $G_{1,2} \cdot \cos\theta$ ibora ho'llash tarangligi deb ataladi.

Ho'llash burchagiga qarab suvning sifati va uning neftni yuvish qobiliyati to'g'risida ham fikr yuritish mumkin. Ho'llash burchagi qattiq jism yuzasining mexanik tuzilishiga, unda gazlarning adsorbsiyasiga, sirt aktiv moddalarini elektr zaryadi mavjudligiga va boshqa bir qator omillarga bog'liq.

Kvars, ohaktosh va shu kabi neft qatlamlarini tashkil etgan minerallar tabiatan gidrofil hisoblanadi. Kondagi tog' jinslari neft bilan yaxshi, suv bilan yomon ho'llanadi.

Dengiz suvi va distillangan suvga nisbatan ishqorli suvlar qatlamlarni hosil qilgan kvars va boshqa minerallarni yaxshiroq ho'llaydi. Ho'llanish organik kislotalarning ishqorli suvlar ta'sirida sovunlashish hodisasi bilan bog'liq. Sovunlar neft - suv va neft, tog' jinsi-suv tutash yuzasida adsorbsiyaga uchrab, yuzani gidrofillashtiradi, ya'ni ho'llash burchagini kamaytiradi.

Atmosfera sharoitida ho'llash burchagining o'zgarishi neft yuzasi aktivligiga proporsional bo'lib, yuqori bosimlarda esa bu shart buziladi. Ho'llash burchagining adgeziya ishini ho'llash issiqligi bilan ham aniqlash mumkin.

Adgeziya ishi (W_a) deb, suyuqlik yuzasidan qattiq jismni ajratib olish uchun sarf bo'ladigan ishga aytiladi.

Dyupre tenglamasiga muvofiq adgeziya ishi quyidagicha aniqlanadi.

$$W_a = \sigma_{2,3} + \sigma_{1,2} - \sigma_{1,3} \quad (5.5)$$

Bu yerda: $\sigma_{1,2}$ - suyuqlik va havo chegarasidagi sirt tarangligi;

$\sigma_{2,3}$ va $\sigma_{1,3}$ - qattiq jismning havo va suyuq faza chegarasidagi sirt tarangligi.

5.5- tenglamadagi aniqlanishi qiyin bo'lgan $\sigma_{1,3}$ va $\sigma_{2,3}$ larni yo'qotish uchun 5.3- tenglamadan ularning qiymatini 5.5- tenglamaga qo'yib, Dyupre-Yung tenglamasini hosil qilamiz:

$$W_a = \sigma_{1,2} / (1 + \cos\theta) \quad (5.6)$$

Adgeziya ishidan tashqari tutash yuzalarda kogeziya ishi W_k ham yuzaga kelishi mumkin. Kogeziya ishi, odatda tutash yuzalardagi bir faza zarrachalarining energiyasi o'zgarishini xarakterlaydi.

Kogeziya ishi 5.6- tenglamadan $\cos\theta=1$ bo'lganda aniqlanadi, ya'ni

$$W_k = 2\sigma_{1,2} \quad (5.7)$$

Bu tenglamaga ko'ra, agar qattiq jism yuzasi to'liq ho'llangan bo'lsa, suyuqlik tomchisini qattiq jism sirti yuzasidan ajratib olish uchun ikkita suyuq yuzani hosil qilish kerak ekan. Boshqacha aytganimizda, to'liq ho'llangan qattiq jism sirtidan suyuqlikni ajratayotganda suyuqlik to'liq ajralib chiqmay, balki uzilar ekan.

Ho'llanadigan (gidrofil) qattiq jismlar to'liq ho'llanganida $\sigma_{1,2} \leq \sigma_{1,3}$ munosabat mavjud. Lekin ho'llanmaydigan qattiq jismlar uchun $\sigma_{1,2} \geq \sigma_{1,3}$ munosabat mavjud ekan, ya'ni bunday qattiq jismlarda suyuqlik to'liq ajralar ekan. Demak, adgeziya ishi qattiq jismlarning ho'llanish ko'rsatkichi sifatida ko'rilishi mumkin.

Yung tenglamasiga (5.3) adgeziya va kogeziya ishlari qiymatlarini qo'yib, ho'llash chetki burchagiga nisbatan yechamiz:

$$\cos\theta = \frac{2W_a - W_k}{W_k} \quad (5.8)$$

Bu tenglama qattiq jismlarning ho'llanishini, suyuqliklarning qattiq jismga tortishish kuchi orqali aniqlash imkoniyatini beradi.

Qattiq jism suyuqlik bilan ho'llanishi natijasida issiqlik ajralishi aniqlangan. Kovakli va kukunga o'xshagan jismlar uchun ho'llash maydalanganlik darajasiga bog'liq.

Tog' jinslari yuzasining gidrofil yoki gidrofobligi darajasi ho'llash issiqligini taqqoslash orqali aniqlanishi mumkin.

5.4. Sirt taranglik kuchini tajribaxonada aniqlash usullari

Avvalgi paragraflarda sirt taranglik kuchini ho'llash chetki burchagi orqali hisoblash bilan aniqlash mumkinligini bilib oldik.

Sirt taranglik kuchlarini tajribaxonalarda aniqlash usullari ham mavjud bo'lib, ular asosan ikki xil yo'nalishda bajariladi.

Birinchi usulda suyuqlik sirtiga qo'yilgan halqa, lappak, gardish yoki to'g'ri to'rtburchak shaklidagi tekis qattiq jismni tutash yuza sirtiga nisbatan tik yo'nalishda ajratib olish bilan bajariladi. Suv yuziga halqa qo'yib, sirt taranglik kuchini aniqlash usulini maktab fizika kursida batafsil tushuntirib o'tilgan.

Ikkinchi usulda sirt taranglik kuchini aniqlash, asosan stalagnometr degan shishadan tayyorlangan maxsus idishdan oqib tushadigan suyuqliklar tomchisini aniqlashga asoslangan.



5.3- rasm. Sirt taranglik kuchini aniqlash uchun ishlatiladigan stalagnometr.

1- ingichka kapillar; 2- asbob tagi; 3- i_1 i_2 belgilari orasidagi aniq hajm.

Stalagnometr 5.3- rasmda keltirilgan bo'lib, u juda ham ingichka kapillardan (1), silliqlangan asbob tagidan (2) va ma'lum belgilar orasidagi hajmi aniq bo'lgan idish qismidan iborat. Sirt taranglik kuchining aniqlanishi kerak bo'lgan suyuqlikdan, masalan neft, i_1 va i_2 belgilari orasidagi hajmga quyiladi. Quyilgan suyuqlik

og'irlik kuchlari natijasida kapillardan (1) silliq yuzaga (2) oqib tushib, ana shu yuzaga yoyiladi. Yoyilgan suyuqlik tomchi shakliga kelib, eng og'ir nuqtasidan o'tgandan so'ng u yuzadan uziladi. Tadqiqotlar ana shu uzilgan tomchilar (n_1) sonini aniqlashdan iborat. Bu son aniqlangandan so'ng, xuddi ana shu hajmdan, tajribalar o'tkazilayotgan haroratda suv o'tkazilib, suv tomchilari (n_s) aniqlanadi. Suv va neftning zichliklari ma'lumligidan foydalanib, quyidagi tenglamadan tadqiqot qilinayotgan suyuqlikning sirt taranglik kuchi aniqlanadi:

$$G_1 = G_s \frac{n_s * \rho_1}{n_1 * \rho_s} \quad (5.9)$$

Bu yerda: G_1 -suyuqlikning sirt taranglik kuchi;

G_s -suvning sirt taranglik kuchi;

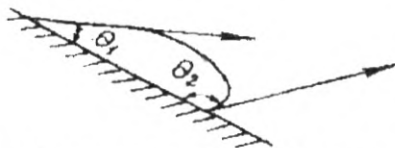
$n_1 - i_1$ va i_2 oralig'dagi suyuqlikdan oqib chiqqan tomchilar soni.

Bu usul bilan aniqlangan sirt taranglik kuchi halqali uzish usuli bilan aniqlangan sirt taranglik kuchiga nisbatan aniqroq bo'ladi.

5.5. Ho'llash burchagining harakat davrida o'zgarishi

Avvalgi paragraflarimizda qatlam-suv-neft-gaz tizimidagi ho'llash jarayonlari harakatsiz holda o'rganilgan edi. Endi suyuqlik harakati davrida ho'llanish jarayonlari qanday bo'lishini ko'rib chiqaylik.

Masalan, biror silliq qattiq jism ustiga (shisha) ozgina suyuqlik quyib, shishani biroz qiyshaytiraylik (5.4- rasm).



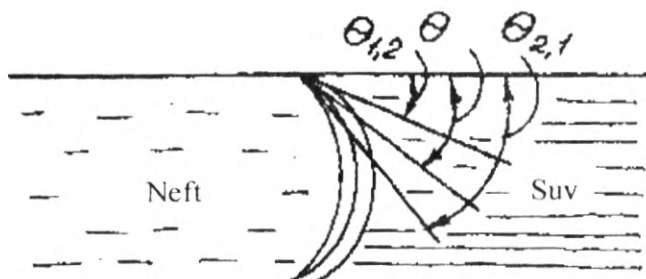
5.4-rasm. Harakat davrida suyuqlik ho'llash burchagining o'zgarishiga doir misol.

Silliqlangan yuza qiyshaytirilganda gravitatsiya kuchlari ostida suyuqlik tomchisi shu yuza bo'ylab harakatga keladi. Harakat davrida

tomchining ho'llash chetki burchaklari o'zgaradi. Harakat yo'nalishi tomonidagi burchak biroz kattaroq yoki o'tmasroq (θ_2) va teskari tomondagi burchak biroz kichikroq yoki o'tkirroq (θ_1) bo'ladi. Bu burchaklar ildamlanuvchi (θ_2) va kechikuvchi (θ_1) burchak deb nomlanadi.

Harakat davrida ho'llash chetki burchagining o'zgarishiga ho'llashning kinetik gisterezisi¹ deb yuritiladi.

Agar ho'llash chetki burchagining qatlam kanalchalaridagi bo'layotgan harakat davridagi o'zgarishini tadqiq qiladigan bo'lsak, u holda neftning suv bilan siqib chiqarilishi yoki suvning neft bilan siqib chiqarilishiga bog'liq ekanligi ma'lum bo'ladi. Neft suv bilan siqib chiqarilganida o'lchangan ho'llash chetki burchagi ildamlanuvchi ($\theta_{2,1}$), suvni neft bilan siqib chiqarilgandagi burchagi chekinuvchi ($\theta_{1,2}$) va harakatsiz holatdagi o'lchangan burchak (θ) statik burchak bo'ladi (5.5- rasm).



