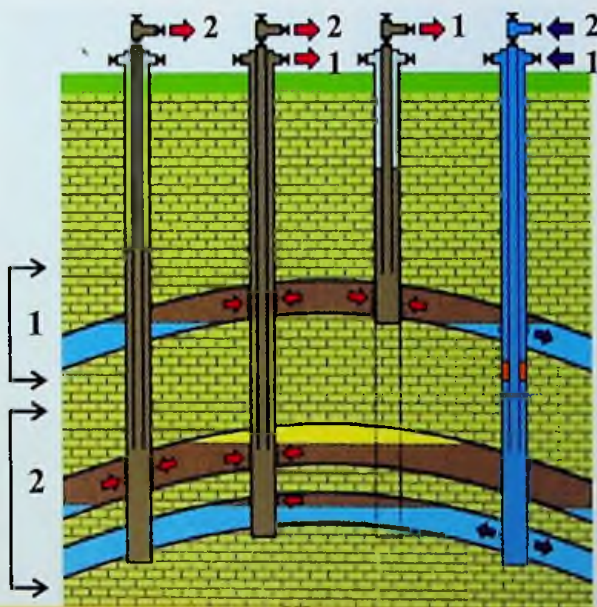


A.X. Agzamov, N.X. Ermatov,
N.M. Avlayarova, B.Y. Nomozov

NEFT KONLARINI ISHLATISH



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

**A.X. AGZAMOV, N.X. ERMATOV,
N.M. AVLAYAROVA, B.Y. NOMOZOV**

NEFT KONLARINI ISHLATISH

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan 5311900-“Neft va gaz konlarini ishga tushirish va ulardan
foydalanish” bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik
sifatida tavsiya etilgan*

UO'K: 553.98:551.577.54(075)

33.36ya73

N50

Neft konlarini ishlatish [Matn] : darslik / A.Agzamov, N.N.Ermatov, N.Avlayarova, B.Nomozov. - T.: "Excellent Polygraphy" 320 bet.

Darslikda neft va gazning fizik-kimyoviy xossalari, qatlamlarining tabiiy ishlash rejimlari, ishlash sistemalari, neft konlarini ishlashni modellashtirish; neft konlarining ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilish va oqilona ishlash variantini tanlash; anomal xossali neft konlarini ishlatish; neft konlarining suv bostirish usullarini qo'llab ishlatish; quduqlar to'rlarining zichligini asoslash; neft konlarining texnologik ko'rsatkichlarini iqtisodiy baholash; neftgaz uyumlarini ishlash; ko'p qatlamli konlarni ishlatish; neft konlarining ishlash holati ta'hlili; neft konlarining loyiha hujjatlari tarkibiy qismlari va ularga qo'yiladigan talablar yoritilgan.

Darslik 5311900 – "Neft va gaz konlarini ishga tushirish va ulardan foydalanish" bakalavr ta'lim yo'nalishining talabalari uchun mo'ljallangan. Shuningdek, undan neft va gaz sohasida ishlaydigan mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

9 jadval, 103 ta rasm, adabiyotlar – 16 nomda.

Taqrizchilar:

Sultonov B.Q. – Muborakneftgaz MCHJ bosh muhandisi

Sunnatov Z.U. – Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti "Foydali qazilma konlari geologiyasi, qidiruv va razvedkasi" kafedrasini mudiri, texnika fanlari nomzodi, dosent,

ISBN 978-9943-6248-5-6

© A.X.Agzamov va boshqalar, 2020

© "Excellent Polygraphy", 2020

KIRISH

Neft konlarini ishlash, deganda ostida neft konlari maydonlarida ma'lum bir tizimda joylashtirilishi kerak bo'lgan ishlatish quduqlari sonini va ularning ishga tushirish navbatini belgilash, ishlatish quduqlari tomon qatlamdagi suyuqlik va gazlarning harakati va qatlam energiyasi balansini tartibga solish jarayonlarining ilmiy asoslangan boshqarilishi tushuniladi.

Neft konlarini ishlatish fanining maqsadi – talabalarni neft uyumlarini ishlash jarayonlarining fizik asoslari bilan tanishtirish, turli rejimlardagi neft uyumlari ishlash jarayonlarining modellashtirish usullarini o'rgatish, ishlash ko'rsatkichlarining gidrodinamik hisoblash usullarini o'zlashtirish bilan bog'liq.

Ushbu fan neft konlarini samarali ishlash muammosining ayrim tarafini o'rganuvchi ko'plab fanlar bilan uzviy bog'liq. Ular qatorida “Oliy matematika”, “Fizika”, “Termodinamika va issiqlik mashinalari”, “Neft va gaz konlari geologiyasi”, “Neft va gaz qatlamlari fizikasi”, “Yer osti gidravlikasi”, “Neft va gaz qazib olish texnologiyasi va texnikasi”, “Neft, gaz va suvni yig'ish va tayyorlash”, “Kon fizikasi” va boshqa fanlarni ko'rsatish mumkin. Ammo, neft konlarini ishlatish neft uyumi va unda ro'y berayotgan jarayonlar, konlarda neft, gaz va suvni tayyorlash, konlarni jihozlash, neft konlari ishlashining texnik-iqtisodiy samaradorligi haqidagi hamma bilimlarimizni yagona maqsad uchun uzviy bog'lashga qaratilgan.

Yuqori sifatli loyihalar — neft qazib olish korxonalarining katta texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga erishishi uchun zamin yaratadi. Agar, neft olish jarayoni ko'p variantlilik va ushbu jarayon ko'rsatkichlariga bir vaqtda ko'plab faktorlar ta'sir etishini inobatga olsak, loyiha hujjatlarini tuzish sifatini oshirish kerakligi yana ham muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, neft olish sanoati eng kapital va energiya sarfini talab etuvchi tarmoqlaridan biridir. Shu sababli neft konining ilmiy asoslangan loyihasini tuzishdan maqsad rejalashtirilgan neft miqdorining eng kam xarajatlarni sarf etib olishni ta'minlash va neft zahiralardan samarali (iloji boricha to'laroq) foydalanishdan iborat. Bu qo'yilgan maqsadga neft konlarini ishlash bilan bog'liq hamma asosiy ishlarni ilgaridan mukammal o'ylangan reja-ishlash loyihasi asosida amalga oshirish mumkin.

Hozirgi kunga kelib, neft konlarining ishlash tizimlari va loyihalashtirish usullarini yaratish bo'yicha katta yutuqlarga erishilgan. Bu yutuqlar A.P.Krilov, I.M.Muravyev, F.A.Trebin, M.M.Glagovskiy, N.M.Nikolayev, M.F.Mirchink, S.A.Xristanovich, I.A.Charniy, V.M.Shelkachev, Sh.K.Gimatuddinov, Y.P.Borisov, V.S.Orlov, M.D.Rozenberg, M.L.Surguchev, M.M.Sattarov, Y.P. Jeltov, Y.P.Donsov va boshqa xorijiy olimlarning fundamental ishlari bilan bog'liq.

O'zbekistonda neft konlarini ishlash va loyihalashtirish muammolarini hal etish bo'yicha S.N.Nazarov, G'.A.Alijonov, E.K.Irmatov, P.K.Azimov, A.A.Arslonov, A.G.Posevich, F.SH.Sobirov, N.V.Sipachev, U.S.Nazarov, A.V.Mavlonov, B.SH.Akramov, R.K.Siddiqxo'jayev, P.E.Allaqulov, N.N.Mahmudov, A.A.Zokirov, N.X.Ermatov va boshqalar tomonidan ko'plab nazariy va amaliy izlanish olib borilgan va olib borilmoqda.

Ushbu darslikni yozishda Y.P.Jeltovning "Razrabotka neftyanix mestorojdeniy" kitobi asos qilib olindi va hozirgi davr talabidan kelib chiqib, katta chuqurlikdagi va yuqori qovushqoqli neft konlarini loyihalashtirish, bozor iqtisodiyoti sharoitida neft konlarining ishlash iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash, loyiha hujjatlarini hisoblash, loyiha hujjatlarini tuzish va ularga bo'lgan talablar yoritilgan boblar bilan to'ldirildi.

Darslikda neft konlarini tabiiy rejimlarda ishlash va loyihalashtirish masalalari ko'rib chiqilgan bo'lib, ushbu qo'llanma neft va gaz konlarini ishga tushirish va ulardan foydalanish yo'nalishida o'qiyotgan talabalarga mo'ljallangan.

"Neft konlarini ishlatish" fani bo'yicha yozilgan ushbu darslik kamchiliklardan aibatta, xoli emas. Shu sababli darslikdagi kamchiliklarni bartaraf qilishga qaratilgan barcha fikr va mulohazalarni mualliflar bajonudil qabul qiladi va o'z minnatdorligini izhor etadi.

I-BOB. NEFT VA GAZ KONLARINING ISHLASH DAVOMIDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

§ 1. Neft va gazning yer bag‘rida yotish xususiyatlari

Neft va gaz uyumlarining tabiiy yotishi uning ushbu moddalar bilan to‘yinishiga katta ta‘sir ko‘rsatadi, shuning uchun bu omilga alohida e‘tibor qaratish lozim.

Qatlam energiyasiga bog‘liq holda uyumlar quyidagilarga ajratiladi:

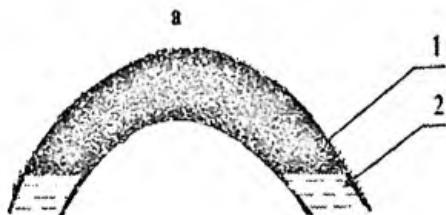
1. Qatlam suvlari energiyasi faol bo‘lgan neft uyumlari. Bunday uyumlarda qatlam suvlari energiyasining ishlatilishi hisobiga, erigan gaz ahamiyatini bo‘ysunuvchanligida neftning katta qismini olish mumkin.

2. Asosiy tabiiy energiya manbasi erigan gaz bo‘lgan, qatlam suvlari energiyasi cheklangan neft uyumlari.

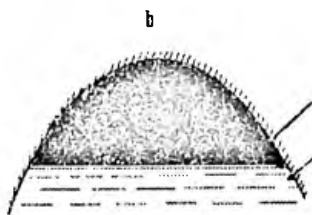
Qatlam energiyasi faol bo‘lgan neft uyumlarini uch guruhga bo‘lish mumkin:

Chekka suvlar bilan o‘ralgan qatlamsimon neft uyumlari (ko‘p hollarda ularning uzunligi enidan kattaroq (I.1 a – rasm));

Butun maydon bo‘ylab ostki suvlar bilan tutashgan massiv neft uyumlari. So‘nggi ish davrida birinchi guruhdagi uyumlar ikkinchi guruhga o‘tadi (ko‘p hollarda ikkinchi guruh uyumlari aylana shaklida bo‘ladi) (I.1 b-rasm);



Qatlamsimon neft uyumi
1-neft; 2- suv.



Massiv neft uyumi
1-neft; 2- suv.

**I.1-rasm. Chekka suvlar bilan yaxshi aloqada bo‘lgan
litologik o‘zgaruvchan neft uyumlari.**

Chekka suvlar bilan o'ralgan qatlamsimon neft uyumlarini ikki guruhiga bo'lish mumkin:

- mo'tadil antiklinal burmada joylashgan qatlamsimon neft uyumlari;

- keng suvneft zonali platforma turdagi qatlamsimon uyumlar.

Qatlam energiyasi cheklangan neft uyumlariga shunday uyumlarni kiritish lozimki, ularda kollektorlarning o'tkazuvchanligi pastligi yoki litologik o'zgaruvchanligi, uyumlarning to'silishiga olib keluvchi buzilishlarning borligi tufayli qatlam suvlari faolligi namoyon bo'lmaydi. Qatlam energiyasi cheklangan uyumlar quyidagi turlarga ajratiladi:

- 1) o'tkazuvchanligi past kollektorli qatlamsimon neft uyumlari;

- 2) chekka suvlari bilan sust aloqada bo'lgan, litologik o'zgaruvchan (linzasimon) neft uyumlari;

- 3) tektonik chegaralangan neft uyumlari (I.2-rasm).

Neftgaz uyumlari ichida ishlashga qo'llash mumkin bo'lgan asosiy ikki turini ajratish mumkin:

1. Yopilgan uyumlar, ularda to'silishga olib keluvchi kollektorlarning litologik o'zgaruvchanligi yoki uzilmalarning borligi, yoki boshqa sabablarga ko'ra, qatlam suvlarining faolligi namoyon bo'lmaydi va tabiiy energiyaning asosiy manbasi neftda erigan gaz "do'ppi"si hisoblanadi.



I.2-rasm. Tektonik to'silgan uyum.

2. Qatlam suvlari faol bo'lgan uyumlar, ulardan erigan gaz ahamiyatining bo'ysunuvchanligida, asosan kontur tashqarisi hududi va

gaz do'ppisining taranglik energiyasini ishlatish hisobiga neft olinishi mumkin.

Neftgaz uyumlarini yotish xususiyatlariga ko'ra uch guruhga bo'lish mumkin:

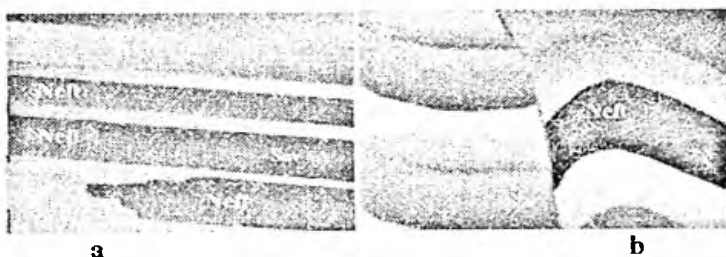
1. Gumbaz neftgaz uyumlari, ularda gaz do'ppisi bilan neft uyumi to'la yoki qisman yopilgan.



1.3-rasm. Gumbazsimon neftgaz uyumi:
1 – gaz; 2 – neft; 3 – suv.

2. Qanotlarida gaz do'ppisi to'la yoki qisman chegaralovchi neft uyumlari bo'lgan qatlamsimon neftgaz uyumlari.

3. Litologik yoki tektonik chegaralangan neftgaz uyumlari.



1.4-rasm. Litologik (a) yoki tektonik (b) chegaralangan neft uyumlari.

Mahsuldor qatlamlarning soniga qarab bir yoki ko'p qatlamli konlarga bo'linadi.

Boshlang'ich fazaviy holatga va asosiy uglevodorod birikmalari-ning tarkibiga ko'ra yer bag'ridagi uyumlar bir fazali va ko'p fazaliga ajratiladi.

Bir fazali uyumlarga quyidagilar kiradi:

- turli darajada gazga to'yingan neftli kollektor-qatlamlarda joylashgan neft uyumlari;
- gazli yoki uglevodorod kondensatlik gazli kollektor qatlamlarda joylashgan gaz yoki gazkondensat uyumlari.

Ikki fazali uyumlarga erigan gazli neft va neftning yuqorisida erkin gazli kollektor qatlamlar kiradi. Bunday uyumlarning erkin gazli tarkibida uglevodorod kondensati bo'lishi mumkin.

Uyunning neftga to'yingan qismining hajmini butun uyum hajmiga nisbatan ($V_N = V_N / (V_N + V_G)$) ikki fazali uyumlar quyidagilarga bo'linadi.

- gaz yoki gazkondensat do'ppili neft uyumlari ($V_N > 0,75$);
- gazneft yoki gazkondensat uyumlari ($0,50 < V_N < 0,75$);
- neftgaz yoki neftgaz kondensat uyumlari ($0,25 < V_N < 0,50$);
- neft hoshiyali gaz yoki gaz kondensat uyumlari ($V_N < 0,25$);

Kon(uyum)lar tuzilishining murakkabligiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1) oddiy tuzilishli, bunday konlarda mahsuldor qatlamlarning qalinlik va kollektorlik xususiyatlari maydon va kesim bo'yicha o'zgar-mas bo'lib, tektonik buzilmagan yoki kam buzilgan tuzilmalarda joyla-shadi;

2) murakkab tuzilishli, bunday konlar mahsuldor qatlamlarni maydon va kesim bo'yicha qalinlik va kollektorlik xususiyatlarini o'zga-ruvchanligi yoki yagona uyumni alohida bloklarga bo'luvchi litologik aralashmalar yoki tektonik buzilishlar borligi bilan xususiyatlanadi.

3) juda murakkab tuzilishli, bunday konlar yagona uyumlarni alohida bloklarga bo'luvchi litologik aralashishlar va tektonik buzilishlar bo'lishi, shuning bilan birga bu bloklar hududida mahsuldor qatlamlarning qalinlik va kollektorlik xususiyatlarini o'zgaruvchanligi bilan xususiyatlanadi.

Murakkab va juda murakkab tuzilishli turkumga neft gaz osti hududida ostki suvlar bilan tutashgan, kollektorlik xususiyatlari turli xil bo'lgan qatlamlarda ingichka hoshiyalarda joylashgan gazneft va neftgaz uyumlari ham kiradi.

Neftning olinadigan zahirasi va gazning balans zahirasi miqdoriga ko'ra neft va neftgaz konlari quyidagilarga bo'linadi:

- ajoyib, 300 mln. t. neft yoki 500 mlrd. m³ gaz bo'lgan;
- ulkan, 30 dan 300 mln. t gacha neft yoki 30 dan 500 mlrd. m³ gacha gaz bo'lgan;
- o'rta, 10 dan 30 mln. t gacha neft yoki 10 dan 30 mlrd. m³ gacha gaz bo'lgan;
- mayda, 10 mln. t dan kam neft yoki 10 mlrd m³ dan kam gaz bo'lgan.

§ 2. Tog' jinslari haqida umumiy tushunchalar

Neft va gaz yer qobig'ining tog' jinslarida, ularning yig'ilishi va saqlanishi uchun qulay geologik sharoitlar bo'lganda uchrashi mumkin. Bu sharoitlarning eng asosiysi – ko'pgina omillarga, shuning bilan birga kelib chiqishi va geologik vaqt mobaynida keyingi o'zgarishlarga bog'liq bo'lgan kollektorlik xususiyatlarining yaxshi namoyon bo'lganligidir.

Tog' jinslari asosiy uch guruhga bo'linadi: otqindi, cho'kindi va metamorfik. Otqindi jinslarga – murakkab minerologik tarkibdagi magmatik massaning qotishi va kristallanishi natijasida paydo bo'lgan jinslar kiradi.

Cho'kindi jinslarga litosferaning tashqi omillar ta'sirida yemirilishi, vulqon harakatidan paydo bo'lgan jinslarning mayda parchalanish va biologik organizmlarning hayotiy faoliyati mahsulotlari kiradi. Paydo bo'lishiga ko'ra cho'kindi jinslar quyidagilarga bo'linadi:

- terrigen, chaqiq jinslardan tashkil topgan (qum, qumtosh, alevrit, alevrolit, gil, argellit);
- ximogen, kimyoviy va biokimyoviy reaksiya natijasida suv aralashmasidan yoki suv havzasida harorat o'zgarishidan cho'kkan mineral moddalaridan tarkib topgan (tosh, tuz, gips, angidrit, dolomit, ba'zi ohaktoshlar);
- organogen, hayvon va o'simlik skeletlari qoldiqlaridan tuzilgan (bo'r, ohaktosh).

Metamorfik jinslar cho'kindi va otqindi jinslardan chuqurlikda yuqori bosim va harorat ta'sirida paydo bo'lgan (kristall slanslar, kvarsitlar, rogovitlar va boshqalar). Ular kristalli tuzilishdan iborat.

Jinslarning yuqorida keltirilgan tasnifi bir qancha darajada shartlidir. Jinsda neft, gaz va suv yig'ilishi uchun jins avvalo kollektor, shuning bilan birga g'ovak, kovak yoki yoriqlar ko'rinishidagi ma'lum bo'shliqlar sig'imiga ega sanoat ahamiyatidagi zahiralarni vujudga kelishi uchun esa yana o'tkazuvchan bo'lishi lozim. Jinslarning kelib chiqishi va tuzilishiga bog'liq holda bu xususiyatlar yaxshi yoki yomon namoyon bo'lgan bo'lishi mumkin. Bundan tashqari ba'zi bir jinslarda g'ovaklik, ikkinchilarida kovaklik, uchinchilarida yoriqlik ko'rsatkichi ustun bo'lishi mumkin. Jinslarning tuzilishiga bog'liq holda ularning kollektorlik va petrofizik xususiyatlari katta miqyosda o'zgarishi mumkin. Shuning bilan birga ularda joylashgan neft, gaz va suvning zahiralari ham bir muncha o'zgarishi mumkin.

1-jadval

Neft va gaz kollektorlari tasnifi

	Kollektor		Tasnif mezonlari
	Turi	Jins	
	Yoriqli	Yoriqli	$S_s=1; m_k=0$
	Kovakli	Kovakli	$S_s=1; m_1=0$
	Kovak-yoriqli	Kovak-yoriqli	$S_s=1; N_{ok} > N_{oyo}$
	Yoriq-kovakli	Yoriq-kovakli	$S_s=1; N_{oyo} > N_{ok}$
	G'ovakli	G'ovakli	$m_k=0; m_{yo}=0; S_c < 1; \text{yoki}$ $m_z > m_k + m_{yo};$ $N_{oz} > N_{ok} + N_{oyo}$
	Yoriq-g'ovakli	Yoriq-g'ovakli	$S_s < 1; N_{oyo} > N_{oz}; m_k=0$
	G'ovak-yoriqli	G'ovak-yoriqli	$S_s < 1; N_{oz} > N_{oyo}; m_k=0$
	G'ovak-kovakli	G'ovak-kovakli	$S_s < 1; N_{oz} > N_{ok}; m_{yo}=0$
	Kovak-g'ovakli	Kovak-g'ovakli	$S_s < 1; N_{ok} > N_{oz}; m_{yo}=0$
0	Kovak-yoriq-g'ovakli	Kovak-yoriq-g'ovakli	$S_s < 1; N_{ok} > N_{oz} + N_{oyo}$
1	G'ovak-yoriq-kovakli	G'ovak-yoriq-kovakli	$S_s < 1; N_{oz} > N_{oyo} + N_{ok}$
2	Yoriq-g'ovak-kovakli	Yoriq-g'ovak-kovakli	$S_s < 1; N_{oyo} > N_{oz} + N_{ok}$

F.I.Kotyaxov kollektorlarning turiga qarab uyumdagi neft, gaz va suvning zahiralari nisbiy miqyosda baholashga, ularni aniqlash uslublari va ishlash usullari haqida fikr yuritishga yordam beradigan tasnifni taklif qildi.

Bu yerda – S_s – kapillyar bog‘liq suvning miqdori; $m_k m_{y_o} m_z$ – mos ravishda kovaklik, yoriqlik, g‘ovaklik koeffitsientlari; $N_{vz} N_{ok} N_{oyo}$ – mos ravishda g‘ovak, kovak va yoriqlardagi neftning olinadigan zahirasi.

Bu tasnifning alohida xususiyati shundaki, uni har qanday: otqindi, cho‘kindi, metamorfik kelib chiqishdagi tog‘ jinslari uchun qo‘llasa bo‘ladi.

§ 3. Qatlamning suv tazyikli tizimlari

Suv – neft va gazning doimiy yo‘ldoshi – jinsda bir necha ko‘rinishda yotadi.

Kollektorlarning yirik kapillyar g‘ovaklarida erkin gravitatsion suv tomchi, suyuqlik holatida bo‘ladi. Bu suv gravitatsion kuchlar ta’sirida erkin harakatlanadi va gidrostatik bosim beradi. Yirik kapillyar g‘ovaklarda harakatlanayotgan suv katta tezlikka erishishi mumkin. Yirik kapillyar g‘ovaklarning o‘lchamlari >0.5 mm.

Kapillyar g‘ovaklarda suyuqlik o‘zining zarrachalari va suyuqlik zarrachalari hamda g‘ovak devori orasidagi molekulalararo tortishish kuchi ta’siri ostida turadi. Suyuqlikni kapillyar g‘ovaklarda ko‘chishi uchun og‘irlik kuchidan bir muncha yuqori bo‘lgan kuchlanish talab qilinadi. Kapillyar g‘ovaklarning o‘lchamlari 0,5 mm dan 0,0002 mm gacha oraliqlarda o‘zgaradi.

O‘ta mayda kapillyar g‘ovaklarda molekulalararo tortishish shunchalik ulkan bo‘ladiki, suyuqlikni harakatlanishi uchun qatlam sharoitida bo‘lmagan, juda ham yuqori bosimlar farqi talab qilinadi. Amalda o‘ta mayda kapillyar g‘ovaklarda suyuqlik harakatlanmaydi. O‘ta mayda g‘ovaklarning o‘lchamlari dumaloq bo‘shliqlar uchun 0,0002 dan, yoriqlar uchun – 0,0001 mm dan kichik.

Yer osti suvlari tog‘ jinslariga cho‘kindi yig‘ilishi jarayoni kabi (sedimentatsion suvlar), shakllanib bo‘lgan tog‘ jinslariga tashqi tomondan keyinchalik kirishi natijasida tushadi (infiltratsion suvlar).

Atmosfera yog'inlari daryo, ko'l va dengiz suvlaridan paydo bo'ladigan infiltratsion suvlar kollektorlarning g'ovak qatlamlariga kirish bilan to'yinish hududi (zonasi)dan ko'tarilish hududiga harakat qiladi.

Neft va gaz konlari suvlarini aniqlashni yengillashtirish uchun avvalo ularni suvli, neftli, gazli qatlamlarga nisbatan joylashish holatiga qarab tasniflanadi.

I. Qattiq suvlar: 1) tashqi yoki chegara; 2) ostki; 3) oraliq;

II. O'zga suvlar: 1) yuqori; 2) pastki; 3) tektonik; 4) qattiq suvli kirgizilgan.

Suvlarning kimyoviy tahlili ularni kimyoviy tarkibini hamda foydali va zararli xususiyatlarini ajratish va baholash uchun o'tkaziladi.

Hozirgi vaqtda oltita asosiy komponentni aniqlash zarur hisoblanadi: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ ; ba'zida ularga CO_3^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , suvning zichligi va pH ham qo'shiladi.

Tabiiy suvlarning kimyoviy tarkibiga ko'ra juda ko'p tasniflari mavjud, lekin ularning bir nechtasigina keng tarqalgan.

Suvlarni T.Klark, V.A.Aleksandrov, S.A.Shukarev, N.I.Tolstikin, Ch.Palmer va b. tomonidan tavsiya qilingan tasniflari ma'lum. Neftchilar orasida esa V.A.Sulin tasnifi keng miqyosda ishlatilmoqda.

Neft va gaz qatlamlaridagi suvlarning tasnifi ichida ana shu suvlarning qanchalik sho'rlanganligiga, ya'ni tarkibida u yoki bu tuzlarning miqdoriga qarab Palmer va Sulin tasniflari keng tarqalgan hisoblanadi.

1.2-jadval

Neft va gaz qatlami suvlarining Palmer bo'yicha tasnifi

Sinf	Ionlar nisbati	Palmer tasnifi	Eslatma
1	$\text{RNa}^+ > (\text{rCl}^- + \text{rSO}_4^{2-})$	$\text{A1} > 0; \text{S2} = 0; \text{S3} = 0$	Ishqoriy suvlar
2	$\text{RNa}^+ = (\text{rCl}^- + \text{rSO}_4^{2-})$	$\text{A1} = 0; \text{S2} = 0; \text{S3} = 0$	Ishqoriy suvlar
3	$\text{RNa}^+ < (\text{rCl}^- + \text{rSO}_4^{2-})$	$\text{A1} = 0; \text{S2} = 0; \text{S3} = 0$	Qattiq suvlar
4	$\text{RN}^+ + (\text{rCl}^{++} + \text{rMg}^{++}) > (\text{rCl}^- + \text{rSO}_4^{2-})$	$\text{A1} = 0; \text{S2} = 0; \text{S3} = 0$	Qattiq suvlar
5	$\text{rNa}^+ + (\text{rCa}^{++} + \text{rMg}^{++}) > \text{rCl}^- + \text{rSO}_4^{2-}$	$\text{A1} = 0; \text{S2} = 0; \text{S3} = 0$	Nordon suvlar

Palmer tasnifi bo'yicha qatlam suvlari 5 sinfga bo'lingan bo'lib, ikkinchi va to'rtinchi sinfga mansub suvlar tabiatda deyarli uchramaydi. Palmer tasnifi bo'yicha qatlam suvlari quyidagi tasnifga ega (I.2-jadval).

Sulin tasnifi bo'yicha qatlam suvlari to'rt toifaga bo'lingan bo'lib, toifalarning bir-biridan farqi asosiy ionlar rNa , rCl , rMg va Mg ning o'zaro nisbatlari bilan ajralib turadi. Bu asosiy ionlarning o'zaro nisbatlari hisoblanadi. Sulin ta'biri bo'yicha genetik koeffitsientlar bilan farq qilar ekan. Sulin bo'yicha neft va gaz qatlamlariga mansub suvlarning tasnifi I.3- jadvalda keltirilgan.

I.3-jadval

Neft va gaz qatlami Sulin bo'yicha tasnifi

Sulin bo'yicha suv toifalari	Koeffitsientlar		
	rNa rCl	rNa rCl rSO_4	rCl - Na rMg
Sulfat - natriyli	>1	<1	<0
Gidrokarbonat - natriyli	>1	>1	<0
Xlorid - magniyli	<1	<0	<1
Xlorid - kalsiyli	<1	<0	>1

Bu ikki tasnif neft va gaz qatlamlariga mansub bo'lgan suvlarning keng tarqalgan tasnifi bo'lib, hozirgi vaqtda neft va gaz konlarini ishlash nazariyasi va amaliyotida shu tasniflar ishlatilmoqda.

II-BOB.

NEFT QATLAMLARNI ISHLASH REJIMLARI

§ 1. Neft qatlamlarini ishlash rejimlari

Gazneft qatlami rejimi deb, tabiiy fizik-geologik sharoitlarga va uni ishlash va ishlatish davomida o'tkaziladigan tadbirlarga bog'liq bo'lgan, uni harakatlantiruvchi kuchlarni namoyon bo'lish xususiyatiga aytiladi.

Qatlam rejimiga vaqt davomida uni mahsuldorligi va qatlam bosimini, gaz omili va suyuqlik olishga bog'liq holda bosimni o'zgarish xususiyatlariga qarab baho beradilar.

Qatlam rejimi – uni harakatlantiruvchi kuchlarini murakkab jamlangan holda namoyon bo'lishi, uyumni ishlash va ishlatish jarayonida yanada murakkablashadi. Qatlam rejimini har tomonlama bilish uchun nafaqat litologo-fizik xususiyatlarni, balki neft, gaz, suv mahsuldorligi, qatlam bosimi dinamikasi, suv-neft tutashmasi (SNT) va gaz-neft tutashmasi (GNT) siljishi bilan tavsiflovchi kon ma'lumotlarni ham o'rganish zarurdir.

Neft qatlamidagi energiya faqatgina neft qatlamini ishlatish boshlangandan keyingina uyumning o'zida ham, uni o'rab turuvchi suvli qismda ham harakatlana boshlaydi.

Qatlamdan suyuqlik olinayotganda ishlatuvchi quduqlar hududida qatlam bosimining tushishi sodir bo'ladi. Paydo bo'lgan bosimlar farqi ta'sirida quduqlar tubiga qatlamdan neft o'zida erigan gaz bilan birgalikda harakat qila boshlaydi. Jarayon rivojlanaversa chekka suvlar va gaz do'ppisi harakatga keladi, agar u bo'lsa.

Harakat kuchlaridan birining ta'siri ko'proq bo'lganda qatlam rejimi sirtidan paydo bo'ladi.

Suyuqlik olish sur'ati qatlam rejimiga muhim ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Qatlamga suyuqlik olish yo'li orqali ta'sir ko'rsatish bilan bir qatorda, unga suv yoki gaz (havo) haydash yo'li orqali qo'shimcha energiya kirgiziladi. Kirgizilgan qo'shimcha energiya neftni qatlamdan

siqib chiqarish mexanizmini bir muncha yaxshilashi, qatlam rejimini xususiyatlovchi asosiy omillarga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Qatlam rejimini tavsiflovchi asosiy omillarni ko'rib chiqish bilan birga, qatlamga qo'shimcha energiya kirgiziladigan holatni qatlamga ta'sir ko'rsatish faqat suyuqlik olish yo'li orqali amalga oshiriladigan holatdan farqlay olish lozim.

Zamonaviy tasnif qatlamga suyuqlik olish orqali ta'sir ko'rsatish holati uchun quyidagi rejimlarga ajratiladi: a) suv tazyiqi rejimi (II.1 va II.2-rasmlar); b) taranglik yoki tarang-suv tazyiqi rejimi; v) gaz tazyiqi yoki gaz do'ppisi rejimi va neftda erigan gaz rejimi (II.3, II.4 va II.5-rasmlar); d) gravitatsion rejim (II.6-rasm).

Neft sohasi amaliyotida qatlamga qo'shimcha energiya kirgizishni qatlam bosimini saqlash usuli, deyiladi.

Qatlamga qo'shimcha energiya kirgizishda quyidagilarga ajratiladi:

- a) neftni suv bilan siqib chiqarish rejimi;
- b) gazli neftni suv bilan siqib chiqarish rejimi;
- v) neftni (gazli neftni) gaz bilan siqib chiqarish rejimi;
- g) neftni erituvchilar bilan siqib chiqarish rejimi.

Qatlam rejimini to'g'ri va o'z vaqtida aniqlash neft konini oqilona ishlash uchun katta ahamiyatga ega, shuning bilan birga:

- maqsadga muvofiq ishlash tizimini tanlash;
- oluvchi va haydovchi quduqlarni joylashtirish;
- suyuqlik olish sur'ati;
- quduqlarni ishlatish tartibi (rejimi).

Qatlamning yakuniy neft beraolishi qatlam tartibi bilan yaqin aloqada bo'ladi.

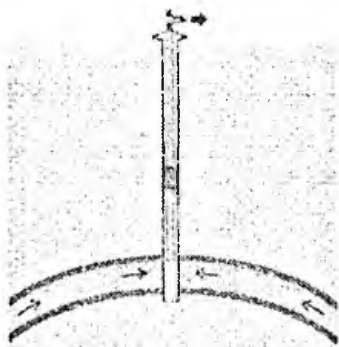
Rejimlarning har biri ma'lum shartlar bajarilganda namoyon bo'ladi.

Suv tazyiqi rejimi:

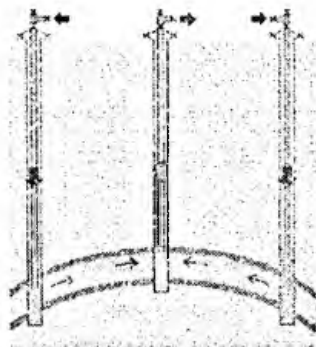
- olingan suyuqlik chegara yoki ostki suvlar bilan to'la qoplanadi;
- qatlamga depressiya ΔP va suyuqlik olish sur'ati T_s bilan yaqin

aloqada;

- joriy qatlam bosimi $P_{j,q}$ to'yinish bosimidan $P_{to'y}$ katta ($P_{j,q} > P_{to'y}$), shuning uchun gaz omili G erigan gaz miqdoriga mos keladi.



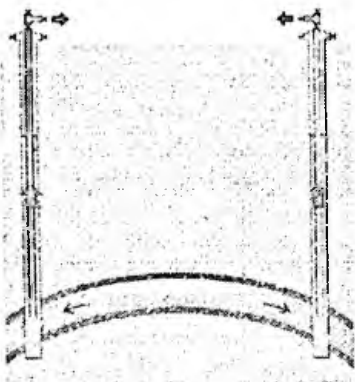
II.1-rasm. Tabiiy suv tazyiqi rejimi



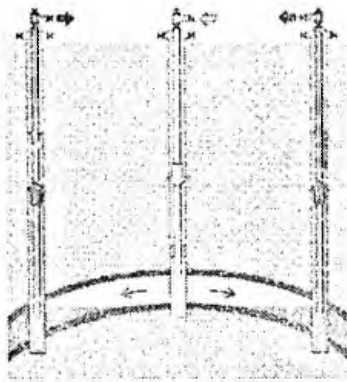
II.2-rasm. Sun'iy suv tazyiqi rejimi

Tarang-suv tazyiqi rejimi – qatlamning taranglik kuchlari ta'siri ko'proq:

- P_k tushishida qatlam suyuqligi va jinsining kengayishi;
- chekka va ostki suvlarning siljishi, biroq, suv tazyiqi rejimidan farqli o'laroq, P_q ning asta-sekin tushishi;
- asosiy davrda $P_{j,q} > P_{io,y}$, G neftdan erigan gaz miqdoriga mos keladi.



II.3-rasm. Tabiiy gaz bosimi rejimi



II.4-rasm. Sun'iy gaz bosimi rejimi

Gaz tazyiqi rejimi gaz do'ppisidagi (GD) gaz tazyiqi rejimi bilan ko'proq bog'liq va tashqi ko'rinishdan GD chegarsining harakati bilan namoyon bo'ladi.

Gaz tazyiqi rejimining asosiy sharti qatlamni ishlatilayotgan qismida bosimni tushishi hisoblanadi. Bu bosim tushishi GD ga o'tadi va uni kengayishiga olib keladi.

GD ni quduqqa yaqinlashishi gaz yorib o'tishi bilan kuzatiladi. Bunda G keskin oshadi va quduq toza gaz bera boshlaydi.

Qatlamning pastki qismlarida, GD dan uzoqda joylashgan quduqlarda G ishlatish davri davomida pasayib boradi. Bu pasayish qatlamida bosim tushishi bilan erigan gazning bir qismini erkin holatga o'tishi va bu gazni quduqlarga emas, qatlamning yuqori qismidagi GD ga ko'chishi bilan bog'liq. Shuning uchun G GD da uzoqda joylashgan quduqlarda, qatlam bosimining ma'lum kattaliklarida, nefida erigan gaz miqdoriga mos keladi.

G ning kamayishi bilan asta-sekin yo'ldosh gazning tarkibi o'zgaradi. Yengilroq uglevodorodlar (metan va etan) neftdan ajralib GD ga ko'chadi, yo'ldosh gaz esa og'irroq uglevodorodlar bilan boyiydi. Neftning qovushqoqligi ortadi – neft bera olish kamayadi.

Erigan gaz rejimi (II.5-rasm) asosan P_q tushishi bilan erigan holatdan erkin holatga o'tgan gazning harakati bilan bog'liq. Gazning ajralgan pufakchalari kengaya boradi va neftni yaqindagi quduqlar tubiga suradi. Bu rejim uchun quyidagilar xususiyatli:

- qatlam bosimini keskin tushishi;
- quduqlar mahsulдорligini tezda kamayishi;
- har bir quduq atrofida depressiya voronkasi hosil bo'lishi;
- G qandaydir maksimal ko'rsatgichgacha tezda o'sadi, undan keyin esa pasayadi.

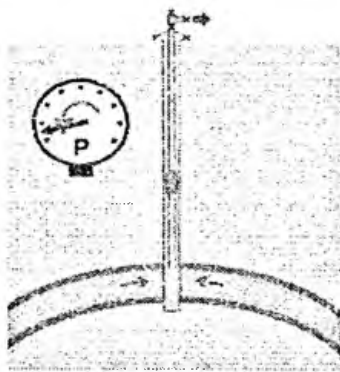
Gravitatsion rejim (II.6-rasm) qatlamda neftni harakatlantiruvchi boshqa kuchlar bo'lmaganda, yoki ularning energiyasi sarflanib bo'lgan holatlarda namoyon bo'la boshlaydi. Gravitatsion rejimda harakat mexanizmi neftning og'irlik kuchlari ta'sirida pastga harakatlanishidan iborat.

Qatlamning tabiiy sharoitlariga bog'liq holda gravitatsion rejim ikki ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin:

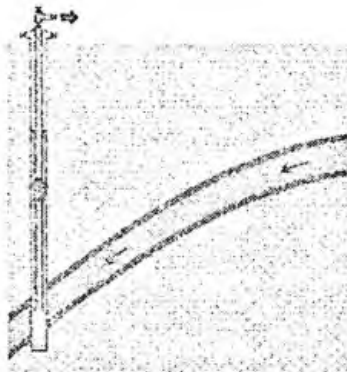
1. Tazyikli-gravitatsion rejim: unda neft qatlamning pasayishi bo'yicha quyidagicha harakat qiladi va uning pastki qismlarida yig'iladi.

Odatda, qatlam qanchalik pastda ochilgan bo'lsa, quduqlarning neft ustuni va mahsuldorligi shunchalik yuqori bo'ladi. G past va P_q ning ma'lum ko'rsatgichlarida neftda erigan gaz miqdoriga mos keladi.

2. Erkin yuzali nefli gravitatsion rejim, unda quduqlardagi neftning sathi qatlam ustidan pastda joylashgan bo'ladi. Bu rejimda gazni ajralishi juda ham kam, quduqlarning mahsuldorligi past, lekin quduqlarni ishlash davri esa uzoq bo'lishi mumkin.



II.5- rasm. Neftda erigan gaz bosimi rejimi



II.6-rasm. Gravitatsion rejim

Ishlashda quyidagilar bo'lishi mumkin:

- bir necha rejimlarni bir vaqtda harakatlanishi;
- ishlash jarayonida rejimning o'zgarishi.

Neftni suv bilan siqib chiqarish rejimi. Qatlamga qo'shimcha energiya kirgizishda, ayniqsa hozirgi davrda, yangi yuqori bosimli yuqori mahsuldorli nasoslarni bunyod etilishi tufayli, qatlam bosimi, u bilan birga suyuqlik olish katta oraliqlarda o'zgarishi mumkin.

Neftni suv bilan siqib chiqarish rejimining asosiy sharti – $P_q < P_{to'y}$ bo'lishiga yo'l qo'ymaslik.

Gaz omilining barqaror bo'lishi – neftni suv bilan siqib chiqarish rejimining xususiyatli tomonidir.

Gazli neftni suv bilan siqib chiqarish neftni suv bilan siqib chiqarish rejimiga juda yaqin va faqat shu bilan farqlanadiki, maydonning ishlatilayotgan qismida $P_q < P_{to'y}$, bu esa gazning bir qismini erigan holatdan

erkin holatga o'tishiga olib keladi. Maydonning qolgan qismida $P_s > P_{to'y}$ bo'ladi.

$P_q < P_{to'y}$ bo'lgan maydonning o'lehamlariga, bosimni pasayish sur'atiga va P_k ni tushish davrining davomiyligiga bog'lik holda G ning joriy ko'rsatgichi G_{bosh} dan bir muncha katta bo'lishi mumkin. Keyinchalik, erkin gazni qatlamdan siqib chiqaril-gandan keyin G kattaligi keskin neltida erigan gaz miqdorigacha tushadi.

Neftni (gazli neftni) gaz bilan siqib chiqarish rejimi. Rejimning namoyon bo'lish xususiyati, uning samaradorligi, qatlam bosimining to'yinish bosimidan qanchalik pastligi bilan yaqin bog'liqligidir.

Biror hajmdagi neftni siqib chiqarish uchun, dastlab tabiiy rejimda qatlam ishlatilganda bosim qanchalik ko'p tushirilgan bo'lsa, shunchalik ko'p gaz sarflanadi.

Qatlamga gaz haydashning birinchi davrida neftni siqib chiqarish jarayoni G ning o'zgarmas ko'rsatgichida davom etadi. Dastlab bosim qanchalik tushirilgan bo'lsa, neftni qatlamlga haydalayotgan gaz bilan siqib chiqarishda gaz omili shunchalik yuqori bo'ladi. 0,1 – 0,2 hajmdagi neftni siqib chiqarilgandan keyin G ko'paya boshlaydi. Agarda gaz haydashni uyunining yuqori qismida amalga oshirilsa, rejimning samaradorligi bir muncha oshadi. Bunda neftni gravitatsion ajralishi sodir bo'ladi va u qatlamning qiya qismlariga oqib tushadi, gaz esa qatlam ko'tarilishi bo'yicha yuqoriga, GD ga harakat qiladi.

Mexanizmga ko'ra rejim gaz tazyiqi rejimiga (GD rejimi) yaqinlashadi.

Neftni erituvchilar bilan aralash siqib chiqarish rejimi. Neftni erituvchilar bilan aralash siqib chiqarish jarayonini har xil sharoitlarda amalga oshirsa bo'ladi – qatlamni ishlashning boshlang'ich davrida ham, oxirgi davrida ham.

Rejimning asosiy sharti aralash siqib chiqarishni yuzaga keltirish, unda o'zaro eriydigan suyuqliklarni aralashtirilganda, bu suyuqliklar chegarasida tutashish yo'qoladi, shuning bilan birga – sirt taranglik kuchi ham.

Erituvchi sifatida suyultirilgan gaz qo'llanilganda, qatlamda shunday P_q ga ega bo'lish kerakki, unda gazlar suyuq holatda saqlanishi lozim. Misol sifatida propan-butan fraksiyasi uchun – 16 kg/sm²ga yaqin bosim talab qilinadi.

Neftni yuqori bosimli gaz bilan aralash siqib chiqarish rejimi. Yuqori bosimli gaz bilan aralash siqib chiqarishning asosiy sharti, shunday bosimni hosil qilish hisoblanadiki, unda neft siqilgan gazda cheklanmagan

miqdorlarda eriy boshlaydi. Agarda bu shart bajarilmasa, unda siqilgan gazning yuqori bosimiga qaramasdan, jarayon neftni gaz bilan siqib chiqarish rejimini ta'minlaydi.

§2. Qatlamlar ishlash rejimlari paydo bo'lishining geologik sharoitlari. Rejimlar samaradorligini taqqoslash

Geologik sharoitlar u yoki bu qatlam rejimini hosil qilishda katta ta'sir ko'rsatadi, shuningdek, qatlam rejimini namoyon bo'lish xususiyatini belgilab beradi.

Qatlam ishlash rejimini xususiyatiga va uni samaradorligiga quyidagilar katta ta'sir ko'rsatadi:

- kollektorlarning o'tkazuvchanligi;
- qatlamni egilish burchaklari;
- uyumdan qatlamning yer yuzasiga chiqishigacha bo'lgan masofa;
- qatlamni boshlang'ich neft, gaz va suvga to'yinganligi;
- qatlamni g'ovak muhitini tuzilishi;
- neft va qatlam suvining qovushqoqligi;
- uyumning chegara tashqarisi hududi bilan gidrodinamik aloqasi.

Kollektorlarning yaxshi o'tkazuvchanligi va neftning qovushqoqligining pastligi tazyikli rejimlarni: suv tazyiqi, tarang-suv tazyiqi va gaz tazyiqi rejimlarini rivojlanishiga imkon beruvchi asosiy omil (yaxshi gidrodinamik aloqa mavjud bo'lganda) hisoblanadi.

Qachonki, neft uyumi qatlamni atmosfera va tashqi suvlar bilan to'laqonli to'yinishi sodir bo'ladigan, qatlamni yer yuzasiga chiqish joyiga yaqin bo'lsa, suv tazyiqi rejimi uchun yaxshi sharoit yaratiladi.

Qachonki neft uyumi qatlamni yer yuzasiga chiqish joyidan yuzlab kilometr uzoqlikda joylashgan bo'lsa, tarang-suv tazyiqi rejimi uchun qulay sharoitlar yuzaga keladi.

$P_q < P_{to,y}$ pasayishiga olib keluvchi neft olish sur'atining T_s ning yuqori ko'rsatgichlarida, qatlamning o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lganda gaz tazyiqi rejimiga yoki erigan gaz rejimiga o'tish mumkin.

Gaz tazyiqi rejimi shunday holatda rivojlanadiki, unda ajralgan gaz pufakchalari asosan qatlamning yuqori qismiga ko'chadi va u yerda gaz do'ppisi hosil qiladi. Gaz pufakchalarining bunday ko'chishiga egilish burchagining yetarli darajada tikligi va neft qovushqoqligining kichikligi yordam beradi.

Qatlamning egilish burchagi past bo'lganda gaz pufakchalari yaqindagi quduqlar tubiga harakat qiladi, bu esa qatlamda erigan gaz rejimi ishlayotgandan dalolat beradi.

Gaz energiyasi sarflanib bo'lgandan keyin rejim gravitatsionga o'tadi. Agar qatlamni egilish burchagi tik bo'lsa, tazyikli gravitatsion rejim, agar burchaklar juda qiya bo'lsa – erkin yuzali neftli gravitatsion rejim rivojlanadi.

Qatlam o'tkazuvchanligini pastligi va neft qovushqoqligining kattaligi harakatga qarshilikni ko'paytiradi, bu esa qandaydir tazyikli rejimni rivojlanishiga yo'l qo'ymaydi. Shuning uchun bunday qatlamlarda ishlatishni boshidan erigan gaz rejimi rivojlanadi, gaz energiyasi sarflanib bo'lgandan keyin rejim gravitatsionga o'tadi.

Nazariy tadqiqotlar, ko'plab eksperimentlar va neft konlarini ishlash malakasi shuni ko'rsatadiki, qatlamni ishlash rejimining samaradorligi turlicha. Odatda qatlamlarni ishlash rejimlarining samaradorligi neft bera olish ko'effitsienti kattaligi bilan belgilanadi. Uning qiymatlari quyidagi oraliqlarda o'zgaradi:

- Suv tazyiqi rejimi – 0,6-0,8;
- Gaz do'ppisi rejimi – 0,4-0,6;
- Erigan gaz rejimi – 0,2-0,4;
- Tarang-suv tazyiqi rejimi – 0,5-0,7;
- Gravitatsion rejim – 0,1-0,2.

Neft bera olish ko'effitsientini hisoblash quyidagi formula orqali amalga oshiriladi:

$$\eta = \text{BOZ} / \text{BBZ} = K_{\text{kam}} \cdot K_{\text{siq.ch}}$$

bu yerda BOZ, BBZ – mos ravishda neftning boshlang'ich olinadigan va boshlang'ich balans zahiralari; K_{kam} , $K_{\text{siq.ch}}$ -- qamrab olish va siqib chiqarish ko'effitsientlari.

Rejimlar almashinishining asosiy sababi neft uyumida energiya zahirasining kamligi tufayli bosimning tushishi hisoblanadi.

III-BOB.

NEFT KONLARINING ISHLASH USULLARI VA TEXNOLOGIYALARI

§ 1. Ishlash obyekti va usuli

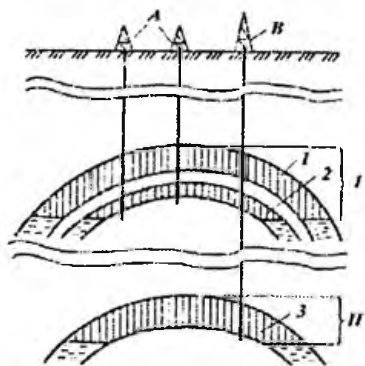
Neft va neft-gaz koni yer po'stining yakka tektonik strukturasida mujassamlashgan neft va gaz uyumlari majmui. Konlarga kiruvchi uglevodorod uyumlari, odatda yer ostida turli tarqalganlikka ega bo'lgan, ko'p hollarda turli geologik-fizik xossali, qatlam yoki tog' jinslari massivida joylashgan bo'ladi. Ko'p holatlarda ayrim neft-gazli qatlamlar katta qalinlikdagi o'tkazuvchanmas jinslar bilan ajralgan yoki konning ayrim qismlarida joylashgan bo'ladi.

Bunday ajralgan yoki xossalari farq qiluvchi qatlamlar turli ishlatish quduqlari guruhi bilan ishlatiladi, ayrim hollarda turli texnologiyalardan foydalaniladi.

Konni ishlash obyekti tushunchasini kiritamiz. Ishlash obyekti—ishlashdagi kon chegarasi ichida sun'iy ajratilgan geologik tuzilma (qatlam, massiv, tuzilma, qatlamlar majmui), sanoat miqyosidagi uglevodorodlar zahirasisiga ega, ularni yer ostidan olish muayyan burg'i quduqlari guruhi yoki boshqa tog'-texnik qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Konni ishlatuvchi mutaxassislar orasida keng tarqalgan atamaga ko'ra, har bir obyekt "o'zining burg'i quduqlari to'ri" bilan ishlashda bo'ladi. Shuni ta'kidlash lozimki, tabiatning o'zi ishlash obyekti yaratmaydi — ularni konlarni ishlatuvchi mutaxassislar ajratadi. Ishlash obyektiga bir, bir necha yoki konni hamma qatlamlari kiritilishi mumkin.

Ishlash obyekti asosiy xususiyati — unda sanoat miqyosidagi neft zahiralari borligi, ushbu obyektga taalluqli va ular yordamida ishlatiladigan burg'i quduqlari guruhi.

Ishlash obyekti tushunchasini yaxshi o'zlashtirib olish uchun quyidagi misolni ko'rib chiqamiz. Kesimi III.1-rasmda keltirilgan kon berilgan bu kon qalinligi, to'yingan uglevodorodlarning tarqalganlik maydoni va fizik xossalari bilan farq qiluvchi uchta qatlamdan iborat.



III.1-rasm. Ishlash obyektini ajratish:

- 1-birinci mahsuldor qatlam;
- 2-ikkinchi mahsuldor qatlam;
- 3-uchinchi mahsuldor qatlam;
- I-birinci obyekt; II-ikkinchi obyekt;
- A-I obyekt quduqlari;
- B-II obyekt quduqlari

III.1-jadvalda kon maydonida yotuvchi 1, 2 va 3-qatlamlarni asosiy xossalari keltirilgan.

Ko'rilayotgan konda ikkita ishlash obyektini ajratish maqsadga muvofiq, 1 va 2 qatlamlarni bitta ishlash obyektiga birlashtirish (obyekt I), 3 - qatlamni esa alohida ishlash obyektini sifatida ishlash (obyekt II).

III.1-jadval

Geologik-fizik xossalari	Qatlam		
	1	2	3
Olinadigan neft zahiralari, mln.t	200,0	50,0	70,0
Qatlamning samarali qalinligi, m	10,0	5,0	15,0
O'tkazuvchanlik, mkm ²	0,100	0,150	0,500
Neftning qovushqoqligi, mPa*s	50,0	60,0	3,0

1 va 2 qatlamlarni bir ishlash obyektiga kiritish uchun ularning o'tkazuvchanlik va neft qovushqoqligi kattaliklarni yaqinligi va vertikal yo'nalish bo'ylab bir-biridan kichik masofada joylashganligi asos bo'ladi. Bundan tashqari 2 qatlamdagi olinadigan neft zahiralari nisbatan

oz. 3 – qatlamning 1 – qatlamga nisbatan olinadigan zahiralari kam, ammo neftni kam qovushqoqli va yuqori o'tkazuvchan. Demak, bu qatlamni ochgan ishlatish quduqlari nisbatan yuqori mahsuldorlikka ega bo'ladi. Bundan tashqari, kam qovushqoq neftli 3 – qatlamni oddiy suv bostirish usulini qo'llab ishlash mumkin bo'lsa, yuqori qovushqoq neftli 1 va 2 qatlamlarni ishlashni boshlang'ich bosqichidan boshlab boshqa texnologiyalarni qo'llash kerak bo'ladi. Masalan, neftni bug', poliakrilamid aralashmasi (suvni quyuqlashtiruvchi) yoki qatlam ichra yonish usullari yordamida siqib chiqarish.

1, 2 va 3-qatlamlar ko'rsatkichlarini jiddiy farq qilishga qaramasdan, ishlash obyektlarini ajratish haqidagi yakuniy qaror qatlamlarni ishlash obyektlariga turli variantlarda birlashtirishni texnologik va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini tahlili asosida qabul qilinadi.

Ishlash obyektlarini ayrim hollarda quyidagi turlarga bo'ladilar: mustaqil, ya'ni hozirgi vaqtda ishlashdagi va qaytish, ya'ni u kelajakda hozirgi vaqtda boshqa obyektida ishlayotgan ishlatish quduqlari bilan ishlatilishi mumkin.

Neft konini ishlash tizimideb, ishlash obyektini, ularni burg'ilash va jihozlash sur'ati tartibini, qatlamlardan neft va gaz olish maqsadida ta'sir etish zarurligini, haydash va olish burg'i quduqlari sonini, nisbatini va joylashtirishni, rezerv ishlatish quduqlari sonini, konni ishlashni boshqarishni, yer ostini va atrof-muhitni himoya qilishni aniqlovchi bir-biri bilan bog'liq muhandislik qarorlari majmuasiga aytiladi. Konni ishlash tizimini tuzish yuqorida ko'rsatilgan muhandislik qarorlari majmuasini aniqlash va amalga oshirishni bildiradi.

Bunday tizinni tuzishni muhim tarkibiy qismi – ishlash obyektlarini ajratish. Shuning uchun ushbu savolni mu'assal ko'rib chiqamiz. Oldindan aytish mumkinki, birinchi qarashda hamma vaqt bir ishlash obyektiga iloji boricha ko'p qatlamlarni birlashtirish foydali ko'rinadi, chunki bunday birlashtirishda konni to'liq ishlash uchun kam ishlatish quduqlari kerak bo'ladi. Biroq, bir obyektga haddan ziyod qatlamlarni birlashtirish neft bera olishlikda jiddiy yo'qotishlarga va yakuniy hisobda ishlashni texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yomonlashuviga olib keladi.

Ishlash obyektlarini ajratishga quyidagi ko'rsatkichlar ta'sir etadi.

Neft va gaz kollektorlari — jinslarining geologik-fizik xossalari.

O'tkazuvchanligi, umumiy va samarali qalinligi, hamda har xilligi bilan keskin farq qiluvchi qatlamlarni ko'p hollarda bir obyekt sifatida ishlash maqsadga muvofiq emas, chunki ular mahsuldorligi, ishlash jarayonidagi qatlam bosimi bo'yicha va natijada quduqlarni ishlatish usuli, neft zahiralari olish sur'ati mahsulot suvlanganligini o'zgarishi bo'yicha jiddiy farq qilishi mumkin.

Qatlamlarni maydonli har xilligida turli ishlatish quduqlari to'ri samarali bo'lishi mumkin, shuning uchun bunday qatlamlarni bir ishlash obyektiga qo'shilish maqsadga muvofiq emas. Alohida kam o'tkazuvchan va yuqori o'tkazuvchan qatlamchalar bilan bog'liq bo'lgan, vertikal yo'nalish bo'yicha katta har xil qatlamlarda gorizontni tik yo'nalishida qoniqarli qamrab olish qiyin bo'ladi. Bunday hollarda faol ishlashda faqat yuqori o'tkazuvchan qatlamchalar ishtirok etib, kam o'tkazuvchan qatlamchalarga qatlamga haydalayotgan omil (suv, gaz) ta'sir etmaydi. Bunday qatlamlarni ishlash bilan qamrab olinganligini oshirish maqsadida ularni bir necha obyektlarga bo'lishga harakat qilinadi.

1. **Neft va gazning fizik-kimyoviy xossalari.** Ishlash obyektlarini ajratishda neftlarning xossalari muhim ahamiyatga ega. Neftning qovushqoqligi jiddiy farq qiluvchi qatlamlarni bir ishlash obyektiga qo'shish maqsadga muvofiq emas, chunki ularni burg'i quduqlarini turli sxemada va zichlikda joylashtirilgan, hamda yer ostidan neft olishni turli texnologiyalaridan foydalanib ishlash mumkin. Parafin, oltingugurt suvchil, qimmatbaho uglevodorod komponentlari va sanoat miqyosidagi boshqa foydali qazilmalar miqdorini keskin farq qilishi ham qatlamlarni bir obyekt sifatida ishlashga jalb qilib bo'lmazligiga sabab bo'lishi mumkin. Bunga sabab qatlamlardagi neftni va boshqa foydali qazilmalarni olishda turli texnologiyalar qo'llanilishi mumkin.

2. **Uglevodorodlarning fazaviy holati va qatlamlar rejimi.** Vertikal yo'nalish bo'yicha bir-biriga nisbatan yaqin masofada yotgan va o'xshash geologik-fizik xossali turli qatlamlarni ayrim hollarda, qatlam uglevodorodlarini fazaviy holati va qatlam rejimlari turli bo'lganligi natijasida bir ishlash obyektiga qo'shib, bo'lmaydi. Agar, bir qatlamda yirik gaz qalpog'i bo'lsa, boshqa qatlam tabiiy tarang suv tazyiqli rejimda ishlashda bo'lsa, ularni bir ishlash obyektiga birlashtirish maqsadga muvofiq bo'lmazligi mumkin, chunki ularni ishlash uchun

ishlatish quduqlarini turlicha joylashtirish sxemasi va soni, hamda neft va gaz olishni turli texnologiyasi kerak bo'lishi mumkin.

3. Neft konlarining ishlash jarayonini boshqarish sharoiti. Bir ishlash obyektiga qancha ko'p qatlam va qatlamchalar birlashtirilsa, ayrim qatlam va qatlamchalarda neft va siqib chiqaruvchi omil chegarasini (suv-neft va gaz-neft tutash yuzalarini) nazorat qilish, texnik va texnologik amalga oshirish, shuncha qiyinlashadi, qatlamchalarga taqsimlangan ta'sir etish va ulardan neft va gaz olish jarayoni murakkablashadi. Konni ishlash jarayonining boshqarish sharoitlari yomonlashuvi esa, o'z navbatida neft bera olishni kamayishiga olib keladi.

Ishlatish quduqlarini ishlatish texnikasi va texnologiyasi. Obyektlarni ajratishni ayrim variantlarini qo'llashni yoki qo'llamaslikni maqsadga muvofiqligiga ko'plab texnik va texnologik sabablar ta'sir etishi mumkin.

Yuqorida ko'rib chiqilgan har bir ko'rsatkichlarni ishlash obyektlarini tanlashga ta'siri albatta texnologik va texnik-iqtisodiy tahlil e'tilishi va undan keyingina ishlash obyektlarini ajratish haqidagi qaror qabul qilinishi kerak.

§ 2. Ishlash tizimlari haqida tushuncha

Neft (gaz) konini ishlash tizimi deb, ishlash obektini aniqlovchi, o'zaro bog'liq muhandislik yechimlari yig'indisiga aytiladi. Masalan: konni burg'ilash, jixozlash ketma-ketligi va sur'ati; qatlamlardan neft, gaz va kondensat olish maqsadida ularga ta'sir qilish usullarini borligi; haydovchi va oluvchi quduqlarning soni, nisbati, joylashishi; ehtiyoj quduqlari soni; konni ishlatishni boshqarish; yer bag'rini va atrof-muhitni himoyalash.

Ishlash tizimining muhim qismi – ishlash obyektlarini ajratish.

Ishlatish obyekti – bu ishlanayotgan kon hududida uglevododrodlarning sanoat ahamiyatidagi zahirasi bo'lgan, ularni yer bag'ridan chiqarib olish aniqlangan quduqlar guruhi yoki boshqa tog'-kon texnik inshootlari yordamida amalga oshiriladigan qatlam yoki qatlamlar majmui.

Qancha ko'p qatlamlar bir obyektga birlashtirilsa, shunchalik foydaliga o'xshaydi, chunki bu holatda quduqlar soni kamayadi. Biroq bu neft bera olish koeffitsientining pasayishiga va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

Ishlash obyektlarini ajratishga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

1. Neft va gaz kollektor-jinslarining geologik-fizik xususiyatlari. Qatlamlarni bir obyektga birlashtirib bo'lmaydi, agarda qatlamlarning umumiy va samarali qalinligi, kollektorlar o'tkazuvchanligi, bo'linish va qumlilik koeffitsienti qiymatlarida farq bo'lsa, chunki buning oqibatida quduqlarning mahsuldorligini, ishlash jarayonida qatlam bosimini tushish sur'atini, quduqlarni ishlatish usullarini, quduqlar mahsulotini suvlanishi va zahiralarni olinishini turliligiga ega bo'lamiz.

2. Neft va gazning fizik-kimyoviy xususiyatlari. Neft parafin, oltinugurt vodorodi va boshqalarining qovushqoqligining turliligi neft va boshqa komponentlarni qazib chiqarishni turli texnologiyalarini qo'llashni talab qiladi.

3. Qatlamlar uglevodorodlarining fazaviy holati va ishlash tarzi. Qatlamlar uglevodorodlarining fazaviy holati va ishlash tarzlari turli bo'lganligi uchun quduqlar joylashishi, quduqlar soni va uglevodorodlarni qazib chiqarish texnologiyasi turlicha bo'ladi.

4. Neft va gaz konlarining ishlash jarayonini boshqarish sharoitlari. Qanchalik ko'p qatlam va qatlamchalar bir obyektga kirgizilgan bo'lsa, suv-neft, gaz-neft chizig'ini va siquvchi agent siljishini nazorat qilishni, qatlamchalarga alohida ta'sir qilishni, qatlamchalarni qazib chiqarish tezligini o'zgartirishni amalga oshirish shunchalik qiyin bo'ladi.

5. Quduqlarni ishlatish texnika va texnologiyasi.

§ 3. Ishlash tizimlarining tasnifi va xususiyatlari

Yuqorida keltirilgan neft konining ishlash tizimiga berilgan ta'rif umumiy bo'lib, yer ostidan foydali qazilmalarni samarali olishni ta'minlash uchun uni tuzishni, muhandislik qarorlari majmuini to'liq qamrab olgan. Tizimning bu ta'rifiga muvofiq konlarni turli ishlash tizimlarini ta'riflash uchun ko'p sonli ko'rsatkichlardan foydalanish kerak. Ammo, amaliyotda neft konlarini ishlash tizimlari ikkita eng yaqqol ajralib turuvchi alomatlar orqali farqlanadi:

1) yer ostidan neft olish jarayonida qatlama ta'sir etish borligi yoki yo'qligi;

2) konda ishlatish quduqlarini joylashishi.

Ushbu alomatlar asosida neft konlarini ishlash tizimlari tasniflashtiriladi. Turli ishlash tizimini ta'riflovchi to'rtta asosiy ko'rsatkichni ko'rsatish mumkin.

1. Quduqlar to'ring zichligi S_{qud} , oluvchi yoki haydovchi quduqlari bo'lishidan qat'iy nazar, bitta quduqqa to'g'ri keluvchi neftlik maydoniga teng. Agar neftlilik maydoni S_n ga teng, kondagi ishlatish quduqlari soni n bo'lsa

$$S_{qud} = S_n / n \quad (III.1)$$

Ishlatish quduqlari to'ring zichligi birligi $[S_{qud}] = m^2 / qud$. Ayrim hollarda bitta olish qudug'iga to'g'ri keluvchi neftlilik maydoniga teng S_{ol} ko'rsatkichdan ham foydalaniladi.

2. A.P.Krilov ko'rsatkichi N_{kr} olinadigan neft zahiralari N_{ol} kondagi ishlatish quduqlarining umumiy soni nisbatiga teng:

$$N_{kr} = N_{ol} / n \quad (III.2)$$

Ko'rsatkich birligi $[N_{kr}] = t / qud$

3. ω ko'rsatkichi, haydovchi quduqlari sonini n_h olish quduqlari soniga n_{ol} nisbati:

$$\omega = n_h / n_{ol} \quad (III.3)$$

4. ω_r ko'rsatkichi, kondagi asosiy ishlatish quduqlari fondiga qo'shimcha burg'ılanayotgan rezerv quduqlari sonini umumiy ishlatish quduqlari soni nisbatiga teng. Rezerv ishlatish quduqlari ilgari ma'lum bo'lmagan, ammo ekspluatatsion quduqlarni burg'ilash jarayonida aniqlangan, qatlamni geologik tuzilishi xususiyatlari, neftni va jinslarni fizik xossalari (litologik har xillik, tektonik buzilishlar, neftni nonyutonlik xossalari va hokazolar) natijasida, ishlash bilan qamrab olinmagan qattam qismlarini jalb etish maqsadida burg'ılanadi. Agar

kondagi asosiy ishlatish quduqlari fondi soni n ga, rezerv ishlatish quduqlari soni n_r ga teng desak

$$\omega_r = n_r / n \quad (\text{III.4})$$

Ishlatish quduqlarini joylashtirish geometriyasi nuqtai nazaridan neft konlarini ishlash tizimlarini ta'riflovchi yana bir qator ko'rsatkichlar bor, ular ishlatish quduqlari qatorlari yoki tizimlari orasidagi masofa, qatorlardagi ishlatish quduqlari orasidagi masofa va shu kabilar.

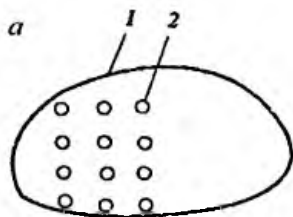
§ 4. Qatlarga ta'sir qilib bo'lmagan ishlash tizimlari

Agar konni asosiy ishlash davrida, suv-neft tutash yuzasi kichik ko'chishining kuzatilishi, ya'ni chegara tashqarisidagi suvlarni kam faolligiga xos bo'lgan erigan gaz rejimida ishlashi taxmin qilinayotgan bo'lsa, ishlatish quduqlarini teng o'lchamli, to'rt nuqtali (III.2-rasm) va uch nuqtali (III.3-rasm) to'g'ri geometrik to'r bo'yicha joylashtirish qo'llaniladi. Suv-neft va gaz-neft tutash yuzalarini ma'lum darajada ko'chishi taxmin qilingan hollarda, ishlatish quduqlari ushbu tutash yuzalar holati inobatga olib joylashtiriladi (III.4-rasm).

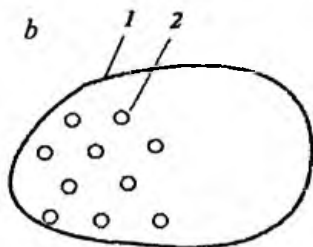
Neft konlarining qatlarga ta'sir qilib bo'lmagan tizimlari kam, faqat quyidagi holatlarda qo'llaniladi:

- o'lchamlari (zahirasi) nisbatan kichik, chegara orti suvlari faol bo'lgan konlarni ishlashda;
- qovushqoqligi yuqori neft konlarini ishlashda.

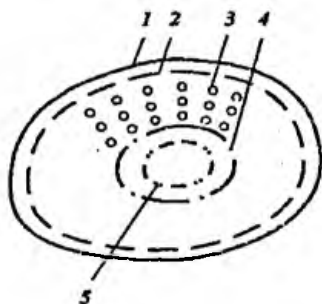
Qatlarga ta'sir etmasdan ishlash tizimlarida ishlatish quduqlari to'ri zichligi ko'rsatkichi juda katta oraliqda o'zgarishi mumkin. O'ta qovushqoq neftli (qovushqoqligi bir necha yuz mPa·s) konlarni ishlashda $S_{qud} = (1-2) \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{qud}$ bo'lishi mumkin. Kichik o'tkazuvchan kollektorli konlar odatda $S_{qud} = (10-20) \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{qud}$ bilan ishlatiladi. O'ta qovushqoq neftli va kichik o'tkazuvchan kollektorli konlar S_{qud} ning yuqorida keltirilgan kattaliklari qalinligi katta qatlamlarda, ya'ni A.P.Krilov ko'rsatkichi katta yoki ishlashdagi qatlamlarni yotish chuqurligi kichik bo'lganda, iqtisodiy maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin. Oddiy kollektorli konlarni ishlashda $S_{qud} = (25-64) \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{qud}$.



III.2-rasm. Ishlatish quduqlarini to'rt nuqtali to'r bo'yicha joylashtirish: 1-shartli neftlilik chegarasi; 2-oluvchi quduqlar



III.3-rasm. Ishlatish quduqlarini uch nuqtali to'r bo'yicha joylashtirish: 1-shartli neftlilik chegarasi; 2-oluvchi quduqlar



III.4-rasm. Suv-neft va gaz-neft tutash yuzalarini inobatga olib berg'i quduqlarini joylashtirish: 1-tashqi neftlilik chegarasi; 2-ichki neftlilik chegarasi; 3-olish quduqlari; 4-tashqi gazlilik chegarasi; 5-ichki neftlilik chegarasi

Yuqori mahsuldor darzli kollektorli konlarni ishlashda $S_{qud} = (70-100) \cdot 10^4 m^2 / qud$ va undan ham katta bo'lishi mumkin.

N_{kr} ko'rsatkichi ham juda katta oraliqda o'zgaradi. Ayrim hollarda N_{kr} bitta ishlatish qudug'i uchun bir yoki bir necha o'n ming tonna neftga teng, boshqa sharoitlarda esa bitta ishlatish qudug'i uchun 1 million tonna neftni tashkil etishi mumkin. Teng o'lchamli ishlatish quduqlari to'ri uchun quduqlar orasidagi masofa quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\ell = \alpha S_{qud}^{1/2} \quad (III.5)$$

Bu formulada l -m da; α -mutanosiblik koeffitsienti; $S_{qud} - m^2$ /quduqda.

(III.5)-ifodadan ishlatish quduqlarini hamma joylashtirish sxemalarida ular orasidagi masofani hisoblash uchun foydalansa bo' ladi.

Neft konlarini qatlamlariga ta'sir etmasdan ishlash tizimlari uchun ω ko'rsatkichi nolga teng, ω_{kr} ko'rsatkichi esa 0,1-0,2 bo'lishi mumkin, vaholanki rezerv ishlatish quduqlari asosan neft qatlamlariga ta'sir etib ishlash tizimlarida nazarda tutiladi.

Neft konlaridagi qatlamlarga ta'sir etmasdan ishlash tizimlari O'zbekistonda kam qo'llaniladi. Bunday tizimlar asosan uzoq muddat ishlatilib zahiralari jiddiy kamaygan, chegara tashqarisidagi suvlar faol va nisbatan kichik o'lchamli, o'ta qovushqoq neftli kichik chuqurlikda yotuvchi, kichik o'tkazuvchan gilli kollektorlardan tashkil topgan va tashqi suvlari yuqori tazyiqli darzli kollektorli konlarda qo'llaniladi.

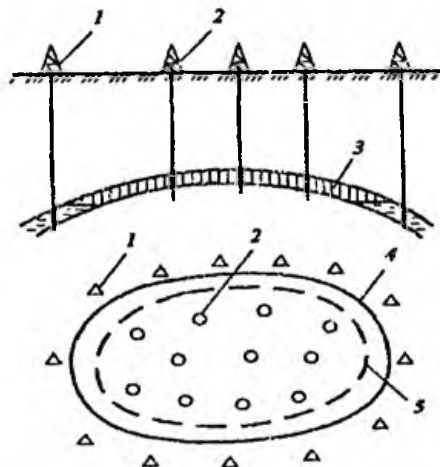
§ 5. Qatlamga ta'sir qilish uchun qo'llaniladigan ishlash tizimlari

5.1. Chegara tashqarisiga suv haydaladigan tizimlar

Chegara tashqarisidan ta'sir etish (suv bostirish) sistemalari III.5-rasmda planda va kesimda oluvchi va haydovchi quduqlarni neft koniga chegara tashqarisidan suv bostirish qo'lab ishlashdagi joylashtirilishi keltirilgan. Bunda ichki neftlilik chegarasi bo'ylab ikki qator olish quduqlari burg'ilangan. Bundan tashqari oluvchi quduqlarning o'rta qatori bor.

Chegara tashqarisidan suv bostirish sistemalarini ta'riflash uchun S_{qud} quyidagi qo'shimcha ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin: neftlilik chegarasi bilan oluvchi quduqlarning birinchi qatori orasidagi masofa l_{01} , birinchi va ikkinchi oluvchi quduqlar qatori orasidagi masofa l_{12} va boshqalar hamda oluvchi quduqlar orasidagi masofa $2G_{oq}$. Haydovchi quduqlar tashqi neftlilik chegarasi tashqarisida joylashtirilgan. III.5-rasmda ko'rsatilgan oluvchi quduqlarni uch qatorli joylashtirish kengligi kichik bo'lgan konlar uchun xosdir. Qatorlar orasidagi hamda neftlilik chegarasiga yaqin va neftlilik chegarasi orasidagi masofalar 500-600 m ga teng bo'lganda, konning kengligi $\sigma=2-2,5$ km ni tashkil etadi.

Konning kengligi katta bo'lganda uning neftlilik maydonida besh qator oluvchi quduqlar qatorini joylashtirish mumkin. Biroq ishlatishtish quduqlari qatorlarini bundan orttirish, neft konlarini ishlash nazariyasi va tajribasi ko'rsatishicha, maqsadga muvofiq emas. Oluvchi quduqlar qatori beshtadan ortiq bo'lganda konning markaziy qismiga chegara tashqarisidan suv bosttirish bilan sust ta'sir qilinadi, bu qismda bosim pasayadi va erigan gaz rejimida ishlashda bo'ladi, keyinchalik esa avval bo'lmagan gaz do'ppisi (ikkilamchi) hosil bo'lishi bilan gaz tazyiqli rejimda davom etadi. Tabiiyki, bunday holatda chegara tashqarisidan suv bosttirish qatlamga ta'siri samarasi kichik bo'ladi.



III.5 -rasm. Chegara tashqarisidan suv bosttirishda ishlatish quduqlarining joylashishi:

- 1 - haydovchi quduqlar;
- 2-oluvchi quduqlar;
- 3- neftli qatlam; 4-tashqi neftlilik chegarasi;
- 5 - ichki neftlilik chegarasi

Neft konlarini chegara tashqarisidan suv bosttirib ishlash sistemalari, hamma qatlamga ta'sir etish sistemalari kabi, qatlamga ta'sir etilmaydigan sistemalardan, odatda, S_{qud} va N_{kp} ko'rsatkichlarining kattaligi, ya'ni ishlatishtish quduqlari to'rining siyrakligi bilan farq qiladi. Qatlamga ta'sir etishdagi bu xususiyat birinchidan. qatlamga ta'sir etmay ishlashga nisbatan ishlatishtish quduqlaridan kattaroq debit olishni va kondan kam ishlatishtish quduqlari soni bilan yuqori neft olish sur'atini ta'minlaydi.

Ikkinchidan, qatlamga ta'sir etishda kattaroq neft bera olishga erishish imkoniyati, ya'ni har bir qudug'iga o'rnatish imkoniyati bilan izohlash mumkin.

Q ko'rsatkichi chegara tashqarisidan suv bostirish sistemalari uchun keng oraliqda o'zgarib 1 dan 1/5 gacha undan kichik bo'lishi mumkin.

Q_{kr} ko'rsatkichi qatlamga ta'sir etib neft konlarining hamma ishlash sistemalari uchun odatda 0,1-0,3 oralig'ida o'zgaradi.

5.2. Chegara ichiga suv haydaladigan tizimlar

Neft konlarini ishlashda keng rivojlangan chegara ichra ta'sir etish sistemalari, faqat qatlamga suv bostirish yo'li bilan ta'sir etishdagina emas, balki qatlamlarning neft beraolishini oshirish maqsadida qo'llaniladigan boshqa ishlash usullarida ham foydalaniladi. Bu sistemalar qatorli va aralash (bir vaqtda chegara tashqarisiga va chegara ichiga suv bostirish qo'llaniladigan qatorli va tizimli sistemalardan iborat); guruhlariga ajratiladi.

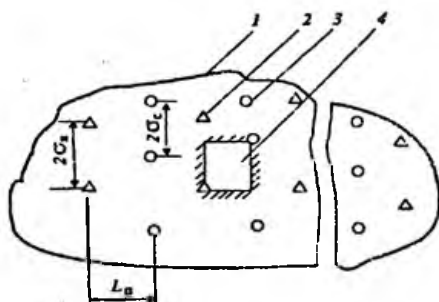
Qatorli ishlash sistemalari. Ularning bir turi — bo'lmali sistemalar. Bu sistemalarda, odatda konlarning cho'ziqligiga ko'ndalang yo'nalishda, oluvchi va haydovchi quduqlari qatori joylashtiriladi. Amaliyotda bir-biri bilan almashinuvchi bir qator oluvchi va bir qator haydovchi quduqlaridan, uch qator oluvchi va bir qator haydovchi quduqlardan, besh qator oluvchi va bir qator haydovchi quduqlaridan iborat, bir qatorli uch qatorli va besh qatorli quduqlarni joylashtirish sxemalari qo'llaniladi. Odatda beshtadan ortiq oluvchi quduqlar qatorlari qo'llanilmaydi. chunki chegara tashqarisiga suv bostirishda, haydovchi quduqlar oralig'idagi neftlilik maydonining markaziy qismida, qatlamga suv bostirishni pasayishi yuzaga keladi.

Markaziy quduqlar qatorini o'tkazish kerakligi sababli qatorli sistemalarda qatorlar soni toq bo'ladi. Qatlamni ishlash jarayonida suv-neft tutash yuzasini markaziy ishlatish quduqlari qatoriga tortish nazarda tutiladi. Shu sababli bu sistemalarda markaziy ishlatish quduqlari qatorini ko'pincha tortuvchi qator deb ataladi.

Bir qatorli ishlash sistemasi. Bunday sistemada ishlatish quduqlarini joylashtirish sxemasi III.6-rasmda keltirilgan. Ishlashni qatorli sistemalarini (ko'rsatilgan to'rtta asosiysidan tashqari) ayrim boshqa ko'rsatkichlar bilan ta'riflash kerak. Masalan, haydovchi

quduqlar $2G_h$ va oluvchi quduqlar $2G_{oq}$ orasidagi masofadan tashqari bo'lishi yoki tasma kengligini L_4 inobatga olish zarur.

Ishlatish quduqlari to'ri zichligi S_{qud} va N_{kr} ko'rsatkichi bir qatorli, uch qatorli va besh qatorli sistemalar uchun taxminan chegara tashqarisiga suv bostirishdagi kabi yoki kattaroq bo'lishi mumkin. Qatorli sistemalar uchun ω ko'rsatkichi chegara tashqarisiga suv bostirish sistemalariga nisbatan yaqqolroq ifodalangan. Ammo u ba'zi oraliqlarda o'zgarishi mumkin. Masalan, ko'rilyotgan bir qatorli sistema uchun ω_{kr} bu degani haydovchi quduqlar soni oluvchi quduqlar soniga (taxminan) teng, chunki qatorlardagi bu quduqlar soni va ular orasidagi masofalar ($2G_{oq}$ va $2G_h$) turlicha bo'lishi mumkin. Suv bostirish qo'llanilganda tasma kengligi 1-1,5 km ga teng, neft bera olishni oshirish usullari qo'llanilganda esa kichikroq bo'lishi mumkin.



**III.6-rasm. Bir qatorli
ishlash sistemasida
ishlatish quduqlarining
joylashishi:**
1-neftlikning shartli
chegarasi;
2-haydovchi quduqlar;
3-oluvchi quduqlar

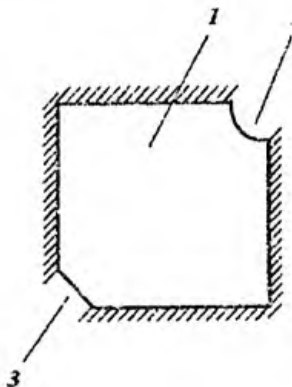
Bir qatorli sistemada oluvchi va haydovchi quduqlar soni taxminan tengligi sababli, bu sistema juda jadaldir. Qattiq suv tazyikli rejimda oluvchi quduqlarning debiti haydovchi quduqlarga haydalayotgan omil sarfiga teng. Bu sistemani ta'sir bilan kattaroq qamrab olishni ta'minlash maqsadida kichik o'tkazuvchanli va bir turli bo'lmagan qatlamlarni ishlashda foydalaniladi. Konlarda qatlamlarni neft bera olishini oshirishni yangi texnologiyalarini sinashda ham ushbu sistema keng qo'llaniladi, chunki u tajriba ishlarining natijalarini tez olish imkoniyatini ta'minlaydi. Bir qatorli sistemada, hamma qatorli sistemalardagi kabi, qatorlardagi haydovchi va oluvchi quduqlar sonining turlicha bo'lishi sababli, bir turli bo'lmagan qatlamni ishlash

bilan qamrab olinganligini oshirish maqsadida haydovchi quduqlarni turli qatlamchalarga ta'sir etish uchun foydalanish mumkin.

Quduqlar geometrik tartibli joylashgan hamma sistemalarda, ushbu sistemalarga xos bo'lgan, elementar qismni (elementni) ajratish mumkin. Elementlarni qo'shish natijasida to'liq ishlash sistemasi hosil qilinadi.

Qatorli sistemalarda qatorlardagi haydovchi va oluvchi quduqlar soni turlicha bo'lganligi sababli, ulardagi quduqlarni joylashishi shartli ravishda geometrik tartibli. Shuning uchun ajratilgan element ham shartlidir.

Bir qatorli ishlash sistemasi elementi III.7-rasmda keltirilgan. Ushbu chizmaning chap qismida ko'rsatilgan quduqlarni shaxmatli joylashishiga haydovchi 1 va oluvchi quduq 3, o'ng qismida ko'rsatilgan "chiziqli" joylashishiga esa haydovchi 2 va oluvchi quduq 4 mos keladi. Ishlatish quduqlarini shaxmatli va chiziqli joylashtirish nafaqat bir qatorli balki ko'p qatorli ishlash sistemalarida qo'llanilishi mumkin.

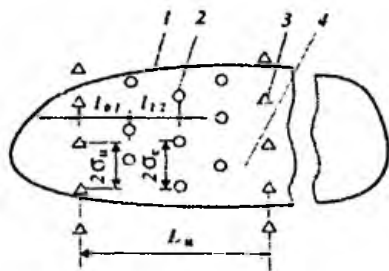


III.7-rasm. Bir qatorli ishlash sistemasining elementi:
1-element; 2-ishlatish quduq'ining "yarmi"; 3-haydovchi quduqning "yarmi".

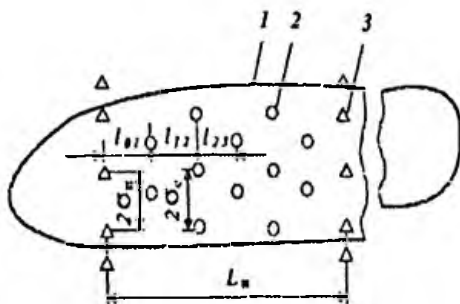
Konni ishlash texnologik ko'rsatkichlarini bashorat qilishda bitta element uchun ma'lumotlarni hisoblash yetarli, chunki keyin sistemani hamma elementlari ko'rsatkichlari ularni ishlashga tushirilish vaqti inobatga olib qo'shib topiladi.