5.5.-rasm. Kapillar kanalchada neft-suv tutash yuzasidagi meniskning o'zgarishiga doir misol.

Odatda bu burchaklar orasida $\theta_{2,1} > \theta > \theta_{1,2}$ munosabat mavjud bo'lib, ba'zi bir sharoitlarda bu munosabat o'zgacha ham bo'lishi mumkin.

Ho'llash gisterezisi uch fazali chegaraning harakatlanish tezligiga, ular yuzasidagi adsorbsiya jarayonlariga va qattiq jism yuzasining g'adir-budurligiga bog'liq bo'lib, hanuzgacha to'liq o'rganilmagan.

Neftni suv bilan siqib chiqarishda harakatlanish tezligi ortishi bilan gisterezis jarayonlari tufayli ildamlanuvchi burchak oshib

¹Gisterezis – chekinish, orqada qolish, kechikish ma'nosini bildiradi.

borishi va hatto 90 °C dan ham katta bo'lishi mumkin.

Gisterezis jarayonlarni o'rganishda ba'zi bir tadqiqotchilar uni faqat qattiq yuzaning notekisligi va ishqalanish kuchlari bilan bog'lashsa, boshqa tadqiqotchilar gisterezis jarayonlarini, asosan, molekular nazariya bilan bog'lab, faqat turli fazalarning molekularlari faolligiga bog'liq deb ko'rsatishadi.

Umuman olganda gisterezis jarayonlariga yuqorida ko'rsatilgan omillarning hammasi ma'lum bir miqdorda ta'sir etadi. Shuni ham aytib o'tish lozimki, agar suyuqlik qattiq jism yuzasini ho'llashi natijasida uning yopishish energiyasi suyuqlik molekularining o'zaro tortishish energiyasidan yuqori bo'lsa, u holda neftni suv bilan siqib chiqarishida neft qattiq jism sirtida juda yupqa parda holda qolib ketishi mumkin. Bu esa konda neftni oldini olib bo'lmas yo'qotishlarga olib kelib, juda ko'p neftning qatlamda qolib ketishiga sabab bo'ladi.

Qatlam holatida gisterezis jarayonlari qoldiq suvlar tufayli yana ham murakkablashadi.

5.6. Kapillar bosim va ho'llash chetki burchagini aniqlash usullari

Avval aytib o'tganimizdek, qatlamdagi harakat jarayonida kapillar 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 kapillar bosim va ho'llash chetki burchagini aniqlash usullari bilan tanishib chiqaylik.

Avvalo, kapillar bosim bilan yaqindan tanishib chiqish uchun quyidagi ikki misolni ko'rib chiqaylik (5.6- rasm).

5.6- rasmni chap tomonidagi idishga ho'llovchi suyuqlik, masalan kerosin quyilgan bo'lsin. Idishga uchta turli diametrdagi kapillar 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?

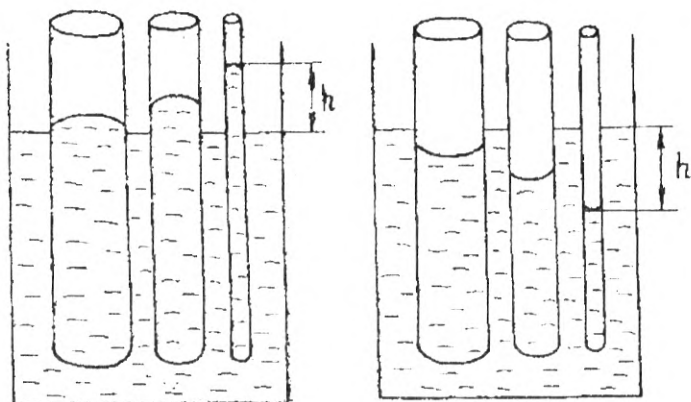
Bu ko'tarilish gravitatsiya kuchi bilan kapillar kesimidagi hosil bo'ladigan yuza kuchlari o'zaro muvozanatlangunga qadar ro'y beradi.

Agar 5.1- tenglamadan F ni topsak,

$$F = \sigma \cdot \ell \quad (5.10)$$

bo'ladi. Bu yerda $\ell = 2\pi R$ bo'lgani uchun

$$F = 2\sigma \pi P \quad (5.11)$$



5.6- rasm. Kapillyar bosimni aniqlashga doir misol

Kuchlarning muvozanatligi $\vec{F} = \vec{Q}$ ifoda bilan ifodalanadi. Bu yerda $\vec{Q}$ og'irlik kuchlari bo'lib,

$$Q = V \cdot \rho \cdot g \quad (5.12)$$

ga teng.

V - ko'tarilgan suyuqlik hajmi;

ρ - suyuqlik zichligi;

g - erkin tushish tezlanishi

$V = \pi R^2 h$ ga teng bo'lgani uchun

$$Q = \pi R^2 h \rho g \quad (5.13)$$

5.11 va 5.13 ifodalarni tenglashtirsak:

$$\pi R^2 h \rho g = 2\sigma \pi R \quad \text{bo'ladi.}$$

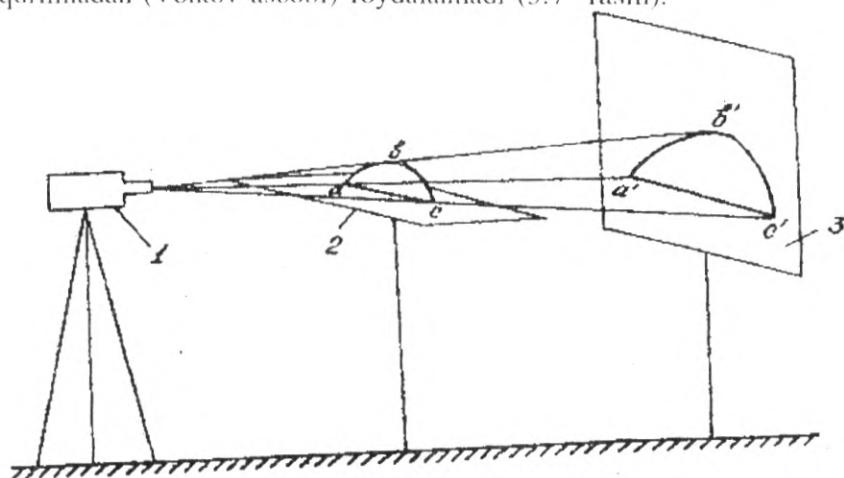
Bundan

$$h = \frac{2\sigma}{\rho R g} \quad (5.14)$$

Oxirgi tenglama 3.81- tenglama bilan bir xil ma'noga ega ekanligi ko'rinib turibdi. 5.14- tenglamadan kapillar naycha bo'yicha suyuqlikning ko'tarilishi sirt taranglik kuchiga to'g'ri va kapillar naychani radiusi suyuqlikning zichligiga teskari proporsional ekan.

5.6- rasmning o'ng tomonidagi idishga gidrofob suyuqlik quyilgan bo'lib, unga har xil diametrdagi kapillarlar tushirilganda, suyuqlik ana shu kapillar ichida pastga tushadi. Tushish masofasi (yoki balandligi) ham 5.14- tenglama orqali aniqlanadi.

Ho'llash chetki burchagini aniqlash uchun fotooptik qurilmadan (Volkov asbobi) foydalaniladi (5.7- rasm).



5.7- rasm Ho'llash chetki burchagini aniqlovchi Volkov asbobi

Ho'llash burchagini aniqlash uchun Volkov asbobidan tashqari boshqa asboblari ham mavjud bo'lib, ular haqida «Qatlam fizikasidan tajribalar» o'quv qo'llanmasida batafsil ma'lumotlar berilgan.

Volkov asbobi fotoapparat bilan proektor (1) asboblari, tomchi uchun taglik (2) va ekrandan (3) iborat. Taglikka ho'llash chetki burchagi aniqlanishi kerak bo'lgan suyuqlikdan biroz tomiziladi. U yoyilib, segment shakliga kelgandan so'ng proektordan nur yuborilib, suyuqlikning soyasi ekranga tushiriladi. Ekrandagi soya fotoapparat

orqali suratga olinadi va suratdan ho'llash burchagi transportir orqali o'lganadi. Xuddi shuningdek, ekrandagi soyaning o'zidan ham ho'llash burchagini o'lgash mumkin.

VI BO'LIM. G'OVAKLI MUHITDAN NEFT VA GAZNI SIQIB CHIQRISHNING FIZIK ASOSLARI

6.1. Qatlam bosimi energiyalarining manbalari va qatlamqa ta'sir etuvchi kuchlar

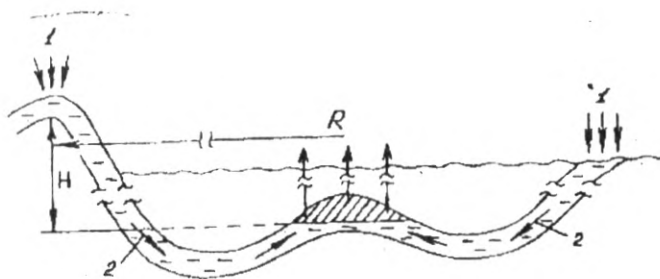
Quduqlarda neft va gazning harakati qatlam energiyasining turi va uning kuchiga bog'liq.

Qatlamlarning geologik tuzilishiga qarab quduqlarda neft, gaz va suvning harakati quyidagi kuchlar ta'sirida vujudga keladi:

1. Chekka suvlar bosimi;
2. Gaz do'ppisida siqilgan gaz bosimi;
3. Neftda erigan gaz va uning bosimi;
4. Tog' jinslarining tarangligi;
5. Gravitatsiya kuchlari;

Endi shu kuchlar ta'sirini alohida ko'rib chiqamiz.

Chekka suvlar bosimining ta'siri qatlamning yer yuzasiga chiqishiga bog'liq. Odatda neft yoki gaz joylashgan qatlamlar kondan bir necha o'n yoki yuz kilometr narida yer yuzasiga chiqishi mumkin.



6.1. - rasm. Qatlam chekka suvlari bosimi harakati tasviri

- 1- tabiiy yog'ingarchiliklar;
2- qatlam chekka suvlari harakati.

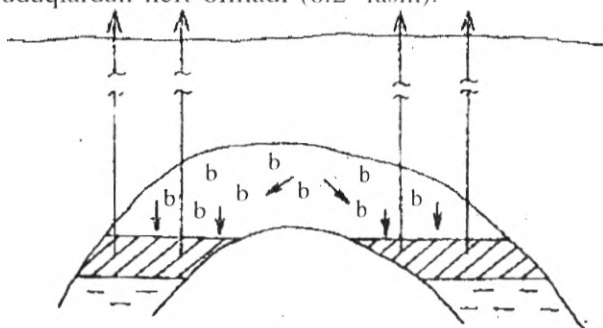
Qatlamning yer yuzasiga tutashgan qismi yog'ingarchilik ta'sirida suv bilan to'yinib, qatlam bosimini ta'minlaydi. Shu bosim ta'sirida neft quduq ostki qismiga qarab harakat qiladi.

Chekka suvlar bosimining qiymati qatlamning yer yuzasiga chiqqan joyigacha bo'lgan balandlikka (H) bog'liq. Bu bosim neft -

tutash yuzasidan qatlamning yer yuzasiga chiqqan joyigacha bo'lgan tik II orqali aniqlanadi.

Qatlamni yer yuzasiga chiqqan joyidan kongacha bo'lgan masofa (yer yuzasi qismida) bosim bilan ta'minlanish chegarasi R deyiladi.

Katta hajmdagi gaz do'ppili konlarda chekka suvlar bosimi yetarli bo'lmagan taqdirda gaz do'ppisidagi siqilgan gaz bosimi ta'sirida quduqlardan neft olinadi (6.2- rasm).



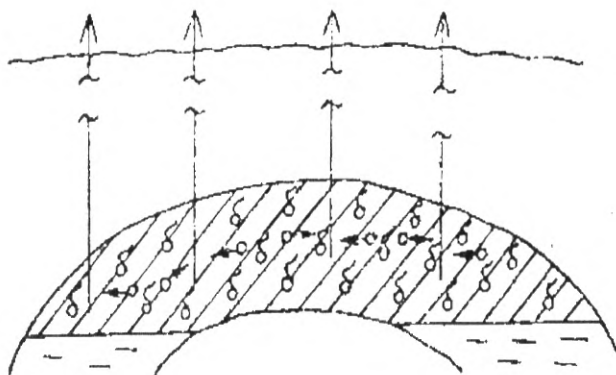
6.2.-rasm. Gaz do'ppisi bosim harakati tasviri

▨ - neft; [b] - gaz; □ - suv.

Bu hollarda quduq ostki qismi o'qli teshgich bilan otilib, qatlam bilan tutashgach, neftning quduq tomon harakati gaz do'ppisidagi bosimga bog'liq bo'ladi.

Ba'zi hollarda yuqorida ko'rib o'tilgan har ikkala kuch ham passiv ta'sir etishi yoki, umuman, bo'lmashligi mumkin. Bunday hollarda neftni quduq ostiga harakatlantiruvchi asosiy kuch sifatida neftda erigan gazning energiyasi xizmat qiladi. Jumladan neft quduq orqali olinayotganida undagi erigan gaz zarrachalari kengayib, o'zi bilan neftni olib chiqadi.

Quduqning ostki qismidagi bosim qatlam bosimidan past bo'lganligi natijasida bosimlar ayirmasi vujudga keladi. Natijada neft tarkibidagi ko'p miqdorda erigan gaz pufakchalari kengayib, quduq osti tomon harakat qila boshlaydi. Bu harakat davomida gaz pufakchalari o'zi bilan birga neft tomchilarini ham ergashtiradi. Bu kuchlar neftning quduq ostiga tomon harakatining asosiy omillaridan biridir. (6.3- rasm)



6.3.-rasm. Erigan gaz bosimi harakati tasviri.

▨ -neft; □□ - gaz; □□□ - suv; □→ - neft tomchisi harakati

Ba'zi neft konlarida bu kuchlar neft harakati uchun yagona energiya bo'lib hisoblanadi.

Oldingi bo'limlarda aytib o'tilganidek, tog' jinsi taranglik kuchi, suyuqlik va gazlarning siqiluvchanligi ta'sirida quduqdan ma'lum miqdorda qo'shimcha mahsulot olinadi. Bu hodisaning mexanizmini quyidagicha tushunish mumkin: neft va gaz harakati uchun yo'l ochilganidan keyin bu harakat jarayonida qatlam kovaklarida neft va gaz kengayadi, kovaklarning o'zi esa qatlamdan yer yuzasigacha joylashgan tog' jinslarining og'irligi ta'sirida torayadi. Bu hodisa tog' jinsi, suyuqlik va gazning tarangligini siqiluvchanlik koeffitsienti orqali foydalanishga olib keladi.

Bu kuchlar ta'sirida olinadigan qo'shimcha neft miqdori /0/ quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = F \cdot h \cdot \beta \cdot \Delta P \quad (6.1)$$

Bu yerda: F - neft konining yuzasi;

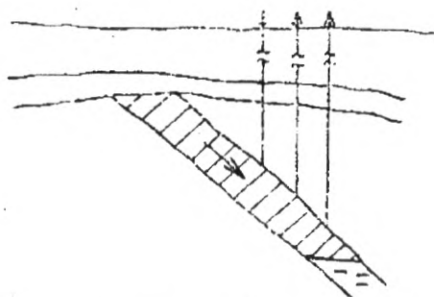
h - neft bilan to'yingan qatlam balandligi;

β - taranglik sig'imi koeffitsienti;

ΔP - bosimlar ayirmasi.

Bu tarzda ishlovchi konlar taranglik usuli bilan bog'liq.

Ba'zan boshqa ta'sir etuvchi kuchlar yo'qligida, quduqlarda neft harakati, asosan, uning og'irlik kuchi, ya'ni gravitatsiya kuchlari ta'sirida bo'ladi. Qatlam qiyalik burchagiga qarab gravitatsiya kuchlari har xil ta'sir etadi.



6.4-rasm. Gravitatsiya kuchlari ta'siri
 -neft;  - suv.

Gravitatsiya kuchlari hisobga olingan holda mahsulot olinadigan quduqlar qatlamning pastki yon bag'riga joylashtiriladi. Bu hollarda quduqning ostki qismiga neft oqishi gravitatsiya kuchlari ta'sirida ta'minlanadi. Bunday konlarda neft olish jarayoni, asosan, mexanizatsiyalashgan usulda olib boriladi.

Ta'sir etuvchi energiya kuchiga qarab neft konlarining ishlash usuli quyidagilarga bo'linadi: suv bosimi ta'siridagi usul; gaz bosimi ta'siridagi usul; erigan gaz usuli; taranglik usuli; gravitatsion usul. Birinchi va ikkinchi usullar siqib chiqarish usuli deb, qolgan uch usul esa so'nib borish usuli deb ataladi.

Konning ishlash jarayoni va uning mahsuldorligi ishlash usuliga bog'liq. Mahsuldorlikning asosiy belgisi konning neft beraolishlik koeffitsientiga bog'liq.

Konlarning neft beraolishlik koeffitsienti, kondan olinishi mumkin bo'lgan neft miqdorining shu kondagi umumiy neft zaxirasiga bo'lgan nisbati orqali aniqlanadi.

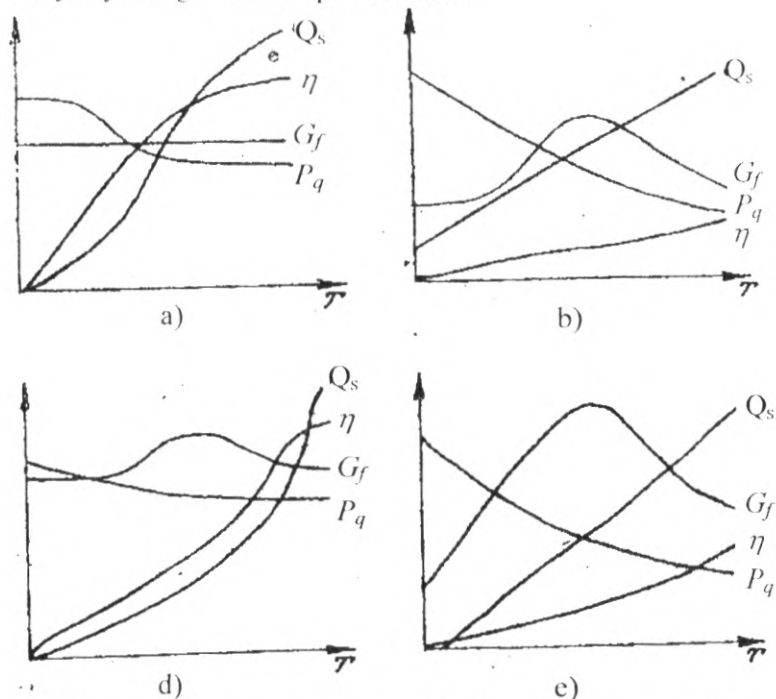
$$\eta = \frac{\sum Q_n}{Q_{zax}} \quad (6.2)$$

Bu yerda: η - neft beraolishlik koeffitsienti;

ΣQ_n olinishi mumkin bo'lgan neft miqdori;
 Q_{zax} kondagi umumiy neft zaxirasi.

Neft beraolishlik koeffitsienti foizda yoki ulush birligida o'lchanadi. Konlarning neft beraolishlik koeffitsienti ulardagi mavjud usulga bog'liq.

Chunonchi, suv bosimi usulida neft beraolishlik koeffitsienti 0,6-0,8 ga yaqinlashadi, ya'ni qatlamdagi bor mahsulotning 60-80 foizini yer yuzasiga olib chiqish mumkin.



6.5.-rasm. Konlarning turli usullarda ishlash texnologik ko'rsatkichlari

a) - suv bosimi usuli; b) - taranglik usuli; d) - erigan gaz usuli (erigan gaz usuli) suv haydash bilan birgalikda/;

Γ - erigan gaz usuli;

Q_n - jami olingan neft miqdori;

G_f - gaz omili;

P_q - qatlam bosimi;
 η - neft beraolishlik koeffitsienti;
 T - vaqt.

Gaz bosimi ta'siridagi usulda neft beraolishlik koeffitsienti 0,5-0,7 ga borishi mumkin.