Uch qatorli va besh qatorli sistemalari uchun nafaqat tasma kengligi L_n , balki haydovchi va birinchi qator oluvchi quduqlar orasidagi masofa L_{01} (III.8-rasm), besh qatorli sistema uchun esa ikkinchi va uchinchi qator oluvchi quduqlar orasidagi masofa L_{23} (III.9-rasm) ham ahamiyatga ega. Tasma kengligi L , oluvchi quduqlar qatori soniga va ular

orasidagi masofaga bog'liq. Masalan, agarda, besh qatorli sistema uchun $L_{01}=L_{12}=L_{23}=700$ m bo'lsa, $L_i=4,2$ m.

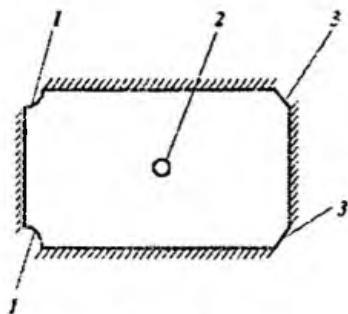


**III.8-rasm. Uch qatorli
ishlash sistemasida
ishlatish quduqlarining
joylashishi:**
1-neftlikning shartli
chegarasi;
2-oluvchi quduqlar;
3-haydovchi quduqlar

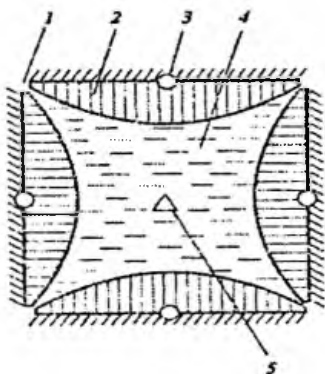


**III.9-rasm. Besh qatorli
ishlash sistemasida
ishlatish quduqlarining
joylashishi:**
1-neftlikning shartli
chegarasi;
2-oluvchi quduqlar;
3-haydovchi quduqlar

Uch qatorli va besh qatorli sistemalarda haydovchi quduqlar katta qabul qila olishlikka ega bo'lganda ularning soni oluvchi quduqlardagi yuqori suyuqlik debitini va kon bo'yicha yuqori ishlash sur'atini yetarlicha ta'minlaydi. Albatta, uch qatorli sistema besh qatorliga nisbatan jadalroq bo'lib, haydash hisobiga qatlamni ta'sir bilan qamrab olinishini ma'lum darajada oshirishni ta'minlaydi. Ammo, besh qatorli sistemada, uch qatorliga nisbatan, alohida oluvchi quduqlardan suyuqlik olishni qayta taqsimlash yo'li bilan qatlamni ishlash jarayonini boshqarish imkoniyatlari ko'proq. Uch qatorli va besh qatorli sistemalarni elementlari mos ravishda III.10 va III.11-rasmlarda berilgan.



III.10-rasm. Uch qatorli ishlash sistemasining elementi:
1-haydovchi quduqning “choragi”;
2-oluvchi quduq “choragi”



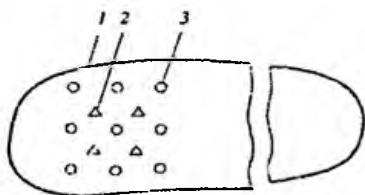
III.11-rasm. Besh qatorli ishlash sistemasining elementi:
1-haydovchi quduqning “yarmi”;
2-birinchi qator oluvchi qudug‘ining “yarmi”,
3-ikkinchi qator oluvchi qudug‘i;
4-uchinchi qator oluvchi qudug‘ining “choragi”, 5-haydovchi quduq

5.3. Maydon bo‘ylab joylashgan quduqlar ishlash tizimlari

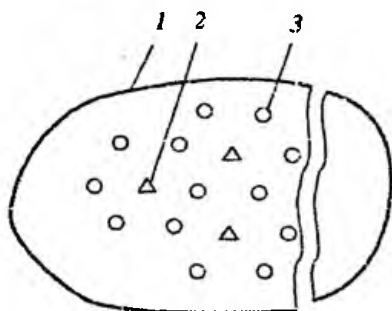
Amaliyotda quduqlarni maydon bo‘yicha joylashtirish ko‘p qo‘llaniladigan besh nuqtali, yetti nuqtali va to‘qqiz nuqtali ishlash sistemalarini ko‘rib chiqamiz. Besh nuqtali sistema (III.12-rasm). Sistemaning elementi kvadratdan iborat bo‘lib, uning burchaklarida oluvchi quduqlar, markazida esa haydovchi quduq joylashgan. Ushbu sistema uchun haydovchi va oluvchi quduqlari nisbati 1:1ga teng.

Yetti nuqtali sistema (III.13-rasm). Sistema elementi olti burchak ko‘rinishida bo‘lib, uning burchaklarida oluvchi quduqlari va markazida haydovchi quduq joylashgan bo‘ladi. Haydovchi va oluvchi quduqlari

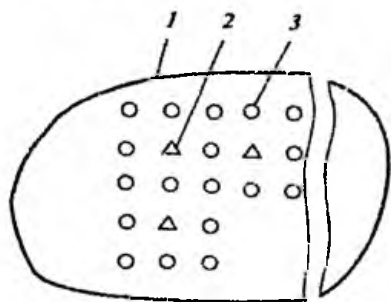
soni nisbati $\omega = 1/2$, ya'ni bitta haydovchi quduqqa ikkita oluvchi quduq to'g'ri keladi.



III.12-rasm. Besh nuqtali ishlash sistemasida ishlatish quduqlarining joylashishi: 1-neftililikning shartli chegarasi; 2 va 3-mos ravishda haydovchi va oluvchi quduqlar.



III.13-rasm. Yetti nuqtali ishlash sistemasida ishlatish quduqlarining joylashishi: 1-neftililikning shartli chegarasi; 2 va 3-mos ravishda haydovchi va oluvchi quduqlar.



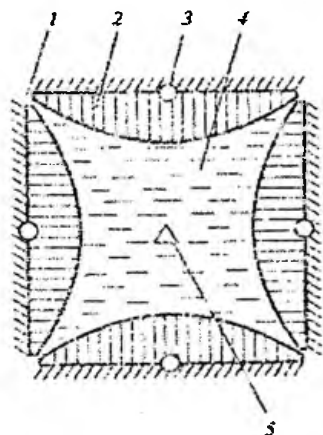
III.14-rasm. To'qqiz nuqtali ishlash sistemasida ishlatish quduqlarining joylashishi: 1-neftililikning shartli chegarasi; 2 va 3-mos ravishda oluvchi va haydovchi quduqlar

To'qqiz nuqtali sistema (III.14-rasm). Bu sistemada haydovchi va oluvchi quduqlari nisbati 1:3 ga teng, shuning uchun $\omega = 1/3$.

Ko'rib chiqilgan ishlatish quduqlarini maydon bo'ylab joylashtirish sistemalaridan eng jadali besh nuqtali, nisbatan susti to'qqiz nuqtali. Maydon bo'ylab ishlatish quduqlarining hamma joylashtirish sistemalari "qattiq" hisoblanadi.

Ammo ishlatish quduqlarini maydon bo'ylab joylashtirish sistemalaridan foydalanishda, qatorliga nisbatan qatlamga jamlangan ta'sir etish imkonini beruvchi, muhim afzallikga erishiladi. Bu maydon bo'ylab katta turilikka ega bo'lgan qatlamlarni ishlash jarayonida muhim ahamiyatga ega. Katta turli qatlamlarni ishlashda qatorli sistemalar qo'llansa, qatlamga haydalayotgan suv voki boshqa omillar alohida qatorlarda jamlangan bo'ladi. Ishlatish quduqlarini maydon bo'ylab joylashtirish sistemalarida haydovchi quduqlar maydonda ko'proq jamlangan bo'lib qatlamni ayrim qismlariga katta ta'sir etish imkoniyatini yaratadi.

Qatorli sistemalarni ishlatish quduqlarini maydon bo'ylab joylashtirishga nisbatan o'zgartirish oson bo'lganligi sababli qatlamni ta'sir bilan vertikal yo'nalishda qamrab olinganligini oshirishda ustunlikka ega. Shuning uchun qatorli sistemalarni kesimi bo'yicha katta turli bo'lgan qatlamlarda qo'llash maqsadga muvofiq.

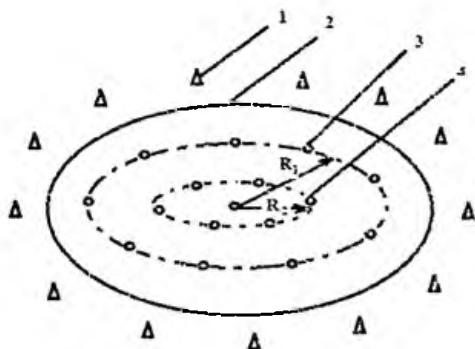


III.15-rasm. To'qqiz nuqtali ishlash sistemasiga o'zgartirilgan besh nuqtali sistema elementi:

- 1-besh nuqtali elementning asosiy oluvchi quduqlarning choragi;
- 2-neft qoldiqlari;
- 3-qo'shimcha burg'ulangan oluvchi quduqlar;
- 4-elementning suv bosgan qismi;
- 5-haydovchi quduq

Oxirgi ishlash bosqichida qatlanning asosiy qismini neftni siqib chiqaruvchi omil (masalan, suv) bilan egallangan bo'ladi. Ammo, suv haydash quduqlaridan oluvchi quduqlar tomon harakatida, qatlamni boshlang'ich neftga to'yinganligiga yaqin, yuqori neftga to'yingan qatlam qismlarini qoldirib ketadi. Besh nuqtali ishlash sistemasidagi qatlamdagi neft qoldiqlari III.16-rasmida keltirilgan. Ulardan neftni olish

uchun rezerv quduqlar hisobidan oluvchi quduqlari burg'ulanadi va natijada to'qqiz nuqtali sistemaga o'tiladi.



II.16-rasm. Ishlatish quduqlarini tizim
joylashtirish sxemasi: 1- haydovchi quduqlar; 2- neftlikning shartli chegarasi; 3-va 4-mos ravishda R_1 radiusli birinchi va R_2 ikkinchi oluvchi quduqlar qatori.

Ko'rsatib o'tilganlardan tashqari quyidagi ishlash sistemalari qo'llaniladi; to'siqli suv bostirish sistemasi, neft-gaz uyumlarini ishlashda qo'llaniladi; ko'rsatilgan ishlash sistemalarini birgalikda qo'llanilishidan iborat-aralash sistemalar, katta neft uyumlarini va murakkab geologik-fizik xususiyatli konlarni ishlashda qo'llaniladi.

Ulardan tashqari, neft konlarini ishlashni tartiblashtirish uchun qo'llaniladigan, avval bo'lgan sistemani o'zgartirishga asoslangan, o'choqsimon va tanlab suv bostirish qo'llaniladi.

§ 6. Ishlash texnologiyasi va ko'rsatgichlari

O'zbekiston neft sanoatida neft konlariga ta'sir etib ishlash katta ahamiyatga ega. Bu sharoitda "qatlam rejimi" tushunchasi neftni qazib chiqarish jarayonini to'liq xususiyatlamaydi. Masalan, kon ma'lum vaqt davomida qatlamga ishqor eritmasi haydab ishlatilgan, keyin esa ishqorli eritma hoshiyasini qatlam bo'ylab surish uchun suv haydalgan bo'lsin. Bu holda qatlam rejimini sun'iy suv tazyiqi deb atash mumkin. Ammo neft olish jarayonini ta'riflash uchun bu tushuncha juda kamdir. Chunki, faqat rejimni emas, balki qatlamlardan neft qazib chiqarish jarayoni mexanizmi bilan bog'liq uning ishlash texnologiyasini ham hisobga olish zarur.

Konlarni ishlash uchun sistemadan tashqari ishlash texnologiyasini asoslash va tanlash zarur.

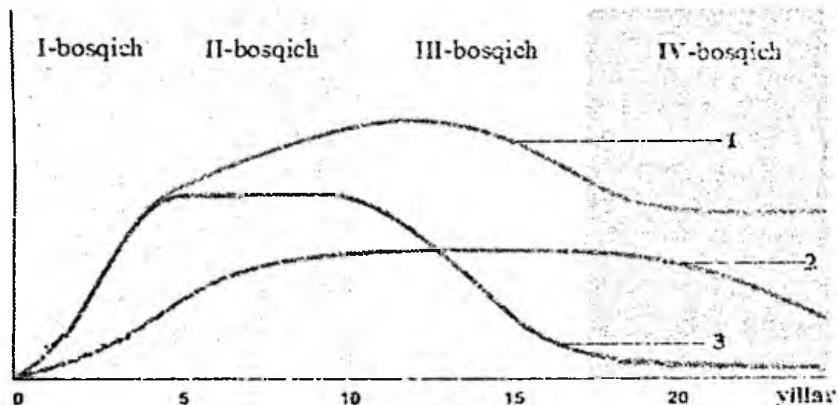
Yer ostidan neft qazib chiqarish uchun qo'llaniladigan usullar majmuasi neft konlarini ishlash texnologiyasi deb ataladi. Yuqorida berilgan ishlash sistemalari tushunchasida uni aniqlovchi ko'rsatkichlardan biri sifatida qatlarga ta'sirini borligi yoki yo'qli ko'rsatilgan edi. Bu ko'rsatkichdan haydash quduqlarini burg'ilash zaruriyati aniqlanadi. Qatlamni ishlash texnologiyasi esa ishlash sistemasi tushunchasiga kirmaydi. Bir xil ishlash sistemalarida turli ishlash texnologiyalaridan foydalanish mumkin. Albatta, konni ishlashni loyihalashda qaysi sistema tanlangan texnologiyaga yaxshi mos kelishini va belgilangan ko'rsatkichlar qaysi ishlash sistemasi oson olinishini hisobga olish zarur.

Har bir neft konini ishlash ma'lum ko'rsatkichlar bilan xususiyatlanadi. Shu sababli hamma ishlash texnologiyalariga xos bo'lgan umumiy ko'rsatkichlarni ko'rib chiqamiz. Ular quyidagi ko'rsatkichlardan iborat.

Kon ishlash jarayonida undan olinayotgan neft. Aytib o'tilgandek, neft konini ishlash jarayonini shartli ravishda to'rtta bosqichga ajratish mumkin. Birinchi ishlash bosqichida ishlash obyektida asosiy fond quduqlarini burg'ilash, konni jihozlash, quduqlarni va kon inshootlarini (konni ishlash elementlarini) ishlatishga tushirish, suv bostirish sistemasini o'zlashtirish amaiga oshiriladi. Bu bosqich mahsulotni suvlanganligi katta bo'lmagan olishni o'sib borishi bilan xususiyatlanib, ko'p jihatdan quduqlarni burg'ilash va kondagi jihozlash ishlarining sur'atlariga, ya'ni burg'ilash va kon - qurilish tashkilotlarining ishiga bog'liq (I-bosqich, III.17-rasm).

Ikkinchi ishlash bosqichi (II-bosqich, III.17-rasm) maksimal neft olish bilan xususiyatlanadi. Konni loyihalashga berilgan texnik vazifada ko'p hollarda maksimal neft olish miqdori, qaysi yilda maksimal neft olishga erishish kerakligi, hamda ikkinchi bosqichni necha yil davom etishi ko'rsatiladi. Ushbu bosqich oxirida mahsulotni suvlanganligini o'sishi, ishlatish quduqlari fondining bir qismini (qatlam neftni qovushqoqligi kichik bo'lganda) yoki deyarli hammasini (neftni qovushqoqligi katta bo'lganda) mexanizatsiyalashgan ishlatishga o'tkazish kuzatiladi.

Uchinchi bosqich (III-bosqich, III.17-rasm) neft olishni keskin kamayishi va ishlatish quduqlari mahsuloti suvlanganligini katta sur'atlarda o'sishi (neft qatlamlariga suv bostirilganda) bilan xususiyatlanadi.



III.17-rasm. Kondan yillik neft q_n va suyuqlik q_{ns} olishning vaqtga t bog'liqligi:

1-yillik suyuqlik q_{ns} olish; 2-quduqlar soni; 3-yillik neft q_n olish.

To'rtinchi bosqich olishning pastligi va sekin kamayishi, harakatdagi ishlatish quduqlari sonining sekin-asta qisqarib borishi, ishlatish quduqlari mahsuloti suvlanganligini past sur'atlarda ortishi va yuqoriligi bilan xususiyatlanadi. To'rtinchi bosqichni ishlashni yakuniy yoki oxirgi bosqichi deb ham atashadi. Shuni eslatib o'tish lozimki, konni ishlash jarayonida neft olishni yuqorida keltirilgan o'zgarishi konni ishlash texnologiyasi va ishlash sistemasi vaqt davomida o'zgarmasa yuz beradi. Qatlamlar neft bera olishini oshirish metodlarining rivojlanishi sababli konni qaysidir ishlatish bosqichida, ko'p hollarda uchinchi va to'rtinchi bosqichida, yer ostidan neft olishning yangi texnologiyasi qo'llanishi va natijada kondan neft olish yana ortishi mumkin.

2. Vaqt t davomida o'zgaruvchi, konning ishlash sur'ati $Z(t)$ joriy neft olishni $q_n(t)$ konning olinadigan zahirasiga nisbatga teng:

$$Z(t) = q_n(t) / N_{ol}. \quad (III.6)$$

Agarda konni ishlash jarayonida uning olinadigan zahiralari o'zgarishsiz qolsa, u holda konni ishlash sur'atini vaqt davomida o'zgarishi neft olishni o'zgarishiga mos bo'ladi va xuddi shunday bosqichlarni o'tadi.

Konni ishlash, ishlash vaqtning $t = 0$ paytida boshlanib, neft paytida tugallanadi. Bu paytda olinadigan neft zahiralarning N_{ol} hammasi qatlamdan olib bo'linadi, shuning uchun

$$\int_0^1 Z(t) dt = 1 \quad (III.7)$$

Neft olishni hisoblashlarda $Z(t)$ ni analitik funksiyalar bilan ifodalash mumkin. Integrallashni qulaylashtirish uchun

$$\int_0^\infty Z(t) dt = 1 \quad (III.8)$$

deb olsak bo'ladi, chunki

$$t_{ya} \leq t \leq \infty \quad \partial a \quad Z(t) = 0$$

Konni ishlash sur'ati N_{ekr} ko'rsatkichini, sistema elementini ishlash sur'atidan $Z_\omega(\tau)$ va sistema elementlarini ishlatishga kiritish sur'atidan (t) , bog'liqligini olish mumkin. (III.11.) va (III.12) lardan foydalanib, quyidagini olamiz.

$$Z(t) = \frac{N_{ekr}}{N} \int_0^t \omega(\tau) Z_\omega(t - \tau) d\tau. \quad (III.9)$$

Neft konini ishlash sur'atini joriy neft olishni $q_m(t)$ konning geologik zahiralari G nisbati ko'rinishida ham ifodalash mumkin.

Olinadigan va geologik zahiralor orasida quyidagi bog'liqlik bor:

$$N_{ol} = \eta_{ya} * G \quad (III.10)$$

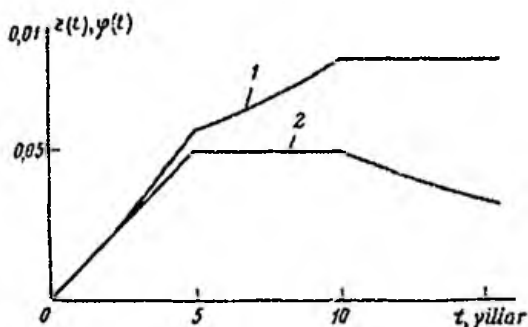
bu yerda: η_{ya} - yakuniy neft bera olish koeffitsienti.

(III.10) dan foydalanib konni ishlash sur'atini aniqlasa bo'ladi.

$$Z(t) = \frac{q_n(H)}{G}. \quad (III.11)$$

(III.11), (III.12) va (III.6) lardan foydalanib quyidagini olamiz;

$$\bar{Z}(t) = \eta_{ya} Z(t) \quad (III.12)$$



III.18-rasm. Konlar $Z(t)$ va $\varphi(t)$ ishlash sur'atlarining vaqtga bog'liqligi: 1 va 2 mos ravishda qolgan $\varphi(t)$ va boshlang'ich olinadigan neft zahiralardan $Z(t)$ konning ishlash sur'ati.

Va nihoyat, joriy neft olishni $q_n(t)$ konning qolgan olinadigan neft zahiralarga $N_{qol}(t)$ nisbati orqali aniqlanadigan ishlash sur'ati tushunchasi ham bor, ya'ni

$$\varphi(t) = \frac{q_n(t)}{N_{qol}(t)}. \quad (III.13)$$

$N_{qol}(t)$ uchun quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$N_{qol}(t) = N_{ol} - \int_0^t q_n(t) dt \quad (III.14)$$

(III.13) iborani, (III.14) ni inobatga olib, differensiallash natijasida quyidagini olamiz.

$$\frac{d\varphi}{dt} N_{qol} + \varphi \frac{dN_{qol}}{dt} = \frac{dq_n}{dt} \quad (III.15)$$

$N_{qol} = q_n / \varphi$, $dN_{qol} / dt = -q_n$, $q_n = zN_{ol}$ ekanligini hisobga olib, konni ishlash sur'atlari orasidagi yakuniy differensial bog'liqlikni olamiz:

$$\frac{d\varphi}{dt} \frac{z}{\varphi} - \varphi = \frac{dz}{dt} \quad (III.16)$$

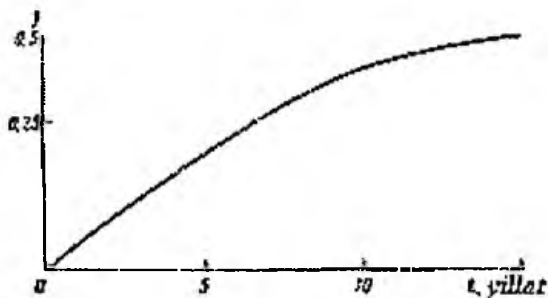
3. Kondan suyuqlik olish. Neft konlarini ishlashda qatlamlardan neft va gaz bilan birgalikda suv ham olinadi. Bu hollarda neftni unda erigan gaz bilan birgalikda yoki gazzsizlashtirilgan neft holida ko'rish mumkin. Suyuqlik olish – bu neft va suv olishni yig'indisidir. Suv bostirish usuli qo'llanilganda konni ishlash jarayonida neft q_n suyuqlik $q_{ns} = q_n + q_s$ (q_s - suv olish) olish o'zgarishi III.20-rasmda keltirilgan. Undan ko'rinib turibdiki, suyuqlik olish har doim neft olishdan ortiqdir. Uchinchi va to'rtinchi ishlash bosqichlarida, odatda kondan olinayotgan suyuqlik miqdori, olinayotgan neft miqdoridan bir necha marotaba ortiq bo'ladi.

4. Neft bera olish - qatlamdan chiqarib olingan neft miqdorini uning qatlamdagi boshlang'ich geologik zahiralarga nisbati. Joriy va yakuniy neft bera olish farq qilinadi. Joriy neft bera olish - deganda, qatlamni ma'lum ishlash paytigacha qatlamdan chiqarib olingan neft miqdorini uning boshlang'ich geologik zahiralarga nisbati tushuniladi. Yakuniy neft bera olish - qatlamni tashlash yakunida chiqarib olingan neft miqdorini uning boshlang'ich geologik zahiralarga nisbati. "Neft beraolish" atamasi bilan birga "neft beraolish koeffitsienti" atamasidan ham foydalaniladi.

Joriy neft olishni yuqorida keltirilgan ta'rifidan ko'rinib turibdiki, u vaqt davomida o'zgaruvchan va qatlamdan chiqarib olingan neft

miqdorini ortishi bilan o'sib boradi. Shuning uchun "Neft beraolish koeffitsienti" atamasini yakuniy neft bera olishga nisbati qo'llash mumkin.

Joriy neft bera olishni odatda turli ko'rsatkichlardan bog'liq ravishda ko'rsatiladi – suv bostirishda qatlamga haydalgan suv miqdori, haydalgan suv miqdorini qatlamni g'ovak hajmiga nisbati, qatlamdan chiqarib olingan suyuqlik miqdorini qatlamni g'ovak hajmiga nisbati suyuqlik suvlanganligini vaqtga bog'liqligini va beshqalar.



III.19- rasm. Neft bera olishning η vaqtga t bog'liqligi

III.19-rasmda neft bera olishni η vaqtga bog'liqligi ko'rsatilgan. Agarda t_{ya} - qatlamni ishlash yakuni vaqti bo'lsa, u holda η_{ya} - yakuniy neft bera olish dir. Faqat ayrim qatlamni, obyektini, konni neft beraolishligidan tashqari, konlar guruhini qandaydir geologik majmuani, neft olish regionini va mamlakat bo'yicha o'rtacha neft olish tushunchasidan ham foydalaniladi. Bunda joriy neft beraolish deganda konlar guruhidagi, majmuadagi regiondagi yoki mamlakatdagi qatlamlardan olingan neft miqdorini ularning boshlang'ich geologik zahiralarga nisbati, yakuniy neft beraolish deganda – ishlash yakunida qatlamlardan chiqarib olingan neft miqdorini geologik zahiralarga nisbati tushuniladi.

Neft beraolish umuman ko'p ko'rsatkichlarga bog'liq. Odatda qatlamlardan neftni chiqarib olish mexanizmi bilan bog'liq va qatlamni ishlash bilan qamrab olinganlik darajasini xususiyatlovchi ko'rsatkichlar ajratiladi. Shu sababli neft bera olish quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2, \quad (III.17)$$

bu yerda: η_1 - qatlamlardan neftni siqib chiqarish koeffitsienti; η_2 - qatlamni ishlash bilan qamrab olinganlik koeffitsienti. η_1, η_2 ko'paytmasi neft konlarini hamma ishlash jarayonlarini xususiyatlaydi. Bu ifoda birinchi marotaba, ishlashda suv bostirish qo'llanilayotgan qatlamlarni neft bera olishini ko'rib chiqishda, A.P.Krilov tomonidan kiritilgan. η_1 ko'rsatkichi qatlamlardan chiqarib olingan neft miqdorini qatlamni ishlash bilan qamrab olingan qismidagi boshlang'ich zahiralari nisbatiga teng. η_2 ko'rsatkichi esa, ishlash bilan qamrab olingan zahiralalar miqdorini qatlamlardagi umumiy geologik zahiralari nisbatiga teng.

Yukunij neft beraolish faqat neft konlarini ishlash texnologiyalari imkoniyatlari bilan aniqlanmaydi, u iqtisodiy shartlariga ham bog'liq. Ayrim hollarda yangi texnologiya, amaldagiga nisbatan, yuqoriroq neft bera olishga erishishni ta'minlasa ham u iqtisodiy sabablarga ko'ra foydasiz bo'lishi mumkin.

Neft konining ishlash jarayonida undan gaz olish. Bu kattalik konlarni tabiiy rejimda yoki qatlamlarga ta'sir etib ishlashda qatlam neftidagi gaz miqdoriga, qatlamlarda neftni harakatchanligiga nisbatan gaz harakatchanligiga, qatlam bosimini to'yinish bosimi nisbatiga, neft konini ishlash sistemasiga bog'liq. Qatlamlarga suv bostirib qatlam bosimini to'yinish bosimidan yuqori ushlab turish jarayonida vaqt davomida gaz olish egrisi neft olish egrisiga o'xshash bo'ladi. Neft konini qatlamlarga ta'sir etmasdan ishlashda, ya'ni qatlam bosimini tushishida, o'rtacha qatlam bosimi P to'yinish bosimidan P_r past bo'lganda, qatlamni gazli faza bilan to'yinganligi jiddiy ortadi va gaz olish keskin ko'tariladi.

Burg'i quduqlardan neft va gaz olishni xususiyatlash uchun gaz omili tushunchasi, ya'ni standart sharoitga keltirilgan burg'i qudug'idan olinayotgan gaz hajmini, vaqt birligida olingan gazsizlashtirilgan neft miqdoriga (hajmiga) nisbati, ishlatiladi. O'rtacha gaz omili tushunchasini neft konini ishlashni texnologik ko'rsatkichi sifatida ham foydalansa bo'ladi. Bunda o'rtacha gaz omili kondan joriy olinayotgan gaz va neft nisbatiga teng.

5. Qudug'larga haydalayotgan moddalar sarfi va ularni neft va gaz bilan birga chiqarib olish. Qatlamlardan neftni va gazni

chiqarib olishni texnologik jarayonlarini amalga oshirishda qatlamlar oddiy suv, turli kimyoviy omillar qo'shilgan suv, issiq suv yoki bug' uglevodorod gazlari, havo, uglerod ikki oksidi va boshqa moddalar haydaladi. Konni ishlash jarayonida bu moddalar saflari o'zgarishi mumkin. Bu moddalar qatlamdan neft bilan birga chiqarib olish mumkinligi sababli, ularni chiqarib olish sur'ati ham texnologik ko'rsatkichlarga kiritiladi.

6. Qatlamda bosimning taqsimlanganligi. Neft konini ishlash jarayonida qatlamdagi bosim boshlang'ich holatiga nisbatan o'zgaradi. Tabiiyki, qatlamning turli qismlarida bosim har xil bo'ladi. Haydovchi quduqlar atrofida bosim yuqoriroq, oluvchi quduqlar atrofida esa - pastroq. Shuning uchun qatlam bosimi to'g'risida gapirilganda, odatda maydon yoki hajm bo'ylab o'rta me'yorli qatlam bosimi tushiriladi.

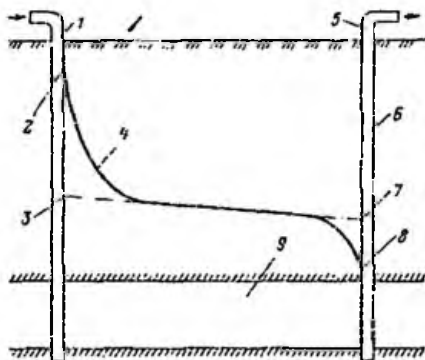
Neft konini ishlashni loyihalashda bosim taqsimlanganligini qatlam bo'yicha yoki ishlash sistemasi elementida hisoblash muhimdir. Ishlashdagi qatlamni xususiyatlovchi nuqtalaridagi (haydovchi quduqlar tubidagi P_h , haydash chizig'i yoki chegaralaridagi P_b , mahsulot olish chizig'i yoki chegaralaridagi P_{ol} , mahsulot oluvchi quduqlardagi P_{ol} , III.20-rasm) bosimlardan ham ishlash ko'rsatkichlari sifatida foydalaniladi.

Ulardan tashqari haydovchi va oluvchi quduqlardagi bosimlar farqini aniqlash ham muhim ahamiyatga egadir.

7. Oluvchi quduqlar usti bosimi P_u . Oluvchi quduqlar usti bosimi qatlamdan chiqarib olinayotgan neftni, gazni va suvni quduq ustidan kondagi gazni ajratish, suvsizlantirish va tuzsizlantirish qurilmalariga quvurlar orqali uzatish, hamda oluvchi quduqlarni ishlatishni texnologik rejimlariga qo'yilgan talablardan kelib chiqib o'rnatiladi.

8. Ishlatish quduqlari tubidan yer sathigacha suyuqliklarni ko'tarib chiqarish usullari bo'yicha taqsimlanishi. Neft qatlamining o'tkazuvchanligi, ularning turliligi sababli, konlarni ayrim qismlarida har xildir. Bu farq neft qatlamlarini ishlatish quduqlari bilan ochish, ularni mustahkamlash va o'zlashtirish jarayonlarida ortishi mumkin. Natijada konda burg'ilangan quduqlarning o'rtishi mumkin. Natijada konda burg'ilangan quduqlarning mahsuldorligi keskin farq qiladi. Bunday hollarda, haydovchi va oluvchi quduqlari usti bosimini bir xil bo'lganda, quduqlarning debiti turlicha bo'ladi yoki ishlatish quduqlaridan bir xil

debit olish uchun ular tubidagi bosim har xil bo'lishi kerak. Bunday sharoitlarda qatlamdan chiqarib olinayotgan mahsulotni yer sathigacha ko'tarish uchun ishlatish quduqlari mahsuldorligi katta (ishlatish quduqlari tubidagi bosimlar yuqori) va mahsulot kam suvlangan bo'lsa, ishlatish quduqlarini favvora usulida ishlatish mumkin. Ishlatish quduqlarini mahsuldorligi kichik va mahsulotni suvlanganligi katta bo'lsa, suyuqlikni yer sathiga chiqarish uchun mexanizatsiyalashtirilgan usuliardan foydalanish kerak bo'ladi.



III.20-rasm. Qatlamai va burg'u quduqlarini xususiyatlovchi nuqtalarda bosimning taqsimlanishi:

- 1-haydovchi quduq; 2-bosim P_h ; 3-bosim P_h ;
 4-qatlam bosimi epyurasi; 5-bosim P_h ; 6-oluvchi quduq;
 7-bosim P_{oi} ; 8-bosim P_{oi} ; 9-qatlam.

9. Qatlam temperaturasi. Neft konlarini ishlash jarayonida qatlam temperaturasi suyuqlik va gazlarni ishlatish qudug'i tubi atrofidagi harakatida kuzatiladigan drosselli samaralar; qatlamga haydalayotgan suv temperaturasini qatlam temperaturasidan farqligi; qatlamga issiqlik tashuvchi omillar kiritish yoki qatlam ichra yonishni amalga oshirish va boshqa sabablar bilan o'zgaradi. Shunday qilib, tabiiy ko'rsatkich bo'lgan. boshlang'ich qatlam temperaturasi ishlash jarayonida o'zlashtirilishi mumkin va qatlam bosim kabi ishlash ko'rsatkichi bo'lib qoladi. Neft konlarini ishlash jarayonlarini loyihalashtirishda qatlam bo'ylab yoki ishlash sistemasi elementida temperatura

taqsimlanganligini hisoblash kerak, chunki ishlash jarayonlarida qatlam temperaturasini katta o'zgarishlari yuz beradi. Bundan tashqari haydash va olish burg' quduqlari tubi atrofida hamda ishlatilayotgan qatlamga qo'shni boshqa qatlamlardan temperaturani o'zgarganini bashorat qilish ham zarurdir.

Ko'rsatib o'tilgan neft konlarini asosiy ishlab ko'rsatkichlaridan tashqari, qatlamlardan neft qazib olishning turli texnologiyalari qo'llanilganda, ularga xos ayrim ko'rsatkichlardan ham foydalaniladi. Masalan, qatlamlardan neftni sirt-faol moddali suv aralashmalari polimerlar yoki uglerod ikki oksidi bilan siqib chiqarishda omillar yutilishini va qatlamdagi harakat tezligini miqdoran bashorat qilish kerak. Qatlam ichra namli yonish qo'llanilganda – suv – havo nisbatini, qatlam bo'ylab yonish ko'lamli harakat tezligini va boshqa ko'rsatkichlarni aniqlash kerak bo'ladi.

Neft konini ma'lum ishlash sistemasidagi qatlamlardan neft qazib olish texnologiyalariga xos hamma ko'rsatkichlarni o'zaro bog'liqligini ta'kidlab o'tish zarur. Masalan, bosim farqini, qatlam bosimini, suyuqlik olishni va qatlamga haydalayotgan moddalar sarfini ixtiyoriy olib bo'lmaydi. Ayrim ko'rsatkichlarni o'zgartirish boshqa ko'rsatkichlarning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Ishlash ko'rsatkichlarini o'zaro bog'liqligini neft konlarini ishlashni hisoblash modellarida albatta inobatga olish kerak, agarda ko'rsatkichlarning ayrimlari berilgan bo'lsa, qolganlari hisoblab aniqlanadi.

IV-BOB. NEFT KONLARI ISHLASHINI MODELLASHTIRISH

§ 1. Qatlam va ishlash jarayonlari modellari

Keng ilmiy mazmunda model soʻzi ostida oʻrganilayotgan obyektni aks ettiruvchi real yoki fikran yaratilgan strukturasi tushuniladi. Model nomi lotincha *modulus* soʻzidan kelib chiqqan boʻlib, “oʻlchov, namuna, meʼyor” soʻzini anglatadi. Modellashtirish deganda mavjud narsa va hodisalar (jonli va jonsiz sistemalar) muhandislik konstruksiyalari, fizik, kimyoviy, biologik sotsial jarayonlar, loyihalanayotgan obyektlar va boshqalarning nusxalarini (modellarini) yasash va oʻrganish tushuniladi. Modellashtirish asosida oʻrganilayotgan obyekt bilan uning nusxasi oʻrtasida oʻxshashlik, muvofiqlik yotadi. Modellashtirish usulidan hozirgi zamon fanida keng foydalanilmoqda, u ilmiy tadqiqotni yengillashtiradi, baʼzi hollarda murakkab obyektlarni oʻrganishning yagona vositasiga aylanadi.

Fanda hajmi haddan tashqari kattaligi yoki kichikligi, yohud ancha olisdaligi tufayli obyektni bevosita oʻrganish qiyin boʻlgan hollar tez-tez uchrab turadi. Ana shunda nusxalar yordamga keladi. Ular obyekt haqida ancha tasavvur olishga boʻladigan jarayonlarni tushuntirib berish uchun qoʻllaniladi.

Modellashtirish usulidan turli fanlarda obyektning faqat maʼlum xususiyat va munosabatlarinigina emas, balki yangi xususiyat va munosabatlarini aniqlash uchun ham foydalaniladi.

Neft konlarini modellarini yaratish va ular asosida konlarni ishlash koʻrsatkichlarini hisoblashni amalga oshirish muhandislar va tadqiqotchilar faoliyatining yoʻnalishlaridan biridir.

Neft, gaz yoki gazkondensat konlarini xossalari haqidagi geologik-fizik maʼlumotlar va kelajakda amalga oshiriladigan ishlash sistemasi va texnologiyasi asosida ularning ishlash koʻrsatkichlarini miqdoriy tushunchalari yaratiladi. Konni ishlash haqidagi oʻzaro miqdoran bogʻliq sistema uning ishlash modeli, u qatlam modelidan va konni ishlash jarayoni modelidan tashkil topgan boʻladi.

Qatlam modeli - neft konini ishlash koʻrsatkichlarini hisoblashda foydalaniladigan, qatlamning geologik – fizik xossalari haqidagi

miqdoriy tasavvurlar sistemasidir. Konni ishlash jarayoni modeli - yer tagidan neftni chiqarib olish haqidagi miqdoriy tasavvurlar sistemasi hisoblanadi. Umuman, neft konining ishlash modelida qatlam va ishlash jarayonlari modellarining turli kombinatsiyalaridan foydalanish mumkin, faqat kombinatsiya qatlam va jarayon xossalarini eng katta aniqlikda aks ettirishi kerak. Shu bilan birga qatlamni u yoki bu modelini tanlash jarayon modelida uning qo'shimcha xususiyatlarini hisobga olish yoki olmaslik kerakligini keltirib chiqarishi mumkin.

Qatlam modelini, albatta, uning hisoblash sxemasidan farq qilishi kerak, chunki hisoblash sxemasi faqat qatlamning geometrik shaklini hisobga oladi. Masalan, qatlam modeli qat-qat har xil qatlam bo'lishi mumkin. Hisoblash sxemasida esa ushbu qatlam modeli doira shaklida, to'g'ri chiziqli qatlam va boshqa ko'rinishlarda bo'lishi mumkin.

Qatlamlar va ulardan neftni chiqarib olish jarayonlari modellari har doim matematik ko'rinish bilan ifodalangan, ya'ni ma'lum matematik munosabatlar bilan xususiyatlanadi.

Matematik modelni tuzish neft konini ishlashni loyihalashda eng murakkab va mas'uliyatli bosqich hisoblanadi. Ushbu bosqichning murakkabligi shundan iboratki, unda mutaxassisdan matematik va maxsus fanlardagi bilimlarini uzviy bog'lash talab etiladi.

Neft konini ishlash ko'rsatkichlarini hisoblash bilan shug'ullanayotgan mutaxassisning asosiy vazifasi, konni geologik-geofizik o'rganish, hamda quduqlarda o'tkazilgan gidrodinamik tadqiqotlar natijasida olingan, ayrim tasavvurlar asosida hisoblash modelini tuzishdan iborat. Hisoblash modelida olingan ma'lumotlarni tartiblashtirish, modellashtirilayotgan qatlamlarni asosiy xususiyatlarini ajratish va ularni miqdoran tavsiflash kerak bo'ladi.

Odatda neft va gaz qatlamlari kollektorlarining hamma har xil ko'rinishlarini qatlamlar modellarini ma'lum turlariga keltiriladi.

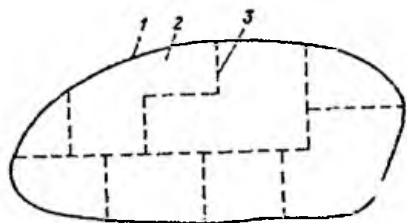
§ 2. Qatlamlar modellarining turlari

Neft konlari tabiat obyektlari sifatida juda xilma-xil xossalarga ega. Neft nafaqat g'ovak qumtoshlarni to'yintirishi, bundan tashqari ohaktoshlar, dolomitlar va hattoki magmatik (otqindi) jinslardagi mikroskopik darzliklarda, kovaklarda bo'lishi mumkin.

Neft va gaz bilan to'yingan jinslarning asosiy xususiyatlaridan biri – qatlamlarning turli qismlarida kollektorilik xossalari (g'ovaklikning, o'tkazuvchanlikning) har xilligidir. Neft va gaz konlari jinslari xossalari qatlam hajmida o'zgaruvchanligi qatlamlarni litologik har xilligi deb ataladi.

Neft-gazli kollektorlarning ikkinchi asosiy xususiyati – ularda darzliklarning borligi, ya'ni qatlamlarning darzlikligi.

Neft konlarini ishlash neft-gazli jinslarni ushbu xususiyatlari neft va gazni chiqarib olish jarayonlariga eng katta ta'sir ko'rsatadi. Qatlam modellari ma'lum darajadagi shart bilan determinlashgan va ehtimolli-statistik turlarga bo'linadi.



IV.1-rasm. Turli g'ovakli va o'tkazuvchan qismlardan iborat qatlamning eterminlashgan modeli sxemasi: 1-shartli neftlilik chegarasi; 2-qatlamdagi jinslarning g'ovakligi m_i va o'tkazuvchanligi k_i bo'lgan qismi; 3-turli g'ovaklikli va o'tkazuvchan qatlam qismlarining chegarasi.