Qolgan uch usul uchun neft beraolishlik koeffitsienti 0,1-0,3 dan oshmaydi. Demak, konning mahsuldorligini oshirishning asosiy omillaridan biri uning neft beraolishlik qobiliyatini oshirish yo'llarini takomillashtirishdan iborat. Yuqorida aytib o'tilgan usullar asosan tabiiy usullardir. 6.5- rasmda konning ishlash usullariga qarab undagi texnologik ko'rsatkichlarni taqqoslash mumkin.

Yuqorida ko'rib o'tilgan tabiiy usul sof holda kamdan-kam uchraydi. Ular odatda aralash usul tarzida (masalan chekka suv bosimi va erigan gaz usuli, chekka suv bosimi va taranglik usullari va h.k.) uchraydi. Konlarni ishlatish jarayonida bu usullar bir turdan ikkinchi turga o'tishi mumkin.

Kon mahsuldorligini oshirish maqsadida ba'zan tabiiy usuldan sun'iy usulga o'tiladi. Chunonchi, tegishli shart-sharoitlar mavjud bo'lgan hollarda erigan gaz usulidan sun'iy ravishda gaz bosimi ta'siridagi usulga o'tish mumkin. Buning uchun ma'lum quduqlar orqali yuqoridan gaz (yoki havo) haydalib, sun'iy gaz do'ppisi hosil qilish yoki mavjud gaz do'ppisining energiyasini oshirish mumkin.

Gaz konlarining ishlash jarayonida suv, gaz bosimi ta'siridagi usul va aralash usullar uchraydi.

6.2. Qatlamlarning neft beraolishlik qobiliyatining har xil omillarga bog'liqligi

Yuqorida aytib o'tilganidek, qatlamlarning mahsuldorligi, ularning neft beraolishlik qobiliyati ko'p omillarga bog'liq. Bularga neftni suv bilan siqib chiqarilishidagi kapillar hodisalar, konning ishlash usuli, qatlamdagi suyuqlik va gazlarning fizik va kimyoviy xususiyatlari, siqib chiqarish tezligi va bir qancha boshqa geologik omillarni kiritish mumkin.

Ho'llangan muhitda neft va gaz tutash yuzasidagi bosim ta'sirida kapillar shimilish va suyuqlik taqsimoti vujudga keladi.

Bu hodisa g'ovaklar kattaligining har xilligi bilan bog'liq. G'ovaklarning kichik kesimidagi kapillar bosim kattaroq g'ovaklar

bosimiga nisbatan yuqoriroq bo'ladi. Natijada suv kichik g'ovaklar orqali neft qismiga harakat qilsa, katta g'ovaklar orqali neft suv qismiga harakat qiladi.

Bundan tashqari, kapillar kuchlar neftning parchalanishi va koalesensiyasiga ham ta'sir qiladi. Shuni ham ta'kidlash zarurki, bu kapillar holatlarning intensivligi har xil fazalar tutash yuzasida menisklarning hosil bo'lish bosimiga bog'liq.

G.A.Babalyanning tadqiqotlariga muvofiq, qatlamning neft beraolishlik qobiliyati neftning tog' jinsi yuzasidagi yupqa pardaning yemirilishi, g'ovaklarda neftning parchalanishi va koalesensiyasiga, sirt taranglik kuchiga va adgeziya ishiga va qatlamning o'tkazuvchanligiga bog'liq.

Qatlamning neft beraolishlik qobiliyati, shuningdek, suyuqlik olish sur'atiga ham bog'liq. Masalan, bosimlar ayirmasi oshganda oqim geometriyasi o'zgaradi va kam o'tkazuvchan qatlamlar ham ishga tushib, qatlamdan neft olish jarayoni mukammallashadi.

Ko'rib chiqilgan omillar, asosan, tabiiy omillar hisoblanadi. Bundan tashqari konlarning neft beraolishlik qobiliyatini oshirishda sun'iy omillardan ham foydalaniladi. Bularga mahsulot oluvchi quduqlarni neftli maydonda joylashish zichligi, g'ovaklarni suv bilan yuvilish koeffitsienti, tabiiy usuldan sun'iy usulga o'tish va ko'plab boshqa omillar kiradi. Bu omillarning neft beraolishlik koeffitsientiga ta'siri haqida «Konlarni ishlatish nazariyasi» fanida batafsil to'xtalib o'tiladi.

6.3. Qatlamlarning gaz, kondensat va komponent beraolishlik qobiliyati

Qatlamning gaz beraolishlik koeffitsientiga quyidagilar ta'sir qiladi:

- konning ishlatilish usuli;
- kondagi gaz olish jarayonining oxirgi davriga mos keladigan o'rtacha bosim;
- qatlamdagi tog' jinslari tarkibining har xilligi (turliligi);
- konning turi (qatlam, massiv va b.);
- har xil geologik omillar;
- gaz olish sur'ati;
- neftli maydonda quduqlarning joylashish zichligi;
- nasos-kompressor quvurlarining (NKQ) quduqqa tushirilish

chuqurligi.

Yuqoridagi ko'rsatkichlarning birinchi beshtasi tabiiy omillarga kiradi:

Qatlamning kondensat beraolishlik koeffitsienti quyidagi ko'rsatkichlarga bog'liq:

- konni ishlatish jarayoni (qatlamga suv yoki gaz haydash bilan yoki haydashsiz);

- gazda kondensatning boshlang'ich potensial miqdori;

- g'ovak muhit yuzasi;

- qatlamdagi boshlang'ich bosim va harorat;

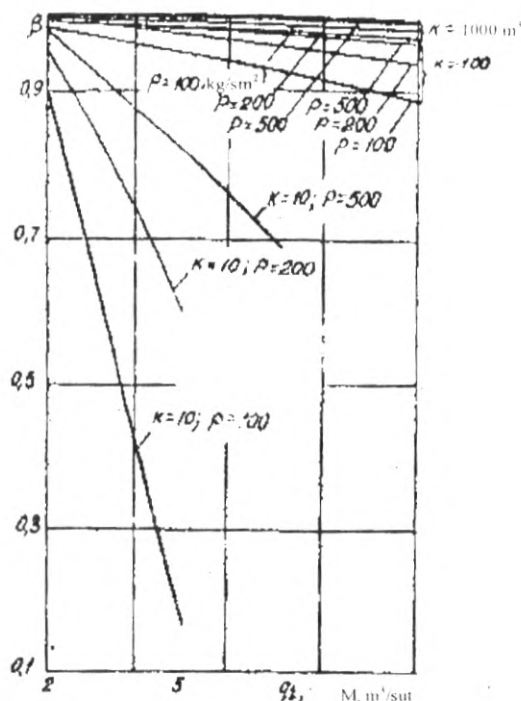
- kondensat tarkibi va uning fizik xossalari.

Qatlamning gaz beraolishlik koeffitsienti konning gaz bosimi va suv bosimi usullarida yuqori qiymatga ega bo'ladi. Qatlamning besimini me'yorida saqlab turish uchun suv haydalganda kondensat berish koeffitsienti 75 % gacha, gaz haydalganda esa 85 % gacha yetadi.

Tog' jinslarining zarrachalari har xil bo'lgan qatlamlarda suvning tez sirqish natijasida g'ovaklarda gaz siqilib qoladi, natijada gaz berish koeffitsienti kamayadi.

Qatlamning gaz berish qobiliyatiga gaz bilan to'yingan kollektorning o'tkazuvchanligi, qatlamdagi boshlang'ich bosim va quduq mahsuldorligi ta'sir ko'rsatadi. O'tkazuvchanlik oshgan sari gaz berish qobiliyati ham oshadi. Masalan, boshlang'ich bosim $P=200 \text{ kg/sm}^2$, o'tkazuvchanlik $k=10^{-12} \text{ m}^2$ va mahsuldorlik $Q=5$ ming m^3/sut bo'lgan sharoitda gaz beraolishlik koeffitsienti $K=99,3$ % bo'lsa, o'tkazuvchanlik $k=10^{-14} \text{ m}^2$ bo'lganda $K=60$ % ni tashkil etadi. Shuningdek gaz beraolishlik qobiliyati bosimga ham to'g'ri proporsional bog'liq (6.6- rasm).

Demak, konning gaz beraolishlik koeffitsienti qatlam o'tkazuvchanligi, boshlang'ich va oxirgi davrga mos keladigan qatlam bosimi, hamda oxirgi davr sharoitidagi quduqning mahsuldorligiga bog'liq ekan. Qatlamda suv harakatining tezligi ham gaz beraolishlik qobiliyatiga ta'sir etadi. Suvning sirqish tezligi oshgani sari gaz beraolishlik koeffitsienti shuncha kamayadi. Gaz va suv qovushqoqligi nisbati μ_s/μ_g va sirt tarangligi ham gaz beraolishlik qobiliyatiga ta'sir etadi. Chunonchi, μ_s/μ_g oshgani sari va sirt taranglik kuchi kamayishi bilan gaz beraolishlik qobiliyati shuncha oshadi (6.6- rasm).



6.6-rasm. Gaz beraolishlik koeffitsientining har xil omillarga bog'liqligi

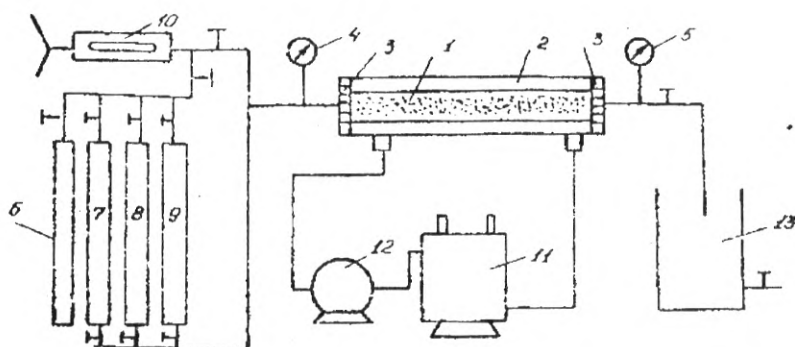
6.4. Neft va gazni qatlamdan siqib chiqarishni ilmiy tajribalar orqali o'rganish

Neft va gazning qatlamdagi harakatini, ularning qatlam g'ovaklaridan siqib chiqarilishini ilmiy tajribalar orqali o'rganish mumkin. Buning uchun qatlam modeli tayyorlanadi. Model tayyorlanishining asosiy shartlaridan biri model ko'rsatkichlari g'ovaklik, o'tkazuvchanlik, tajriba o'tkaziladigan bosim va harorat qatlamning tabiiy ko'rsatkichlariga mos kelishi kerak, ya'ni o'xshashlik mezoniga amal qilinishi shart.

Model tayyorlashda shisha yoki temir quvurcha olinadi va unga kvars qumlari joylanadi. Tajriba sharoitiga moslab marshalit minerali

qoʻshilib va qumlar sementlanib tajriba uchun kerakli gʻovaklik hosil qilinadi. Modelning gʻovaklik koeffitsienti aniqlanadi, model orqali suv oʻtkaziladi (maʼlum bosim ostida) va suv uchun oʻtkazuvchanlik hisoblanadi.

Model neft bilan toʻyintirilishi davomida neft uchun oʻtkazuvchanlik va qatlamning neft bilan toʻyinganligi koeffitsienti aniqlangandan soʻng model tajribalar oʻtkazishga tayyor boʻladi. Tajribaning asosiy maqsadi qatlamdagi neftni suv, gaz, har xil eritmalar bilan siqib chiqarish jarayonini oʻrganishdan iborat.



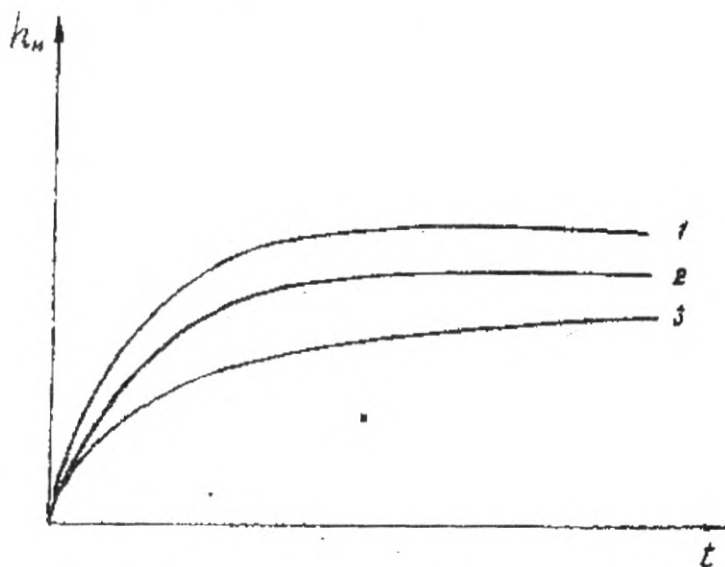
6.7.rasm. Neft va gaz konlaridagi jarayonlarni oʻrganish uchun qoʻllaniladigan fizik model.

- 1 - qum bilan toʻlatilgan boʻlma - qatlam nusxasi;
- 2- issiq suv aylanuvchi boʻlma;
- 3- suzgichlar; 4,5-bosim oʻlchagichlar;
- 6- katta bosimli inert gazli ballon;
- 7, 8, 9- mos holda neft, SAM, kislota yoki suv uchun maxsus idishlar;
- 10- iskanja;
- 11- termostat;
- 12- issiq suv haydovchi nasos;
- 13- suyuqliklar yigʻiluvchi idish.

6.7- rasmda qatlamdan neftni suv, gaz yoki har xil eritmalar bilan siqib chiqarish uchun qoʻllanilishi mumkin boʻlgan model sxemalaridan biri keltirilgan.

Qatlam modelini (1) qum bilan to'latib va uni yaxshilab zichlagandan so'ng, model g'ovakligi aniqlanadi, suv (yoki gaz) o'tkazib, o'tkazuvchanligi hisoblab chiqiladi.

Tajribalar quyidagi asosda olib boriladi.



6.8- rasm. Modeldan neftni turli moddalar bilan siqib chiqarilgandagi neft beraolishlik koeffitsienti.

1- sovuq suv bilan siqib chiqarish;

2- issiq suv bilan siqib chiqarish;

3- 0,5 %li SAM eritmasi bilan siqib chiqarish.

Bu yerda: η - qatlamning neft beraolishlik koeffitsienti;

t - vaqt.

Model (1) suv bilan to'yintiriladi va suv neft bilan siqib chiqariladi. Ana shu holatda modelda qatlam holati hosil qilingan bo'ladi. Shundan keyin iskanja (10) orqali model (1) ichida yuqori bosim hosil qilinadi, bu vaqtda bosim o'lchagichlarda (4,5) bir xil bosim bo'lishi kerak. Neftni suv bilan siqib chiqarish o'rganilayotgan bo'lsa, iskanja (10) orqali suvli idishdan (9) modelga suv haydaladi.

Neftni siqib chiqarish boshlangandan so'ng model ichidan neft sekin-asta yig'uvchi idishga (13) to'planadi. Tajribalar vaqtida 4- va

5- bosim o'lhagichdagi bosim, sarflangan vaqt, haydalayotgan va yig'ilgan suyuqliklar hajmi qayd qilinib boriladi.

Tajribadagi jarayonlarni tabiiy holatga yaqinlashtirish maqsadida model (1) atrofida issiq suv aylantirilib, haqiqiy qatlam harorati hosil qilinadi. Buning uchun termostatda (11) suv isitilib, nasos (12) orqali qatlam modeli atrofiga (2) haydalib turiladi.

Ana shunday tajribalar bir necha marta o'tkazilgandan so'ng, modelning neft beraolishlik koeffitsientini har xil moddalar bilan siqib chiqarilgan natijalarini quyidagicha solishtirish mumkin.

Model shisha naychadan yasalgan bo'lsa, siqib chiqarish jarayoni ko'z bilan kuzatilishi mumkin.

Shunday qilib, ilmiy tekshirishlar natijasida har bir muayyan sharoit uchun qatlamning mahsuldorligini oshirish yo'llarini belgilash mumkin.

6.5. Qatlamlarning flyuid berish qobiliyatlarini oshirish yo'llari

Qatlamlarning neft, gaz va kondensat beraolishlik qobiliyatini oshirish olimlar va ishlab chiqarish korxonalari xodimlarining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Har xil konlarning ishlash jarayonini o'rganish natijasida unumdorlikni oshirishning nazariy va amaliy masalalarini hal etish mumkin. Qatlamning har xil qismida joylashgan mahsulotni bir me'yorda olish maqsadida neft - suv tutash o'qi chegarasining bir xil siljishini ta'minlash orqali yaxshi natijaga erishish mumkin.

Qatlamning neft, gaz va kondensat beraolishlik qobiliyatini oshirishning quyidagi turlari mavjud:

a) Birlamchi usul - konlar ishlatilishidagi quduqlardan favvora sharoitida neft olishning tugash davrigacha mos keladi:

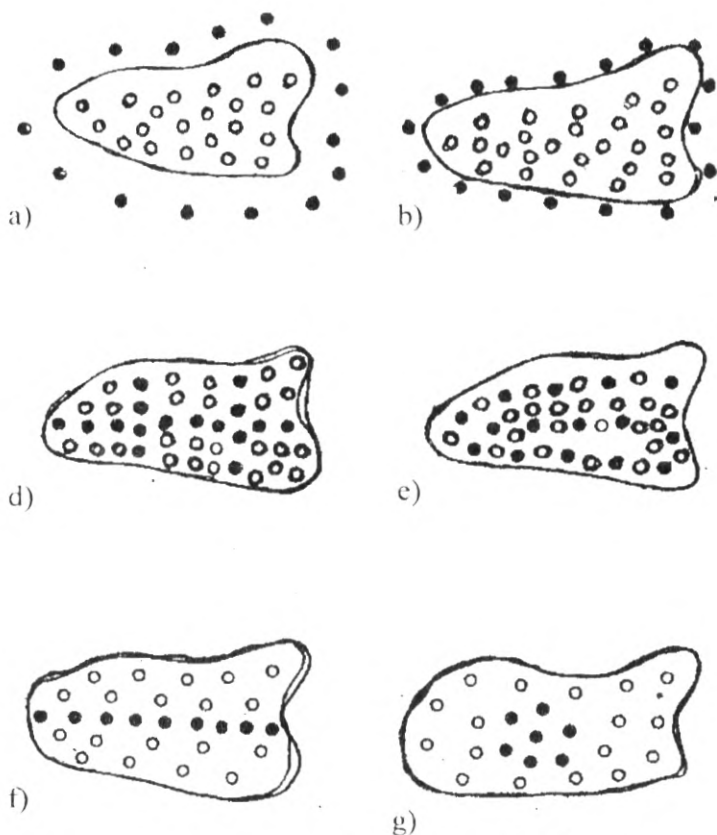
b) Ikkilamchi usullar - qatlamdagi qoldiq neftni olishga mo'ljallangan.

Ikkilamchi usulni quyidagicha amalga oshirish mumkin.

Qatlamning flyuid berish qobiliyatini oshirish maqsadida qatlam bosimini saqlab turish uchun qatlamga sovuq yoki issiq suv, bug' va gaz haydaladi. Shuningdek, har xil mitsellyar eritmalar, CO_2 gazi, polimerlar va ishqorlar ham ishlatiladi.

Umumiy holda qatlamga suv haydash turlari quyidagicha:

- neft-suv tutash yuzi chegarasining tashqi qismiga suv haydash (6.9- a rasm).



6.9. - rasm. Qatlamga suv haydash usullarining turlari.

● - haydovchi quduqlar; ○ - ishlatuvchi quduqlar

Bu holda quduqlar neft - suv tashqi chegarasidan ma'lum bir masofada (200-300m.gacha) joylashgan bo'lib, haydaladigan suv chekka yoki qatlam osti suvlarining bosimini oshiradi yoki saqlab turadi;

- neft - suv chegara yoniga suv haydash (6.9-b rasm).

Bu holda suv haydaladigan quduqlar bevosita neft bilan suv chegarasi yonida joylashtiriladi;

- chegara ichiga suv haydash (6.9-d rasm). Bunda neft bilan

egallangan maydon suv haydaladigan quduqlar orqali bir necha alohida qismlarga bo'linadi;

- neft bilan egallangan maydonda suv haydaladigan quduqlar bir me'yorda joylashtiriladi (6.9-e rasm). Bu holda quduqlar to'rt, besh, yetti va to'qqiz nuqtali sxema usulida joylashishi mumkin;

- shuningdek, suv haydaladigan quduqlar maydon o'qi bo'yicha joylashishi mumkin (6.9-f rasm).

Umuman, suv haydaladigan quduqlarni joylashtirishning yana boshqa bir necha usullari bor.