Determinlashgan modellar - bu shunday modellar ularda qatlamlarni tuzilishini va xossalari iloji boricha aniq o'rnatishga harakat qilinadi. Determinlashgan model qatlam xususiyatlarini hisobga olish mufassallashgan sari qatlamni "rasmiga" o'xshash bo'lib borishi kerak. Masalan, IV.1-rasmda real qatlamning alohida g'ovaklikli m_i va o'tkazuvchanli k_i qismlardan iborat sxemasi ko'rsatilgan. Haqiqatda esa ushbu rasmda ko'rsatilgan qatlamni tuzilishi ancha murakkabroq. Ammo ma'lum darajadagi aniqlik bilan ushbu qatlam sxemasini uning hisoblash modeli deb hisoblasa bo'ladi. Qatlamlarni determinlashgan modellarini amalda qo'llash tezkor hisoblash texnikalarini va ularga mos keluvchi matematik metodlarning keng rivojlanishi evaziga mumkin bo'ldi. Determinlashgan modeldan foydalanib neft konini ishlash jarayonlari ko'rsatkichlarini hisoblashda qatlamni hamma maydoni yoki uning hajmi

berilgan hisoblash aniqligiga, ishlash jarayonini murakkabligiga va elektron hisoblash mashinalari (EHM) quvvatiga bog'liq ravishda ma'lum sonli katakchalarga bo'linadi. Har bir katakchada, qatlamni ushbu qismiga xos, uning holatiga mos keluvchi xossalari beriladi.

Neft konining ishlash jarayonini ifodalovchi differensial tenglamalar yakuniy-turli munosabatlar bilan almashtiriladi, keyin esa EHMda hisoblash amalga oshiriladi.

Ehtimolli-statistik modellar qatlamlarning haqiqiy tuzilishini va xossalari har bir xususiyatini to'liq aks ettirmaydi. Ulardan foydalanilganda real qatlamlarga, xuddi shunday ehtimolli-statistik xususiyatlarga ega qandaydir gipotetik qatlam mos keladi, deb qabul qilinadi.

Neft konlarini ishlash nazariyasida va amaliyotida eng ko'p foydalaniladigan qatlamlarni ehtimolli-statistik modellariga quyidagilarni kiritish mumkin.

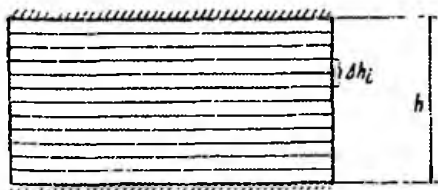
1. Qatlam bir turli modeli. Bu modelda, bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga o'zgaruvchi, real qatlamning asosiy ko'rsatkichlarini (g'ovaklik, o'tkazuvchanlik) o'rta qiymati olinadi. Ko'p hollarda, qatlamni bunday modelidan foydalanilganda, uning izotropligi haqidagi gipoteza qabul qilinadi, ya'ni ko'rilayotgan qatlam nuqtasidan chiqayotgan turli yo'nalishlarda o'tkazuvchanlik teng deb olinadi. Ayrim hollarda qatlam anizotrop deb ham qabul qilinadi. Bunday hollarda qatlamni vertikal yo'nalishdagi o'tkazuvchanligi (asosan qatlamlanish tufayli) uning gorizontal yo'nalishdagi o'tkazuvchanligidan farq qiladi deb qabul qilinadi. Qatlamni ehtimolli-statistik ma'nodagi bir-turli modeli haqiqatda har xilligi katta bo'lmagan qatlamlar uchun foydalaniladi.

2. Qat-qatli qatlam modeli. Bu model g'ovakligi m , va o'tkazuvchanligi k , bo'lgan qatlamlardan tashkil topgan strukturani (qatlamni) ifodalaydi (IV.2-rasm). Bunda qatlamning umumiy qalinligining h g'ovakligi Δm , oraliqda va o'tkazuvchanligi Δk , oraliqda bo'lgan qatlari uning Δh , qismini tashkil etadi. Agar qandaydir usulda, masalan namuna ma'lumotlarini tahlil qilish, geofizik va boshqa metodlar bilan, qatlamning alohida qatlarining o'tkazuvchanligi turli qatlamlarda o'lichansa, o'lichangan hamma qatlar umumiy qalinliginin gh , bir qismini Δh , o'tkazuvchanligi Δk , oraliqda bo'ladi. Qatlarning

boshqa qismi Δh_2 o'tkazuvchanligi Δk_2 oraliqda yotadi va hokazo. Real qatlam uchun quyidagi bog'liqlikni tuzish va uning asosida qat-qatli qatlam modeli (IV.2-rasm) ni yaratish mumkin. Ushbu model turli o'tkazuvchanli qatlar yig'indisidan tashkil topgan va real qatlamni (IV.1)-funktsiya bilan xususiyatlovchi strukturani ifodalaydi.

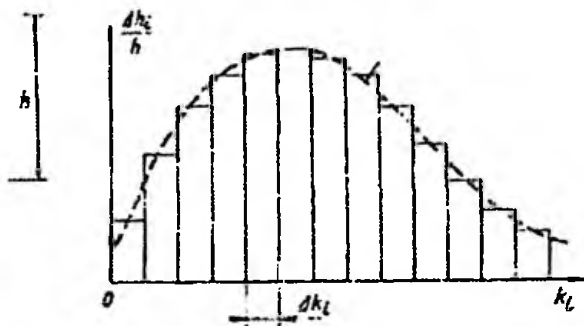
$$\Delta h_i/h = f(k_i) \cdot \Delta k_i \quad (IV.1)$$

(IV.1) ko'rinishdagi bog'liqlik yordamida IV.3-rasmida keltirilgan, gistogramma qurilgan, unda zinalar bilan qatlamni umumiy qalingining ulushlari keltirilgan bo'lib, ularga o'tkazuvchanligi mos qatlar joylashtirilgan.



IV.2- rasm. Qat-qatli qatlam modeli

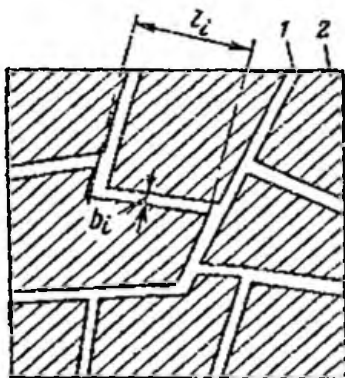
3. Darzli qatlam modeli. Agar neft qatlamda, g'ovaksiz va o'tkazuvchanmas jins bloklarini ajratuvchi, darzliklarda bo'lsa, bunday qatlam modelini, yonlari b. darzliklar bilan ajratilgan, o'tkazuvchanmas kublar yig'indisi ko'rinishida ifodalanishi mumkin.



IV.3-rasm.
O'tkazuvchanlik
gistogrammasi: l
-gistogrammani
approssimatsiya
qilish egri
chizig'i

Bunda real qatlam turli o'lchamdagi va shakldagi jins bloklariga hamda kengligi har xil darzliklarga ega bo'lishi mumkin. ΔS yuzali real qatlamni kesimi IV.4-rasmda keltirilgan, unda i darzlikning l_i va kengligi b_i .

IV.5-rasmda ΔS yuzali ushbu qatlam modelini kesimi berilgan bo'lib, tomonlari l va darzlik kengligi b bo'lgan kvadratlar to'plamini ifoda etadi. Darzli qatlamni asosiy ehtimolli-statistik xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.



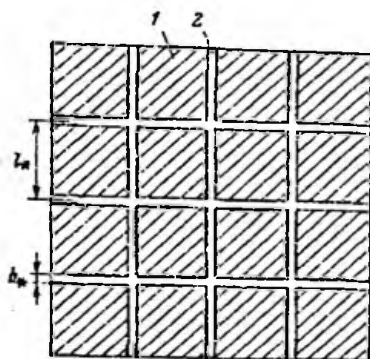
IV.4-rasm. Darzli qatlamning kesimi:
1-darzliklar, 2-jinslar
bloklari.

Ma'lumki, qovushqoq suyuqlikning yagona darzlikdagi, yuzaga perpendikulyar yo'nalishdagi oqimi tezligi v_i quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi:

$$v_i = \frac{b_i^2}{12\mu} \frac{\Delta P}{\Delta x \rightarrow 0} = - \frac{b_i^2}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (IV.1)$$

ΔS yuza kesimidan x yo'nalishda o'tayotgan suyuqlik oqimi sarfi Δq quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta q = \sum_{\Delta S} v_i b_i l_i = - \frac{\sum_{\Delta S} b_i^3 l_i}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (IV.2)$$



IV.5-rasm. ΔS yuzali
darzli qatlam
modelining
kesimi: 1-jins bloklari;
2-darzliklar

Darzlik zichligi Γ_d

$$\Gamma_d = \frac{\sum_{\Delta S} l_i}{2\Delta S_{\Delta S \rightarrow 0}} \quad (IV.3)$$

va darzliklarni o'rtacha kengligi b -tushunchasini kiritamiz. Undan (IV.2) va (IV.3) bog'liklardan darzli qatlamdagi sizish tezligi uchun quyidagi ifodani olamiz

$$v_o = \frac{\Delta q}{\Delta S_{\Delta S \rightarrow 0}} = -\frac{b^3}{12\mu} \frac{\sum_{\Delta S} l_i}{\Delta S} \frac{\partial P}{\partial x_{\Delta S \rightarrow 0}} = \frac{b^3 \Gamma_d}{6\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (IV.4)$$

(IV.4) ifoda-darzli qatlamlar uchun Darsi qonuni formulasiga o'xshash. Bunda darzli qatlam o'tkazuvchanligi:

$$K_d = \frac{b^3 \Gamma_d}{6} \quad (IV.5)$$

Darzli qatlam kesimdagi "yuza g'ovaklikka" teng deb olingan darzli g'ovaklikka m_d ifodasini olamiz:

$$m_d = \frac{\sum_{\Delta S} b_i l_i}{\Delta S_{\Delta S \rightarrow 0}} = \frac{b \cdot \sum_{\Delta S} l_i}{\Delta S_{\Delta S \rightarrow 0}} = 2b \cdot \Gamma_d \quad (IV.6)$$

4. Darzli g'ovakli qatlam modeli. Bu model mos keluvchi real qatlamda sanoat miqyosidagi neft zahiralari darzliklarda, va shuningdek, g'ovakli va o'tkazuvchan, bloklarda bo'ladi. Ushbu model ham qirradi uzunligi 1 bo'lgan kublar yig'masidan iborat qilib tasvirlanishi mumkin. Darzli- g'ovakli qatlamni to'yintiruvchi suyuqlik va gazlarni sizishi ham darzliklar, ham bloklar orqali yuz beradi. Bunda bloklardagi o'tkazuvchanlikka nisbatan darzliklar o'tkazuvchanligining ancha kattaligi sababli bosimni har qanday o'zgarishi, bloklarga nisbatan, darzliklarda tez tarqaladi. Natijada darzli-g'ovakli qatlamlarni ishlash jarayoni suyuqliklarni va gazlarni bloklardan darzliklarga va teskari oqib o'tishi bilan xususiyatlanadi.

Ko'rsatib o'tilgan hamma (bir turli, qat-qatli darzli, darzli-g'ovakli qatlamlarni) modellari ehtimolli statistik turkumga kiritilgan. Agar real qatlam haqiqatan juda bir turli bo'lsa, mos qoluvchi bir turli qatlam modelini deterninlashgan deb hisoblasa bo'ladi. Ammo tabiatda mukammal bir turli qatlamlar juda kam uchraydi.

§ 3. Geologik-fizik va kon ma'lumotlari bo'yicha qatlamlar modellari qurishning metodik asoslari

Qatlam haqidagi turli, ayrim hollarda yetarli bo'lmagan, geologik-fizik va kon ma'lumotlari asosida uning modelini yaratish konni ishlash bilan shug'ullanuvchi mutaxassislardan chuqur bilimni, ilmiy va ijodiy yondashishni talab etadi. Neft-gazli qatlamlar bir-biriga o'xshamagan. Modellashtirishda konni ishlash bilan shug'ullanuvchi mutaxassis faqat taxminan o'xshash sharoitlardan qatlamlarni modellari yaratishni umumiy tajribasi foydalaniladi, ammo unda har bir konkret holat uchun qatlam modelini yaratish metodikasi yo'q va bo'lishi ham mumkin emas. Qatlam modelini yaratish har doim ilmiy izlanish bilan bog'liq.

Qatlam modelini yaratish uchun uning geologik tuzilishi, mahsuldor qatlamni burg'ilashda olingan jins namunalarini tadqiqoti natijalari; kon-geofizik ishlar va quduqlarni burg'ilash ma'lumotlari; indikator egri chiziqlari va quduqlarda bosimni tiklash egri chiziqlari qatlamni boshlang'ich ishlash bosqichidagi ma'lumotlarida foydalaniladi.

Qatlamning bir-turli modelini qurish. Qatlamni bir-turli modelining asosiy ko'rsatkichlari – g'ovaklik mutloq o'tkazuvchanlik va

samarali qalinlik. Bu ko'rsatkichlarni aniqlash uchun qatlamlarda va burg' quduqlarida kon-geofizik tadqiqotlari o'tkaziladi (neft-gazli jinslarning zahiriy elektr qarshiligi; o'z-o'zidan qutblanish potentsiali; tog' jinslarini, neftni va gazni akustik va radiaktiv ko'rsatkichlari; qatlam temperaturasi va boshqalar).

Bir vaqtning o'zida xuddi shu burg' quduqlaridan olingan mahsuldor qatlam namunalari g'ovakligi va mutlaq o'tkazuvchanligi hamda o'tkazuvchanlikni pastki chegarasi, ya'ni sanoat miqyosida neft oqimi olib bo'lmaydigan yoki foydalanilayotgan qatlamni ishlash texnologiyalarida sanoat miqyosida neft chiqarib bo'lmaydigan, ayrim qatlamlarni o'tkazuvchanlik miqdori aniqlanadi. Shundan so'ng g'ovaklikni va mutlaq o'tkazuvchanlikni bevosita laboratoriyada o'lchangan ma'lumotlari bilan kon-geofizik ko'rsatkichlari orasidagi bog'liqlik o'rnatiladi. Agar shunday bog'liqlik tasdig'ini topsa, keyinchalik g'ovaklik va mutlaq o'tkazuvchanlik faqat kon-geofizikasi ma'lumotlari asosida aniqlanadi, ularning natijasida quduqlardagi neftga tuyingan qalinligi o'rnatiladi.

Qatlamni umumiy neftga to'yingan qalinligidan, o'tkazuvchanlikni pastki chegarasiga teng yoki kichik, qatlam qalinligi qismi ayiriladi va shunday qilib qatlamni samarali qalinligi aniqlanadi.

Alohida ishlatish quduqlarida aniqlangan g'ovaklik, mutlaq o'tkazuvchanlik va samarali qalinlik haqidagi ma'lumotlar asosida butun qatlam uchun ushbu kattaliklarning o'rtacha qiymati hisoblanadi. Qatlamni bir turli modeli uchun maxsus usul bilan nisbiy o'tkazuvchanliklar o'rnatiladi.

Qatlamning qat-qat har xil modelini tuzish. Bu model qatlamning bir turli modelini qurishda foydalaniladigan umumiy tartibga asoslagan. Ammo bu modelda qatlam kesimidagi ayrim qatlamlar yoki qatlam maydonining alohida qismlarida litologik qo'shilmalar xossalari hisobga olish kerakligini inobatga olish kerak.

Bunday modelni qurish taxminan quyidagi tartibda bajariladi:

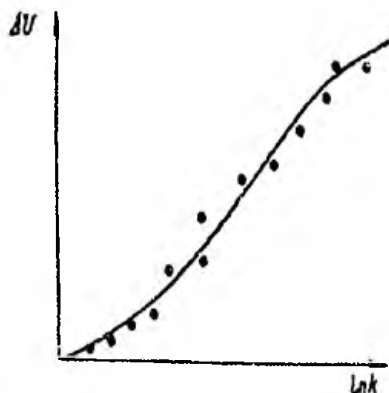
1. Modellashirilayotgan obyektни ochgan va konning turli qismlarida joylashgan alohida burg' quduqlarida kon-geofizika tadqiqotlari o'tkaziladi. Masalan, burg' qudug'i bilan qatlamning hamma ochilgan kesimi bo'ylab zahiriy elektr qarshilikni ρ_q va o'z-o'zidan qutblanish potentsialini U_{op} standart o'lchash.

IV.6-rasmda tekshirilayotgan qatlam oralig'idagi ishlatish qudug'i tanasida o'tkazilgan kon-geofizikasi tadqiqoti asosida $\rho_q U_{op}$ larni o'ziga xos egrilari ko'rsatilgan.

2. Xuddi shu burg' quduqlaridan o'rganilayotgan qatlamni tashkil etuvchi jinslar namunasi olinadi. Laboratoriya tadqiqotlari o'tkazilib, uning natijasida jinslarning g'ovakligi, o'tkazuvchanligi va suv-neft to'yinganligi aniqlanadi.

3. O'rganilayotgan jinslarning fizik ko'rsatkichlari (g'ovakligi, o'tkazuvchanligi, neft-suvga to'yinganligi) bilan kon-geofizik ko'rsatkichlari (zahiriyl elektr qarshiligi o'z-o'zidan qutblanish potentsiali va boshqalar) orasidagi bog'liqlik quriladi. Agar bunday bog'liqliklar taqqoslansa, u holda alohida qatlamchalar jinslarning fizik ko'rsatkichlari faqat kon-geofizikasi ma'lumotlar asosida aniqlanadi. IV.7-rasmda o'z-o'zidan qutblanish potentsiali orttirmasi ΔU_{op} va $\ln K$ dan bog'liqligi keltirilgan.

Kon-geofizikasini ishlatish quduqlaridan o'lchashlari bo'yicha ΔU_{op} bilsak, qatlamni alohida qatlamchalari jinslarining mutlaq o'tkazuvchanligini aniqlasa bo'ladi.



IV.7- rasm.

$\Delta U_{op} = U_{op} - U_{opo}$ esa $\ln K$
oralig'idagi bog'liqlik
 $(U_{opo} - U_{op})$ ning
qandaydir shartli kattaligi).

4. ΔK_i oralig'dagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan alohida qatlamchalar Δh_i belgilab chiqiladigan jadval to'lg'aziladi.

5. Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida hamma o'rganilgan qatlamchalarning n umumiy qalinligi topiladi:

$$h = \sum_{i=1}^n \Delta h_i.$$

4. O'tkazuvchanligi K ga teng hamma qatlamchalarni $\sum_{i=1}^n \Delta h_i$ yoki o'tkazuvchanligi qandaydir nisbatan kichik oraliqda ΔK , o'zgaruvchan qatlamlarning umumiy qalinlikdagi ulushi aniqlanadi.

5. O'tkazuvchanlik gistogrammasi quyidagi ko'rinishda quriladi.

$$\frac{\Delta h_i}{\sum_{i=1}^n \Delta h_i} = f(K_i) \Delta K_i$$

6. Gistogrammani ehtimolli-statistik zichlikni taqsimlanishi sifatida qabul qilinadi va uning uchun mos keluvchi analitik bog'liqlik tanlanadi.

Taqsimlanish zichligi grafigi ko'rinishida tasvirlanadigan va analitik approksimatsiya qilinadigan, kon ma'lumotlari asosida qurilgan, gistogrammalarni berilish zaruriyati, birinchidan, har bir qatlam turi o'ziga mos ehtimolli-statistik taqsimlanish zichligini ko'rinishga ega ekanligi bilan bog'liq. Masalan, o'rganilayotgan qatlamni qaysidir ma'lum turga mansubligini bilgan holda, bir necha nuqtalar orqali o'tkazuvchanlikni tarqalish zichligi grafigini qurish mumkin. Bu ayniqsa, qatlamni boshlang'ich o'rganish bosqichida, uning ko'rsatkichlarini amalda o'lchash hali yetarli bo'lmaganda, qatlam modelini yaratish jarayonini tezlashtiradi.

Ikkinchidan, qatlam ko'rsatkichlarini taqsimlanish zichligini analitik ifoda etish, qatlamlardan neft chiqarib olish jarayonlarining nisbatan oddiy modellaridan foydalanib, uning ishlash ko'rsatkichlarini analitik aniqlash imkonini beradi.

Nihoyat, kon ko'rsatkichlarini taqsimlanish zichligini analitik ifoda etish matematikaning ehtimollar nazariyasidagi muhim tushunchalardan foydalanish va ular orqali qatlamlarni ta'riflash imkonini beradi.

7. Qatlamni ishlash modeliga qatlamni qat-qat har xil modelining ehtimolli-statistik xususiyatlari kiritiladi va qatlamlardan neft chiqarib

olishni hisoblangan ko'rsatkichlari uning boshlang'ich ishlash bosqichida olingan amaldagi ko'rsatkichlari bilan taqqoslanadi. Nazariy va amaliy ishlash ma'lumotlari mos kelmagan hollarda ehtimolli-statistik xususiyatlar qatlamni nazariy va amaliy ishlash ko'rsatkichlari mos kelguncha o'zgartiriladi, ya'ni qatlam modeli amaldagi ishlash ko'rsatkichlariga muvofiqlashtiriladi.

Qatlamlarning darzli va darzli-g'ovakli modellarini qurish

Qatlamdagi darzliklarni uning ishlash jarayoniga jiddiy ta'siri bir qator ko'rsatkichlar orqali isbotini topgan. Ularning eng muhimlaridan biri, indikator egri chiziqlari yoki bosimni tiklash bilan aniqlangan, qatlamni haqiqiy o'tkazuvchanligi bilan mahsuldor qatlamni burg'ilash vaqtida undan chiqarib olingan jins namunalari o'tkazuvchanligi mos kelmasligidir. Agar qatlamni haqiqiy o'tkazuvchanligi undan olingan jinslar namunaviy o'tkazuvchanligidan katta bo'lsa, u holda, o'tkazuvchanlikni ortishi qatlamda darzliklarni borligi bilan bog'liq deb hisoblanadi. Ammo bunday hollarda o'rganilayotgan qatlamni jins namunalari bilan qanchalik to'liq ifodalanganligini hisobga olish zarur, chunki jins namunalari endi o'tkazuvchan qatlamchalardan olinmagan bo'lishi mumkin.

Qatlamning darzligi, qatlamni tashkil etuvchi jinslarning yuqori o'tkazuvchanligida ya'ni qatlam butunlay darzlik g'ovakli bo'lgan sharoitlarda, uning ishlash jarayonlariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Bir xil suyuqlikni darzli va darzli-g'ovakli qatlamlardagi muayyan oqimi xususiyatlarini bilish uchun faqat, kon tadqiqotlari asosida aniqlangan, qatlam o'tkazuvchanligi va uning samarali qalinligini bilish yetarli. Bunday hollarda qatlam modeli juda oddiy quriladi. Ammo darzli qatlamdagi bir turli suyuqlikning nomuayyan oqimida darzlikni deformatsiyalanishini, dardli-g'ovakli qatlam uchun esa jins bloklarini o'racha o'lchamini yoki darzlar zichligini, xususiyatlovchi ko'rsatkichlarni bilish zarur.

Ushbu ko'rsatkichlar qatlamlardan turli omillar bilan neftni siqib chiqarish jarayonini hisoblashlarda ham inobatga olinadi. Darzli zichligi-darzli va darzli-g'ovakli qatlamlarning qiyin aniqlanadigan ko'rsatkichidir. Uni aniqlash uchun burg' qudug'i kesimlarini kon-geofizik

tadqiqotlaridan (elektr, yadro va temperatura o'lchashlardan, chuqurlik miqdor o'lchashlardan) va foto sur'atlaridan olingan ma'lumotlardan foydalaniladi.

Masalan, ishlatish quduqlarini chuqurlik miqdor o'lchagich bilan tadqiqotlashda mahsulдор qatlam kesimida suyuqlik oqimini keskin ortishi kuzatilgan qismlari belgilanadi va ular ishlatish qudug'iga suyuqlik oqimi kirib kelayotgan ochiq darzlar soniga teng deb hisoblanadi. Debitni keskin ortishi ro'y bergan "holatlar sonini" mahsulдор qatlamni tadqiq qilingan umumiy qalinligiga bo'lib, o'rtacha darzlar zichligini baholash mumkin.

Va nihoyat, darzli va darzli-g'ovakli qatlamlarni modelini tuzishda konni boshlang'ich ishlash hosqichidagi ma'lumotlardan foydalaniladi.

§ 4. Qat-qat va maydon bo'ylab har xil qatlamlarning ehtimolli-statistik modelini tasvirlash

Yuqoridagi paragrafda qalinligi va maydoni bo'ylab har xil qatlamlarni modellarini miqdoran tasvirlash jarayonida ehtimollar nazariyasidan foydalanib olinishi mumkin bo'lgan imkoniyatlar haqida aytib o'tilgan edi. Qatlamlarni ehtimolli-statistik tasvirlashda ehtimollar nazariyasining quyidagi tushunchalari muhim ahamiyatga ega.

1. Qatlam ko'rsatkichlarini statistik taqsimot zichligi yoki sodda qilib aytganda taqsimot zichligi. Qat-qat qatlamni tasvirlashda uning biron-bir ko'rsatkichi (masalan, mutlaq o'tkazuvchanligi), x dan $x + \Delta$ (Δx kichik kattalik) chegarada o'zgaruvchi, qatning (qatlamni yoki qatlamchani) paydo bo'lish ehtimolini aks ettiradi. Qat-qat qatlam modelida taqsimot zichligi $\Delta h_i \rightarrow 0$ orlig'ida gistogrammani, (IV.1) ibora bilan aniqlanadigan. analitik ifodasidir.

Maydon bo'ylab har xil qatlam holida o'tkazuvchanlik gistogrammasi (IV.1) ga o'xshash ko'rinishga ega.

$$\frac{\Delta S_i}{S} = f(K_i) \Delta K_i, \quad (IV.7)$$

bu yerda: ΔS_i - umumiy neftlilik maydonining o'tkazuvchanligi K_i bo'lgan qismi. Qatlanining biron-bir ko'rsatkichini x , taqsimot zichligini $f(x)$ orqali belgilaymiz.

2. Qatlam ko'rsatkichi x bo'lgan taqsimot funksiyasi yoki qonuni quyidagi iboradan aniqlanadi.

$$F(x) = \int f(x) dx + C. \quad (IV.8)$$

Shuning uchun $f(x) = F'(x)$

Uzlaksiz tasodifiy kattalik x matematik kutilishi:

$$M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx. \quad (IV.9)$$

Ehtimollar nazariyasini tasodifiy dispersiyasi boshqa tushunchalaridan ham foydalaniladi.

Qat-qat va maydon bo'ylab har xil qatlamlarni modellarida mutlaq o'tkazuvchanlikni K taqsimoti ehtimolli-statistik tasvirlash uchun asosan quyidagi qonunlar qo'llaniladi.

1. Taqsimotning normal qonuni (Gauss qonuni)

Bu qonun uchun o'tkazuvchanlikning taqsimot zichligi quyidagi bog'liqlik bilan ifodalanadi.

$$f(k) = \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\bar{k})^2}{2G^2}}, \quad (IV.10)$$

bu yerdagi G ko'rsatkichi keyinroq aniqlanadi.

Taqsimotni normal qonunda K o'zgarish chegarasi $-\infty \leq k \leq \infty$.

Qatlarni mutlaq o'tkazuvchanligi k , uni sodda qilib o'tkazuvchanlik deb ataymiz, albatta, manfiy qiymatlarni qabul qila olmaydi, shuningdek, cheksiz katta bo'lishi ham mumkin emas. Biroq taqsimotni normal qonunida shartli ravishda o'tkazuvchanlik manfiy va cheksiz bo'lishi mumkin deb hisoblanadi, biroq ushbu qabul qilish ma'lum xatoliklarni keltirib chiqarishi mumkin.

Aytilganlari inobatga olib, o'tkazuvchanlikni taqsimot qonuni uchun quyidagi iborani olamiz.

$$F(k) = \int_{-\infty}^k \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\kappa)^2}{2G^2}} d\kappa. \quad (IV.11)$$

(IV.11) integralini hisoblash jarayonini ko'rib chiqamiz. Buning uchun (IV.11) quyidagicha bo'laklarga bo'lib chiqamiz.

$$F(k) = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\kappa)^2}{2G^2}} d\kappa + \int_0^k \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\kappa)^2}{2G^2}} d\kappa. \quad (IV.12)$$

Keyin $\kappa - \bar{\kappa} = -\xi$ деб, (IV.12) quyidagini olamiz:

$$F_1(h) = - \int_{-\infty}^0 \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi, \quad (IV.13)$$

$$\frac{\xi}{G\sqrt{2}} = \lambda, \quad \frac{d\xi}{G\sqrt{2}} = d\lambda, \quad (IV.14)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{1}{2}; \quad (IV.15)$$

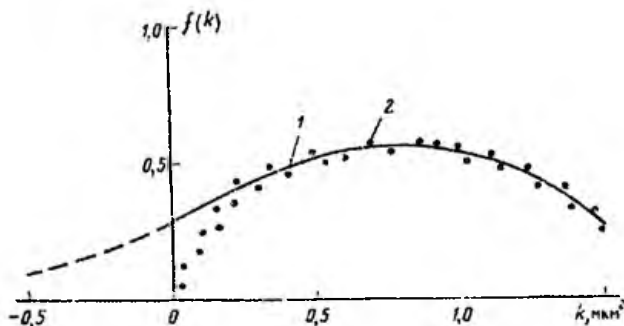
$$F_2(\kappa) = \int_0^k \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\kappa)^2}{2G^2}} d\kappa = \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right),$$

$$\operatorname{erf}\left(\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right) = \frac{2}{G\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}} e^{-\frac{(k-\kappa)^2}{2G^2}} d\kappa \quad (IV.16)$$

Natijada ega bo'lamiz:

$$F(k) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{k - \bar{K}}{G\sqrt{2}} \right) \right] \quad (\text{IV.17})$$

IV.8-rasmda (IV.11) – ibora bilan aniqlangan taqsimot zichligi-ning $f(k)$ grafiği, IV.9-rasmda esa, taqsimot zichligi qonunining (IV.17) iborasi asosida qurilgan egrisi keltirilgan. Ushbu holda haqiqiy o'tkazuvchanlik taqsimotini normal taqsimot qonuni bilan o'tkazuvchanlikni K katta qiymatlarida yetarli darajada yaxshi tasvirlanishiga qaramasdan, o'tkazuvchanlikni K kichik qiymatli zonasida nazariy va amaliy o'tkazuvchanlik taqsimoti, normal taqsimot qonunida qabul qilingan o'tkazuvchanlikni manfiy qiymatlarini ta'siri oqibatida yaqqol farq qiladi.



IV.8-rasm. $G=0,7$, $K=0,8 \text{ mkm}^2$ bo'lganda o'tkazuvchanlikning normal taqsimot zichligi grafiği: 1-nazariy egri; 2-haqiqiy nuqtalar.

$\operatorname{erf}(\infty)=1$ bo'lgani uchun, (IV.17) binoan, $F(\infty)=1$. (IV.10) asosida o'tkazuvchanlikni matematik kutilishi o'rtacha o'tkazuvchanlikka k teng. Buni tasdiqlash uchun (IV.11) iborani (IV.10) qo'yamiz:

Aytilganlari inobatga olib, o'rikazuvchanlikni taqsimot qonuni uchun quyidagi iborani olamiz.

$$F(k) = \int_{-\infty}^{\kappa} \frac{i}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-k)^2}{2G^2}} dk. \quad (IV.11)$$

(IV.11) integralini hisoblash jarayonini ko'rib chiqamiz. Buning uchun (IV.11) quyidagicha bo'laklarga bo'lib chiqamiz.

$$F(k) = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-k)^2}{2G^2}} dk + \int_0^{\kappa} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-k)^2}{2G^2}} dk. \quad (IV.12)$$

Keyin $\kappa - \bar{\kappa} = -\xi$ deb, (IV.12) quyidagini olamiz:

$$F_1(\hbar) = - \int_{-\infty}^0 \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi, \quad (IV.13)$$

$$\frac{\xi}{G\sqrt{2}} = \lambda, \quad \frac{d\xi}{G\sqrt{2}} = d\lambda, \quad (IV.14)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{1}{2}; \quad (IV.15)$$

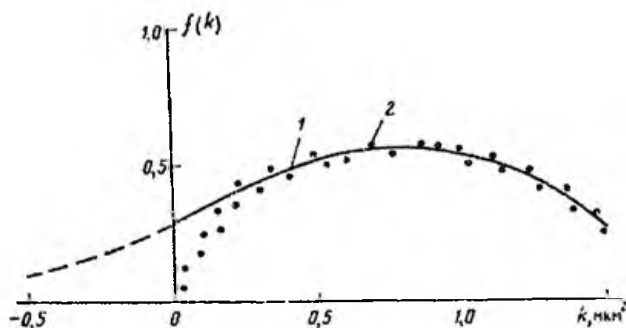
$$F_2(\kappa) = \int_0^{\kappa} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-k)^2}{2G^2}} dk = \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right),$$

$$\operatorname{erf}\left(\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right) = \frac{2}{G\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{\kappa - \bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}} e^{-\frac{(\kappa-k)^2}{2G^2}} dk \quad (IV.16)$$

Natijada ega bo'lamiz:

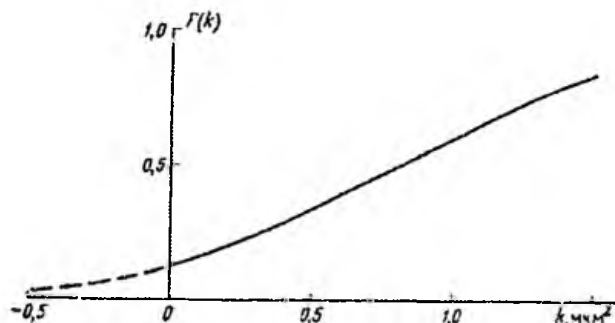
$$F(k) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{k - \bar{k}}{G\sqrt{2}} \right) \right] \quad (\text{IV.17})$$

IV.8-rasmda (IV.11) – ibora bilan aniqlangan taqsimot zichligi-ning $f(k)$ grafiği, IV.9-rasmda esa, taqsimot zichligi qonunining (IV.17) iborasi asosida qurilgan egrisi keltirilgan. Ushbu holda haqiqiy o'tkazuvchanlik taqsimotini normal taqsimot qonuni bilan o'tkazuvchanlikni K katta qiymatlarida yetarli darajada yaxshi tasvirlanishiga qaramasdan, o'tkazuvchanlikni K kichik qiymatli zonasida nazariy va amaliy o'tkazuvchanlik taqsimoti, normal taqsimot qonunida qabul qilingan o'tkazuvchanlikni manfiy qiymatlarini ta'siri oqibatida yaqqol farq qiladi.



IV.8-rasm. $G=0,7$, $K=0,8 \text{ mkm}^2$ bo'lganda o'tkazuvchanlikning normal taqsimot zichligi grafiği: 1-nazariy egri; 2-haqiqiy nuqtalar.

$\operatorname{erf}(\infty) = 1$ bo'lgani uchun, (IV.17) binoan, $F(\infty) = 1$. (IV.10) asosida o'tkazuvchanlikni matematik kutilishi o'rtacha o'tkazuvchanlikka k teng. Buni tasdiqlash uchun (IV.11) iborani (IV.10) qo'yamiz:



IV.9-rasm. $G=0,7$ va $K=0,8 \text{ mkm}^2$ bo'lganda o'tkazuvchanlikning normal taqsimot qonuni iborasi bo'yicha qurilgan egrisi.

$$M(k) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\bar{k})^2}{2G^2}} dk. \quad (\text{IV.18})$$

(IV.18)-integralni hisoblash uchun uni quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$M(k) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{K - \bar{K}}{G\sqrt{2\pi}} + \frac{\bar{K}}{G\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{(k-\bar{k})^2}{2G^2}} dk = J_1 + J_2 : \quad (\text{IV.19})$$

Birinchi integral J_1 quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$J_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K - \bar{K}}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k-\bar{k})^2}{2G^2}} dk. \quad (\text{IV.20})$$

$\lambda = (K - \bar{K}) / (G\sqrt{2})$ deb qabul qilamiz va (IV.20) iboradan quyidagini olamiz:

$$J_1 = \frac{G\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \lambda e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{G\sqrt{2}}{2\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} -e^{-\lambda^2} = 0. \quad (\text{IV.21})$$

Ikkinchi integralni J_2 quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$J_2 = \bar{K} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-K)^2}{2G^2}} dK = \bar{K} \left[\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-K)^2}{2G^2}} dK + \int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-K)^2}{2G^2}} dK \right] \quad (IV.22)$$

(IV.14) va (IV.15) o'xshash ravishda (IV.22) kiruvchi, har bir integral 1/2 teng. Shuning uchun, (IV.21) asosan $J_1=0, J_2=\bar{K}$, (2.19)-ibora ayniyatga aylanadi.

Normal taqsimot qonunida dispersiya nimaga tengligini aniq-laymiz:

$$D(K) = \int_{-\infty}^{\infty} (K - \bar{K})^2 f(K) dK = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(K - \bar{K})^2}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K - \bar{K})^2}{2G^2}} dK. \quad (IV.23)$$

(IV.23) hisoblash uchun, avvalgidek $\lambda = (K - \bar{K})/(G\sqrt{2})$ deb qabul qilamiz. Unda (IV.23) quyidagini oladi:

$$D(K) = \frac{2G^2}{\sqrt{\pi}} \left(\int_{-\infty}^0 \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda + \int_0^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda \right) = \frac{4G^2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda \quad (IV.24)$$

(IV.24) kiruvchi aniq integral jadvali bo'lib u, quyidagi ko'ri-nishda ifodalanadi:

$$\int_0^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{\sqrt{\pi}}{4} \quad (IV.25)$$

(IV.24) va (IV.25) quyidagini olamiz:

$$D(K) = G^2. \quad (IV.26)$$

2. Logarifmik normal qonun. Bu qonunda o'tkazuvchanlikning taqsimot zichligi iborasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$f(K) = \frac{1}{GK\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln K - \ln \bar{K})^2}{2G^2}}, 0 \leq K \leq \infty. \quad (IV.27)$$

Logarifmik normal taqsimot zichligi IV.9-rasmda ko'rsatilgan $F(K)$ ni topamiz. (IV.27) iborani (IV.9) qo'yib, quyidagini olamiz:

$$F(K) = \int_0^K \frac{1}{GK\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\ln K - \ln \bar{K}}{2G^2}} dK. \quad (IV.28)$$

$d(\ln K) = dK/K$ bo'lgani uchun, (IV.28) quyidagiga ega bo'lamiz:

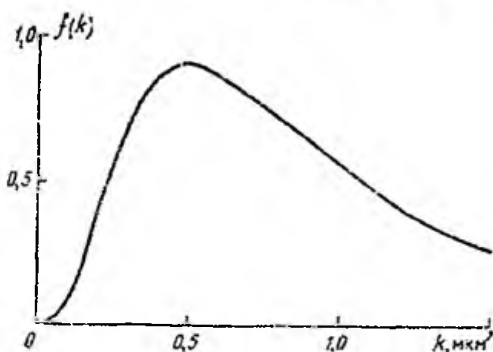
$$F(K) = \int_{-\infty}^{\ln K} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln K - \ln \bar{K})^2}{2G^2}} d(\ln K). \quad (IV.29)$$

(IV.17) o'xshash iboraga ega bo'lamiz:

$$F(K) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{\ln K - \ln \bar{K}}{G\sqrt{2}} \right) \right]. \quad (IV.30)$$

Logarifmik normal taqsimot qonunida o'tkazuvchanlikni matematik kutilishini (IV.10) – iboradan olamiz. Bunda

$$M(K) = \bar{K} e^{G^2/2}.$$



IV.10-rasm. $G=0,7$
va $K=0,8 \text{ mkm}^2$
bo'lganda logarifmik
normal taqsimot
zichligi grafiği.

3. **Gamma-taqsimot.** Mutlaq o'tkazuvchanlikning gamma-taqsimot zichligi umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalanadi:

$$(K) = \frac{K^{\alpha-1} e^{-K/\bar{K}}}{\Gamma(\alpha) \bar{K}^{\alpha}}, \quad 0 \leq K \leq \infty. \quad (IV.31)$$

Bunda

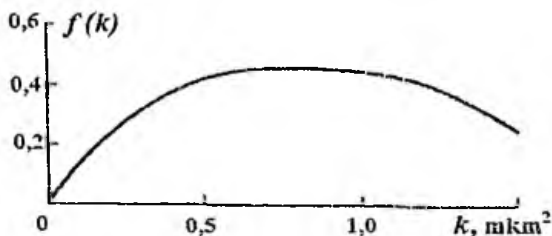
$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{\alpha-1} dx, \quad \alpha > 0, x > 0.$$

Gamma-taqsimot zichligi IV.10-rasmda ko'rsatilgan. O'tkazuvchanlikning taqsimot qonuni iborasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$F(K) = \int_0^K \frac{K^{\alpha-1} e^{-K/\bar{K}} dK}{\Gamma(\alpha) \bar{K}^{\alpha}}. \quad (IV.32)$$

Hamma holdagi kabi

$$F(K) = \int_0^{\infty} \frac{x^{\alpha} e^{-x/\bar{K}} dx}{\Gamma(\alpha) \bar{K}^{\alpha}} = 1, \quad x = K/\bar{K}.$$



*IV.11-rasm.
α = 2, K = 0,8
mkm² bo'lganda
gamma-taqsimot
zichligi grafiği.*

O'tkazuvchanlikning matematik kutilishi gamma-taqsimotda quyidagicha aniqlanadi:

$$M(K) = \int_0^{\infty} \frac{x^{\alpha} e^{-xK} dK}{\Gamma(\alpha)} = \frac{\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha)} \bar{K} = \alpha \bar{K}.$$

Maksvell taqsimot qonuni. Neft konlarining ishlash jarayonlari ma'lumotlarini hisoblashda, tezlik bo'ylab gaz molekulari taqsimotini ta'riflash uchun olingan Maksvellning taqsimot qonuni iborasidan foydalaniladi. Real qatlamlar o'tkazuvchanligini ta'riflash uchun ushbu qonun iborasini yozilish shakli M.M.Sattarov va B.T.Baishev tomonidan o'zgartirilgan.

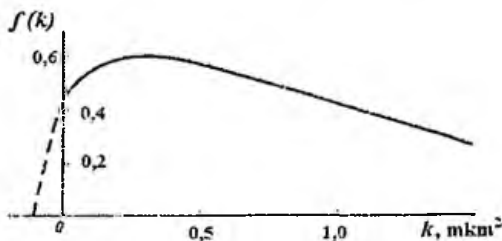
M.M.Sattarov tomonidan ko'rinishi o'zgartirilgan, Maksvell qonuniga mos o'tkazuvchanlikni taqsimot zichligi, iborasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$f(K) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{K+a}{K_0}} \frac{1}{K_0} e^{-\frac{K+a}{K_0}}, -a \leq K \leq \infty, \quad (IV.33)$$

bu yerda: a , K_0 -qatlamni geologik-fizik xossalari haqidagi ma'lumotlarni qayta ishlash asosida aniqlanadigan, taqsimot ko'rsatkichlari. O'tkazuvchanlikning taqsimot zichligi iborasi, B.T.Baishev bo'yicha, quyidagi ko'rinishga ega:

$$f_1(K) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{(K+a)^2}{K_1^2} \frac{1}{K_1} e^{-\frac{(K+a)}{K_1^2}}, \quad (IV.34)$$

bu yerda a , K_1 -taqsimot ko'rsatkichlari.