Qatlam bosimini saqlash yoki uni oshirish maqsadida haydaladigan quduqlar, asosan, qatlam gumbaziga joylashtiriladi.

Qoldiq neftni olish maqsadida qatlamga yoki quduq ostki qismiga issiqlik orqali ta'sir etish usullari qo'llaniladi. Bularga qatlam ichidagi siljuvchi alanga o'chog'ini hosil qilish, issiqlik chiqaruvchi kislotalar orqali ta'sir ko'rsatish, elektr isitgichlar yordamida isitish kabilar kiradi.

Quduqlarning ostki qismiga kimyoviy (kislotalar bilan ishlash) va mexanik (qatlamlarni sun'iy yorish, torpedalash) usullari bilan ta'sir etilib, flyuid berish qobiliyatini oshirish mumkin.

VII BO'LIM. KONLARNI O'RGANISHDA MODELLASHTIRISH

7.1. Modellashirish vazifalari, usullari va turlari

Neft va gaz konlari ishini loyihalash va ishlatish bosqichlarida ko'pdan - ko'p murakkab masalalarni yechishga to'g'ri keladi. Yechilishi kerak bo'lgan masalalarning aksariyati qatlam ichida quduq tubi va uning ichida, shuningdek yig'ish shoxobchalari, neft va gazni tayyorlash qurilmalari ichidagi jarayonlarga bog'liq, ya'ni boshqacha qilib aytganda, bo'lib o'tayotgan jarayonlarni biz ko'zimiz bilan ko'rib, qo'limiz bilan ushlab ko'ra olmaymiz, jarayonlar yopiq tarmoqlarda bo'lib o'tadi. Demak, bunday masalalarni yechish uchun oddiy usullar to'g'ri kelmaydi.

Yuqorida aytib o'tilgan jarayonlarni to'g'ri tahlil qilish, bu jarayonlarning yo'nalishi va keyingi taraqqiyoti qay yo'sinda bo'lishi, bu o'zgarishlarni oldindan bashorat qilish uchun modellashirish usullaridan foydalaniladi. Xo'sh model nima, modellashirish qanday bo'ladi?

Umuman olganda, «modellashirish» atamasi o'z ichiga juda keng ma'noni oladi. Modellashirish deganda faqat qandaydir mashina yoki mexanizmni kichik bir nusxasini chizish va uni yasash hamda ana shu nusxada qandaydir aniq bir masalalarni yechishni tushunish kerak emas. Balki, modellashirish asosida qandaydir bir jarayonning hosil bo'lishi, unga bo'ladigan tashqi va ichki ta'sirlar natijasida bo'ladigan o'zgarishlar va pirovardida jarayon qanday hollar bilan yakunlanishi yoki davom etishi mumkinligi hal etilib, shu jarayonlar uchun umumiy yoki xususiy qonuniyatlar keltirib chiqariladi.

Modellashirish, asosan, hisoblash texnikasi va murakkab asboblarni yaratilishi bilan birgalikda rivojlanib bordi. Modellashirish jarayonlarining rivojlanishi murakkab masalalarni yechishga yoki bu masalalarning alohida bir elementlarini yanada kattaroq aniqlik bilan hisoblashga olib keldi.

Umumiy holda modellarni ikki guruhga bo'lib ko'rish mumkin:

- ko'z bilan ko'rib, qo'l bilan ushlab ishlatish mumkin bo'lgan modellar, ya'ni fizik model;
- qo'l bilan ushlab bo'lmaydigan modellar, ya'ni matematik model.

Fizik modellar - bu haqiqiy mashina yoki mexanizmning bir

necha baravar kichraytirilgan nusxasi bo'lib, bir xil yoki har xil fizik qonuniyatlarga bo'ysunishi mumkin. Masalan, samolyotning kichik modeli (odatda 1:25 munosabatda) aerodinamik quvvur ichida tekshirilganda bir xil qonunlarga bo'ysunsa, neft qatlamining elektrolitik modeli suyuqliklarni qatlamda sirqishini elektr zanjiridagi zaryadlangan ionlarning tartibli harakatiga qiyoslanib o'rganiladi va har xil fizik qonunlarga bo'ysunishi inobatga olinadi.

Matematik modellar - bu tabiatdagi bo'ladigan hodisa yoki jarayonlarning qanday o'zgarishini matematik tenglamalar orqali ifodalashdan iborat. Neft konlaridagi bo'ladigan jarayonlarning matematik modeli murakkab differensial tenglamalarning xususiy hosilalaridan iborat bo'lishi mumkin.

Yuqorida keltirib o'tilgan ikki guruhdagi modellashtirish fan va texnikaning barcha sohalariga tegishlidir. Lekin alohida biror sohani olib ko'radigan bo'lsak, u holda, faqat shu sohaning o'ziga xos yana boshqacha modellar bo'lishi mumkin.

Neft va gaz sanoatiga tegishli sohada quyidagi modellar mavjud:

- fizik model;
- geologik model;
- matematik model.

Bu modellarda yechiladigan masalalardan oldin modellarning tuzilishini ko'rib chiqaylik.

Fizik modellar tashqi ko'rinishiga qarab turli-tumandir.

Eng oddiy ko'rinishdagi model 6.7- rasmda keltirilgan.

Bu modelda qatlamning g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, suyuqlik bilan to'yinganligi, harorati va bosimi, shuningdek, qatlam suyuqligining fizik omillari ma'lum bir munosabatda amalga oshirilishi mumkin.

Yechiladigan masalalarga qarab fizik modellar har xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Masalan, qatlamga issiqlik yoki elektr zaryadi bilan ta'sir qilish modellashtirilayotgan bo'lsa, 6.7- rasmda ko'rsatilgan modelga mos holda issiqlik yoki elektr zaryadli ta'sir qiluvchi manbalar o'rnatilishi mumkin. Fizik modellar juda keng qo'llanilib, ilmiy tadqiqotlarning ko'p qismi ana shu modellar orqali olib boriladi.

Geologik modellar ko'rinishiga qarab, asosan, ikki turda bo'lishi mumkin: yuza va hajm holda. Yuza ko'rinishdagi geologik modellar ham ikki ko'rinishda bo'lishi mumkin: tik va tekis qirgim holatidagi modellar.

Tik yuza holidagi modellarga barcha turdagi geologik kesim va qirqimlar kiradi. Bu qirqimlarda geologik davrlar, shu davrlarga mos bo'lgan yotqiziqlar, neft va gaz uyumining joylashishi, qatlamning hajm-sirqish omillari, to'yinganligi va shu kabi boshqa ko'plab ma'lumotlar keltirilishi mumkin. Ko'pincha bu turdagi modellarga geofizik ma'lumotlar ham kiritilib, nafaqat bir konni balki bir necha konlar, neft va gaz viloyat va o'lkalarini bitta modelga tushirish mumkin.

Tekis qirqim holatidagi modellarga barcha turdagi xaritalar kiradi. Bularning ichida eng asosiysi qatlam tuzilish xaritasi bo'lib, bu xaritada neft, gaz va suv tutash yuzalari ko'rsatilgan bo'ladi. Quduqlar bo'yicha konning neft - suv tutash yuzasidan to kon gumbazigacha balandlik bo'yicha yuzalarning o'zgarishi, shuningdek shu xaritaga asoslangan holda kon ishlashi bosim, harorat, gaz omili, suv sho'rligining o'zgarishi va boshqa shu kabi xaritalar ham tuzilishi mumkin.

Hajm holatidagi geologik modellar blok-diagramma ko'rinishida bo'lib, unga tik yuza qirqim holidagi modellarni x va y koordinata o'qlari bo'yicha hamda tekis qirqim holidagi modelni Z koordinatasi bo'yicha joylashtirib, konning hajm modeli tuziladi. Odatda bunday modellar juda katta konlar uchun tuzilib, uni ishlatish davrida modelga har xil tuzatishlar va aniqliklar kiritiladi.

Geologik modellardan konlarning zaxirasini aniqlashda, ishlatuvchi quduqlarni qay tarzda joylashtirishda, konlarni ishlatishda keng foydalaniladi va ana shu xaritalar asosida kon istiqboli haqida ham fikr yuritish mumkin.

Matematik modellar bo'layotgan har qanday jarayonni chiziqli yoki chiziqsiz tenglamalar orqali ifodalaydi. Bu tenglamalar umumiy ko'rinishda yoki xususiy holda berilishi mumkin.

Matematik modellar ko'rinishidan juda turli-tuman bo'lib, bu modellar, asosan, qanday jarayonlarning modellashtirilayotganiga qarab bir-biridan farq qiladi. Qatlamdagi harakat bir, ikki yoki ko'p fazali ekanligiga, harakat laminar yoki turbulენტligiga, qatlam yoki suyuqlikka tegishli omillarga qarab matematik modellar turli ko'rinishda bo'ladi.

Matematik modellar analitik va sonli ko'rinishlarda ham bo'lishi mumkin. Hisoblash texnikasi rivojlanishi natijasida matematik modellashtirishlar shaxsiy kompyuterlarda maxsus dasturlar asosida olib borilmoqda.

7.2. Neft va gaz konlaridagi jarayonlarni modellashirish asoslari

Modellashtirish natijasida, tabiatan bo'layotgan jarayonlarni yanada aniqroq bilish imkoniyati yaratilishi tufayli, neft va gaz konlarini ishlatishga taalluqli bo'lgan jarayonlarni aniq yechish mumkin bo'ladi. Neft va gaz konlarini ishlatishda modellashirish asosida quyidagi asosiy masalalar hal qilinishi mumkin:

- neft va gaz zaxiralarini aniqlash;
- neft va gaz konlarini ishlatishni va jihozlashni loyihalashtirish:
- qatlamdagi gaz va suyuqliklar harakatini hisoblash, ular tarkibiy qismining o'zgarishini bashorat qilish;
- er osti gaz omborlarini loyihalash;
- neft va gaz quduqlari ishlashini tadqiq va tahlil qilish;
- konlarning eng maqbul ish tartibini rejalashtirish va iqtisodiy hisoblashlar.

Ma'lumki, har qanday konni faqat bir marta ishlatish mumkin. Shuning uchun konni ishlatish jarayonida yo'l qo'yilgan xatoliklarni deyarli tuzatib bo'lmaydi. Ayniqsa, neft konlarini ishlatilishda yo'l qo'yilgan xatoliklar neft zaxirasining ko'p qismi yer ostida qolib ketishiga sabab bo'ladi. Bunday xatoliklarning oldini olish uchun konni ishlatishning bir necha usullarini har xil texnologik va iqtisodiy hisoblashlar orqali taqqoslab, eng arzon va maqbul usuli tanlab olinadi.

Konlarni ishlatishning har xil usullarini hisoblab ko'rishda «Konlarni ishlatish nazariyasi»da o'rgatiladigan quyidagi asosiy qonuniyatlardan foydalaniladi:

- massa saqlanish qonuni;
- momentlar saqlanish qonuni;
- harakat saqlanish qonuni;
- holat tenglamalari.

Bu qonuniyatlarni qo'llab, ularni kon uchun birgalikda yechib, shu kon uchun yaroqli bo'lgan umumiy yoki xususiy matematik model yaratiladi. Matematik modelning asosiy tenglamalari chegaraviy va boshlang'ich shartlar bilan birga qaraladi.

Shunga ko'ra modellashirilmoqchi bo'lgan kon ma'lum boshlang'ich, chegaraviy va yakuniy shart-sharoitlarga ega bo'lishi kerak.

Konlarni loyihalashtirishdagi asosiy hisoblardan biri, olinadigan

neft miqdorini konning ishlash davrida qay tarzda o'zgarishini boshqa texnologik omillarga (masalan, quduqlar soni, neft olish sur'ati, qatlam bosimini saqlash, va h.k.) bog'liqligini aniqlashdan iboratdir. Bu hisoblashlarni bajarish uchun yaratilgan model, u qaysi turdagi modelga kirishidan qat'i nazar, haqiqiy kon sharoitidagi omillarni o'zida to'liq aks ettirgan yoki o'zaro o'xshash omillarga asoslangan bo'lishi shart. Bu o'xshashliklar esa modellash tirish nazariyasidagi o'xshashliklar qonuni bo'yicha olib boriladi.

7.3. Modellash tirishdagi o'xshashlik qonunlari

Modelda bo'ladigan jarayonlar tabiiy jarayonlar bilan bir-biriga o'xshash bo'lib, faqat miqdori va kattaligi bilan farq qilishi mumkin. Modelni yaratishda tabiiy jarayonlar iloji boricha to'liq hisobga olinishi shart.

Bu jarayonlarni qay tarzda hisobga olish ularning miqdori va kattaligining qanday darajada bo'lishini modellash tirish nazariyasiga asoslangan holda hal qilinishi kerak. Modellash tirish nazariyasi - «oddiydan murakkabga» va «ma'lumdan - noma'lumga» degan falsafiy tushunchalarga asoslangan. Ana shu tushunchalarga asoslanib, modellash tirishning asosiy mezonlari - har ikki jarayonning ko'rsatkichlari o'xshashligidir.

Tabiiy va modeldagi jarayonlarning o'xshashligi bir-biriga yaqin bo'lishi yoki bir-biridan juda ham kam farqli bo'lishi uchun maxsus ko'rsatkichlar, omillar tanlab olinadi. Bu tanlab olingan ko'rsatkichlar, omillar tabiiy va sun'iy jarayonlarni to'liq aks ettirib, iloji boricha o'ldiruv birligisiz kattaliklar bo'lishi kerak.

Bu talablarni bajarish uchun bir xillik yoki o'xshashlik shartlariga amal qilish kerak. O'xshashlik shartlari quyidagilardan iborat:

1. Jarayonlarning geometrik o'xshashligi;
2. Tadqiqot qilinayotgan jarayonlarning boshlang'ich shart-sharoitlarining o'xshashligi;
3. Jarayonlar sodir bo'layotgan muhitning xususiyatlari va uning o'ziga xos ko'rsatkichlarining o'xshashligi;
4. Chegaraviy shart-sharoitlar o'xshashligi.

Geometrik o'xshashlik tabiiy muhit va modeldagi uzunlik, balandlik, yuza, harakatning to'g'ri chiziqli yoki radially kabi omillarning o'xshashligini o'z ichiga oladi.

Boshlang'ich shart-sharoitlarning o'xshashligi, asosan, boshlang'ich bosim, harorat, gaz eriganligi, neft va gaz bilan to'yinganligi, muhitlarning gidrofil yoki gidrofobligi kabi ko'rsatkichlarning o'xshashligini o'z ichiga oladi.

Muhitning xususiyatlari va o'ziga xos ko'rsatkichlarining o'xshashligi: qatlamning g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, solishtirma yuzasi, mexanik xossalari; qatlamdagi suyuqliklarning zichligi, qovushqoqligi, erigan tuz va gaz miqdorlari; ularning tarkibi kabi omillarning o'xshashligini o'z ichiga oladi.

Chegaraviy shart-sharoitlarning o'xshashligi ta'minlash chegarasidagi bosim, quduqlarning ishlash ko'rsatkichlari, ularning soni kabi omillarning o'xshashligini o'z ichiga oladi.

Modellashtirish nazariyasida har ikkala jarayon ham bir xil matematik differensial tenglamalar bilan tasvirlansa va o'xshashlik shart-sharoitlari bajarilsa, bu ikki jarayon o'xshash deyiladi. Bu nazariya Kirpichnikov - Guxman nazariyasi deb yuritiladi.

O'xshash jarayonlar mezonlar orqali xarakterlanadi.

7.4. Neft va gaz konlarini modellashtirish uchun qo'llaniladigan o'xshashlik mezonlari

Neft-gaz konlaridagi bo'ladigan jarayonlarni modellashtirishda quyidagi 17 mezon hisobga olinadi:

qatlamning g'ovakligi – m , o'tkazuvchanligi – k , to'yinganligi – S_o , balandligi – h , uzunligi – l , og'ish burchagi – α , neft siqib chiqarilayotgan yo'nalishdagi koordinatasi – x , qatlamdagi suyuqliklarning zichligi – ρ_s , ρ_n , μ_s , μ_n , bosimlar ayirmasi – ΔP , quduqning mahsulot miqdori – q , sirt taranglik kuchi – σ , chekka ho'llash burchagi – Q , erkin tushish tezlanishi – g va vaqt – t . Bu mezonlar qatlamda bo'layotgan jarayonlarni deyarli to'liq aks ettiradi. Lekin hisoblashlarda bu mezonlardan shundayligicha foydalanish, ularning o'lchov birliklari har xil bo'lganligi tufayli hisoblashlarni ancha murakkablashtirib yuboradi. Shuning uchun 17 ta mezondan 13 ta o'lchov birligisiz kattalik hosil qilinadi:

$$1 \text{ } \% \text{ } q/l; 2/h/l; 3/ q^* \text{ } t/l; 4/\alpha; 5/m; \\ 6/ \mu_n/\mu_s; 7/S_o; 8/ \rho_n / \rho_s; 9/ m^*\Delta P/g^*\mu_n$$

$$10/ \rho \sqrt{k} / \mu \quad 11/ \sigma \sqrt{m} / \Delta P \sqrt{k} = \pi_1;$$

$$12/ \sigma/k \lg \text{grad} P = \pi_2 \quad ; \quad 13/ \cos \theta.$$

Bu o'lchov birligisiz kattaliklar neft va gaz qatlamlarini ishlatishda bo'ladigan barcha jarayonlarning matematik modelini yaratishga va ular bilan murakkab hisoblashlar olib borishga imkon beradi.

Adabiyotlar

1. Амике Д., Басс Д., Уайтинг Р. Физика нефтяного пласта. Перевод с англ., – М.: Гостоптехиздат, 1962.
2. Гиматулинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Недра, 1982.
3. Гиматулинов Ш.К., Дуношкин И.И., Нагорный Л.А. Практикум по физике нефтяного пласта. – М.: изд. МИНХ и ГР, 1978.
4. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. – М.: Недра, 1977.
5. Мирзаджанзаде А.Х., Аматов И.М., Ковалев А.Г. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Недра, 1992.
6. Сидикходжаев Р.К. Акрамов Б.Ш., Андрейчикова Т.У. Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу “Физика нефтяного и газового пласта”. – Т.: ТашПИ, 1989.
7. Сидикходжаев Р.К. Акрамов Б.Ш., Андрейчикова Т.У. Физика нефтяного и газового пласта: Методические указания по самостоятельной работе. – Т.: ТашПИ, 1990.
8. Бойко В.С. Разработка эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1990.
9. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов. Перевод с англ., – М.: Недра, 1986.
10. Желтов У.П. Разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1988.
11. Закиров С.Н. Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: Недра, 1989.
12. Мавлонов А.В. Нефть-газ кони геологияси. – Т.: Фан, 1992.
13. Иброхимов З.С., Акрамов Б.Ш., Алимухаммедов Н.Х., Дустмухамедов Ш.Н., Обидов А., Сидикхўжаев Р.К. Нефть ва газ соҳаларининг русча-ўзбекча атамалари луғати. – Т.: Нур, 1992.
14. Справочная книга по добыче нефти. – М.: Недра, 1974.
15. www.lukoil.ru
16. www.sibneft.ru
17. www.transneft.ru
18. www.nefte.ru

Halqaro tizim /SI/ dagi asosiy birliklar

1	2	Birliklar		
		nomi	Belgilari	
			Ruscha	halqaro
			3	4
1. Asosiy birliklar				
Uzunlik	metr		m	M
Massa	kilogramm		kg	kg
Vaqt	sekund		s	S
Elektr tok kuchi	amper		A	A
Termodinamik harorat	kelvin		K	K
Modda miqdori	mol		Моль	mol
Yorug'lik kuchi	kandela		кД	Cd
II. Qo'shimcha birliklar				
Yotiq burchak	radian		Рад	rad
III. Hosila birliklari				
Tazyiq	metr		m	m
Maydon	kvadrat metr		m ²	m ²
Hajm sig'iraolishlik	kub metr		m ³	m ³
Tezlik	sekundda metr		m/c	m /s
Tezlanish	kvadrat sekundda metr		m/c ²	m/s ²
Yuk ko'taraolishlik	kilogramm		кг	kg
Tebranishlar chastotasi	gers		Гц	Hz