IV.12-rasm. $K_0=0,8$ mkm^2 va $a=0,1$ mkm^2 bo'lganda M.Sattarov tomonidan ko'rinishi o'zgartirilgan Maksvell bo'yicha taqsimot zichligi grafigi

IV.12-rasmda (IV.33) ibora bo'yicha qurilgan $f(K)$ grafigi keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, qonun o'tkazuvchanlikning noreal manfiy qiymatlari borligini inobatga oladi. Biroq, normal qonun holdagi kabi, o'tkazuvchanlikni $0 < K < \infty$ oralig'ida o'zgaradi deb qabul qilsa bo'ladi. Shuni hisobga olish kerakki, qatlamda, noldan farqli, bir qancha o'tkazuvchanligi nol bo'lgan qatlar ulushi bo'lish mumkin.

§ 5. Modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchan bir xil qatlam modeli

Neft qatlamining tuzilishi shunday bo'lishi mumkinki, unda ba'zi bir qatlar, burg' quduqlari orasidagi masofa bilan taqqoslanadigan, katta masofalarga, qiyiqlanishi yoki boshqa o'tkazuvchanli qatlar bilan almashinishi tufayli tarqalmagan bo'ladi. Ayrim qatlarning uzunligi qatlamning qalinligi darajasida bo'lishi mumkin. Bunda qatlar har doim ham bir-biridan ajralgan bo'lmasligi mumkin. Bunday turdagi qatlamlarni qat-qat har xil qatlam modeli bilan tasvirlab bo'lmaydi. Ular ko'proq bir xil qatlamlarga o'xshash. Shunga qaramasdan ularning qat-qat har xilligi qatlamlardan chiqarib olingan kollektor jinslarni tajribaxonada o'tkazilgan tadqiqotlari ma'lumotlarini qayta ishlashda va burg' quduqlarini kon-geofizik tadqiqotlari ma'lumotlarini izohlashda kuzatiladi. Bunday qatlamlarni o'rtacha mutlaq o'tkazuvchanli va ularni to'yintiruvchi moddalar uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanli bir xil qatlam sifatida modellashirish mumkin. Bunday modelni qurish uchun, to'g'ri chiziqli qatlamda uzunligi Δx , qalinligi h va kengligi v elementar hajmni ajratamiz (IV.13-rasm). Har bir elementar hajmda turli mutlaq o'tkazuvchanli qatlar yig'ilgan deb hisoblaymiz, ularni paydo bo'lish chastotasi esa ma'lum ehtimolli-statistik ibora bilan ta'riflanadi.

Neftni qatlamdan chiqarib olish uni suv bilan siqib chiqarish yo'li orqali yuz berayapti deb qabul qilish va qatlamni modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanli modelini quramiz. Neftni boshqa chiqarib olish jarayonlarini ham ko'rib chiqsa bo'ladi.

Qatlamni alohida qatlarini fikran shunday yig'ib chiqamizmi, eng katta o'tkazuvchanli qat pastda, eng kichigi yuqorida joylashgan bo'lsin (IV.13-rasm) va mutlaq o'tkazuvchanlik yuqoridan pastga ortib borsin.

$$M(K) = \int_0^{\infty} \frac{x^{\alpha} e^{-xK} dx}{\Gamma(\alpha)} = \frac{\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha)} \bar{K} = \alpha \bar{K}.$$

Maksvell taqsimot qonuni. Neft konlarining ishlash jarayonlari ma'lumotlarini hisoblashda, tezlik bo'ylab gaz molekulari taqsimotini ta'riflash uchun olingan Maksvellning taqsimot qonuni iborasidan foydalaniladi. Real qatlamlar o'tkazuvchanligini ta'riflash uchun ushbu qonun iborasini yozilish shakli M.M.Sattarov va B.T.Baishev tomonidan o'zgartirilgan.

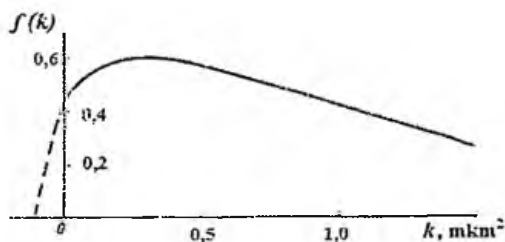
M.M.Sattarov tomonidan ko'rinishi o'zgartirilgan, Maksvell qonuniga mos o'tkazuvchanlikni taqsimot zichligi, iborasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$f(K) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{K+a}{K_0}} \frac{1}{K_0} e^{-\frac{K+a}{K_0}}, -a \leq K \leq \infty, \quad (IV.33)$$

bu yerda: a , K_0 -qatlamni geologik-fizik xossalari haqidagi ma'lumotlarni qayta ishlash asosida aniqlanadigan, taqsimot ko'rsatkichlari. O'tkazuvchanlikning taqsimot zichligi iborasi, B.T.Baishev bo'yicha, quyidagi ko'rinishga ega:

$$f_1(K) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{(K+a)^2}{K_1^2} \frac{1}{K_1} e^{-\frac{(K+a)}{K_1^2}}, \quad (IV.34)$$

bu yerda a , K_1 -taqsimot ko'rsatkichlari.



IV.12-rasm. $K_0=0,8$ mkm^2 va $a=0,1$ mkm^2 bo'lganda M.Sattarov tomonidan ko'rinishi o'zgartirilgan Maksvell bo'yicha taqsimot zichligi grafigi

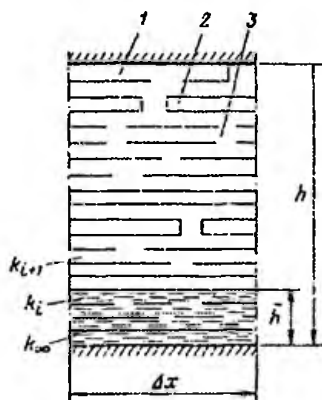
IV.12-rasmida (IV.33) ibora bo'yicha qurilgan $f(K)$ grafigi keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, qonun o'tkazuvchanlikning noreal manfiy qiymatlari borligini inobatga oladi. Biroq, normal qonun holidagi kabi, o'tkazuvchanlikni $0 < K < \infty$ oraliqda o'zgaradi deb qabul qilsa bo'ladi. Shuni hisobga olish kerakki, qatlamda, noldan farqli, bir qancha o'tkazuvchanligi nol bo'lgan qatlar ulushi bo'lish mumkin.

§ 5. Modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchan bir xil qatlam modeli

Neft qatlamining tuzilishi shunday bo'lishi mumkinki, unda ba'zi bir qatlar, burg' quduqlari orasidagi masofa bilan taqqoslanadigan, katta masofalarga, qiyiqlanishi yoki boshqa o'tkazuvchanli qatlar bilan almashinishi tufayli tarqalmagan bo'ladi. Ayrim qatlarning uzunligi qatlamning qalinligi darajasida bo'lishi mumkin. Bunda qatlar har doim ham bir-biridan ajralgan bo'lmasligi mumkin. Bunday turdagi qatlamlarni qat-qat har xil qatlam modeli bilan tasvirlab bo'lmaydi. Ular ko'proq bir xil qatlamlarga o'xshash. Shunga qaramasdan ularning qat-qat har xilligi qatlamlardan chiqarib olingan kollektor jinslarni tajribaxonada o'tkazilgan tadqiqotlari ma'lumotlarini qayta ishiashda va burg' quduqlarini kon-geofizik tadqiqotlari ma'lumotlarini izohlashda kuzatiladi. Bunday qatlamlarni o'rtacha mutlaq o'tkazuvchanli va ularni to'yintiruvchi moddalar uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanli bir xil qatlam sifatida modellashtirish mumkin. Bunday modelni qurish uchun, to'g'ri chiziqli qatlamda uzunligi Δx , qalinligi h va kengligi v elementar hajmni ajratamiz (IV.13-rasm). Har bir elementar hajmda turli mutlaq o'tkazuvchanli qatlar yig'ilgan deb hisoblaymiz, ularni paydo bo'lish chastotasi esa ma'lum ehtimolli-statistik ibora bilan ta'riflanadi.

Neftni qatlamdan chiqarib olish uni suv bilan siqib chiqarish yo'li orqali yuz berayapti deb qabul qilish va qatlamni modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanli modelini quramiz. Neftni boshqa chiqarib olish jarayonlarini ham ko'rib chiqsa bo'ladi.

Qatlamni alohida qatlarini fikran shunday yig'ib chiqamizmi, eng katta o'tkazuvchanli qat pastda, eng kichigi yuqorida joylashgan bo'lsin (IV.13-rasm) va mutlaq o'tkazuvchanlik yuqoridan pastga ortib borsin.



IV.13-rasm. Modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun qatlamni ajratilgan elementar hajmining sxemasi;

1-qiyiqilanuvchi qatlar; 2-uziluvchan qatlar; 3-boshqa qatlar bilan birlashib ketuvchi qatlar

Suv bir zumda porshen kabi neftni i qatlamdan siqib chiqarayapti deb qabul qilamiz. Shunday qilib, vaqtning qandaydir paytida suv bosgan $\bar{h}$ qalinlikdagi qatlarda faqat suv, qalinligi $h - \bar{h}$ qatlar esa faqat neft sizish yuz beradi. Suv bosgan qatlar qoldiq neft to'yinganligi S_{nk} neft qoladi. Vaqtning boshlangan paytida qatlam qatlari neftga to'yinganligi S_{bc} bo'lgan bog'liq suv bilan to'yingan edilar. S_{nk} va S_{bc} qatlarni mutlaq o'tkazuvchanligiga bog'liq deb hisoblasa bo'ladi. Qatlam elementidagi qalinligi Δh qatlarga kirib kelayotgan suv sarfini Δq_s quyidagi iboradan aniqlaymiz.

$$\Delta q_s = \frac{R(1 - S_{nk} - S_{bc})\phi \Delta h \Delta P}{\mu_s \Delta x}$$

Bu yerda suv uchun fazaviy o'tkazuvchanlik $K_{fs} = K(1 - S_{nk} - S_{bc})$, agarda Δh qalinlikdagi qatlar faqat suv bo'lganda, suv sarfining Δq_s iborasi quyidagi ko'rinishga ega bo'lar edi:

$$\Delta q_s = K \theta \Delta p \Delta h / (\mu_s \Delta x).$$

Hamma suv bosgan qalinligi qatlarga haydalayotgan umumiy suv sarfi:

$$q_s = \frac{\theta \Delta P}{\mu_s \Delta x} \int_0^h K(1 - S_{nk} - S_{be}) dh.$$

Agar qatlam to'liq suv bilan to'yingan bo'lganda:

$$\bar{q}_s = \frac{\theta \Delta p}{\mu_s \Delta x} \int_0^h k dh.$$

Suv uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlikni K_s deb belgilaymiz va uni nisbat ko'rinishida aniqlaymiz:

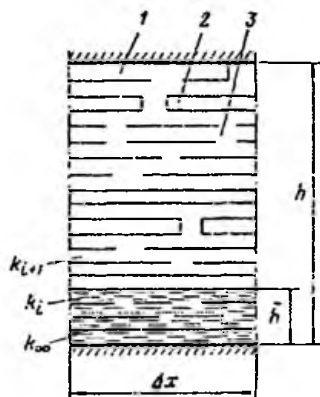
$$\bar{K}_s = q_s / \bar{q}_s = \frac{\int_0^h K(1 - S_{nk} - S_{be}) dh}{\int_0^h k dh}.$$

Ushbu qatlamga xos mutlaq o'tkazuvchanlikni ehtimolli-statistik taqsimotidan foydalanib, va $K=K_0$ - berilgan payt uchun suv bosgan qat o'tkazuvchanligi deb qabul qilib, quyidagi iborani olamiz:

$$K_s = \frac{\int_{K_0}^{\infty} (1 - S_{nk} - S_{BE}) K f(K) dK}{\int_0^{\infty} K f(K) dK}, \quad (IV.35)$$

bu yerda: $f(K)$ -mutlaq o'tkazuvchanlikning ehtimolli-statistik taqsimoti zichligi.

Neft uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlik:



IV.13-rasm. Modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun qatlamni ajratilgan elementar hajmining sxemasi;
1-qiyiqslanuvchi qatlar; 2-uziluvchan qatlar; 3-boshqa qatlar bilan birlashib ketuvchi qatlar

Suv bir zumda porshen kabi neftni i qatlamdan siqib chiqarayapti deb qabul qilamiz. Shunday qilib, vaqtning qandaydir paytida suv bosgan $\bar{h}$ qalinlikdagi qatlarda faqat suv, qalinligi $h - \bar{h}$ qatlar esa faqat neft sizish yuz beradi. Suv bosgan qatlar qoldiq neft to'yinganligi S_{nk} neft qoladi. Vaqtning boshlangan paytida qatlam qatlari neftga to'yinganligi S_{bc} bo'lgan bog'liq suv bilan to'yingan edilar. S_{nk} va S_{bc} qatlarni mutlaq o'tkazuvchanligiga bog'liq deb hisoblasa bo'ladi. Qatlam elementidagi qalinligi Δh qatlarga kirib kelayotgan suv sarfini Δq_s quyidagi iboradan aniqlaymiz.

$$\Delta q_s = \frac{R(1 - S_{nk} - S_{bc})\phi \Delta h \Delta P}{\mu_s \Delta x}.$$

Bu yerda suv uchun fazaviy o'tkazuvchanlik $K_{fs} = K(1 - S_{nk} - S_{bc})$, agarda Δh qalinlikdagi qatlar faqat suv bo'lganda, suv sarfining Δq_s iborasi quyidagi ko'rinishga ega bo'lar edi:

$$\bar{\Delta q}_s = K \epsilon \Delta p \Delta h / (\mu_s \Delta x).$$

Hamma suv bosgan qalinligi qatlarga haydalayotgan umumiy suv sarfi:

$$q_s = \frac{\epsilon \Delta P}{\mu_s \Delta x} \int_0^h K(1 - S_{nk} - S_{be}) dh.$$

Agar qatlam to'liq suv bilan to'yingan bo'lganda:

$$\bar{q}_s = \frac{\epsilon \Delta p}{\mu_s \Delta x} \int_0^h k dh.$$

Suv uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlikni K_s deb belgilaymiz va uni nisbat ko'rinishida aniqlaymiz:

$$K_s = q_s / \bar{q}_s = \frac{\int_0^h K(1 - S_{nk} - S_{be}) dh}{\int_0^h k dh}.$$

Ushbu qatlamga xos mutlaq o'tkazuvchanlikni ehtimolli-statistik taqsimotidan foydalanib, va $K=K_s$ - berilgan payt uchun suv bosgan qat o'tkazuvchanligi deb qabul qilib, quyidagi iborani olamiz:

$$K_s = \frac{\int_0^\infty (1 - S_{nk} - S_{be}) \kappa f(\kappa) d\kappa}{\int_0^\infty \kappa f(\kappa) d\kappa}, \quad (IV.35)$$

bu yerda: $f(\kappa)$ - mutlaq o'tkazuvchanlikning ehtimolli-statistik taqsimoti zichligi.

Neft uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanlik:

$$\bar{K}_n = \frac{\int_0^{K^*} K f(K) dK}{\int_0^{K^*} K f(K) dK} \quad (IV.36)$$

Neft va suv uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanliklar modifitsirlashtirilgan suvga to'yinganlikka $\bar{S}$ bog'liq bo'lishlari kerak. Ko'rilayotgan vaqt paytida suv qatlam elementida, suv bosmagan qatlarda, bog'liq suv ko'rinishida va elementga haydalgan suv ko'rinishida bo'ladi. Qatlam elementidagi bog'liq suv hajmini quyidagi ko'rinishda ta'riflasha bo'ladi:

$$\Delta V_{be} = m \Delta x \theta \int_h^h S_{be} dh = m \Delta x \theta h \int_0^{K^*} S_{be} f(K) dK.$$

Suv bosgan qatlardagi suv hajmi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta V_s = m \theta \Delta x \int_{K^*}^{\infty} (1 - S_{nk}) f(K) dK.$$

Qatlam elementidagi umumiy suv hajmi:

$$\begin{aligned} \Delta \bar{V}_s &= \Delta V_s + \Delta V_{be} = m \theta \Delta x \left[\int_0^{K^*} S_{be} f(K) dK + \int_{K^*}^{\infty} (1 - S_{nk}) f(K) dK \right] = \\ &= m \theta \Delta x \left[\int_0^{\infty} S_{be} f(K) dK + \int_{K^*}^{\infty} (1 - S_{nk} - S_{be}) f(K) dK \right] \end{aligned}$$

Qatlamning g'ovak hajmi:

$$\Delta V_g = m \theta \Delta x.$$

Modifitsirlashtirilgan suvga to'yinganlik quyidagini tashkil etadi:

$$\bar{S} = \frac{\Delta V_s}{\Delta V_z} = \int_0^{\infty} S_{be} f(K) dK + \int_{K_s}^{\infty} (1 - S_{nk} - S_{be}) f(K) dK. \quad (IV.37)$$

Agar $I(K)$, S_{nk} va S_{be} mutlaq o'tkazuvchanlikdan bog'liqligi ma'lum bo'lsa, u holda K berilgan qiymatlari uchun $\bar{S}$, $\bar{K}_s$ va $\bar{K}_n$ aniqlasa bo'ladi.

Ta'riflangan qatlamni modifitsirlashtirilgan o'tkazuvchanli modelini ko'rib chiqishda, har bir qatdagi suv uchun fazaviy o'tkazuvchanlik mutlaq o'tkazuvchanlik bilan qatlamni suvga to'yinganligi ko'paytmasiga mutanosib degan, eng sodda gipotenuza qabul qilingan edi. Bunda bog'liq suv, suv sizishi bo'lmaydigan, yopiq g'ovaklarni egallaydi deb hisoblanadi. Neft har bir qatdan bir lahzada siqib chiqarilmaydi, balki qat uzunligi bo'yicha o'zgarimas, ammo suvga to'yinganlikni vaqt davomida o'zgarishida sekin-asta siqib chiqariladi deb hisoblasa ham bo'ladi. Shunday qilib, bunday modelni qurishda bir vaqtning o'zida jinslar namunalarining fizik nisbiy o'tkazuvchanligini va qatlam elementidagi mutlaq o'tkazuvchanlik bo'yicha har xillikni inobatga olsa bo'ladi.

Ko'rib chiqilgan modifitsirlashtirilgan o'tkazuvchanli qatlam modelini qatlam qatlar bo'yicha har xilligi va neftni suv bilan har bir qatdan porshenli siqib chiqarish mexanizmi inobatga olib qurilgan.

Biroq ko'p hollarda modifitsirlashtirilgan o'tkazuvchanlik deb, neft qatlamlarini suv bostirish jarayoni haqidagi hisoblangan va haqiqiy ma'lumotlarni taqqoslash natijasida, ya'ni neft konlarini ishlashni teskari masalalarini yechish orqali olingan, nisbiy o'tkazuvchanlik ham ataladi. Bunday hollarda modifitsirlashtirilgan o'tkazuvchanliklar nafaqat ishlashdagi qatlamlar har xilligiga, balki bilvosita konlarni ishlash sistemasiga ishlatish quduqlarini ishlatish xususiyatlariga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq bo'ladi.

§ 6. Ishlash jarayonlarini modellashtirish

Neft konlarini ishlashni har bir yangi ilmiy asoslangan jarayonini qo'llash uni tajribaxona sharoitida eksperimental o'rganishdan boshlanadi. Yer tagidan neft va gazni chiqarib olishning hamma mavjud

jarayonlari dastlab tajribaxona tadqiqotlarida o'rganilgan. O'z vaqtida bunday bosqichni neft qatlamlariga ta'sir etishni amaliyotda eng keng tarqalgan suv bostirish usuli ham o'tgan. Tajribaxona tadqiqotlari bosqichidan so'ng jarayonlarni birinchi sanoat sinovlari o'tkaziladi.

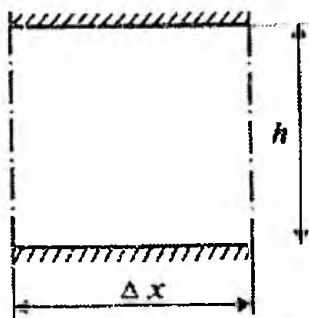
Texnologik jarayonlarning bu rivojlanish bosqichida ularni miqdoriy ifodalash, ya'ni modellarini yaratish juda muhim hisoblanadi.

Modellashtirishning markaziy bosqichi - differensial tenglamalar, boshlang'ich va chegaraviy shartlar kiritilgan, neft konini ishlash jarayoniga mos keluvchi matematik masalani qo'yishdir. Modellar asosida hisoblashlarni amalga oshirish-hisoblash metodikalari deb ataladi.

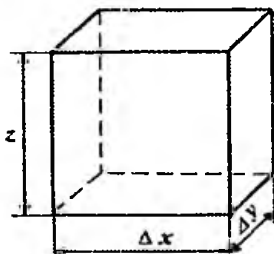
Neft konlarining ishlash jarayonlarini ta'riflovchi differensial tenglamalar ikkita fundamental tabiat qonunlari - moddaning saqlanish qonuni va energiyani qonunlar va sizish maxsus qonunlariga asoslanadi.

Differensial tenglamalar yer tagidan neft va gazni chiqarib olishning mos texnologiyalarini ta'riflashda ko'rib chiqiladi. Bu yerda faqat fundamental qonunlarni hamda turi darajada neft konlarining hamma ishlash jarayonlarini modellashtirish vaqtida foydalaniladigan sizish qonunlarini ko'rib chiqamiz.

Neft konlarini ishlash jarayonlarini modellarida moddani saqlanish qonuni, ko'pincha sodda qilib uzluksizlik tenglamasi deb ataladi. Modda massasining uzluksizlik tenglamasi differensial ko'rinishda yoki butun qatlamdagi moddaning balansini ta'riflovchi ibora ko'rinishida yoziladi. Oxirgi holda, moddani saqlanish qonuni bevosita neft konlarini ishlash jarayonlari ma'lumotlarini hisoblash uchun foydalaniladi, unga mos hisoblash metodi esa moddiy balans metodi deb nom oldi.



*IV.14- rasm. To'g'ri chiziqli
qatlamning
elementar hajmi sxemasi.*



IV.15- rasm. Qatlamning uch o'ldhamli elementar hajmi sxemasi.

Dastlab modda massasining uzluksizlik tenglamasini uni bir o'ldhamli to'g'ri chiziqli qatlamdagi harakati uchun keltirib chiqaramiz.

Qatlam g'ovakli myuzaga perpendikulyar yo'nalishda o'ldham uzunligi Δx qalinligi h va eni e qatlar elementidagi (IV.15-rasm) zichligi ρ moddaning massasi ΔM quyidagiga teng:

$$\Delta M = \rho m h e \Delta x. \quad (IV.38)$$

Agar, qatlam elementining chap qirrasi tomonidan unga modda ρv_x massali tezlik bilan kirib kelayotgan elementdan $\rho v_x + \frac{\partial \rho v_x}{\partial x} \Delta x$

massali tezlik bilan siqib chiqarilayotgan bo'lsa, uning Δt vaqt davomida jamg'arma hajmini ΔM , elementga kirgan modda undan chiqqanidan kam ekanligini inobatga olib aniqlaymiz:

$$\rho v_x e h \Delta x \Delta t - \left(\rho v_x + \frac{\partial \rho v_x}{\partial x} \Delta x \right) e h \Delta x \Delta t = \Delta M = \Delta(\rho m) e h \Delta x. \quad (IV.39)$$

(IV.39) quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\Delta(\rho m)}{\Delta t} = 0. \quad (IV.40)$$

$$\Delta t \rightarrow 0 \partial a$$

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (IV.41)$$

(IV.41) ibora qatlamni to'yintiruvchi moddani o'lchamli to'g'ri chiziqlik qatlamidagi modda massasining uzluksizlik tenglamasidir. Bunday tenglamani uch o'lchamli holat uchun keltirib chiqarishda, qatlamning elementar hajmidagi $\Delta V = \Delta x \Delta y \Delta z$ massa balansini ko'rib chiqish lozim (IV.15-rasm).

(IV.42) Kubga modda kirib kelishining massali tezligini va undan siqib chiqarishning hamda uning kubdagi jamg'arma hajmini ko'rib chiqib, quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (IV.42)$$

(IV.42) tenglamani quyidagi umumiy ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\operatorname{div}(\rho v) + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (IV.43)$$

(IV.42) va (IV.43) tenglamalar – moddaning harakat vaqtida uni uch o'lchamli o'lchashdagi modda massasining uzluksizlik tenglamalaridir. Agar qatlamda bir vaqtda, gaz va suyuq faza holatidagi, bir necha moddalar harakat qilayotgan bo'lsa, massaning uzluksizlik tenglamasi har bir modda (tarkib) uchun mos fazalarda tuziladi.

Neft konlarini ishlash modellarida energiyaning saqlanish qonuni qatlamlarda harakat qilayotgan moddalar energiyasini saqlanish differensial tenglamalari ko'rinishida qo'llaniladi. Qatlamni birlik massasining to'liq energiyasi E_q qatlam jinslarining va ularni to'yintiruvchi moddalarning U_q birlik massasiga keltirilgan, solishtirma ichki energiyasidan, qatlamda ω tezlik bilan potensial va kinetik energiyalaridan iborat bo'ladi.

Shuning uchun:

$$E_q = U_q + Z + \omega^2 / (2g) \quad (IV.44)$$

Energiyaning saqlanish qonunidan yoki, aniqroq, termodinamikaning birinchi boshlanishidan, qatlamdagi energiyani o'zgarishi ΔE_q va bajarilgan solishtirma ish δW , qatlamga keltirilgan issiqlik δQ , bilan issiqlikni mexanik ekvivalenti A ko'paytmasiga tengligi kelib chiqadi, ya'ni:

$$\Delta E_q + \delta W = A \delta Q \quad (IV.45)$$

yoki (IV.44) inobatga olinib

$$\Delta \left(U_x + Z + \frac{\omega^2}{2g} \right) + \delta W = A \delta Q_n. \quad (IV.46)$$

(IV.46)—iboraga kiruvchi kattaliklarga miqdoriy baho beramiz. Qatlamni solishtirma ichki energiyasi U_q unda moddalarni kimyoviy va yadro o'zgarishlari bo'lmaganda, qatlamning birlik massasidagi issiqlik energiyasini ifodalaydi, shuning uchun

$$\Delta U_q = A c \Delta T \quad (IV.47)$$

bu yerda: c – solishtirma issiqlik sig'imi; T – temperatura.
G'ovakli qatlam suv bilan to'yingan deb, hisoblaymiz. Unda

$$\bar{NC} = C_j (1 - m) + C_s m$$

bu yerda: C_j - qatlam jinslarini solishtirma issiqlik sig'imi; m - g'ovaklik.

$$C_j = 1,046 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)}, C_c = 4,184 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)},$$

$$\Delta T = 1 \text{ K}, m = 0,2 \text{ bo'lsin.}$$

Unda

$$\begin{aligned} C &= 1,046 \cdot (1 - 0,2) + 4,184 \cdot 0,2 = \\ &= 1,67 \text{ kDj/kg} \cdot \text{K}, \Delta U_x = 102 \cdot 1,67 \cdot 1 = 170 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (\text{IV.41})$$

(IV.41) ibora qatlamni to'yintiruvchi moddani o'lchamli to'g'ri chiziqlik qatlamdagi modda massasining uzluksizlik tenglamasidir. Bunday tenglamani uch o'lchamli holat uchun keltirib chiqarishda, qatlamning elementar hajmidagi $\Delta V = \Delta x \Delta y \Delta z$ massa balansini ko'rib chiqish lozim (IV.15-rasm).

(IV.42) Kubga modda kirib kelishining massali tezligini va undan siqib chiqarishning hamda uning kubdagi jamg'arma hajmini ko'rib chiqib, quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (\text{IV.42})$$

(IV.42) tenglamani quyidagi umumiy ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\text{div}(\rho v) + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \quad (\text{IV.43})$$

(IV.42) va (IV.43) tenglamalar – moddaning harakat vaqtida uni uch o'lchamli o'lchashdagi modda massasining uzluksizlik tenglamalaridir. Agar qatlamda bir vaqtda, gaz va suyuq faza holatidagi, bir necha moddalar harakat qilayotgan bo'lsa, massaning uzluksizlik tenglamasi har bir modda (tarkib) uchun mos fazalarda tuziladi.

Neft konlarini ishlash modellarida energiyaning saqlanish qonuni qatlamlarda harakat qilayotgan moddalar energiyasini saqlanish differensial tenglamalari ko'rinishida qo'llaniladi. Qatlamni birlik massasining to'liq energiyasi E_q qatlam jinslarining va ularni to'yintiruvchi moddalarning U_q birlik massasiga keltirilgan, solishtirma ichki energiyasidan, qatlamda ω tezlik bilan potensial va kinetik energiyalaridan iborat bo'ladi.

Shuning uchun:

$$E_q = U_q + Z + \omega^2 / (2g) \quad (\text{IV.44})$$

Energiyaning saqlanish qonunidan yoki, aniqroq, termodinamikaning birinchi boshlanishidan. qatlamdagi energiyani o'zgarishi ΔE_q va bajarilgan solishtirma ish δW , qatlamga keltirilgan issiqlik δQ , bilan issiqlikni mexanik ekvivalenti A ko'paytmasiga tengligi kelib chiqadi, ya'ni:

$$\Delta E_q + \delta W = A \delta Q \quad (IV.45)$$

yoki (IV.44) inobatga olinib

$$\Delta \left(U_x + Z + \frac{\omega^2}{2g} \right) + \delta W = A \delta Q_n. \quad (IV.46)$$

(IV.46)—iboraga kiruvchi kattaliklarga miqdoriy baho beramiz. Qatlamni solishtirma ichki energiyasi U_q unda moddalarni kimyoviy va yadro o'zgarishlari bo'lmaganda, qatlamning birlik massasidagi issiqlik energiyasini ifodalaydi, shuning uchun

$$\Delta U_q = A c \Delta T \quad (IV.47)$$

bu yerda: c — solishtirma issiqlik sig'imi; T — temperatura.
G'ovakli qatlam suv bilan to'yingan deb, hisoblaymiz. Unda

$$\tilde{NC} = C_j(1 - m) + C_s m$$

bu yerda: C_j — qatlam jinslarini solishtirma issiqlik sig'imi; m — g'ovaklik.

$$C_j = 1,046 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)}, C_c = 4,184 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)},$$

$$\Delta T = 1 \text{ K}, m = 0,2 \text{ bo'lsin.}$$

Unda

$$\begin{aligned} C &= 1,046 \cdot (1 - 0,2) + 4,184 \cdot 0,2 = \\ &= 1,67 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)}, \Delta U_k = 102 \cdot 1,67 \cdot 1 = 170 \text{ m.} \end{aligned}$$

Solishtirma potensial energiya Z qatlamlarda harakat qilayotgan moddalar sathining o'zgarish imkoniyatiga mos ravishda o'zgarishi mumkin. Odatda bu o'nlab ayrim hollarda yuzlab metrini tashkil etadi.

Solishtirma kinetik energiyani o'zgarish imkoniyatlarini baholaymiz. Qatlamda uni to'yintiruvchi suyuqliklar harakat tezligi ω katta oraliqda — Ondan $10\text{m/kun}=3650\text{m/yil}=1,16*10^{-4}\text{m/sg}$ acha o'zgaradi. Qatlamni solishtirma potensial va kinetik energiyalarini uni solishtirma ichki energiyasi bilan taqqoslashda, yuqorida keltirilgan qatlamni umumiy, ya'ni jinslarni va ularni to'yintiruvchi moddalarni solishtirma ichki energiyasi hisoblanganligini e'tiborga olish kerak. Solishtirma potensial va solishtirma kinetik energiyalar faqat qatlamni to'yintiruvchi moddalarga aloqador. Shu sababli ko'rsatilgan taqqoslash uchun ε koeffitsiyentini kiritish kerak:

$$\varepsilon = (\rho_s m) / [\rho_s m + \rho_j (1 - m)]$$

Bu yerda: ρ_j - tog' jinslarining zichligi; ρ_s - qatlamni to'yintiruvchi moddalarning zichligi), va ichki energiyadan tashqari hamma solishtirma energiya turlarini ε ko'paytirish lozim $\rho_s = 10^3 \text{ kg/m}$, $\rho_j = 2,25 * 10^3 \text{ kg/m}^3$, $m = 0,2$, $\varepsilon = 0,1$ bo'lsin. Unda solishtirma kinetik energiyaning o'zgarishi uchun quyidagini olamiz.

$$\varepsilon \Delta \left(\frac{\omega^2}{2g} \right) = \frac{0,1 (1,16 * 10^{-4})^2}{2 * 9,81} = 0,68 * 10^{-10} \text{ m.}$$

Baholash natijasidan ko'rinib turibdiki, qatlamda harakat qilayotgan moddalarning solishtirma kinetik energiyasini har doim, ayrim moddalarni burg' qudug'i tubi atrofi zonalaridagi harakatidan tashqari holatlarda, inobatga olmasa bo'ladi.

Agar qatlamda harakat qilayotgan moddaning solishtirma potensial energiyasining o'zgarishi 100 m bo'lsa ham bu kattalikni ε ko'paytirib 10 m olamiz. Qatlam temperaturasini atigi bir gradusga o'zgartirish solishtirma ichki energiyani deyarli 200 m o'zgartiradi. Agar qatlamni ishlash issiqlik metodiari qo'llanilib amalga oshirilayotgan

bo'lsa, qatlam temperaturasi yuzlab gradusga o'zgarishi mumkin va uning solishtirma ichki energiyasi boshqa energiya turlaridan ortiq bo'ladi. Qatlamni to'yintiruvchi moddalar oshirishi mumkin bo'lgan ish kattaligini baholaymiz. Qatlamni to'yintiruvchi modda amalga oshirgan solishtirma ishni δW , birlik modda massasiga keltirib, quyidagicha aniqlaymiz:

$$\delta W = p \delta V / (\rho g \Delta V), \quad (IV.48)$$

bu yerda: P -bosim; ΔV -qatlamni elementar hajmida qatlamni to'yintiruvchi modda hajmi; ρ -ushbu modda zichligi; g -erkin tushish tezlanishi.

Qatlamni g'ovak hajmini o'zgarmas deb hisoblasa bo'ladi, chunki qatlam o'lchamlari va uning g'ovaklari o'zgarmaydi. Qatlamda moddaning ish bajarishi har doim uning kengayishi bilan bog'liq. Shu sababli (IV.48) iboraga modda kengayishini xususiyatlovchi δV kattalik kiritilgan. Bunda, shartli ravishda, qatlamni to'yintiruvchi modda kengayib qatlamni elementar hajmidan tashqariga chiqib ketmoqda deb hisoblasa bo'ladi. Qatlamni elementar hajmidagi modda massasini $\Delta M = \rho \Delta V$, moddani cheksiz kichik kengayishida, o'zgarmas bo'lib qoladi deb hisoblaymiz.

Unda

$$\delta \Delta M = \delta \rho \Delta V + \rho \delta \Delta V = 0,$$

Demak,

$$\delta \Delta V / \Delta V = -\delta \rho / \rho. \quad (IV.49)$$

(IV.49) va (IV.48) iboralardan quyidagini olamiz:

$$\delta W = \frac{p \delta \rho}{\rho^2 g} = \frac{p}{g} \delta \left(\frac{1}{\rho} \right) \quad (IV.50)$$

Qatlamni to'yintiruvchi modda ishini baholaymiz. Ma'lumki, qatlamda eng katta ishni gaz bajarishi mumkin. Baholashni sodd-

lashtirish uchun gazni ideal deb hisoblaymiz, uning uchun $p/p = p_0 / \rho_0$ (p_0, ρ_0 –) boshlang'ich sharoitdagi gazni bosimi va zichligi). Bundan ideal gaz uchun:

$$\varepsilon \delta W = \frac{\varepsilon P_0}{\rho_0 g} \frac{\delta P}{P}. \quad (IV.51)$$

Bosim pasayishida $\delta P = -10 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $P = 100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $\rho_0 = 1 \text{ kg/m}^3$, $\varepsilon = 0,1$ bo'lsin.

Unda

$$\varepsilon \delta W = \frac{0,1 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^5}{1 \cdot 9,81 \cdot 100 \cdot 10^5} = 102 \text{ m}.$$

Bajarilgan baholashni ko'rsatishicha, qatlamni to'yintiruvchi modda ishi neft konlarini issiqlik metodlari bilan ishlashdagi solishtirma ichki energiyani o'zgarishidan kam bo'lishiga qaramasdan, tajriba ko'rsatishicha, ma'lum sharoitlarda ancha katta bo'lishi mumkin.

(IV.45) va (IV.46) – iboralariga kiruvchi δQ_u kattalikni nimaga tengligini ko'rib chiqamiz. Qatlam elementida issiqlik ajralishi ekzotermik kimyoviy reaksiyalar, gidravlik ishqalanish va issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga yuz berishi mumkin. Qatlam elementidan issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlikni chiqib ketishini qatlamni ichki energiyasini U_q o'zgarishi orqali hisobga olamiz. Qatlamdan issiqlikni shipiga va tagiga ko'chishini mos chegaraviy shartlar orqali inobatga olamiz va shuning uchun qatlamni elementar hajmidagi energiya balansida hisobga olmaymiz. G'ovak muhitda harakat qilayotgan moddaning gidravlik ishqalanishidagi energiyasi issiqlikka aylanadi. Qatlam elementida harakat qilayotgan moddaning birlik massasiga keltirilgan gidravlik ishqalanish quvvati uchun quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$\frac{\Delta N}{\rho g \Delta V_K} = \frac{1}{m \rho g} v_{grad} P = \frac{\mu v^2}{m \rho g K}. \quad (IV.52)$$

Qatlamda qovushqoqligi $\mu = 0,02 \cdot 10^{-3}$ $\text{Па} \cdot \text{с}$ gaz $v = 10^{-6} \text{ m/s} \approx 86,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/kun}$ tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsin. Qatlam o'tkazuvchanlik $\kappa \approx 0,1 \text{ mkm}^2$, g'ovakligi $m = 0,2$, bosim $P = 100 \text{ MPa}$ bo'lganda gazning zichligi $\rho = 100 \text{ kg/m}^3$ teng.

Bunda

$$\frac{\mu v^2}{m \rho g \kappa} = \frac{0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-12}}{0,2 \cdot 10^{-13} \cdot 981} = 1,02 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}.$$

Bir kunda qatlamda harakat qilayotgan kilogramm gazdan $1,02 \cdot 10^{-6} \cdot 0,864 \cdot 10^3 = 0,088 \text{ m}$ energiya ajraladi. Bu albatta, katta bo'lmagan miqdor. Biroq, ishlatish quduqlari tubi atrofida ushbu gazning sizilish tezligi 10^{-4} m/s ga yetishi, ayrim hollarda esa undan ham ortiq bo'lishi mumkin. Bundan yuqoridagi shartlar o'zgarimaganida $\mu v^2 / (m \rho g \kappa) \approx 10^{-2} \text{ m/s}$ ga teng bo'ladi. Bir kunda qatlamda sizilayotgan gazdan deyarli 9 kDj energiya ajraladi. Shunday qilib, qatlam elementidagi energiyaning nisbatan katta o'zgarishi, issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya hisobiga issiqlikning ko'chishi bilan bog'liq degan xulosaga kelamiz. Qatlam energetik balansiga, ayniqsa uni to'yintiruvchi moddalarning yuqori harakat tezligida, moddalarni kengayish-siqilish ishi va gidravlik ishqalanish ma'lum hissa qo'shadi.

Qatlamdagi energiya saqlanish tenglamasini issiqlik o'tkazuvchanlikni va konveksiyani hamda kengayish-siqilish ishini va gidravlik ishqalanishni inobatga olib yozamiz.

(IV.48) va (IV.49) iboralarga mos ravishda qatlamni elementar hajmida harakat qilayotgan moddaning umumiy ishini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\delta W' = m \delta W = m p \frac{\delta \Delta V}{\rho g \Delta V} = -m p \frac{\delta \rho}{\rho^2}. \quad (\text{IV.53})$$

W' ishini siqilish energiyasiga tenglashtirsa bo'ladi, shuning uchun

$$\delta W'' = -m \delta E_p = m \int_{\rho_1}^{\rho_2} \frac{p \delta \rho}{\rho^2}, \quad (IV.54)$$

bu yerda: ρ_1 va ρ_2 - zichliklar.

Qatlamda sizilayotgan modda massasining uzluksizlik tenglamasini keltirib chiqarishdagi kabi, ichki energiya oqimi $U = c\rho T$ va siqilish energiyasi E_p , hamda elementar hajmga issiqlik faqat gidravlik ishqalanish hisobiga kirib kelmoqda deb, ya'ni $A \delta Q_n = v \text{grad } P$, quyidagi iborani olamiz

$$A \left(\frac{\partial u}{\partial t} + \text{div} v_c u \right) = m \left(\frac{\partial \rho E_p}{\partial t} + \text{div} E_p \rho v \right) = v \text{grad } P \quad (IV.55)$$

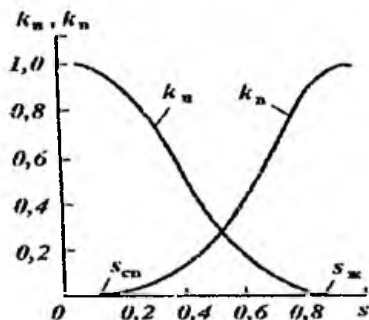
Bu yerda: v_c - issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya hisobiga qatlamdagi issiqlik ko'chishini yig'indi tezligini vektori. (IV.55)-ibora, yuqorida qabul qilingan taxminlarda keltirib chiqarilgan, qatlamda energiyani saqlanish differensial tenglamasi.

Sizilish qonunlarini ko'rib chiqamiz. Yer osti gidromexanikasining asosiy qonuni, bir jinsli suyuqlikni yoki gazni sizilish qonuni - Darsi qonuni hisoblanadi. Hamma ma'lum sizilish qonunlari ushbu asosiy qonunga asoslanadi.

Bir jinsli bo'lmagan suyuqlikni yoki suyuqlik va gaz aralashmalari sizilishi uchun fazali sizilish qonuni to'g'ridir. Masalan, neft va suvning birgalikdagi sizilish holatidagi to'g'ri chiziqli harakati uchun sizilish qonuni iborasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\begin{aligned} v_n &= - \frac{KK_n(S)}{\mu_n} \frac{\partial P_n}{\partial x}, \\ v_c &= - \frac{KK_c(S)}{\mu_c} \frac{\partial P_c}{\partial x}, \end{aligned} \quad (IV.56)$$

bu yerda: v_n - neftning sizilish tezligi vektori; v_s - suvni sizilish tezligi vektori; $K_n(S)$, $K_s(S)$ - neft va suv uchun mos ravishda, suvga to'yinganlikka S bog'liq, nisbiy o'tkazuvchanlik; P_n va P_s - neft va suvdagi bosimlar. Neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlik grafiklari IV.16- rasmdagi ko'rinishga ega, uning absissa o'qidagi ikkita maxsus nuqtalari S_{bc} va S_* belgilangan.



IV.16-rasm. Neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanlikning suvga to'yinganlikda bog'liqligi

$S=S_{bc}$ nuqtada suv uchun $K_s(S_{bc})=0$. $S=S_*$ nuqtada neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik $K_n(S_*)=0$, $S=S_{bc}$ nuqtada qatlamda suv va $S=S_*$ nuqtada neft borligiga qaraganda. Biroq $S=S_{bc}$ bo'lganda, qatlamni g'ovak muhitidagi suv tarqoq, mayda yoki, agar bog'liq bo'lsa, asosan jins zararlari orasidagi burchaklarni, berk g'ovaklarni egallaydi. $S=S_*$ bo'lganda, qatlamdagi neft ham tarqoq, g'ovak muhitidagi berk joylarni egallaydi va qatlamdan siqib chiqarib bo'lmaydi. Shunga o'xshash bog'liklarni neft va gazni ikki fazali sizilishi uchun ham qurish mumkin. Neft suvni va gazni bir vaqtdagi sizilishi, ushbu moddalarni ikkitasini baravar sizilishga nisbatan, kamroq darajada o'rganilgan. Neft konlarini ishlash jarayonlarini hisoblashda neftni, suvni va gazni bir vaqtdagi sizilishi (uch fazali sizilishi) ro'y bersa, quyidagi usuldan foydalansa bo'ladi. Avval ikki fazali suyuqlikni (neft va suv) va gazni sizilish nisbiy o'tkazuvchanligi olinadi, ular uchun $K_r(S_r)$ va suyuqlikni

$K_n(S_n)$ nisbiy o'tkazuvchanliklarini g'ovak muhitni gazga S_1 va suyuqlikka S_{ns} to'yinganlikdan bog'liqligi ma'lum. Chunki

$$S_g + S_{ns} = 1; \quad S_{ns} = S_s + S_n, \quad (IV.57)$$

bu yerda: S_s, S_n - mos ravishda qatlamning suvga va neftga to'yinganligi.

Quyidagi iboralarni yozish mumkin:

$$\frac{S_-}{S_+} + \frac{S_1}{S_-} = 1, \quad S = \frac{S_-}{S_+}. \quad (IV.58)$$

Shundan so'ng neft $K_n(S)$ va suvning $K_s(S)$ nisbiy o'tkazuvchanliklari, (IV.58) aniqlanib, inobatga olinadi. Shunday qilib gaz, neft va suvning birgalikdagi sizilish (ko'p fazaviy sizilish) qonuni iborasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\begin{aligned} v_g &= - \frac{KK_g(S_g)}{\mu_g} \frac{\partial P_g}{\partial x}; \\ v_n &= - \frac{KK_n(S_n)K_n(S)}{\mu_n} \frac{\partial P_n}{\partial x}; \\ v_s &= - \frac{KK_{ns}(S_n)K_s(S)}{\mu_s} \frac{\partial P_s}{\partial x}. \end{aligned} \quad (IV.59)$$

Bu yerda: P_g, P_n, P_s - gaz, neft va suvdagi bosim. Ko'p hollarda qatlamdagi moddalar harakatiga yerning gravitatsion maydoni - og'irlik kuchi katta ta'sir ko'rsatadi. Konlarni ishlashga bu kuch ta'sirini quyidagi hollarda inobatga olish kerak: qatlamda har turli, zichligi bo'yicha katta farq qiluvchi (masalan, neft va gaz), moddalar harakatida;

qatlamlarni katta qiyaligida va qalinligida; suv to'shalgan neft uyumlarida; suv to'shalgan neft uyumlarida; suv-neftli va gaz-neftli konuslar hosil bo'lishida va shunga o'xshash holatlarda. Og'irlik kuchi vertikal yo'nalishda bo'lgani uchun, u sizilish tezligining gorizontal tarkiblariga ta'sir qilmaydi, faqat vertikal tarkiblariga ta'sir qilmaydi, faqat vertikal tarkiblariga ta'sir etadi. Gravitatsiya inobatga olingan neft va gazni ikki fazaviy sizilishida neft va gaz sizilish tezligining vertikal tarkiblari uchun quyidagi iboradan foydalalaniladi:

$$\begin{aligned} v_{zg} &= -\frac{KK_g(S_g)}{\mu_g} \left(\frac{\partial P}{\partial Z} - \Delta p g \right); \\ v_{zn} &= -\frac{KK_n(S_n)}{\mu_n} \left(\frac{\partial P}{\partial Z} + \Delta p g \right), \end{aligned} \quad (IV.60)$$

bu yerda: $\Delta P = P_n - P_g$; P —neft va gaz fazalarida bir xil deb olingan, bosim.

Hamma ko'rilgan holatlarda sizilish tezligi bosim gradiyentiga mutanosib, ya'ni u bosim gradiyentidan to'g'ri chiziqli bog'liq. Sizilish tezligini bosim gradiyentidan to'g'ri chiziqli bog'liqligi ham ma'lum. Bunday sizilish qonunlarini to'g'ri chiziqli sizilish qonunlari deb ataladi. Sizilish qonunlarini to'g'ri chiziqli odatda uchta sabab bilan bog'lanadi: yuqori sizilish tezliklarida inersion kuchlarni yuzaga kelishi, tog' jinslarini deformatsiyasi va uning natijasida qatlam jinslari o'tkazuvchanligi bosimdan to'g'ri chiziqli o'zgarishi, hamda qatlamda harakat qilayotgan moddalarni nonyuton xossalari. Bunda sizilish tezligini va bosim gradiyentini to'g'ri chiziqli bog'liqligi faqat inersion kuchlar ta'siriga va qatlamni to'yintiruvchi moddalarni nonyuton xossalari yuzaga kelishiga xosdir. Tog' jinsi deformatsiyasi keltirib chiqaruvchi, sizilishni to'g'ri chiziqli qonuni jins o'tkazuvchanligini bosimdan to'g'ri chiziqli bog'liqligini ko'rinishidir. Avval, inersion kuchlarni yuzaga kelishi bilan bog'liq, sizilish qonunini to'g'ri chiziqli ko'rib chiqamiz. Bir jinsli suyuqlikni yuqori Reynolds sonlarida $N_{RR} = v d_x \rho / \mu$ (v —sizilishni mutlaq tezligi; ρ, μ —mos ravishda siziluvchi moddani zichligi va qovushqoqligi, d_x —g'ovak muhitni "ichki" chiziqli o'lchami xususiyati, masalan, g'ovaklarni

o'rtacha diametri) sizilishni Darsi qonunidan chetga chiqishi eksperimental aniqlangan. Darsi qonuni buzilishi yuz beradigan g'ovak muhit uchun Reynoldsni kritik sonlari N.N.Pavlovskiy bo'yicha 7,5 dan 9,0 gacha M.D.Millionshikov bo'yicha 0,22 dan 0,29 gacha va V.N.Shelkachev bo'yicha 1 dan 12 gacha o'zgaradi. Bu Reynoldsni kritik sonlarni farqlanishiga sabab, ko'rsatilgan mualliflar tomonidan dxturli qiymatlaridan foydalanganliklaridir. Eksperimentlar ko'rsatishicha, Reynolds sonlari kritikdan katta bo'lganda, bosim gradiyenti sizilish tezligi kvadratiga mutanosibdir. Agar, Reynolds sonlari kritikdan kichik bo'lsa, Darsi qonuni o'rinli, bosim gradiyenti sizilish tezligidan to'g'ri chiziqli bog'liqlikka ega. Tabiiyki, Darsi qonunini va bosim gradiyentini sizilish tezligidan kvadratlil bog'liqligini birlashtirish fikri yuzaga keldi. Ushbu birlashtirilgan qonun ikki hadli sizilish qonuni nomini oldi va quyidagi ko'rinishdagi ibora bilan ifodalanadi:

$$\frac{K}{\mu} v + av^2 = \frac{\partial P}{\partial x},$$

bu yerda: a - eksperimental yo'l bilan aniqlanadigan koeffitsiyent.

Sizilish tezligini bosim gradiyentidan kvadratlil bog'liqligi amaliyotda faqat gazni burg' qudug'i tubi atrofidagi sizilishida yoki neftni sof darzli g'ovaklikdan iborat jinslarda sizilishda kuzatilishi mumkin.

§ 7. Neft konlarining ishlash ko'rsatkichlarini hisoblashda matematik metodlarini qo'llash

Neft konini ishlash modeli odatda, algebraik differensial, integral tenglamalardan yoki o'zaro munosabatlardan tashkil topgan, sistemalar ko'rinishda matematik ifodalanadi.

Konlarni ishlashni yaratilgan modeli asosida hisoblashlarni bajarish uchun avval mos matematik masalalarni yechish kerak. Bunday masalalarni yechimi olingandan so'ng hisoblashni sonlarda amalga oshirish mumkin. Quyida neft konlarini ishlash masalalarini yechishda qo'llaniladigan, asosiy matematik metodlarni ko'rib chiqamiz.

Matematik fizika masalalarining aniq yechimini olish metodlari

Neft va gaz konlarini ishlashni ko'p masalalari matematik fizikaning klassik tenglamalarini yechish bilan bog'liq. Ayrim hollarda boshlang'ich tenglamalarni, boshlang'ich va chegaraviy shartlarni, qoniqtiruvchi matematik fizika masalalarining aniq yechimini olish mumkin. Bunday ishlash masalalarining aniq yechimini beruvchi metodlar qatoriga, matematika kursidan yaxshi ma'lum, o'zgaruvchilarni bo'lish metodi (Furye metodi), kompleks o'zgaruvchining funksiyalari metodi, integralni qayta qurish metodi, avtomodelli yechimlarni olish va boshqa metodlar kiradi.

Kompleks o'zgaruvchining funksiyalari metodi tekis qatlamda siqiluvchanmas suyuqlikni barqaror sizilishi masalalarini hal etishning klassik metodi hisoblanadi. Ushbu metodlarni manbaga (ishlatish qudug'iga) suyuqlikni barqarorlashgan oqimida ko'rib chiqamiz.

1. Tekis qatlamda sizilayotgan, suyuqlik massasining uzluksizlik tenglamasi, (IV.42) asosan, quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0. \quad (\text{IV.90})$$

Ushbu tenglamaga Darsi qonuni iborasini qo'yib:

$$v_x = -\frac{\kappa}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x}; v_y = -\frac{\kappa}{\mu} \frac{\partial P}{\partial y}, \quad (\text{IV.91})$$

Laplas tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0. \quad (\text{IV.92})$$

Quyidagi ko'rinishdagi sizilish potensialini kiritamiz:

$$F = KP/\mu.$$

Bu holda (IV.92) tenglama o'rniga quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0. \quad (\text{IV.93})$$

Potensial kompleksini kiritamiz:

$$(z) = f + i\psi, \quad z = x + iy. \quad (\text{IV.94})$$

(IV.94) iboraga kiruvchi $\psi = \psi(x, y)$ funksiyasi – tok chiziqlari funksiyasidir. Tekis potensial nazariyasida, potensial kompleksi $F(z)$ va tok chiziqlari funksiyasi Koshi–Riman shartlarini qanoatlantirishi isbotlanadi.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad \frac{\partial f}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x}. \quad (\text{IV.95})$$

Shunday qilib, har qanday kompleks o'zgaruvchining $z = x + iy$ analitik funksiyasi qatlamdagi ayrim tekis oqimni tasvirlaydi. Masalan,

$$F(z) = f + i\psi = \frac{q}{2\pi h} \ln Z \quad (\text{IV.96})$$

bo'lsin.

$Z = re^{i\theta}$ ($\theta = \arctg y/x$) deb, (IV.96) quyidagini olamiz:

$$F(Z) = f + i\psi = \frac{q}{2\pi h} (\ln r + i\theta) = \frac{q}{2\pi h} \left(\ln r + i \arctg \frac{y}{x} \right), \quad (\text{IV.97})$$

Bundan

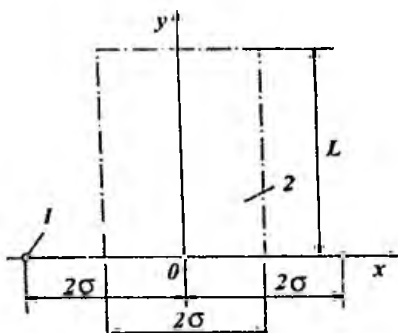
$$f = \frac{q}{2\pi h} \ln r; \quad \psi = \frac{q}{2\pi h} \arctg \frac{y}{x};$$

$$r = (x^2 + y^2)^{1/2}; P = \frac{q\mu}{2\pi kh} \ln(x^2 + y^2)^{1/2}. \quad (\text{IV.98})$$

Keltirilgan iboralarni, potensial kompleksini (IV.96) iborasini suyuqlikni chegaralanmagan tekis qatlamda yagona manba nuqtasiga barqaror sizilishi masalasi yechimini ifodalashi kelib chiqadi. (IV.98) ko'rinib turibdiki, bosim $r=0$ da $P \rightarrow \infty$ intiladi, $r \rightarrow \infty$ da esa u chegarasiz o'sadi. Shunga qaramasdan, bu yechimni tekis qatlamda yakuniy radiusga ega bir necha manbalar (burg' quduqlari) uchun, bosim taqsimotini taxminiy hisoblashda foydalansa bo'ladi. Bunda Laplasni (IV.90) tenglamasi (IV.98) ko'rinishdagi chiziqli va bir necha yechimlarni yig'indisi bo'lib, u ham (IV.90) tenglamaning yechimidir.

Chegaralanmagan tekis qatlamda (IV.26-rasm) x o'qi bo'yicha oxiri yo'q manbalar (ishlatish quduqlari) zanjiri joylashgan bo'lsin. Har bir burg' qudug'i qo'shnisidan $2G$ masofada joylashgan. Qatlamdagi suyuqlik oqimi masalasini yechish uchun, u o'qining ikki tarafida joylashgan kengligi $2G$ bo'lgan faqat bitta tasmadagi suyuqlik oqimini ko'rib chiqish yetarli.

Yagona manbaga kelayotgan suyuqlik oqimi iborasini, koordinatalar boshida joylashgan, ko'rilayotgan manbadan $2G_p$ ($p=1,2,3,\dots$) masofadagi, manbalar uchun (IV.98) turdagi cheksiz sonli yechimlarni qo'shish yo'li bilan olish mumkin edi.



IV.26- rasm. Tekis qatlamdagi cheksiz ishlatish quduqlari zanjirining sxemasi:

1-ishlatish quduqlari;
2-kengligi, $2G$ -bo'lgan tasma

Biroq bu vazifani, $z=x+iy$ (IV.26-rasm) tekisligida joylashgan. tasмага konformli qayta qurishni qo'llab, kompleks o'zgaruvchining

chegaralanmagan tekisligiga $p = \xi + i\eta$ o'tish orqali, ixcham hal etish mumkin.

Bunday qayta qurishni quyidagi funksiya beradi.

$$\xi = \sin \frac{\pi Z}{G}. \quad (\text{IV.99})$$

Agar $Z_1 = \pi Z / G$ deb belgilasak, u holda

$$\begin{aligned} \sin Z_1 &= \sin(x_1 + iy_1) = \sin x_1 \cos iy_1 + i \sin x_1 \sin iy_1 = \sin x_1 \cosh y_1 + i \cos x_1 \sinh y_1; \\ \cos Z_1 &= \cos(x_1 + iy_1) = \cos x_1 \cos iy_1 - i \cos x_1 \sin iy_1 = \cos x_1 \cosh y_1 - i \sin x_1 \sinh y_1; \end{aligned} \quad (\text{IV.100})$$

$$\sin y_1 = \frac{e^{y_1} - e^{-y_1}}{2}; \cos y_1 = \frac{e^{y_1} + e^{-y_1}}{2}; x_1 = \pi x / G; y_1 = \pi y / G$$

Shunday qilib, $\xi = \xi + i\eta$ tekisligida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\xi = \sin x_1 \cosh y_1; \eta = \cos x_1 \sinh y_1; \rho = (\xi^2 + \eta^2)^{1/2}. \quad (\text{IV.101})$$

(IV.99) funksiya orqali amalga oshiriladigan konformali qayta qurishda, tasmadagi har bir $-G \leq x \leq G$ nuqtaga, ξ tekisligidagi ma'lum nuqta mos keladi.

ξ tekisligida, ushbu manbaga oqimni ta'riflovchi, potensial kompleksini $F(\xi)$ ko'rib chiqamiz.

Bu holda

$$F(\xi) = \frac{q}{2\pi h} \ln \xi, \quad f = \frac{q}{2\pi h} \ln \rho. \quad (\text{IV.102})$$

Yetarli darajadagi yaqinlashuvda, ξ tekislikdagi nuqtali manba o'rnida radiusi P_0 , potentsiali F_0 teng, ishlatish qudug'i bor deb qabul qilsa bo'ladi. Bunda burg' qudug'i bor deb qabul qilsa. Bunda ishlatish qudug'i markazidan P_1 masofada potentsial F_1 teng deb olamiz. ξ tekisligidagi burg' qudug'i uchun Dyupyun iborasini yozamiz.

$$q = \frac{2\pi\hbar(f_i - f_q)}{\ln(\rho_i / \rho_q)}. \quad (\text{IV.103})$$

Yana z tekisligiga o'tamiz. Uning katta qiymatlarida $-G \leq x \leq G$ tasmada oqim y o'qiga parallel bo'ladi. Bu o'q uchun (IV.101) quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\rho \approx \text{sh}\pi y / G.$$

Shuning uchun, IV.23-rasmga mos ravishda:

$$\rho_i \approx \text{sh} \frac{\pi\hbar}{G} \approx \frac{1}{2} e^{\frac{\pi y_i}{G}}.$$

Ushbu iboradan mos ravishda quyidagini olamiz:

$$\ln \rho_i = \pi L / G - \ln 2.$$

y o'qidan katta masofalarda $\pi Z \gg G$ ega bo'lamiz. Shuning uchun $\ln \rho_i \approx \pi L / G$. y o'qidan kichik masofalarda $\pi y / G$:

$$\frac{e^{\frac{\pi y_i}{G}} - e^{-\frac{\pi y_i}{G}}}{2} \approx \frac{\pi y_i}{G} = \frac{\pi x_i}{G}.$$

Natijada $\ln \rho_x = \ln(\pi x_i / G)$.

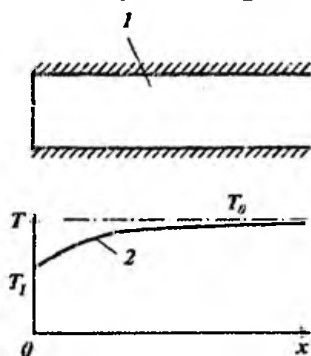
$\ln \rho_i$ va $\ln \rho_x$ keltirilgan qiymatlarini (IV.103) iboraga qo'yib quyidagini olamiz:

$$q = \frac{2\pi\hbar(P_i - P_x)}{\mu(\ln \rho_i - \ln \rho_x)} = \frac{2\pi\hbar(P_i - P_x)}{\mu\left(\frac{\pi L}{G} - \ln \frac{\pi x_i}{G}\right)} = \frac{2\pi\hbar(P_i - P_x)}{\mu\left(L + \frac{G}{\pi} - \ln \frac{G}{\pi x_i}\right)}. \quad (\text{IV.104})$$

(IV.104) ibora bilan chegaralanmagan qatlamda joylashtirilgan, burg' quduqlarining cheksiz zanjiridagi bitta burg' qudug'ining debiti aniqlasa bo'ladi, buning uchun, x o'qidan yetarli katta masofada L bosim

P_1 teng, kichik radiusli r_k ishlatish quduqlarida esa u P_k tashkil etishi kerak, degan shart bajarilishi kerak.

2. Neft konlarini ishlashda issiqlik metodlarini hisoblash uchun juda zarur, issiqlik o'tkazuvchanlik nazariyasining asosiy masalalaridan birini yechishni ko'rib chiqamiz. Atrof-muhitdan to'liq issiqlik izolyatsiyasi qilingan, yuza kesimi S yarim cheksiz sterjenga ega bo'laylik. Boshlang'ich temperatura $t=0$ butun sterjenda T teng $t>0$ - sterjenni $x=0$ chegarasida (IV.27-rasm) u T ga teng, biroq $t \rightarrow \infty - T_0$ teng bo'lib qolaveradi. Vaqtni turli paytlari - t uchun x koordinati bo'ylab temperaturani taqsimotini aniqlash kerak bo'lsin. Sterjendagi issiqlik ko'chishini faqat issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga deb, energiyani saqlanish tenglamasiga asoslanamiz.



IV.27-rasm. Yarim cheksiz sterjenda issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga temperaturaning taqsimot sxemasi: 1-yuza kesimi S bo'lgan yarim cheksiz sterjin; 2-vaqtning t paytida sterjenda temperaturaning taqsimlanishi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlik ko'chishi tezligi v_u uchun quyidagi tenglamaga egamiz:

$$\frac{\partial v_u}{\partial x} + c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = 0. \quad (IV.105)$$

Bu yerda: C - sterjendagi moddaning solishtirma issiqlik sig'imi; ρ - moddaning zichligi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik hisobiga issiqlik ko'chish tezligini Fyure qonuni iborasi bilan aniqlasa bo'ladi:

$$v_i = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}. \quad (IV.106)$$

bu yerda: λ_1 - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.
(IV.106) iborani (IV.105) qo'yib quyidagini olamiz:

$$x_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}, \quad x_1 = \frac{\lambda_1}{c\rho}. \quad (\text{IV.107})$$

(IV.107) tenglama issiqlikni to'g'ri chiziqli tarqalishidagi issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasidir, unga kiruvchi x koeffitsiyent esa temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deb ataladi. Masala shartlariga ko'ra:

$$\begin{aligned} x > 0, t = 0; t > 0, x \rightarrow \infty \text{ bo'lganda } T = T_0, x = 0, t > 0 \\ \text{bo'lganda } T = T_1 \end{aligned} \quad (\text{IV.108})$$

Quyidagi tarzda aniqlanadigan $f(x, t)$ funksiyani ko'rib chiqamiz:

$$f(x, t) = (T - T_0)/(T_1 - T_0). \quad (\text{IV.109})$$

Unda (IV.108) boshlang'ich va chegaraviy shartlar quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\begin{aligned} x > 0, t = 0, t > 0, x \rightarrow \infty \text{ bo'lganda } f = 0; x = 0, t > 0 \\ \text{bo'lganda } f = 1. \end{aligned} \quad (\text{IV.110})$$

Shubhasiz $f(x, t)$ funksiya ham (IV.107) iboradagi issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini $T(x, t)$ kabi qoniqtiradi, ya'ni:

$$x_u \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial t}. \quad (\text{IV.111})$$

Ko'rilayotgan masala yechimini olish uchun Laplas o'zgartirishini qo'llaymiz, buning uchun (IV.111) chap va o'ng tarafini e^{-st} (S-biror

ko'rsatkich) ko'paytiramiz va ularni noldan cheksizlik oralig'ida integrallaymiz.

Natijada quyidagini olamiz.

$$\chi_u \int_0^{\infty} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} e^{-st} dt = \int_0^{\infty} \frac{\partial f}{\partial t} e^{-st} dt. \quad (\text{IV.112})$$

$f(x, t)$ funksiyani Laplas o'zgartirishi $F(x, S)$ funksiya deb hisoblaymiz, bunda

$$F(x, S) = \int_0^{\infty} f(x, t) e^{-st} dt. \quad (\text{IV.113})$$

x va t o'zgaruvchilarning erkinligini hisobga olib, $f(x, t)$ funksiyani integral belgisi ostida differensiallash mumkin. (IV.113) tenglamadan, S - biror ko'rsatkichligini esda tutgan hoida, quyidagini olamiz

$$\frac{d^2 F}{dx^2} = \int_0^{\infty} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} e^{-st} dt. \quad (\text{IV.114})$$

(IV.112) iboraning o'ng tarafini integrallashdan so'ng:

$$\int_0^{\infty} \frac{\partial f}{\partial t} e^{-st} dt = \int_0^{\infty} -f(x, t) e^{-st} + \int_0^{\infty} f(x, t) e^{-st} dt = SF(x, S). \quad (\text{IV.115})$$

(IV.115) tenglamadagi birinchi had nolga teng, chunki yuqori chegarada eksponentini nolga intilishi sababli, pastki chegarada esa masala sharti $f(x, 0) = 0$ bo'lgani uchun u nolga teng.

(IV.112) tenglamani (IV.115) qo'yamiz:

$$\chi_u \frac{d^2 F}{dx^2} - SF = 0. \quad (\text{IV.116})$$

(IV.116) tenglamaning yechimi quyidagicha ko'rinish oladi:

$$F = C e^{-\sqrt{\frac{S}{\chi_u}} x}. \quad (\text{IV.117})$$

Integrallash o'zgarmasini sistema aniqlash uchun (IV.110) tenglamadagi chegaraviy shartni bajaramiz. Avval $F(0,S)$ nimaga tengligini aniqlaymiz. (IV.110) chegaraviy shartidan:

$$F(0,S) = \int_0^{\infty} f(0,t) e^{-St} dt = \int_0^{\infty} e^{-St} dt = \frac{1}{S}. \quad (\text{IV.118})$$

Bunda

$$F(x,S) = \frac{e^{\sqrt{\frac{S}{\chi_1}} x}}{S}. \quad (\text{IV.119})$$

$f(x,t)$ funksiyasi uni $F(x,s)$ ko'rinishi orqali original funksiyalar jadvallaridan va ularni Laplas bo'yicha tasvirlaridan topamiz:

$$f(x,t) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{\chi_1 t}}} e^{-Z^2} dZ = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\chi_1 t}}\right). \quad (\text{IV.120})$$

Nihoyat, $x=0$ chegarada issiqlikni ko'chirish tezligi uchun iborani olamiz. Keltirilgan yechimdan (IV.106) inobatga olib topamiz:

$$u_1|_{x=0} = -\lambda_1 \frac{\partial T}{\partial x}|_{x=0} = -\lambda_1 \Delta T_1 \frac{\partial f}{\partial x}|_{x=0} = \lambda_1 \Delta T_1 \frac{e^{-\frac{x^2}{4\chi_1 t}}}{\sqrt{\pi\chi_1 t}}|_{x=0} = \frac{\lambda_1 \Delta T_1}{\sqrt{\pi\chi_1 t}}; \Delta T_1 = T_1 - T_0. \quad (\text{IV.121})$$

$x=0$ chegarada sterjenni S kesim yuzasidan o'tayotgan issiqlik oqimi q_u :

$$q_i = \frac{\lambda_1 \Delta T_1 S}{\sqrt{\pi\chi_1 t}}. \quad (\text{IV.122})$$

3. Bir xil cheksiz yoyilgan, qalinligi h , tekis qatlamda joylashgan nuqtali sarfga taranglik rejimida o'zgarmas debit q bilan suyuqlik (neft) oqimini ko'rib chiqamiz. Sarf koordinatlar markazida joylashgan va unga qatlamdagi oqim radial. Vaqtning boshlang'ich paytida $t=0$, qatlam bosimi o'zgarmas va P_r teng. $t>0$ bo'lganda nuqtali sarf orqali qatlamdan debiti $q=\text{const}$ neft olinmoqda, qatlam bosimi P_r teng va faqat $r \rightarrow \infty$ bo'lganda saqlanib qoladi. Qatlamdagi bosimning xohlagan vaqt payti uchun taqsimotini aniqlash kerak.

Ko'rilayotgan holat uchun qatlamda sızilayotgan modda massa-sining uzluksizlik tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial r} + \frac{\rho v}{r} + \frac{\partial(m\rho)}{\partial t} = 0. \quad (\text{IV.123})$$

Darsi qonuni va qatlam siqiluvchanligini (qatlam jinslarini va ularni to'yintiruvchi suyuqliklar siqiluvchanligini) inobatga olib, (IV.123) foydalanib, taranglik rejimi tenglamasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\kappa}{\mu} \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial r} \right) = \beta \frac{\partial p}{\partial t}; \quad (\text{IV.124})$$

$$\beta = \beta_j + m\beta_m,$$

bu yerda: β_j va β_m - mos ravishda qatlam jinslarining va qatlamni to'yintiruvchi suyuqlikning siqiluvchanligi. Qolgan shartli belgilar yuqorida darsi qonuni iborasida qabul qilinganlar bilan bir xil. $f(r,t)$ funksiyasini quyidagi ko'rinishda kiritamiz:

$$f = \frac{2\pi ch(\rho_r - \rho)}{q\mu} \quad (\text{IV.125})$$

va uni (IV.124) iboraga qo'yamiz. Natijada quyidagini olamiz.

$$\chi \left(\frac{\partial^2 f}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial r} \right) = \frac{\partial f}{\partial t}. \quad (\text{IV.126})$$

Bu yerda: χ - qatlamning pezo o'tkazuvchanligi. Sarf nuqtali ($r \rightarrow 0$) bo'lgani sababli, uning uchun quyidagi chegaraviy shartga ega bo'lamiz:

$$qr = \frac{2\pi h}{\mu} \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right)_{r \rightarrow 0} = -q \left(r \frac{\partial f}{\partial r} \right)_{r \rightarrow 0}$$

Natijada, chegaraviy va boshlang'ich shart quyidagicha bo'ladi.

$$\left(r \frac{\partial f}{\partial r} \right)_{r \rightarrow 0} = -1; f(r, 0) = 0. \quad (\text{IV.127})$$

Masalani ko'rilayotgan yechimi faqat bitta o'zgaruvchiga $\xi = r/\sqrt{\chi t}$ bog'liqligi ma'lum. Bunday hollarda yechim avtomodelli, ya'ni o'ziga o'zi o'xshash, deb hisoblashadi. Shuning uchun $f = f(\xi)$.

Demak,

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -f \frac{r}{2t\sqrt{\chi t}}; \frac{\partial f}{\partial r} = f' \frac{1}{\sqrt{\chi t}}, \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} = f'' \frac{1}{\chi t}. \quad (\text{IV.128})$$

Hosilalarning ushbu qiymatlarini (IV.126) asosiy iboraga qo'yamiz.

$$U' + \frac{U\xi}{2} = 0, U = f\xi. \quad (\text{IV.129})$$

(IV.127) foydalanib quyidagi shartlarga ega bo'lamiz. $\xi \rightarrow \infty$ bo'lganda $f=0$:

$$\left(\xi \frac{df}{d\xi} \right)_{\xi \rightarrow \infty} = -1. \quad (\text{IV.130})$$

(IV.129) tenglamaning yechimi (IV.130) shartlar bajarilganda:

$$f(\xi) = \int_{\xi}^{\infty} \frac{e^{-\frac{Z^2}{4}}}{\xi} d\xi = \frac{1}{2} \int_{\xi}^{\infty} \frac{e^{-Z} dZ}{Z}, Z = \frac{\xi^2}{4}. \quad (\text{IV.131})$$

(IV.131) iborani (IV.135) qo'yib, yakuniy natijani olamiz.

$$P_1 - P = -\frac{q\mu}{4\pi ch} \int_{\xi}^{\infty} \frac{e^{-Z}}{Z} dZ = -\frac{q\mu}{4\pi ch} E_1\left(-\frac{r^2}{4\chi}\right). \quad (\text{IV.132})$$

$$-E_1\left(-\frac{r^2}{4\chi}\right) \text{ funksiyasi } 0 \leq Z \leq \infty \text{ bo'lganda musbat, ammo}$$

$Z \rightarrow 0$ u cheksiz o'sib boradi. Ushbu funksiyani taranglik rejimida va yakuniy radiusi $r=r_0$ bo'lgan kichik manbaga ya'ni burg' quduqlariga, suyuqlik oqimi holatida bosimni taxminiy hisoblashda foydalanish mumkin. $-E_1\left(-\frac{r^2}{4\chi}\right)$ funksiya qiymatlarini mos jadvallardan aniqlash mumkin.

4. Qalinligi h va kengligi a , ikkita ishlatish quduqlari qatori bilan chegaralangan to'g'ri chiziqli bir xil qatlamga (IV.28-pach) ega bo'laylik. Ishlatish quduqlari qatorining biri $x=0$ vertikal kesimda, ikkinchisi – qatlamni $x=l$ kesimida joylashgan bo'lsin. Vaqtning boshlang'ich paytida ($t=0$) bosim qatlamning hamma qismida bir xil, P_0 teng.

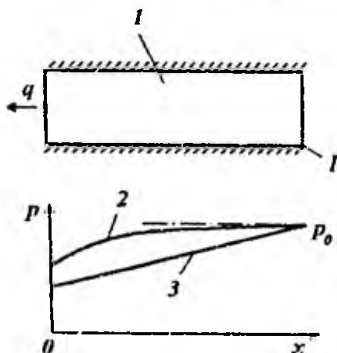
Bu bosim $x=l$ qatorda $t>0$ bo'lganda o'zgarmas ushlab turiladi. Vaqtning $t=0$ paytida qatlamdan ($x=0$ qatordan) o'zgarmas debit q bilan neft olish boshlanadi. Qatlam taranglik rejimida ishlaydi. Ushbu chegaralangan qatlamda, $t>0$ bo'lganda, bosimni taqsimotini aniqlash talab etiladi.

Bu masalani yechishga kirishishdan oldin, qatlamdagi bosimni qayta taqsimot mohiyati bo'yicha oldingi masaladagi, taranglik rejimi tenglamasi bilan ta'riflanishini eslatib o'tamiz. Ammo, ko'rilayotgan holatda u quyidagiga nisbatan sodda ko'rinishga ega:

$$\chi = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{\partial P}{\partial t}. \quad (\text{IV.133})$$

Masalani yechishni qulaylashtirish uchun o'lcamsiz koordinatalarni kiritamiz:

$$\xi = x / \lambda, \tau = \chi / \lambda^2. \quad (\text{IV.134})$$



IV.28-rasm. Uzunligi l to'g'ri chiziqli qatlamda taranglik rejimida bosimning qayta taqsimot grafiği: 1-qatlam; 2-bosimning barqarorlashmagan taqsimoti; 3-bosimning barqarorlashgan taqsimoti.

134) va (IV.133) foydalanib quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial^3 p}{\partial \xi^2} = \frac{\partial p}{\partial \tau}. \quad (\text{IV.135})$$

Masala shartlariga ko'ra (IV.135) tenglama uchun boshlang'ich va chegaraviy shartlar quyidagi ko'rinishga ega:

$$P(\xi, 0) = P(\lambda, \tau) = P_0; \quad (\text{IV.136})$$

$$\frac{\partial P}{\partial \xi} \Big|_{\xi=0} = \frac{q \mu l}{k b h}.$$

Masalani qo'yilishidan, $t \rightarrow \infty$ qatlamdagi bosim taqsimoti barqarorlashishga intiladi:

$$P_0 - P = \frac{q\mu\lambda}{kbh}(1 - \xi) \quad (\text{IV.137})$$

$\xi = 0$ bo'lganda (IV.137) iboradan:

$$\frac{q\mu\lambda}{kbh} = P_0 - P_1.$$

Keltirilgan mulohazaga ko'ra, masala yechimni quyidagi ko'rinishda topish qulayroq.

$$P_0 - P(\xi, \tau) = (P_0 - P_1)(1 - \xi) - (P_0 - P_1)f(\xi, \tau). \quad (\text{IV.138})$$

$$\text{Bunda } f(\xi, 0) = 1 - \xi; f(1, \tau) = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial \xi} \Big|_{\xi=0} = 0. \quad (\text{IV.139})$$

Masalani yechish uchun Furye metodini qo'llaymiz, unga ko'ra:

$$f(\xi, \tau) = \varphi(\tau)\psi(\xi). \quad (\text{IV.140})$$

(IV.140) iborani (IV.138) va keyin boshlang'ich (IV.135)-tenglamaga qo'yib, quyidagini olamiz.

$$\varphi' \psi = \psi'' \varphi. \quad (\text{IV.141})$$

(IV.141) quyidagi kelib chiqadi:

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\psi''}{\psi} = c = \text{const.} \quad (\text{IV.142})$$

(IV.142) tenglamani yechib, boshlang'ich va chegaraviy shartlarni bajarib, masalaning quyidagi yechimiga kelimiz.

$$P_0 - P(\xi\tau) = (P_0 - P_1)(1 - \xi) - \frac{8(P_0 - P_1)}{\pi^2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-\left[\frac{(2n+1)^2 \pi^2 \tau}{4}\right]} \cos \frac{2n+1}{2} \pi \xi, \quad (\text{IV.134})$$

Bunda Furiyening mashhur qatorga yoyishidan foydalaniladi:

$$1 - \xi = \frac{8}{\pi^2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \cos \frac{2n+1}{2} \pi \xi.$$

(IV.143) iboradan, biri haydovchi, ikkinchisi oluvchi, ikkita burg' quduqlari orasida qatlamda bosimni barqaror taqsimotini hosil bo'lish vaqtini aniqlash mumkin.

Taqribiy metodlar

Taqribiy hisoblash metodlaridan neft konlarini ishlash nazariyasida Y.P.Borisovning ekvivalent sizilish qarshiliklari va G.I.Barenblattning integralli nisbatlar metodlari keng tarqalgan. Y.P.Borisov metodini burg' quduqlari bo'lgan tekis qatlamlarda barqarorlashgan suyuqlik oqimini hisoblashda foydalaniladi. G.I.Barenblatt metodini esa taranglik rejimida suyuqlik bosimini qayta taqsimotini va nisbatan kamdan-kam hollarda diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya masalarini yechishda foydalaniladi. Integralli nisbatlar metodi faqat bir o'lchamli masalalarni hal etish uchun yaxshi ishlab chiqilgan.

Avval ekvivalent sizilish qarshiliklari metodi ko'rib chiqamiz. (IV.104) iborani quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$P_r - P_k = \frac{q\mu \left(L + \frac{G}{\pi} \ln \frac{G}{\pi r_k} \right)}{2Gkh} = q \left(\frac{\mu L}{2Gkh} + \frac{\mu \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2\pi kh} \right). \quad (\text{IV.144})$$

(IV.144) iboraning qavs ichidagi, birinchi hadi suyuqlikni kengligi $2G$ tasmada 0 dan L gacha masofadagi harakatidagi sizilish qarshiligini xususiyatlaydi, ikkinchi hadi – suyuqlikni chegarasi $r_t = G/\pi$ aylanadan radiusi r_q doiragacha radial harakatidagi sizilishi qarshiligini ta'riflaydi.

Y.P.Borisov $\rho_r = \frac{\mu L}{2Gkh}$ - tashqi va $T_\mu = \mu \ln \frac{G}{\pi r_q}$ (2 πkh)- ichki sizilish

qarshiligi deb atadi hamda barqarorlashgan tekis sizilish oqimlarining nisbatan murakkab holatlaridan haqiqiy sizilish qarshiligini tashqi va ichki ekvivalentlarga bo'lish mumkin deb taxmin qildi.

Ekvivalent sizilish qarshiliklari metodi turli ishlash sistemalarida amaliyot uchun yetarli darajadagi aniqlik bilan qatlamlardagi debit va bosimni hisoblash imkonini beradi.

Ishlatish quduqlarini joylashishi IV.29-rasmda keltirilgan sxemasi uchun bir qatorli ishlash sistemasini ko'rib chiqamiz. Bunda qalinligi h bo'lgan qatlamdan neftni suv porshenli siqib chiqarmoqda. Qatlam sharoitidagi neftning qovushqoqligi μ_n suvniki - μ_s . Qatlamning mutloq o'tkazuvchanligi K , neft va suv uchun nisbiy o'tkazuvchanliklar mos ravishda K_n va K_s teng va neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish modeliga asosan o'zgarmas, mahsulot oluvchi quduq radiusi r_{oq} , haydovchi quduq radiusi $r_{h,q}$. Suv neftni siqib chiqarish jarayonining $t=t_1$ vaqti paytida haydovchi quduqdan G/π masofaga yetib bordi (IV.29-pacm). Bunda mahsulot oluvchi va haydovchi quduqlari orasidagi masofa bir xil. Bitta mahsulot oluvchi quduqning debiti bitta haydovchi quduqning sarfi bilan barobar, o'zgarmas va q ga teng. Oluvchi va haydovchi quduqlar orasidagi bosim farqini aniqlash kerak bo'lsin.

IV.29 – rasmda shtrix bilan ajratilgan, kengligi $B=2G$, qatlamning bitta elementidagi oqimni ko'rib chiqamiz. Haydovchi quduqdan $r = G/\pi$ masofadagi bosimni P'_x bilan belgilaymiz. Masala sharti va Dyupuyi iborasidan kelib chiqib:

$$q = \frac{2\pi k K sh(P_h - P'_x)}{\mu_s \ln \frac{G}{\pi r_{xk}}}$$

Ekvivalent sizilish qarshiliklari metodiga asosan ko'rayotgan elementdagi oqim uchta qismdan iborat: radiusi $r_{h,q}$ haydovchi quduqdan

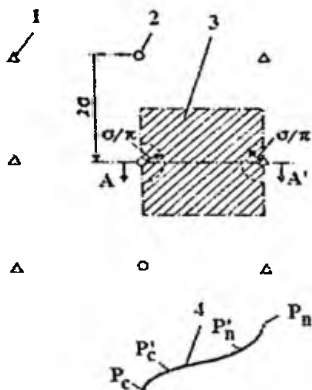
radiusi G/π π chegaragacha radial (suv) oqimi; bosimi P'_x bo'lgan $x=0$ quduqlar qatoridan, bosim P'_x bo'lgan, $x = \ell$ quduqlar qatoriga to'g'ri chiziqli (neft) oqimi; bosimi P'_x bo'lgan G/π chegaradan radiusi r_{ol} oluvchi quduqlarga radial (neft) oqimi.