Kinematik qovushqoqlik	sekundiga metr kvadrat	m^2/c	m^2/s
Massa sarfi, nasos va kompressorning massali sarfi	sekundiga kilogramm	kg/c	kg/s
Hajm sarfi, nasos va kompressorning (hajmi) sarfi	sekundiga metr kub	m^3/c	m^3/s
Tog' jinslarining o'tkazuvchanligi	kvadrat metr	m^2	m^2
Yoqilg'i yonishining solishtirma issiqligi	kilogrammmda joul	$D\mathcal{K}/kg$	J/kg
Yoqilg'i yonishining hajm issiqligi	metr kubda joul	$D\mathcal{K}/m^3$	J/m^3
Solishtirma issiqlik sig'imi	kilogramm	kg	kg
solishtirma entropiya;	kelvinda	K	K
solishtirma gaz doimiyligi	joul	$D\mathcal{K}$	J
Hajmli issiqlik sig'imi	metr kub kelvinda joul	$D\mathcal{K}/m^3 \cdot K$	$J/m^3 \cdot K$
Universal gaz doimiyligi	mol kelvinda joul	$D\mathcal{K}/mоль \cdot K$	$J/mol \cdot K$
Haroratli gradient	metrda	m	m
geotermik gradient	kelvin	K	K
Issiqlik beraolishlik /issiqlik almashtiruvchi koeffitsienti; issiqlik uzatish koeffitsienti	metr kvadrat kelvinda Vatt	$B_T/m^2 \cdot K$	$Vt/m^2 \cdot K$
Issiqlik o'tkazuvchanlik	sekundda kvadrat metr	m^2/c	m^2/s
Issiqlik qarshiligi	Vattda kvadrat metr kelvinda	$m^2 \cdot K/B_T$	$m^2 \cdot K/Vt$

Elektr miqdori, elektr zaryadi	kulon	Kл	Kl
Elektr kuchlanishi, elektr potentsiali, elektr yurituvchi kuch	volt	B	V
Elektr sig'imi	farada	Ф	F
Elektr qarshiligi	Om	Om	Om
Solishtirma elektr qarshiligi	Om metr	Om*M	Om*m
Elektr o'tkazuvchanlik	simens	Cм	Sm
Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik	metrda simens	Cм/м	Sm/m
Magnit oqimi	veber	Bб	Vb
Magnit induksiya	tesla	Tл	T
Magnit yurituvchi kuch	amper	A	A
Induktivlik; o'zaro induktivlik	genri	Гн	G
Molar konsentratsiya	metr kubda mol	моль/м ³	mol/m ³
Molar massa	molda	кг/моль	kg/mol
Molar hajm	kilogramm	м ³ /моль	m ³ /mol

Zichlik	metr kubda kilogramm	кг/м^3	кг/м^3
Chiziqli zichlik	metrda kilogramm	кг/м	кг/м
Solishtirma hajm	kilogrammda metr kub	$\text{м}^3/\text{кг}$	$\text{м}^3/\text{кг}$
Kuch (og'irlik kuchi, harakatlanuvchi kuch), og'irlik	nyuton	H	N
Kuch momenti, aylantiruvchi moment	nyuton-metr		N.m.
Bosim, mexanik kuchlanish	paskal	Па	Pa
Bosim gradienti	metrda paskal	Па/м	Pa/м
Taranglik yuzasi, adgezion mustahkamlik	metrda nyuton	Н/м	N/м
Ish, energiya, issiqlik miqdori, termodinamik potensial (entalpiya, ichki energiya va b.) nurlanish energiyasi	joul	Дж	J
Solishtirma ish; solishtirma energiya; issiqlikning solishtirma miqdori; solishtirma termodinamik potensial (solishtirma entalpiya, solishtirma ichki entalpiya)	kilogrammda joul	Дж/кг	J/kg
Quvvat, issiqlik oqimi, issiqlik oqimining yuza zichligi	vatt metr kvadratda vatt	Вт/м^2	W/м^2
Issiqlik oqimining hajm zichligi	metr kubda vatt	Вт/м^3	W/м^3
Dinamik qovushqoqlik	paskal sekund	Па*с	Pa*s

MUNDARIJA

	Kirish.....	3
	I bo'lim. Tog' jinslarining xossalari.....	5
1.1.	Tog' jinslarining paydo bo'lishi bo'yicha tasnifi.....	5
1.2.	Tog' jinslarining donadorlik tarkibi.....	7
1.3.	Tog' jinslarining g'ovakligi.....	12
1.4.	Tog' jinslarining yoriqligi va kovakligi.....	16
1.5.	Yoriq kollektorlarning yoriqlik intensivligi, ochiqligi va g'ovakligi.....	18
1.6.	Tog' jinslarining o'tkazuvchanligi.....	21
1.7.	Qatlamdagi fazalar harakati.....	25
1.8.	O'tkazuvchanlikning g'ovaklik va g'ovak kanallari bilan bog'liqligi.....	30
1.9.	G'ovaklar miqdorini aniqlash usullari.....	33
1.10.	Tog' jinslarining solishtirma yuzasi.....	36
1.11.	Tog' jinslarining turliligini o'rganish.....	40
	II bo'lim. Tog' jinslarining mexanik xossalari.....	45
2.1.	Tog' jinslarining asosiy mexanik xossalari.....	45
2.2.	Tog' jinslarining deformatsiyasi va mustahkamlik xossalari.....	46
2.3.	Tog' jinslarining taranglik xususiyatlari.....	47
2.4.	Tog' jinslarining mexanik xossalarini aniqlash usullari.....	48
2.5.	Tog' jinslarining issiqlik xossalari.....	49
2.6.	Tog' jinslarining issiqlik xossalarini aniqlash usullari.....	52
2.7.	Tog' jinslarining akustik xususiyatlari.....	54
	III bo'lim. Gaz, kondensat, neft va qatlam suvlarining fizik-kimyoviy xossalari.....	56
3.1.	Karbonsuvchillarning qatlamda to'planishiga qarab neft va gaz konlarining turlari.....	56
3.2.	Tabiiy gaz va gazkondensat konlaridagi gazlarning tarkibi. Tabiiy gazlar tasnifi.....	59
3.3.	Tabiiy gazlarning asosiy fizik xossalari.....	61
3.4.	Gaz va gaz aralashmalarining zichligi va molekular massasi.....	61
3.5.	Gazlarning holat tenglamalari.....	67
3.6.	Tabiiy gazlarning kritik va keltirilgan parametrlari....	69
3.7.	Gazlarning qovushqoqligi va uni aniqlash usullari.....	75

3.8.	Gazlarning namlik miqdori.....	80
3.9.	Tabiiy gazlarning issiqlik xossalari.....	82
3.10.	To'yingan bug'ning tarangligi.....	88
3.11.	Kristallogidratlar va ularning hosil bo'lish sharoitlari...	90
3.12.	Gaz gidrat konlar xarakteristikasi.....	93
3.13.	Kondensatlarning fizik xossalari va tarkibi.....	94
3.14.	Kondensatlarni tadqiq qilish natijalari.....	97
3.15.	Neft tarkibi va tasnifi.....	98
3.16.	Neftning asosiy fizik xossalari.....	101
3.17.	Gazlarning neft va suvda erishi.....	105
3.18.	Neft xossalarining to'plam ichida o'zgarishi.....	108
3.19.	Neft xossalarini o'rganishning fotokalorimetriya usuli	110
3.20.	Neftning reologik xususiyatlari.....	112
3.21.	Neft va gazning fizik xossalarini o'rganish uchun ishlatiladigan apparatlar.....	117
3.22.	Qatlamlardagi qoldiq suvlar holati.....	120
3.23.	Qatlam suvlarining fizik-kimyoviy xossalari.....	123
3.24.	Kollektorlarning neft va qoldiq suvlar bilan to'yinganligini aniqlash usullari.....	125
3.25.	Qatlam suvlari tarkibining o'zgarishidan konlarni ishlatishda foydalanish.....	128
3.26.	Qatlamdagi neft-suv, gaz-suv va gaz-neft tutash yuzalarining holati.....	130
	IV bo'lim. Karbonsuvchil sistemalarining fazaviy holatlari.....	133
4.1.	Bir komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarishi.....	133
4.2.	Ikki va ko'p komponentli karbonsuvchillarning fazaviy o'zgarishlari.....	137
4.3.	Ko'p komponentli karbonsuvchillar aralashmalarining kritik holatdagi xususiyatlari.....	139
4.4.	Gaz namligining karbonsuvchillar fazaviy o'zgarishlariga bo'lgan ta'siri.....	142
4.5.	Gazkondensat konlarining xarakteristikasi.....	143
4.6.	Fazaviy muvozanatning doimiy miqdori va uni aniqlash usullari.....	145
	V bo'lim. Qatlam-suv-neft-gaz tizimining sirt- molekular xossalari.....	149

5.1.	Neft, suv va gazning qatlam ichidagi harakatiga sirt taranglik hodisalarining ta'siri.....	149
5.2.	Sirt taranglik kuchi va uning bosim va haroratga bog'liqligi.....	150
5.3.	Ho'llash, adgeziya ishi, ho'llash burchagi va ho'llash issiqligi.....	152
5.4.	Sirt taranglik kuchini tajribaxonada aniqlash usullari....	156
5.5.	Ho'llash burchagining harakat davrida o'zgarishi.....	157
5.6.	Kapillar bosim va ho'llash chetki burchagini aniqlash usullari.....	159
	VI bo'lim. G'ovakli muhitdan neft va gazni siqib chiqarishning fizik asoslari.....	163
6.1.	Qatlam bosimi energiyalarining manbalari va qatlamqa ta'sir etuvchi kuchlar.....	163
6.2.	Qatlamlarning neft beraolishlik qobiliyatining har xil omillarga bog'liqligi.....	168
6.3.	Qatlamlarning gaz, kondensat va komponent beraolishlik qobiliyati.....	169
6.4.	Neft va gazni qatlamdan siqib chiqarishni ilmiy tajribalar orqali o'rganish.....	171
6.5.	Qatlamlarning flyuid berish qobiliyatlarini oshirish yo'llari.....	174
	VII bo'lim. Konlarni o'rganishda modellashtirish.....	177
7.1.	Modellashtirish vazifalari, usullari va turlari.....	177
7.2.	Neft va gaz konlaridagi jarayonlarni modellashtirish asoslari.....	180
7.3.	Modellashtirishdagi o'xshashlik qonunlari.....	181
7.4.	Neft va gaz konlarini modellashtirish uchun qo'llaniladigan o'xshashlik mezonlari.....	182
	Adabiyotlar.....	184
	Ilovalar.....	185

Muharrirlar: M.M. Botirbekova, K. A. Sidiqova

Bosishga ruhsat etildi 12.01.2007 y. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 12. Nushasi 50 dona. Buyurtma № 110.

TDTU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh,
Talabalar ko'chasi 54. tel: 396-63-84.