Simmetriyani inobatga olib to'g'ri chiziqli oqim $q/2$ sarfga teng (haydovchi quduqdan suyuqlik chap va o'ng tarafga $q/2$ sarf bilan ketayapti) deb, quyidagini olamiz.

$$\frac{q}{2} = \frac{2GKK_n h(P'_x - P'_{oq})}{\mu_n \lambda}$$

Oluvchi quduq debiti uchun ibora quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$q = \frac{2\pi K K_n h(P'_x - P'_{oq})}{\mu_n \ln \frac{G}{\pi r_{oq}}}$$



*IV.29- rasm. Bir qatorli ishlash sistemasi elementida bosimni taqsimot sxemasi:
1-haydovchi quduqlar; 2-oluvchi quduqlar; 3-bir qatorli ishlash sistemasi elementi; 4-AA' kesimidagi qatlamlar bosimi epyurasi.*

Yuqorida keltirilgan iboralarni bosimlar farqiga nisbatan quyidagi ko'rinishda yozib chiqamiz:

$$P_b - P'_k = \frac{q\mu_s \ln \frac{G}{\pi r_{sk}}}{2\pi K K_s h}$$

$$P'_k - P'_{ok} = \frac{q\mu_n \lambda}{4GK_n h};$$

$$P'_{ok} - P'_{ok} = \frac{q\mu_n \ln \frac{G}{\pi r_{ok}}}{2\pi K_s h}.$$

Ushbu iboralarni qo'shib kerakli javobni olamiz:

$$P_b - P_{ok} = \frac{q}{2kh} \left[\frac{\mu_s \ln \frac{G}{\pi r_{xs}}}{\pi K_s} + \frac{\mu_n \lambda}{2GK_n} + \frac{\mu_n \ln \frac{G}{\pi r_{ok}}}{\pi K_n} \right]. \quad (IV.145)$$

Yuqorida yechilgan issiqlik o'tkazuvchanlik nazariyasi masalasini G.I.Barenblattning integralli nisbatlar metodi bilan yechamiz, unga ko'ra masalani taqribiy yechimi ko'p had ko'rinishiga ega. Keyin, taqribiy taqsimot boshlang'ich differensial tenglamani emas, balki tenglamani chap va o'ng qismlarini darajasi n bo'lgan koordinataga ko'paytirish va ularni integrallash natijasida olingan, integralli nisbatlarni qoniqtiradi deb hisoblaymiz. Ushbu taqribiy metoddan foydalanilganda, issiqlik o'tkazuvchanlik holida temperaturani yoki taranglik rejimida bosimni har qanday kichik o'zgarishi bir onda taqsimlanmaydi, balki chegaralangan "tug'yonlangan" zonada yuz beradi deb qabul qilinadi. Ko'rilayotgan masala uchun integralli nisbat quyidagi ko'rinishga ega:

$$\chi_n \int_{l_1(t)}^{l_2(t)} x^n \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx = \int_{l_1(t)}^{l_2(t)} x^n \frac{\partial T}{\partial x} dx, \quad (IV.146)$$

bu yerda: n -noldan boshlangan, har qanday, odatda butun son.

Birinci yaqinlashish sifatida $n=0$ deb olamiz va yechimni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = A_0 - A_1 \frac{x}{i(t)} + A_2 \frac{x^2}{i^2(t)}. \quad (\text{IV.147})$$

Chegaraviy va boshlang'ich shartlarni bajaramiz, ular masalani taqribiy yechishda, aniq yechishga nisbatan, bir oz boshqa ko'rinishga ega, ya'ni:

$$x = \lambda(t) \text{ bo'lganda} \quad T = T_0; \quad (\text{IV.148})$$

$$x = 0 \quad \text{bo'lganda} \quad T = T_1;$$

Har doim $\ell(0) = 0$ sharti ham bajarilishi kerak.

Masalani taqribiy metod bilan yechishda qo'shimcha quyidagi shart ham bajarilishi kerak.

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=\lambda(t)} = 0. \quad (\text{IV.149})$$

Keltirilgan shartlarga amal qilib, quyidagini olamiz:

$$A_0 = T_1 - T_0 = \Delta T_1;$$

$$A_2 = -2\Delta T;$$

$$A_2 = \Delta T_1.$$

Shunday qilib:

$$T - T_0 = \Delta T_1 \left[1 - 2 \frac{x}{\lambda(t)} + \frac{x^2}{\lambda^2(t)} \right]. \quad (\text{IV.150})$$

$\ell(t)$ aniqlash uchun $n=0$, $\ell_1 \rightarrow (t)=0$ deb hisoblab (IV.150) iborani (IV.146) qo'yamiz. Natijada ushbu tenglamani olamiz:

$$G\chi_u dt = \lambda d\lambda$$

Bundan

$$\lambda = 2\sqrt{3\chi_u t}, \quad (IV.151)$$

ya'ni masala yechildi.

$x=0$ bo'lganda issiqlikning olib ketilish tezligini aniqlaymiz:

$$v_u|_{x=0} = -\lambda_u \frac{\partial T}{\partial x}|_{x=0} = \frac{\lambda_u \Delta T}{\sqrt{3\chi_u t}}. \quad (IV.152)$$

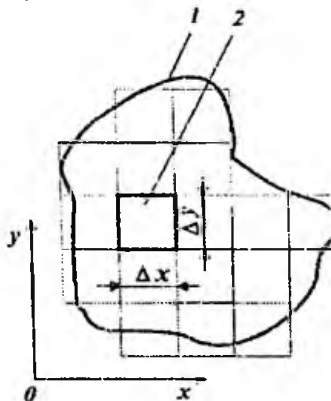
Keltirilgan taqribiy iborani aniq yechish iborasi (IV.122) bilan taqqoslaymiz va taqribiy metod bilan aniqlangan issiqlikning olib ketilish tezligi, aniq yechimdan $\sqrt{\pi/3}$ marta, ya'ni taqriban 2%, katta ekanligini topamiz.

Sonli metodlar

Neft konlarini ishlashni hisoblashlarida ko'p hollarda yakuniy farqli metodlar qo'llaniladi. Bu metodlardan foydalanilganda, neft konlarini ishlash jarayonlarini ta'riflovchi, differensial tenglamalar yakuniy-farqli shaklda tasavvur etiladi. Yakuniy farqli tenglamalar tezkor elektron hisoblash mashinalari yordamida hal etiladi. Neft konlarini ishlash masalalarini aniq yechimini aniqlash odatda faqat bir o'lchamli holatlar (to'g'ri chiziqli radial oqimlar) uchun olinadi. Qatlamlarni ishlash jarayonlarini ularni murakkab geometrik shaklini inobatga olib hisoblash zaruriyatida aniq va hatto taqribiy yechimini topish imkoniyati yo'q. Bunday holatlarda masala yechimini sanoqli metodlarni qo'llab hal etish mumkin. Masalan, taranglik rejimida bosimni qayta taqsimotini murakkab shakldagi zonada hisoblash kerak bo'lsin (IV.27-rasm). Ushbu ikki o'lchamli holatda taranglik rejimi tenglamasi quyidagicha:

$$\chi \left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \right) = \frac{\partial P}{\partial t}. \quad (\text{IV.153})$$

Tekis qatlamdagi neft oqimi hududi x, y va z o'qlari bo'ylab o'lchamlari Δx , Δy va h ko'plab mos kataklarga bo'linadi. A katakni ko'rib chiqamiz, u cheksiz bo'linganda ($\Delta x \rightarrow 0, \Delta y \rightarrow 0$) A nuqtaga aylanadi. Bu katakda bosim P_{ij} ga teng deb hisoblaymiz.



IV.30- rasm. Murakkab shaklli hududi yakuniy-farqli kataklarga bo'lish sxemasi: 1-hudud chegarasi; 2-A yacheyka

(IV.153) tenglamadagi cheksiz kichik orttirmalarni yakuniylar bilan almashtirish oqibatida hosilalar uchun ifodalar quyidagicha o'zgartiriladi.

$$\frac{\partial P}{\partial x} \rightarrow \frac{P_{i+1,j} - P_{i,j}}{\Delta x};$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} \rightarrow \frac{1}{\Delta x} \left(\frac{P_{i+1,j} - P_{i,j}}{\Delta x} - \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x} \right); \quad (\text{IV.154})$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \rightarrow \frac{1}{\Delta y} \left(\frac{P_{i+1,j} - P_{i,j}}{\Delta y} - \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y} \right)$$

(IV.154) iborani (IV.153) tenglamaga qo'yib, quyidagi natijani olamiz:

$$\lambda \left[\frac{1}{\Delta x} \left(\frac{P_{i+1,j} - P_{ij}}{\Delta x} - \frac{P_{ij} - P_{i-1,j}}{\Delta x} \right) + \frac{1}{\Delta y} \left(\frac{P_{ij+1} - P_{ij}}{\Delta y} - \frac{P_{ij} - P_{i,j+1}}{\Delta y} \right) \right] = \frac{P_{ij}^{k+1} - P_{ij}^k}{\Delta t}. \quad (\text{IV.155})$$

Bu yerda: P_{ij}^k vaqtning t payti uchun A katakdagi bosim; P_{ij}^{k+1} vaqtning $t + \Delta t$ payti uchun A katakdagi bosim.

Masalani sonli metodlar bilan yechishda chegaraviy va boshlang'ich shartlar ham mos yakuniy-farqli shaklga olib keladi. (IV.155) nisbat algebraik tenglamani ifodalaydi. Shunday qilib, yakuniy-farqli metodlardan foydalanilganda differensial tenglamalar o'rniga algebraik tenglamalar yechiladi.

O'xshashlik metodlari

IV.30-rasmdan olingan, A katakni bir nechta marta kattalashtirilgan holda ko'rib chiqamiz. Elektrogidrodinamik o'xshashlik asosida sizilish qarshiliklarini. IV.31-rasmda ko'rsatilgandek, elektr qarshiliklari bilan almashtirish mumkin. Om qonuniga binoan, x va y yo'nalishlarida tok kuchi i_x va i_y uchun quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

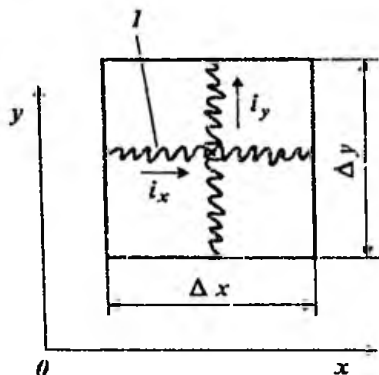
$$i_x = -\frac{S}{\rho} \frac{\Delta U}{\Delta x}; \quad i_y = -\frac{S}{\rho} \frac{\Delta U}{\Delta y}, \quad (\text{IV.156})$$

bu yerda: S – elektr o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasi; ρ – solishtirma elektr qarshiligi; ΔU – elektr kuchlanish o'ttirmasi.

Yakuniy – farqli ko'rinishda berilgan, (IV.156) iborani Darsi qonuni iborasi bilan taqqoslaymiz:

$$v_x = -\frac{\kappa}{\mu} \frac{\Delta P}{\Delta x}; \quad v_y = -\frac{\kappa}{\mu} \frac{\Delta P}{\Delta y}. \quad (\text{IV.157})$$

Agar suyuqlik bosimini elektr kuchlanish, sizilish tezligini – elektr toki kuchi hamda $K/\mu - S/\rho$ kattalik bilan almashtirsak, (IV.156) va (IV.157) iboralar mos keladi. Ko'rsatilgan o'zaro almashinuvchi kattaliklar – bir-biriga o'xshashdir. Shunday qilib, tok kuchi sizidirish tezligiga o'xshash, elektr kuchlanishi U-bosimga o'xshash, elektr o'tkazuvchanlik S/ρ -sizilish o'tkazuvchanligiga o'xshash.



2.31- rasmi. A – yacheykasi: 1-elekt qarshiliklari.

Taranglik rejimi holatida qatlamning siqiluvchanligiga β elektr sig'imi C o'xshash hisoblanadi. Demak, quyidagini yozish mumkin:

$$\rho = aU; \quad \frac{k}{\mu} = \epsilon \frac{S}{\rho}; \quad \beta = \epsilon C, \quad (\text{IV.158})$$

bu yerda: a, ϵ va C - mutanosiblik koeffitsiyentlari.

(IV.158) iborani taranglik rejimi tenglamasiga qo'yib quyidagini olamiz:

$$\frac{\epsilon C S}{\rho C} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) = \frac{\partial U}{\partial t} \quad (\text{IV.159})$$

(IV.159) tenglama bilan ta'riflanuvchi jarayonlarni, elektrogeneratorlar deb ataluvchi, maxsus qurilmalarda modellashtirish mumkin. Bunda har bir katakka mos elektr qarshiligi va elektr sig'imi ulanadi. (IV.158) iboralar bilan, elektrogeneratorlarda eksperimental aniqlangan, elektr ko'rsatkichlari mos sizilish ko'rsatkichlariga qayta hisoblanadi.

V-BOB. NEFT KONLARINI TABIIY REJIMLARDA ISHLASH

§ 1. Taranglik rejimining namoyon bo'lishi

Neft konini taranglik rejimida ishlash – yer tagidan neftni chiqarib olish jarayoni, qatlam bosimi to'yinish bosimidan katta bo'lgan, bosim maydonlari, neft va suv harakat tezligi, qatlamni to'yintiruvchi, hamda chegara tashqarisidagi suvlar beqaror, vaqt davomida qatlamni har bir nuqtasida o'zgaruvchan sharoitlarda amalga oshiriladi.

Taranglik rejimi, neft oluvchi quduqlarni debiti yoki haydovchi quduqlarga haydalayotgan suv sarfi o'zgaruvchan, hamina holatlarda namoyon bo'ladi. Biroq qatlamni neftli qismi maydonida barqaror rejim bo'lganda ham, masalan, konni chegara tashqarisiga suv bostirish qo'llanilib ishlash jarayonida, chegara tashqarisidagi zonada taranglik rejimi hisobiga bosimni qayta taqsimlanishi yuz beradi. Fizik nuqtai nazaridan taranglik rejimi – jinslarni va ularni to'yintiruvchi suyuqliklarni siqiluvchanligi hisobiga yuz beruvchi, qatlamni taranglik energiyasini sarf bo'lishi yoki to'ldirilishidir.

Oluvchi quduqni ishlatishga tushirilganda undagi bosim qatlamdagiga nisbatan kamayadi. Neft olish davom etgan sari quduq tubi atrofida taranglik energiyasining zahirasi kamayadi, ya'ni neft va jinslar, avvaldagidan kamroq siqilgan bo'lib boradi. Qatlamdan neft olishni davom ettirilishi taranglik energiyasi zahirasining yana ham sarflanishiga va natijada, quduq atrofidagi depressiya voronkasining kengayishiga olib keladi.

Qatlam bosimini to'yinish bosimigacha kamayishida neftdan unda erigan gaz ajralib chiqa boshlaydi va qatlam rejimi o'zgaradi – taranglik rejimi erigan gaz yoki bosimi rejimi bilan almashadi.

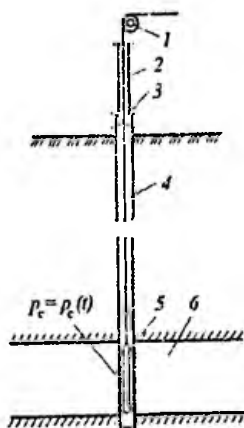
Taranglik rejimi nazariyasidan neft konlarini ishlash bilan bog'liq bo'lgan quyidagi asosiy masalalarni hal etishda foydalaniladi.

1. Ishlatish qudug'ini ishlatishga tushirishda, to'xtatishda yoki ishlatish rejimini o'zgartirishda uning tubidagi bosimni aniqlashda, hamda ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadida quduq tadqiqotlari natijalarini izohlashda.

Taranglik rejimi nazariyasi asosida neft konlarini ishlash amaliyotida keng tarqalgan, to'xtatilgan ishlatish quduqlarida bosimni tiklanish egri chiziqlari bo'yicha qatlam ko'rsatkichlarini aniqlash

metodi yaratilgan. Ushbu metod texnologiyasi bo'yicha tadqiqot qilinayotgan quduq avval o'zgarmas debit Q bilan, unga kelayotgan oqimni barqarorlashishiga yoki barqarorlashishiga yaqinlashishga erishilguncha ishlatiladi. Keyin, uning tubiga vaqt t davomida quduq tubidagi bosimni o'zgarishini qayd eta oladigan, chuqurlik manometri tushiriladi (V.1-rasm). Vaqtning shartli ravishda boshlang'ich ($t=0$) deb qabul qilinuvchi, qandaydir paytida tadqiqot qilinayotgan quduq yopiladi. Uning tubidagi bosimni P_q shartli ravishda qabul qilingan P_{ch} (chegara) bosimigacha tiklanguncha ortishi boshlanadi. Shartli qatlam P_{ch} (chegara) bosimi sifatida ikki quduq orasidagi masofaning o'rtasidagi qatlam bosimi qabul qilinadi. Bunda har bir tadqiqot qilinayotgan quduqda bosim o'ziga xos tarzda tiklanishi mumkin. Qatlam bosimini tiklanish egri chizig'i $P_x = P_x(t)$ olingandan so'ng, taranglik rejimi nazariyasining mos masalasini yechish asosida qatlamni o'tkazuvchanligi va pyezootkazuvchanligi aniqlanadi. V.2-rasmda quduq tubi bosimining tiklanish egri chizig'ini $P_x = P_x(\lg t)$ bog'liqligi ko'rinishidagi, amaliyotda uchraydigan tipik tasviri keltirilgan.

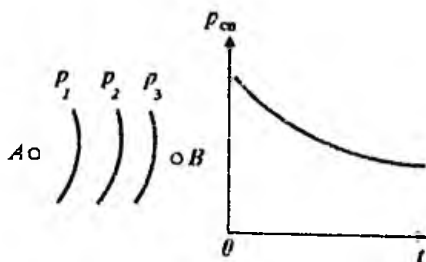
2. Qatlamdagi bosimni qayta taqsimotini va qatlamda ishlatilayotgan boshqa quduqlarni ishlatishga tushirish – to'xtatish yoki ish rejimini o'zgartirish natijasida, tadqiqot quduqlari tubidagi bosimni mos o'zgarishini hisoblashda.



V.1-rasm. Burg' qudug'ini bosimning tiklanish metodi bilan tadqiqotlashdagi sxemasi: 1-yer osti qurilmasining roli; 2-arqon (kabel); 3-surma zulfon (zadvijka); 4-burg' qudug'i; 5-chuqurlik manometri; 6-qatlam.



V.2-rasm. Burg' qudug'i tub bosimining tiklanish egrichizig'i: 1-chuqurlik manometri bilan o'lchangan burg' qudug'i tubidagi bosim nuqtalari.



V.3-rasm. Eshitilayotgan ishlatish qudug'ida bosimning pasayish egri chizig'i.

Ushbu hisoblashlar, qisman qatlamni "gidroeshitish" ma'lumotlarini izohlashda foydalaniladi. Qatlamni "gidroeshitish" quyidagicha amalga oshiriladi. Vaqtning $t = 0$ paytida A qudug'i q_A debit bilan ishga tushirilishi amalga oshiriladi (V.3-rasm).

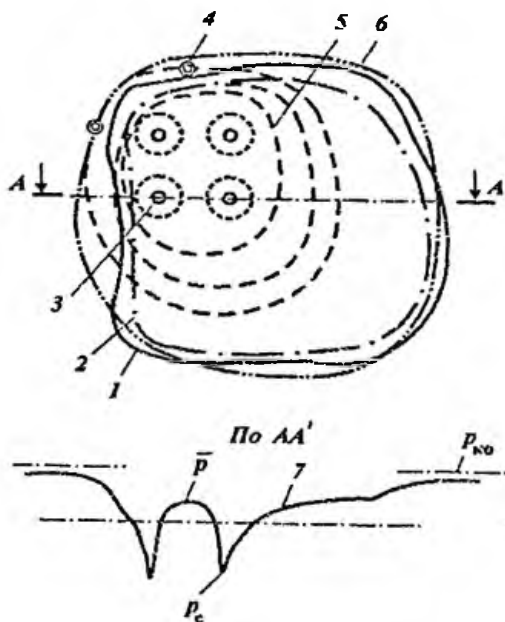
Dastlab tubiga chuqurlik manometri tushirilgan, to'xtatilgan V qudug'i tubidagi bosimni o'zgarishi $P_{qt} - P_k(t)$ qayd etiladi. V.3-rasmning chap tarafida qatlam bosimni pasayish "to'liqlari" ($P_1 < P_2 < P_3$), o'ng tarafida esa eshitilayotgan quduqda, amaliyotda uchraydigan tipik bosimni pasayish egri chizig'i keltirilgan. Bosimni pasayish $P_{qt} = P_k(t)$ tezligi va amplitudasi orqali A va V quduqlari orasidagi qatlam qismini o'rtacha o'tkazuvchanligini va pyczo'otkazuvchanligini baholash mumkin. Agar V qudug'ida bosimni o'zgarishi yuz bermasa, ya'ni A qudug'idan yetib kelmasa, ushbu quduqlar orasida o'tkazmas to'siq (tektonik siljima, o'tkazuvchanmas jins yotqiziqlari zonasi va sh.k.) bor deb hisoblanadi. Quduglar orasidagi gidrodinamik bog'liqlikni o'rnatish

ta'sir bilan qatlamni qamrab olinganligini hisoblashda va uning ishlashini tartiblashtirishda muhim ahamiyatga ega.

3. Konni chegara tashqarisidan neftlilik qismiga vaqt davomida kirib kelayotgan suv hajmi berilganda konni boshlang'ich neftlilik chegarasidagi bosim o'zgarishini yoki neftlilik maydoni bo'ylab o'rta me'yor qatlam bosimini hisoblashda.

Agar neft koni qatlamga ta'sir etmasdan ishlashda va bu kon keng suvli hudud bilan o'ralgan, hamda suvli hududdagi jinslar yaxshi o'tkazuvchanlikka ega bo'lsa, u holda konda neft olish va undagi bosimni pasayishi ishlashdagi qatlamga chegara tashqarisidagi hududdan neftlilik qismiga jadal suv oqimini kirib kelishiga olib keladi.

V.4-rasmda tabiiy rejimda ishlayotgan quduqlar teng o'lchamli joylashtirilgan neft konining sxemasi ko'rsatilgan. Dastlab qatlamdan neftni, keyin esa neftni suv bilan olish jarayonida qatlam bosimi boshlang'ich ko'rsatkichiga P_{cho} nisbatan o'zgaradi, ammo P_{cho} bosim neftlilik chegarasidan doimo uzoqlashib boruvchi qandaydir masofadagi suvli qismda saqlanib qoladi. Ushbu rasmning pastki qismida qatlamni AA' chizig'i bo'ylab kesimidagi qatlam bosimning epyurasi ko'rsatilgan. Epyuradan ko'rinib turibdiki, tashqi 1 va ichki 2 neftlilik chegaralari atrofida, neft va suvni birga sizishida, sizish qarshiligining ortishi natijasida qatlam bosimi keskin kamayadi, keyin esa maydon bo'ylab tekis o'zgaradi. Quduqlar 3 atrofida, tabiiyki, depressiya voronkalari hosil bo'ladi va quduqlardagi tub bosim P_q teng. Izobaralarni 5 (teng qatlam bosimi chiziqlari) tuzib, o'rta me'yor qatlam bosimini (V.4-rasm) aniqlash mumkin. O'rta me'yor qatlam bosimi P konni tabiiy rejimda ishlash jarayonida vaqt davomida kamayib beradi. Agar neftlilik chegarasi atrofida kuzatuvchi (pyezometrik) quduqlar 4 bo'lsa, pezometrik quduqlari qandaydir shartli neftlilik chegarasida 6, deb hisoblab, bu quduqlarda chegaradagi bosimni P_{ch} o'zgarishi o'lchanadi. Shunday qilib, o'rta qatlam $\bar{P} = P(t)$ yoki chegara bosimini $P_u = P_u(t)$ vaqt davomida o'zgarishini qarab chiqish mumkin. Neft uyumidan suyuqlik olish asosida, taranglik zahirasiining o'zgarishiga tuzatishlar kiritib, qatlamni chegara tashqarisidagi qismidan olinayotgan suv hajmini q_{cv} vaqt davomida o'zgarishini aniqlash mumkin. Keyin taqriban qatlamni chegara tashqarisidagi hududdan suv olish sur'ati neft uyumidan suyuqlik olish sur'atiga $q_{:w} = q_{w'}(t)$ teng deb hisoblasa bo'ladi.

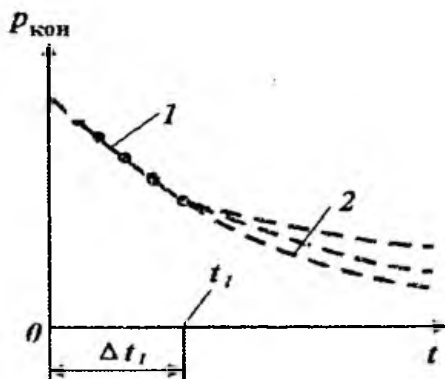


V.4-rasm. Neft koni va qatlam bosimining o'zgarish sxemasi: 1-neftlilikning tashqi chegarasi; 2-neftlilikning ichki chegarasi; 3-olish burg' quduqlari; 4-pyezometrik burg' quduqlari; 5-izobaralar; 6-neftlilikning shartli chegarasi; 7-konning AA' kesimi bo'ylab qatlam bosimining epyurasi.

Masalan, konda pyezometrik quduqlar bo'lsin va konning boshlang'ich ishlash davrida Δt_1 chuqurlik o'lchashlari orqali ulardagi bosimning o'zgarishi $P_{ju} = P_{ju}(t)$ aniqlangan, $P_{ja} = P_{ja}(t)$ ning arnaldagi o'zgarishi V.5-rasmda, $q_{ns} = q_{ns}(t)$ boshlang'ich davrida Δt_1 va konni to'liq ishlash davridagi o'zgarishi V.6-rasmda ko'rsatilgan. Tabiiyki, ishlashni boshlang'ich davrida Δt_1 kondan olinayotgan suyuqlik, uni burg'ilash va quduqlarni ishga tushirish natijasida ortib boradi. Ushbu davr uchun chegaradagi bosimni P_{ja} haqiqiy o'zgarishi aniqlangan, $t > t_1$ bo'lganda kondan suyuqlik olish, boshlang'ich davrga nisbatan boshqacha o'zgaradi: u avval barqarorlashadi, ishlashni oxirgi davrida esa pasaydi.

Shuning uchun ishlashni boshlang'ich davrida Δt_1 olingan $P_{ju} = P_{ju}(t)$ bog'liqlikni ektropolyatsiya qilib $P_{ja}(t)$ o'zgarishini olish

mumkin emas, chunki $t > t_1$ suyuqlik olish sur'ati o'zgaradi. $P_{ya} = P_{ya}(t)$ o'zgarishini taranglik rejimi nazariyasining mos masalalarini yechish asosida bashorat qilinadi.



V.5-rasm. P_a vaqtga t bog'liqligi: $1-\Delta_1$ davrda haqiqiy (pyezometrik burg' quduqlarida o'lchangan) chegaraviy bosim P_a o'zgarishi ehtimolli variantlari.

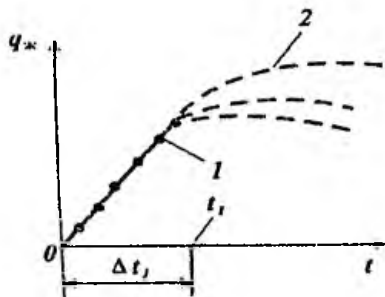
4. Konni suv bostirish usuli bilan ishlashga o'tilganda yoki, agar neftlilik chegarasidagi bosim berilganda, chegara tashqarisidagi oqib ketayotgan suvni hisoblashda, qatlamni neftlilik chegarasidagi bosimni tiklanishini aniqlashda.

Agar neft koni vaqtning qandaydir paytida chegara tashqi qismiga suv bostirib ishlashga o'tilsa, u holda chegara tashqari hududidan neftlilik qismga kirib kelayotgan suv oqimi kamayadi, chunki neftni qatlamdan siqib chiqarish qatlamga haydalayotgan suv hisobiga amalga oshiriladi.

Haydash chizig'i bosimni ko'tarish natijasida chegara tashqari hududidan konni neftga to'yingan qismiga kirib kelayotgan suv oqimi avval to'xtaydi, keyin esa qatlamga haydalayotgan suv chegara tashqari hududiga chiqib keta boshlaydi.

Chegara tashqari hududiga suvni chiqib ketishini hisoblashda taranglik rejimini masalasini yechish kerak bo'lishi mumkin. Bunda,

haydovchi quduqlar chegarasidagi (V.7-rasm.) bosim P_{ya} berilgan bo'lib qatlamni chegara tashqarisiga chiqib ketayotgan suv sarfini aniqlash talab etiladi.



V.6-rasm. q_n vaqtga t bog'liqligi:

1 – Δt_1 davrda q_n haqiqiy o'zgarishi;

2 – $t > t_1$ bo'lganda q_n ehtimolli o'zgarish variantlari.

5. Qatlamga suv bostirish bilan ta'sir etishda ishlash sistema-sining qaysidir elementida barqarorlashgan rejimini boshlanishigacha bo'lgan vaqtni aniqlashda.

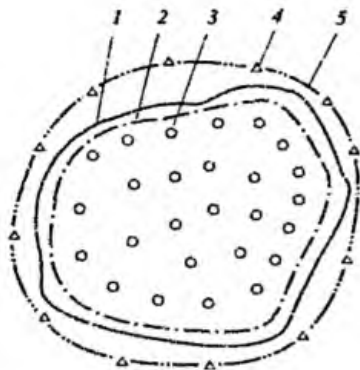
Neft koni qatlam ichra suv bostirish usuli qo'llanilib bir qatorli ishlash sistemasida ishlatishga kiritilgan bo'lsin. Vaqtning qaysidir paytida birinchi va ikkinchi haydovchi quduqlar to'xtatilsin, vaqtning $t = 0$ paytida esa ular yana qayta ishlatishga tushirilsin. Odatda, neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonlari, taranglik rejimida bosim qayta taqsimlanish jarayonlariga nisbatan, sekinroq yuz beradi.

Shuning uchun, haydash qatorlari ishga tushirilgandan keyin o'tgan qandaydir vaqtdan so'ng oluvchi va haydovchi quduqlar qatorlari orasida qatlamda bosimni sekin o'zgaruvchan taqsimlanishi boshlanadi (qatlamga haydalayotgan suv sarfi va undan olinayotgan suyuqlik olish o'zgarmas bo'lganda), ya'ni taranglik rejimi tamom bo'ladi va deyarli barqarorlashgan rejim yaratiladi, deb hisoblasa bo'ladi.

Taranglik rejimini mavjudlik vaqti ham taranglik rejimi nazariyasi asosida aniqlanadi.

Neft konlarini taranglik rejimida ishlash jarayonlari ko'rsatkich-larini hisoblash uchun, dastlab ushbu rejim uchun differensial teng-

lamalarni olish kerak, ularni keltirib chiqarishda sizilishdagi modda massasining uzluksizlik tenglamasidan foydalaniladi:



V.7-rasm. Neft konining chegara tashqi qismiga suv bostirish usulini qo'llab ishlash sxemasi:

1-neftlikning tashqi chegarasi;
2-neftlikning ichki chegarasi; 3-oluvchi quduqlar; 4-haydovchi quduqlar; 5-haydovchi quduqlar chegarasi.

$$\rho \frac{\partial m}{\partial t} + m \frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \rho v = 0. \quad (\text{V.1})$$

Qatlam g'ovakligi o'rtacha normal kuchlanishdan G to'g'ri chiziqsiz bog'liq. Biroq G kattaligi 10MPa gacha bo'lganda g'ovaklikni o'rtacha normal kuchlanishdan bog'liqligini to'g'ri chiziqli deb qabul qilsa bo'ladi:

$$m = m_0 - \beta_z (G - G_0). \quad (\text{V.2})$$

Bu yerda: β_z - qatlamdagi g'ovak muhit siqiluvchanligi; G_0 - boshlang'ich o'rtacha normal kuchlanish.

Vertikal yo'nalish bo'ylab tog' bosimi P_T , o'rtacha normal kuchlanish G va (g'ovaklik ichidagi) qatlam bosimi orasidagi bog'liqliklardan foydalanib, $P_T = \text{const}$ bo'lganda quyidagi iborani olamiz:

$$\frac{\partial G}{\partial t} = -\frac{\partial P}{\partial t}. \quad (\text{V.3})$$

(V.2) va (V.3) inobatga olsak:

$$\frac{\partial m}{\partial t} = \frac{\partial m}{\partial G} \frac{\partial G}{\partial t} = -\beta_z \frac{\partial G}{\partial t} = \beta_z \frac{\partial P}{\partial t}. \quad (\text{V.4})$$

Qatlamda sizilayotgan suyuqlik zichligini birlamchi yaqinlashishida bosimdan P to'g'ri chiziqli bog'liqlikda deb olsa bo'ladi, ya'ni:

$$\rho = \rho_0 [1 + \beta_{ns} (P - P_0)] \quad (\text{V.5})$$

bu yerda: β_{ns} - suyuqlikning siqiluvchanligi; ρ_0 - suyuqlikning boshlang'ich bosimdagi P_0 zichligi.

(V.5) quyidagi olamiz:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial t} = \rho_0 \beta_{ns} \frac{\partial P}{\partial t} \quad (\text{V.6})$$

Dars: qonunidan foydalansak va o'tkazuvchanlikning va suyuqlik qovushqoqligini μ koordinatalarga bog'liq deb hisoblasak:

$$\operatorname{div} \rho v = -\frac{K}{\mu} \operatorname{div} \rho \quad \operatorname{grad} P. \quad (\text{V.7})$$

(V.4), (V.6) va (V.7) iboralarni (V.1) qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\rho \beta_z \frac{\partial P}{\partial t} + m \rho_0 \beta_{ns} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\kappa}{\mu} \operatorname{div} \rho \quad \operatorname{grad} P. \quad (\text{V.8})$$

Sıyuqlik siqiluvchanligini kichik kattalik ekanligini inobatga olib (V.8) iborada $\rho \approx \rho_0$ deb qabul qilamiz. Natijada taranglik rejimi differensial tenglamasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \chi \operatorname{div} \operatorname{grad} P; \quad \chi = \frac{\kappa}{\mu \beta}; \quad (\text{V.9})$$

$$\beta = \beta_z + m\beta_{ns}.$$

Bu yerda: χ va β - mos ravishda qatlamni pyezoo'tkazuvchanligi va taranglik sig'imi (V.N.Shelkachev taklifiga binoan).

Taranglik rejimi tenglamasini yechish qatlamni har bir nuqtasidagi bosimni vaqt davomida o'zgarishini hisoblash imkoniyatini beradi. Biroq neft konlarini taranglik rejimida ishlash imkoniyatlarini taxminiy baholashda konni, uning qismini yoki chegara tashqarisidagi hududni taranglik zahirasi tushunchasidan foydalaniladi. Taranglik zahirasi – konni ishlash va ishlatish sharoitlaridan kelib chiqib berilgan, chegaraviy, qatlam bosimini o'zgarishida qatlamni g'ovak hajmini umumiy o'zgarish imkoniyati. Taranglik zahirasi odatda qatlam siqiluvchanligini to'g'ri chiziqli qonuni iborasidan aniqlanadi:

$$\frac{\Delta V_z}{V} = \beta \Delta P; \quad \beta = \beta_z + m\beta_{nc} \quad (\text{V.10})$$

bu yerda: ΔV_z - g'ovak hajmi o'zgarishi, ya'ni hajmi V bo'lgan qatlarning bevosita taranglik zahirasi; ΔV_z va ΔP -mutloq kattaliklar.

§ 2. Qatlamni chegara tashqari hududidagi taranglik rejimida neft koni chegarasidagi bosim o'zgarishini bashoratlash

Konlarni ishlashda neftlikning shartli chegarasidagi bosimni vaqt davomida o'zgarishini yoki neft uyumini maydoni bo'ylab o'rta me'yorli qatlam bosimini bilish muhimdir. U favvora usulda ishlayotgan quduqlarni mexanizatsiyalashgan usulga o'tkazish vaqtini bashorat qilish,

qatlam bosimini to'yinish bosimigacha pasayish vaqtini, qatlamdagi neft gazsizlanishini boshlanish va erigan gaz rejimini, keyin esa gaz bosimli rejimning yuzaga kelishini aniqlash imkonini beradi.

Konlarni taranglik rejimini erigan gaz va gaz bosimli rejimlarga o'tish vaqtini bashorat qilish, bunday o'tishga yo'l qo'yib bo'lmaydigan konlarni ishlashda, juda muhim ahamiyatga ega. Masalan, neftida katta miqdorda parafin (15-20% yuqori) bo'lgan konlarda qatlam neftini gazsizlanishi uning fazaviy holati o'zgarishiga va parafinni qattiq faza ko'rinishida ajralishiga (u esa o'z navbatida neftni qovushqoqligini ortishiga va uning nonyutonlik xossalari yuzaga kelishiga), qatlamni g'ovak muhitida qattiq parafinni cho'kishiga va yakuniy natijada neft bera olishning kamayishiga olib keladi.

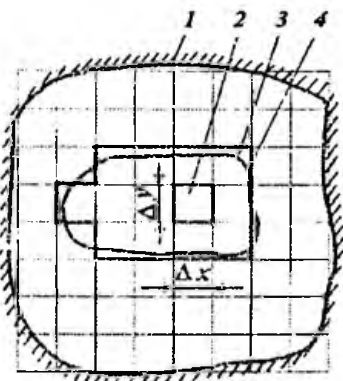
Ishlashdagi qatlamlarga suv bostirish yoki boshqa metodlar bilan ta'sir etish ko'p sabablarga ko'ra konni ishlashga tushirilgan paytdan boshlanmaydi, odatda qandaydir vaqt o'tgandan so'ng "kechikib" amalga oshiriladi. Shu sababli neft konini taranglik rejimida qatlamlarga ta'sir etmay, erigan gaz va gaz bosimli rejimlarni yuzaga kelishiga olib kelmasdan, qancha vaqt davomida ishlash mumkinligini bilish zarur.

Neftlilik chegarasining murakkab geometrik konfiguratsiyasida kondagi ishlatish quduqlari real joylashishini inobatga olib, vaqt davomidagi o'rta me'yor qatlam bosimini yoki chegara bosimini o'zgarishini faqat sonli metodlarni qo'llab va EHM yoki o'xshashlik qurilmalaridan foydalanib hisoblash mumkin.

Masalan, agar, konni chegara tashqarisidagi suvli qismini qiyinlanish chegarasi ma'lum bo'lsa (V.8-rasm), holda butun suvli hududni tomonlari Δx va Δy o'lchamli bir qancha kataklarga bo'lish mumkin. Konning chegara tashqarisida bosimni qayta taqsimoti, tabiiyki, odatda yetarli darajada aniq bo'lmagan, chegara tashqarisidagi qismning ko'rsatkichlariga katta bog'liq. Odatda kon chegarasidagi bosimni o'zgarishini bashoratlash uchun hisoblangan bosim o'zgarishini, konni boshlang'ich ishlash davrida o'lchangan, haqiqiysiga muvofiqlashtiriladi.

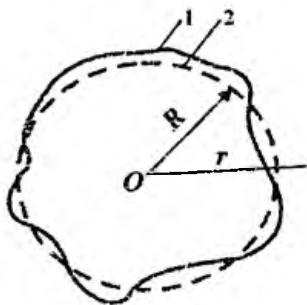
Shuning uchun hisoblashlarda, qatlamni chegara tashqarisidagi hududni mayda kattalarga bo'lishga intilish kerak emas, chunki bu hududdagi ko'rsatkichlar haqidagi ma'lumotlar aniq bo'lmay, chegaradagi bosimni o'zgarishni bashorati faqat hisoblangan o'zgarishni haqiqiysiga adaptatsiya qilingandan so'ng qoniqarli natijalar beradi.

Konni konfiguratsiyasi doiraga yaqin bo'lgan hollarda chegaradagi bosim o'zgarishini, neft uyumiga qatlamni chegara tashqarisi hududi rejimi masalasini yechish asosida yetarli darajadagi aniqlik bilan analitik bashorat qilish mumkin (V.9-rasm). Shuni eslatib o'tish lozimki, chegara tashqarisidagi hududdan neft uyumlariga kelayotgan suv oqimi xususiyati ko'p hollarda haqiqatan, planda doira shakldagi uyumda yuz beruvchi radial oqimga yaqin.



V.8-rasm. Neft koni va uning chegara tashqarisidagi suvli hududi maydonini kataklarga (yacheykalarga) bo'lish sxemasi:
 1-kon suvli hududining qiyiqlanish chegarasi; 2-maydoni Δx , Δy bo'lgan katak; 3-neftlilikning shartli chegarasi; 4-neftlilik chegarasining approksimatsiyasi.

Kon tabiiy rejimida ishlashda bo'lsin va neft uyumidagi taranglik zahirasini nisbatan kichik kattalik ekanligi sababli, kondan olinayotgan suyuqlik miqdori $q_{ns}(t)$ qatlamni chegara tashqari hududidan neft uyumiga kirib kelayotgan suv oqimi miqdoriga $q_{cis}(t)$ teng, ya'ni $q_{ns}(t) \approx q_{cis}(t)$, deb hisoblaymiz.



V.9- rasm. Planda doira shakldagi neft konining sxemasi:
 1-neftlilikning shartli chegarasi; 2-neftlilik chegarasining radiusi R aylanaga approksimatsiyasi.

Neft konlarini ishlashda suyuqlik olish $q_{nc}(t)$, odatda V.6-rasmda ko'rsatilgandek o'zgaradi. $P_{ya}(t)$ hisoblash uchun chegara tashqarisidagi hududni chegaralanmagan ($R \leq r \leq \infty$) deb hisoblaymiz. Ushbu hududdagi suvning radial sizilishi taranglik rejimi tenglamasi bilan ta'riflanadi.

$$\chi \left(\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial r} \right) = \frac{\partial P}{\partial t}, \quad (\text{V.11})$$

bu yerda: $P(r, t)$ – qatlamni chegara tashqarisidagi hududdagi r koordinatali A nuqtaning bosimi (V.9-rasm).

Dastlab bir oz soddalashtirilgan taranglik rejimi masalasini ko'rib chiqamiz, uning uchun boshlang'ich va chegaraviy shartlar quyidagicha yoziladi: $t = 0, \quad R \leq r \leq \infty$ bo'lganda $P = P_0$

$$q_{nc} = -2\pi \frac{kh}{\mu} \left(r \frac{\partial P}{\partial r} \right)_{r=R} = \text{const}. \quad (\text{V.12})$$

Bu masala yechimini bosimni $P(r, t)$ Laplas bo'yicha o'zgartirishdan foydalanib olamiz:

$$\bar{P}(r, S) = \int_0^\infty P(r, t) e^{-St} dt, \quad (\text{V.13})$$

$$P_\infty - P(P, \tau) = \frac{q_{nc} \mu}{2\pi kh} f(P, \tau); \quad (\text{V.14})$$

$$f(P, \tau) = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty (1 - e^{-u^2 \tau}) \frac{J_1(U) Y_0(UP) - Y_1(U) J_0(UP)}{U^2 [J_1^2(U) + Y_1^2(U)]} dU,$$

$$P = r/R, \quad \tau = \chi t / R^2.$$

Bu yerda: $J_0(UP)$, $J_1(U)$, $Y_0(UP)$, $Y_1(U)$ - Bessel funksiyalari. $f(\rho, \tau)$ funksiyasi Van Everdingen va Xerstlar tomonidan hisoblangan.

Vaqt davomida bosim $P_*(t)$ o'zgarishini hisoblash uchun ushbu funksiyaning $p = r/R = 1$ bo'lgandagi qiymatlaridan foydalanish kerak (V.10-rasm).

$f(1, \tau)$ ni $\lg(1 + \tau)$ dan bog'liqligini quyidagi sodda ibora bilan yetarli aniqlikda approksimatsiya qilish mumkin:

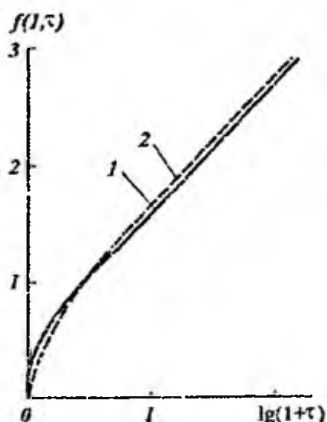
$$f(1, \tau) = 0,5 \left[1 - e^{-8,77 \lg(1+\tau)} \right] + 1,12 \lg(1 + \tau). \quad (V.15)$$

Yoki

$$f(1, \tau) = 0,5 \left[1 - (1 + \tau)^{-3,81} \right] + 0,487 \ln(1 + \tau).$$

Shunday qilib, $q_{ns} = \text{const}$ bo'lganda $P_{ya}(t)$ bosimni, (V.14) va (V.15) iboralardan kelib chiqadigan, quyidagi ibora bilan hisoblash mumkin:

$$P_{ya}(t) = P_{\infty} - \frac{q_{ns} \mu}{2\pi k h} f(1, \tau). \quad (V.16)$$



V.10-rasm. $f(1, \tau)$ ni $\lg(1 + \tau)$ dan bog'liqligi: $1 - f(1, \tau)$ funksiyasini Van Everdingen va Xerst bo'yicha aniq qiymatlari; 2-funksiyani (V.15) ibora bilan approksimatsiyasi.

Biroq konni ishlash jarayonida, tabiiyki suyuqlik olish vaqt davomida o'zgarimas bo'lib qololmaydi. $R_{ya}(t)$ o'zgarishini vaqt davomida o'zgaruvchan $q_{ns} = q_{chs}(t)$ Dyuamel integrali yordamida hisoblash mumkin.

Ushbu integralni olish uchun $q_{ns} = q_{chs}(t)$ ko'rib chiqamiz va q_{chs} vaqt davomida uzluksiz emas, balki pog'onali o'zgaradi hamda har bir pog'ona Δq_{chs} vaqtning λ_1 paytida boshlanadi, deb hisoblaymiz.

Ikki vaqt tushunchasidan foydalanamiz: Konni ishlash boshlangan paytdan hisoblanadigan τ , va λ vaqtning $q_{chs} = const$ pog'onalariga mos keluvchi alohida paytlari λ_i .

Shunday qilib, suyuqlik debiti q_{chs} endi τ emas, λ , yoki λ bog'liq bo'lib qoladi (V.11-rasm).

(V.16) ibora va V.11 – rasm asosida quyidagi iborani yozish mumkin:

$$\begin{aligned} R_{ya}(\tau) &= P_{\infty} \frac{\mu}{2\pi kh} \sum_0^{q_{chs}} [\Delta q_{chs} f(1, \tau) + \Delta q_{chs} f(1, \tau - \lambda_1) + q_{chs} f(1, \tau - \lambda_2) + \dots] = \\ &= P_{\infty} \frac{\mu}{2\pi kh} \sum_0^{q_{chs}} \Delta q_{chs} f(1, \tau - \lambda_i). \end{aligned} \quad (V.17)$$

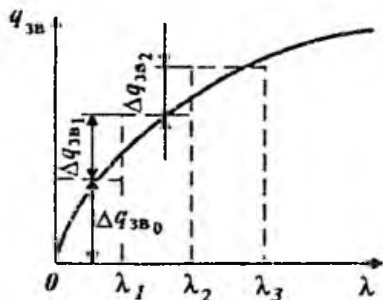
Yig'indi belgisi ostidagi o'ng qismi $\Delta \lambda$ bo'lamiz va ko'paytiramiz. Natijada ushbu iborani olamiz:

$$P_{ya}(\tau) = P_{\infty} \frac{\mu}{2\pi kh} \int_0^{\tau} \frac{\Delta q_{chs}}{\Delta \lambda} f(1, \tau - \lambda) d\lambda = P_{\infty} \frac{\mu}{2\pi kh} \int_0^{\tau} \frac{\partial q_{chs}}{\partial \lambda} f(1, \tau - \lambda) d\lambda. \quad (V.18)$$

(V.18) integrali – Dyuamel integralidir.

Neft konlarini ishlashda qatlamlardan suyuqlik olish vaqt davomida odatda quyidagicha o'zgaradi: dastlab konni burg'ulash va olish

burg'u quduqlari sonining ortib borishi sababli u ortib boradi; keyin ma'lum vaqt davomida barqarorlashadi; oxirgi ishlash davrida kamayadi.



V.11-rasm. $q_{chs}(\lambda)$ ni λ ga bog'liqligi

Agar suv oqimini qatlamni chegara tashqarisidagi hududdan kelayotganligini inobatga olsak, u holda uning uyumga kirib kelayotgan hajini kamayishi, konni oxirgi ishlash davrida suyuqlik olishni umumiy kamayishidan avvalroq, yuz beradi. Bu chegara tashqarisidan suv bostirishga o'tish, olinayotgan suyuqlikni birqismi o'rmini qatlamga haydalayotgan suv bilan to'ldirish, natijasida yuz beradi.

Aytganlarni inobatga olib, qatlamni chegara tashqarisidagi hududdan joriy suv olishni vaqt davomida o'zgarish sxemasini umumiy holda quyidagi ko'rinishda tuzamiz:

- 1) $0 \leq \lambda \leq \lambda_1 = \tau$ bo'lganda $q_{chs} = \alpha \lambda$;
- 2) $\lambda_1 \leq \lambda \leq \lambda_* = \tau_*$ bo'lganda $q_{chs} = q_{chs1}$;
(V.19)
- 3) $\lambda_* \leq \lambda \leq \lambda_{**} = \tau_{**}$ bo'lganda $q_{chs} = q_{chs1} - \alpha_1 \lambda$;
- 4) $\lambda \geq \lambda_{**}$ bo'lganda $q_{chs} = q_{chs} = const.$

Bunda vaqt $\lambda_* = \tau$ chegara tashqarisidagi hududga suv haydash boshlanishiga mos keladi. Vaqtning $\lambda_1 = \tau_1$ paytida kon to'liq burg'u-

langan bo'ladi va chegara tashqarisidagi hududdan suv olish barqarorlashadi. $\tau = \tau_*$ paytda chegara tashqarisidagi hududda haydovchi quduqlarni ishlatishga kiritish boshlanadi va konni neftlik qismidan olinayotgan suyuqlik o'rnini to'ldirishga sarf bo'layotgan suv oqimini kamayadi. Bunda o'zgarmas bo'lib, qolgan joriy suyuqlik olish qisman qatlamlga haydalayotgan suv va uning chegara tashqarisidagi hududdan kelayotgan oqimi bilan to'ldiriladi. Qatlamni chegara tashqarisidagi hududga haydalayotgan suv shunday bo'lishi mumkinki, u faqat neft konidan olinayotgan suyuqlik o'rnini to'ldirib qolmay, yakuniy natijada neft koni chegarasidagi bosimning boshlang'ich bosimga nisbatan ortishiga olib keladi. Vaqtning $\tau = \tau_*$ paytida neftni siqib chiqarish to'liq chegara tashqarisiga haydalayotgan suv hisobiga amalga oshiriladi, bunda haydalayotgan suvni bir qismi chegara tashqarisidagi hududga ketadi.

Chegaradagi bosimni $P_{ya} = P_{ya}(R, \tau)$ o'zgarishini yuqorida ko'rsatilgan birinchi holat, ya'ni $0 \leq \lambda \leq \lambda_1$ bo'lganda ko'rib chiqamiz. (V.19) quyidagiga ega bo'lamiz

$$\frac{\partial q_{qc}}{\partial \lambda} = \alpha = const.$$

Demak,

$$\begin{aligned} P_*(\tau) &= P_- \frac{\alpha \mu}{2\pi k h} \int_0^{\tau} f(1, \tau - \lambda) d\lambda = q_- \frac{\alpha \mu}{2\pi k h} \int_0^{\tau} \left\{ 0,5 \left[1 - \frac{1}{[1 + (\tau - \lambda)]^{3,81}} \right] + \right. \\ &+ 0,487 \ln[1 + (\tau - \lambda)] \Big\} d\lambda = P_- \frac{\alpha \mu}{2\pi k h} \left\{ 0,5\tau - 0,5 \int_0^{\tau} \frac{d\lambda}{[1 + (\tau - \lambda)]^{3,81}} + 0,487 \int_0^{\tau} \ln[1 + (\tau - \lambda)] d\lambda \right\} = \\ &= P_- \frac{\alpha \mu}{2\pi k h} J(\tau); \end{aligned} \quad (V.20)$$

$$J(\tau) = 0,5\tau - 0,178 \left[1 - \frac{1}{(1 + \tau)^{3,81}} + 0,487(1 + \tau) \ln(1 + \tau) - \tau \right]$$

$\lambda \geq \lambda_1$ bo'lganda $P_n = P_n(\tau)$ o'zgarishini olish uchun, $q_{chs} = \alpha\lambda$ mos keluvchi, $\tau > \tau_1$ bo'lgandagi $\tau = \tau_1$ (V.20) iboradan olish kerak. Natijada $\tau = \tau_1$ bo'lganda quyidagini olamiz:

$$P_{ya}(\tau) = P_{\infty} - \left[\frac{\alpha\mu}{2\pi kh} J(\tau) - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh} J(\tau - \tau_1) = P_{\infty} - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh} [J(\tau) - J(\tau - \tau_1)] \right] \quad (V.21)$$

$\tau = \tau_1$ bo'lganda q_{chs} o'zgarishiga mos uchinchi holdagi yechimni (V.21) iboradagi $P_{ya} = P_{ya}(\tau)$ olish kerak.

$$P_{ya}(\tau) = P_{\infty} - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh} [J(\tau) - J(\tau - \tau_1)] - \frac{\alpha_1\mu}{2\pi kh} J(\tau - \tau_1). \quad (V.22)$$

$\lambda > \tau_{**}$ bo'lgandagi to'rtinchi hol uchun quyidagini olamiz:

$$P_{ya}(\tau) = P_{\infty} - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh} [J(\tau) - J(\tau - \tau_1)] - \frac{\alpha_1\mu}{2\pi kh} [J(\tau - \tau_*) - J(\tau - \tau_{**})] \quad (V.23)$$

Ko'rilgan masala boshqacha qo'yilishi ham mumkin. Berilgan bosim $P_{ya}(\lambda)$ bo'yicha $q_{ns} = q_{chs}(\tau)$ aniqlanadi.

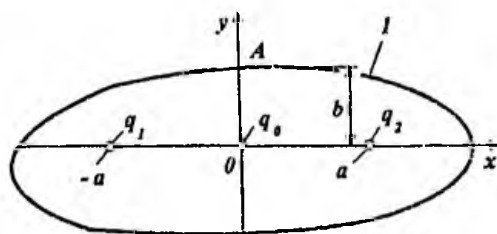
Zamonaviy matematik metodlari va hisoblash vositalari qo'llanilishi chegara tashqarisidagi hududda ko'rsatkichlar o'zgarishini, uning chegaralanganligini va boshqa murakkablashtiruvchi omillarni inobatga olish imkonini beradi.

Ammo, murakkab matematik metodlarni va hisoblash texnikasini har doim ham qo'llab bo'lmaydi. Javobni tez olish kerak bo'lgan holatlarda oddiy, bir oz kichik aniqlikdagi hisoblash sxemalaridan foydalaniladi.

Bosim o'zgarishini $P_{ya} = P_{ya}(t)$ taxminiy hisoblash uchun kon vaqtning $t = 0$ paytida, o'zgarimas debit q_{uc} bilan ishlashga kiritiladi deb

hisoblasa bo'ladi. Neftning qovushqoqligi suvning qovushqoqligiga yaqin, qatlamni neftga to'yingan qismida va shartli o'rta neftlilik chegarasi tashqarisida o'tkazuvchanlik va qalinlik bir xil bo'lsin (V.12-rasm). Chegaradagi bosim $P_{ya}(t)$ taxminiy hisoblash uchun quyidagi usulni qo'llaymiz: neft konidagi hamma quduqlardan olinayotgan suyuqlik q_{ns} uch, besh yoki boshqa nuqtali debiti q bo'lgan sarflar soni n bilan almashtiriladi, ya'ni

$$q_{ns} = \sum_i^n q_i \quad (V.24)$$



V.12-rasm. Uch nuqtali sarfdan iborat neft konining sxemasi: 1-neftlilikning shartli chegarasi.

V.12-rasm asosida

$$q_{ns} = q_0 + q_1 + q_2 \quad (V.25)$$

q nuqtali sarf koordinata boshida joylashgan q_1 va q_2 sarflari esa undan chap va o'ng tomonda mos ravishda—*avaamasofalarda* joylashgan.

Koordinata boshidan $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ masofa joylashgan qatlamni xohlagan nuqtasi uchun bosim o'zgarishini taxminan aniqlash iborasini olamiz:

$$\Delta P(t) = P_w - P(t) = -\frac{q_0 \mu}{4\pi k h} E_i \left[-\frac{r^2}{4\chi t} \right] - \frac{q_1 \mu}{4\pi k h} E_i \left[-\frac{(x-a)^2 + y^2}{4\chi t} \right] - \frac{q_2 \mu}{4\pi k h} E_i \left[-\frac{(x+a)^2 + y^2}{4\chi t} \right] \quad (V.26)$$

(V.26) iboradan A nuqtadagi bosim o'zgarishini aniqlash uchun quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$\Delta P_s(t) = P_\infty - P_s(t) = -\frac{q_3 \mu}{4\pi k h} E_1 \left(-\frac{a^2}{4\lambda t} \right) - \frac{(q_1 + q_2) \mu}{4\pi k h} E_1 - \frac{a^2 + a'^2}{4\lambda t}. \quad (\text{V.27})$$

§ 3. Neft konlarining erigan gaz va gaz bosimli rejimlarda ishlashi

Bosim to'yinish bosimidan kamaygandan so'ng ishlashdagi qatlamda erigan gaz rejimi rivojlana boshlaydi. Neftdan ajralgan ozod gaz bilan g'ovak muhitni to'yinganligi kabi bo'lsa, gaz neftda pufaklar ko'rinishida bo'ladi. Qatlam bosimi kamayishini o'sib borishiga bog'liq ravishda gazga to'yinganlikni ortishi bilan gaz pufakiari gravitatsiya kuchi ta'sirida suzib chiqadi va qatlamning yuqori qismida gaz to'plamini-gaz qalpog'ini, agar uning yuzaga kelishiga qatli yoki boshqa har xillik xalaqit bermasa, hosil qiladi.

Neft-gaz konlaridagi, ularni ishlash boshlanguncha bo'lgan, birlamchi gaz qalpog'laridan farqli, ishlash jarayonida hosil bo'lgan gaz qalpog'i-ikkilamchi deb ataladi.

Neftdan ajralgan gaz, bosim pasayishi bilan kengayib, qatlamlar neftni siqib chiqarishga yordam beradi. Neftning bunday suzib chiqarilishi yuz berayotgan qatlam rejimi – erigan gaz rejimi deb ataladi. Agar qatlamda gazni neftdan to'liq ajralishi yuz bersa va gaz qalpog'i hosil bo'lsa, erigan gaz rejimi gaz-bosimli bilan almashinadi.

Neft konlarini ishlash tajribasini umumlashtirish va gravitatsiya kuchlari inobatga olingan gaz-neftli aralashmalarni siqib chiqarishda deyarli har doim, erigan gaz rejimi juda tez gaz-bosimga almashinishini ko'rsatmoqda. Ko'p hollarda neft qatlamlarida erigan gaz rejimi chegara tashqari hududidagi taranglik rejimi suv bosimli rejim bilan, qatlam bosimi to'yinish bosimiga yaqin bo'lganda, bog'lanish mavjud bo'lishi mumkin. Bunda oluvchi quduqlar atrofida erigan gaz

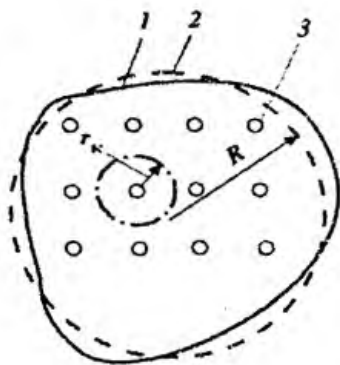
rejimi, suv haydovchi quduqlar atrofida esa suv bosimli rejim yuzaga keladi. Qatlamlarning bunday rejimlari **aralash rejimlari** deb ataladi.

Qatlamni chegara tashqari hududida taranglik va qatlamni neftga to'yingan qismida-erigan gaz aralash rejimida ishlashni ko'rib chiqamiz. Ishlashdagi qatlam aylanaga yaqin shaklga ega bo'lsin (V.13-rasm). Uning tashqi suvlilik hududi yetarli darajada yaxshi o'tkazuvchanlikka ega va juda uzoqqa ("cheksizlikgacha") cho'zilib ketgan. U taranglik rejimida ishlaydi. Qatlamning neftga to'yingan chegarasidagi bosimni yuqorida keltirilgan metod asosida aniqlash mumkin.

Neft qatlamni teng o'lchamli oluvchi quduqlar to'ridan foydalanib ishlatilayotgan bo'lsin.

Har bir oluvchi quduqning to'yinish chegarasi radiusini r_{ch} quduqlar orasidagi masofaning yarmiga teng deb hisoblasa bo'ladi. Agar $r = r_{ch}$ bo'lsa, qatlam bosimi $P = P_{ch} < P_T$ (P_T -to'yinish bosimi). Oluvchi quduqlar debitini taxminiy hisoblashda $P_{ch} = \alpha P_a(\tau)$ deb qabul qilish mumkin, bu yerda: α -biror o'zgarmas koeffitsiyent.

Shunday qilib, aralash rejimida oluvchi quduqlar chegarasidagi bosim neft uyumi chegarasidagi bosim inobatga olib aniqlanadi. Bunda neft uyumi chegarasidagi bosim, qatlamni neftga to'yingan qismiga chegara tashqarisidagi hududdan joriy kirib kelayotgan suvning vaqt davomida o'zgarishi berilganda $q_{chs} = q(t)$, taranglik rejimi nazariyasi asosida hisoblanadi.



V.13-rasm. Planda doiru shaklida bo'lgan, aralash rejimida ishlatilayotgan, neft konining sxemasi:

*1-shartli neftlilik chegarasi;
2-shartli neftlilik chegarasining radiusi bilan approssimatsiyasi;
3-oluvchi quduqlar.*

Agar P_{ch} to'yinish bosimiga yaqin, ammo kichik va natijada qatlamning ozod gazga to'yinganligi oz bo'lsa, chegara tashqarisidagi hududdan qatlamning neftga to'yingan qismiga kirib kelayotgan suv hajmini taxminan joriy olinayotgan qatlam neftiga teng deb hisoblasa bo'ladi, ya'ni $q_{chs} = q_n$.

Neft uyumidan umumiy olinayotgan joriy qatlam nefti ma'lum bo'lsa, ushbu joriy olinayotgan neftni ta'minlovchi nechta quduqni uyumda burg'ilash kerakligini aniqlash uchun ishlatish quduqlari debitini hisoblash kerak.

Erigan gaz rejimida quduqlar debitini aniqlaymiz. Quduqlar atrofida bosimni qayta taqsimotini o'zgarishi, neft uyumi chegarasidan va quduqlarni to'yinish chegarasidagi $P_{ch} = P_{ch}(r)$ bosimlarni o'zgarishiga nisbatan, ancha tez yuz beradi. Shuning uchun $r_k \leq r \leq r_{ch}$ bo'lganda, bosim taqsimotini vaqtning har bir payti uchun barqaror, ya'ni kvazistatsionar deb hisoblasa bo'ladi.

Gazli neftning g'ovak muhitdagi oqimi xususiyatlariga unda gaz eruvchanligi ta'sir etadi. Neft konlarini ishlash nazariyasida neftni gazda eruvchanligini miqdoriy aniqlash uchun odatda Genri qonunidan foydalaniladi. Biroq real neftlarni va gazlarni xossalriga bog'liq ravishda bu qonun turli ko'rinishda tasavvur etiladi. Erigan gaz rejimidagi qatlamlarni ishlash ko'rsatkichlarini hisoblashda Genri qonuni iborasining quyidagi ko'rinishidan ko'p foydalaniladi.

$$V_{ge} = \alpha_0 V_n P, \quad (V.28)$$

bu yerda: V_{ge} - standart (atmosfera) sharoitiga keltirilgan, neftda erigan gaz hajmi; α_0 - eruvchanlik koeffitsiyenti; V_n - erigan gaz bilan birgalikdagi qatlam sharoitidagi neft hajmi; p - mutlaq bosim.

Real gaz uchun uning o'ta siqiluvchanlik koeffitsiyentini $z = z(P, T)$ hisobga olish. Izometrik jarayonida real gaz holati tenglamasini ushbu ko'rinishda tasvirlash mumkin:

$$\frac{P}{\rho_r z} = \frac{P_{at}}{\rho_{gat} z_{at}} \quad (V.29)$$

bu yerda: $\rho_r, z, \rho_{gar}, z_{at}$ -mos ravishda qatlam P va atmosfera P_{at} bosimlaridagi gazning zichligi va o'ta siqiluvchanlik koeffitsiyenti.

Gaz sizishini massaviy tezligi uchun Darsining umumlashtirilgan qonuni asosida quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$V_g = - \frac{KK_r(S)P\rho_{gar}}{\mu_n P_{at}} \frac{\partial p}{\partial r}; \quad \varphi = \frac{z}{z_{at}} \quad (V.30)$$

Neftda erigan gaz sizishining massaviy tezligi uchun esa

$$V_{ge} = - \frac{KK_n(S_{ns})\alpha_0 P\rho_{gar}}{\mu_n} \frac{\partial p}{\partial r}. \quad (V.31)$$

Nihoyat, neftning sizish tezligi V_n quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

$$V_{ge} = - \frac{KK_n(S_{ns})}{\mu_n} \frac{\partial p}{\partial r}. \quad (V.32)$$

Atmosfera sharoitiga keltirilgan, qatlamda sizilayotgan gazning jami sarfini (erkin va neftda erigan gazni) sizilayotgan neftni hajmiy tezligiga nisbatini, qatlamdagi gaz omilini Γ aniqlaymiz. Barqaror sizilishda Γ miqdori, har qanday silindrik kesimida $r_k \leq r \leq r_q$ (r_q -quduq radiusi) bo'lganda o'zgarmas bo'ladi.

(V.30), (V.31) va (V.32) quyidagini olamiz:

$$\Gamma = \frac{P}{P_{at}} \left[\alpha_0 P_{at} + \frac{K_r(S_{ns})\mu_n}{K_n(S_{ns})\mu_g \varphi} \right] = const. \quad (V.33)$$

(V.33) iboradani bosim P va qatlamning neftga (suyuq uglevodorodli fazaga) to'yinganligi S_{ns} orasida bog'liqligi borligi kelib chiqadi. Shunday qilib, gazli suyuqlikning barqaror harakatida

$$P = P(S_{nr}). \quad (V.34)$$

Darsining umumlashtirilgan qonuniga asosan neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlik:

$$K_n = K_n(S_{nr}). \quad (V.35)$$

(V.34) va (V.35) asosida, neft uchun nisbiy o'tkazuvchanlikni bosimdan bog'liqligi bor degan xulosaga kelimiz

$$K_n = K_n(P). \quad (V.36)$$

Endi debiti q_n bo'lgan burg' qudug'iga kelayotgan gazli neft oqimi uchun Dyupuyi iborasiga o'xshash bog'liqlikka ega bo'lamiz:

$$q_{nk} = - \frac{2\pi K h K_k(P)}{\mu_n} \frac{\partial p}{\partial r} \quad (V.37)$$

(V.37) integrallash uchun Xristanovich funksiyasini H kiritish kerak:

$$H = \int K_n(P) dP + C; \quad dH = K_n(P) dP. \quad (V.38)$$

(V.38) inobatga olinib (V.37) integrallash natijasida neft debitini aniqlash uchun iboraga ega bo'lamiz:

$$q_n = \frac{2\pi k h \Delta H}{\mu_n \ell n \frac{r_{ch}}{r_k}}; \quad \Delta H = H_{ch} - H_q \quad (V.39)$$

bu yerda: H_{ch} , H_q - Xristanovich funksiyasining mos ravishda to'yinish chegarasidagi ($r = r_{ch}$) va quduqdagi ($r = r_q$) qiymati.

Konkret qatlamning nefti va gazi uchun nisbiy o'tkazuvchanlik bog'liqliklari, neft qovushqoqligi va gazning neftda eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar bo'lganda, $H = H(P)$ bog'liqligini qurish, ishlatish qudug'i tubidagi bosim qiymatini berib, (V.39) iboradan ishlatish qudug'i debitini aniqlash mumkin. Qatlamni chegara tashqarisidagi hududda taranglik rejimi masalasini yechish asosida neft uyumidan umumiy joriy olishni va bir quduq debitini bilgan holda, qatlamni aralash rejimda ishlash uchun kerak bo'ladigan ishlatish quduqlari sonini aniqlaymiz.

Keltirilgan hisoblashlarda qatlamning chegara tashqarisidagi hududi yetarli darajada yuqori sizish xossalariga ega deb taxmin qilingan edi. Bu taxminga qaramasdan qatlamni aylana chegarasida bosim juda jadal pasayadi. Agar chegara tashqarisidagi hududda o'tkazuvchanlik, qatlamdagiga, nisbatan bir necha barobar kichik bo'lsa yoki qatlam neftlilik chegarasi tashqarisida qiyinlansa (odatda ko'p uchraydigan holat), qatlamni neftga to'yingan qismiga kelayotgan suv oqimi oz bo'ladi va neft uyumini yopiq, chegara tashqarisidagi suv faol emas deb hisoblasa bo'ladi.

Qatlamning qat-qatligi tufayli neftdan gaz pufaklari ajralishi qiyinlashadi deb hisoblaymiz. Bu holda qatlamda erigan gaz rejimi sof ko'rinishda yuzaga keladi.

Bu rejimda qatlamni ishlash ko'rsatkichlarini hisoblashni soddalashtirish uchun gaz oqimi radiusi r_{ch} chegara bilan chegaralangan har bir quduqda yuz berayapti. Hamma tok chiziqlarida kvazistatsionar-barqaror, ammo vaqt davomida o'zgaruvchan deb qabul qilsa bo'ladi.

Har bir quduqqa neftning massaviy oqimini ko'rib chiqishda, qatlamni har bir nuqtasidagi suyuq uglevodorodli faza bilan to'yinganlikni S_m nisbiy o'tkazuvchanlik egrilari orqali inobatga olamiz. Qatlam elementini ishlashni to'liq ko'rib chiqishda ($r_k \leq r \leq r_{ch}$ bo'lganda) $\bar{S}_{ms}$ teng, qatlamni o'rtacha suyuq uglevodorodli fazaga to'yinganligi tushunchasini kiritamiz. Bu to'yinganlik qatlamni chegaraga yaqin biron kesimida mavjud va kesimdagi bosim $\bar{P}$ teng bo'lsin.

Bunda quduqqa kelayotgan neftning massaviy debiti uchun ushbu iboraga ega bo'lamiz:

$$q_{nk} = \frac{2\pi h P_n K_k(S_{ns})}{\mu_n} \frac{\partial P}{\partial r}. \quad (\text{V.40})$$

Gazning massaviy debiti:

$$q_{gk} = 2\pi \left[\frac{K_g(S_{ns}) P_n}{\mu_g} + \frac{K_n(S_{ns}) \alpha_0 P \rho_n}{\mu_n} \right] r \frac{\partial P}{\partial r} \quad (\text{V.41})$$

Qatlam elementidagi gaz omili uchun quyidagi iborani olamiz:

$$\Gamma = \frac{\bar{P}}{\rho_n} \left[\psi(\bar{S}_{ns}) \mu_0 + \alpha_0 \right] \quad (\text{V.42})$$

$$\psi(\bar{S}_{ns}) = \frac{K_g(\bar{S}_{ns})}{K_n(\bar{S}_{ns})}; \mu_0 = \frac{\mu_n}{\mu_g}.$$

Radiusi r_{ch} qatlamdagi neft va gaz massalari quyidagilarga teng:

$$M_n = \rho_n V_n; \quad M_g = \alpha_0 \bar{P} V_n \rho_n + \rho_g V_g; \quad V = V_n + V_g, \quad (\text{V.43})$$

bu yerda: V_n va V_g – mos ravishda neft va gaz hajmlari.

(V.43) iboradan olamiz:

$$\Delta M_g = \alpha_0 \Delta \bar{P} V_n \rho_n + \alpha_0 \bar{P} \Delta V_n \rho_n + \Delta(\rho_g V_g); \quad M = \rho_n \Delta V_n \quad (\text{V.44})$$

Gaz omili uchun material balans tenglamasi asosida quyidagi iboraga ega bo‘lamiz:

$$\Gamma = \frac{\Delta M_g}{\Delta M_n} = \Delta \bar{P} \frac{V_g}{\Delta V_n} + \alpha_0 P + \frac{\Delta(\rho_g V_g)}{\rho_n \Delta V_n} \quad (\text{V.45})$$

Ushbularni inobatga olamiz:

$$\bar{S}_{ns} = V_n / V; \quad \Delta \bar{S}_{ns} = \Delta V_{ns} / V; \quad 1 - \bar{S}_{ns} = V_g / V, \quad (\text{V.46})$$

va quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$\Gamma = \alpha_0 \bar{S}_{ns} \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta \bar{S}_{ns}} + \alpha_0 \bar{P} + \frac{\Delta(\rho_g V_g)}{\rho_n \Delta \bar{S}_{ns} V}. \quad (\text{V.47})$$

Qatlamning ishlash jarayoni izotermik deb hisoblanadi. Chunki gazning o'ta siqiluvchanligi inobatga olinmayapti (V.29) iboradan

$$\rho_g = c \bar{P}. \quad (\text{V.48})$$

$\Delta \bar{P}$ va $\Delta \bar{S}_{ns}$ nolga intilganda (V.47) va (V.48) quyidagini olamiz:

$$\frac{d \bar{S}_{ns}}{d \bar{P}} = \frac{\alpha_0 \bar{S}_{ns} \rho_n + C(1 - \bar{S}_{ns})}{C \bar{P} [\psi(\bar{S}_{ns}) \mu_g + 1]}. \quad (\text{V.49})$$

(V.49) differensial tenglama K.A.Sareyevichning erigan gaz rejimi sharoitida ishlatilayotgan burg' qudug'i chegarasidagi bosim va suyuqlikka to'yinganlik orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi tenglamasiga mos keladi.

(V.49) tenglamani yechib o'rta suyuqlikka to'yinganlik $\bar{S}_{ns}$ o'rta bosimdan $\bar{P}$ bog'liqligini olamiz va keyin – qolgan hamma ishlash ko'rsatkichlarini aniqlaymiz. Bunda, erigan rejimida ishlash jarayonida neft zichligini qatlam sharoitida katta ortishini (neftdan gazni ajralishi sababli) neft bera olishlikni hisoblashda inobatga olish zarur.

Gazsiziangan neft massasi L_2 . neftda erigan gaz massasi L_1 bo'lsin. Neftning hajmi qatlam sharoitida V_n teng. Demak

$$\frac{L_1}{\rho_{13}} + \frac{L_2}{\rho_2} = V_n; \quad \frac{L_1}{L_2} = \alpha \bar{P}, \quad (\text{V.50})$$

bu yerda: ρ_{13} -neftda erigan gazning zohiriy zichligi; ρ_2 -gazsizlangan neft zichligi.

Qatlam sharoitidagi neftning zichligi:

$$\rho_n = \frac{\frac{L_1 + L_2}{\rho_{13}} + \frac{L_2}{\rho_2}}{\frac{1}{\rho_{13}} + \frac{\alpha \bar{P}}{\rho_2}}. \quad (V.51)$$

Ishlash bilan qamrab olingan qismidagi boshlang'ich neft zahiralari:

$$G_{nk} = \rho_{nt} m (1 - S_{bs}) V_q \quad (V.52)$$

bu yerda: ρ_{nt} - to'yinish bosimidagi neftning zichligi; m - g'ovaklik; S_{bs} -bog'liq suv bilan to'yinganlik; V_q -qatlam hajmi.

Ishlash bilan qamrab olingan qatlam qismidagi qoldiq neft zahiralari:

$$G_q = \rho_n m (\bar{S}_{ns} - S_{bs}) V_k. \quad (V.53)$$

(V.52) va (V.53) iboralardan joriy siqib chiqarish koeffitsiyenti uchun quyidagi iborani olamiz:

$$\eta_1 = \frac{G_{nq} - G_q}{G_{nq}} = 1 - \frac{\rho_n (\bar{S}_{ns} - S_{bs})}{\rho_{nt} (1 - S_{bs})}. \quad (V.54)$$

η_1 ishlash bilan qamrab olinganlik koeffitsiyentiga ko'paytirib, bir quduqqa to'g'ri keluvchi zonadagi, neft bera olish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Ishlatish quduqlari sonini bilgan holda, vaqtning har bir payti uchun kon uchun joriy neft bera olish koeffitsiyentini hamda o'rta qatlam bosimini $\bar{P}$ hisoblash mumkin.

Gaz qalpog'i hosil bo'lishidagi qatlamning ishlash xususiyatini ko'rib chiqamiz.

Bunday qatlamni ishlash jarayonida gaz, neftdan ajralib, gravitatsiya kuchi ta'sirida gaz qalpog'iga suzib chiqadi (V.14-rasm). Shunday qilib, neft qatlami gaz bosimli rejimda ishlatiladi. Kon teng o'Ichamli oluvchi quduqlar to'ri bilan burg'ilangan. Ularning har biri atrofida ishlash jarayonida depressiya voronkalari hosil bo'ladi. Ammo ishlatish quduqlarini shartli to'yinish chegarasida $r = r_{ch}$ (V.14-rasm) bosim P_n teng. O'rtacha qatlam bosimi $\bar{P}$ tushunchasini kiritamiz. Uni to'yinish chegarasidagi bosimga P_{ch} yaqin deb hisoblaymiz, chunki qatlamdagi bosim taqsimotida depressiya voronkalari kichik qismni tashkil etadi. Qatlamning ishlash bilan olingan hajmi:

$$V_{ko} = m(1 - S_{bs})\eta_2 V_q, \quad (V.55)$$

bu yerda: V_{qk} - qatlamning umumiy hajmi.

Qatlamni ishlash vaqtning shunday paytida boshlanganki, bunda o'rtacha qatlam bosimi $\bar{P}$ to'yinish bosimiga teng bo'lgan deb hisoblaymiz.

Alohida ishlatish quduqlariga kelayotgan neft va gaz oqimini Dyupyui iborasi yoki bosimsiz radial sizish iborasi bilan hisoblash mumkin. O'rtacha qatlam bosimini $\bar{P}_{sa}$ butun qatlamdagi moddalarning moddiy balans tenglamasidan kelib chiquvchi nisbatdan foydalanib aniqlanadi.

Buning uchun quyidagi shartli belgilarni qabul qilamiz: N_1 - erkin gaz va neftda erigan gaz qo'shilgan qatlamdagi gazning to'liq massasi; N_2 - gazsizlashtirilgan neftning qatlamdagi to'liq massasi; L_1 - neftda erigan gazning massasi; G_1 - erkin gazni to'liq massasi.

Moddiy balansning quyidagi nisbatlariga ega bo'lamiz:

$$N_1 = G_1 + L_1; \quad N_2 = L_2, \quad (V.56)$$

bu yerda: L_2, N_2 kabi— gazsizlashtirilgan neftning to'liq massasi. Genri qonuni iborasini, gazli neftni sizilishi ko'rib chiqilgan ko'rinishidagi kabi, qabul qilamiz, ya'ni

$$L_1 / L_2 = \alpha \bar{P}. \quad (V.57)$$

Moddiy balan nisbatlarini yopiq sistemasini olish uchun qatlamdagi komponentlar yopiq sistemasini olish uchun qatlamdagi komponentlar hajmi yig'indisi uchun quyidagi ko'rinishdagi nisbatdan foydalanamiz:

$$\frac{G_1}{\rho_1} + \frac{L_2}{\rho_2} + \frac{L_1}{\rho_{1s}} = V_q, \quad (V.58)$$

bu yerda: ρ_1 va ρ_2 - mos ravishda qatlamdagi gazning va gazsizlashtirilgan neftning zichligi; ρ_{1s} - neftda erigan gazni soxta zichligi. (V.56)-(V.57) nisbatlarga real gazni holat tenglamasini qo'shish kerak, u ko'rilayotgan hol uchun quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{\bar{P}}{\rho_1} = \frac{P_{am} \varphi}{Pl_{am}}. \quad (V.59)$$

Natijada $\bar{P}$ aniqlash uchun nisbatlarning to'liq sistemasiga ega bo'lamiz. Qatlarni gaz bosimli rejimdagi ishlash jarayonini izometrik deb hisoblaymiz. Masalani bir oz soddalashtirish uchun gazni o'ta siqiluvchanlik koeffitsiyentlari nisbatini φ ham o'rtacha qiymatidan $\varphi = \varphi_{or}$ foydalanamiz.

Vaqtning t har bir paytida N_1 va N_2 ma'lum deb hisoblaymiz. Bu kattaliklar quyidagicha aniqlanadi:

$$N_1 = N_{01} - \int_0^t P_{1at} q_{1at} dt;$$

$$N_1 = N_{01} - \int_0^t \rho_2 q_2 dt;$$

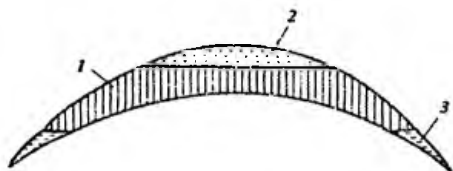
bu yerda: N_{01}, N_{02} - mos ravishda qatdamdagi gaz va gazsizlashtirilgan neftni boshlang'ich massasi; q_{lat} - atmosfera sharoitida o'lchangan, joriy gaz olish hajmi; q_2 -gazsizlashtirilgan joriy neft olish hajmi.

(V.56), (V.57) va (V.59) iboralarni (V.58) qo'yib, P aniqlash uchun kvadrat tenglama olamiz:

$$a\bar{P} - \epsilon\bar{P} + C = 0; a = \frac{N_2\alpha}{\rho_{lc}};$$

$$\epsilon = V_k + \frac{N_2\alpha P_{at}\varphi}{\rho_{lat}} - \frac{N_2}{\rho_2}; \quad (V.60)$$

$$C = \frac{N_1 P_{at}\varphi}{\rho_{lat}}$$



V.14-rasm.

Ikkilamchi gaz qalpoqli neft konining sxemasi:

1-neft, 2-gaz

qalpog'i;

3-chegara

tashqarisidagi suv

Ushbu tenglama yechimi ikkita ildizga ega, ya'ni

$$\bar{P}_{1,2} = \frac{\epsilon \pm \sqrt{\epsilon^2 - 4ac}}{2a}. \quad (V.61)$$

Qaysi bir ildiz to'g'ri ekanligini bilish uchun kvadrat tenglamani ko'rib chiqamiz. Uni quyidagicha belgilaymiz:

$$y = a\bar{P}^2 - \epsilon\bar{P} + C. \quad (V.62)$$

a kattaligi har doim musbat bo'lgani uchun, parabolaning tomonlari U o'sish tarafiga yo'nalgan bo'ladi. B va C kattaliklari ham har doim musbatdir. Shuning uchun (V.60) tenglamaning ikkala ildizi ham musbat. Haqiqatda esa, (V.61) iboraning ildiz ostidagi qiymati a har doim kichik va xohlangan holat uchun musbat. Qaysi bir ildizni (kichigi yoki kattasi) to'g'riligini bilish uchun (V.62) differensiyalaymiz:

$$\frac{dy}{dP} = 2a\bar{P} - a. \quad (\text{V.63})$$

Agar $2a\bar{P} - a < 0$ bo'lsa, dy/dp -hosila manfiy va funksiya u kamayuvchi. Bunday holatda kichik ildiz $\bar{P}_1$ to'g'ri. $2a\bar{P} - a > 0$ bo'lsa, mos ravishda katta ildiz $\bar{P}_2$ to'g'ri. Shunday qilib, har bir konkret holatda, (V.60) tenglamaning to'g'ri ildizini topish uchun, $2a\bar{P} - a$ kattalikning sonli qiymatini aniqlash kerak.

Qatlamdagi erkin gaz massasi:

$$G_1 = N_1 - N_2 \alpha \bar{P}. \quad (\text{V.64})$$

Qatlam ishlash vaqtining har bir paytidagi gaz qalpog'i hajmi:

$$V_1 = \frac{P_{om} \varphi}{P_{1om}} \left(\frac{N_1}{P} - N_2 \alpha \right). \quad (\text{V.65})$$

Neft konlarini tabiiy rejimlarda ishlashni ko'rib chiqilgan asosiy qonuniyatlaridan, bunday ishlash ko'p hollarda samarali bo'lmisligi kelib chiqadi. Neft konlarini taranglik rejimida ishlash ko'pincha qatlam bosimini katta pasayishiga va natijada bosimlar farqini va burg' quduqlari debitini kamayishiga olib keladi. Qatlam bosimini pasayish sharoitida ishlashni yuqori sur'atlarini ushlab turish uchun juda ko'p quduqlarni burg'ilashni talab etadi. Shu sababli, faqat kichik, chegara tashqarisidagi suvlar juda "faol" konlarni zahiralarini bosimni mumkin bo'lgan pasayishida samarali olish mumkin.

Neft konlarini erigan gaz va ikkilamchi gaz qalpog'i rejimlarida ishlatish quduqlarida va kon bo'yicha gaz omilini keskin kattalashishga va yakuniy natijada neft bera olishning kamayishiga olib keladi. Erigan

gaz va ikkilamchi gaz qalpog'i rejimlarida neftning qovushqoqligi $1-5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ bo'lgan konlarda ham neft bera olishlik 35% dan oshmaydi. Bundan tashqari, neft konlarini bu rejimlarda ishlash, odatda, ishlatish quduqlarini kichik debitlari bilan yuz beradi.

Ushbu qonuniyatlardan chetga chiqish darzii kollektorlardan iborat, neft juda katta chegara tashqarisidagi suv havzalariga to'shlangan holatlarda yuz beradi. Bunday hollarlar Eronni, Quvaytni va ba'zi bir boshqa davlatlarning ayrim konlariga xosdir.

Neft konlarini tabiiy rejimda ishlashni ko'rsatilgan kamchiliklari 1930-1940-yillarda aniqlangan edi. Shu sababli 1940-1950-yillardan so'ng ko'plab neft konlari, ayniqsa kam qovushqoq neftli, qatlamga ta'sir etib, asosan suv bostirish usuli qo'llanilib, ishlatila boshlandi.

Shunga qaramasdan, neft konlarini tabiiy rejimlarda ishlash nazariyasi, hisoblash metodlari va ularning texnologik imkoniyatlarini bilish kerak. Bu avvalambor, neft konlarida suv bostirish yoki qatlamlarga boshqa ta'sir etish metodlarini qo'llashni, tabiiy rejimlarda ishlashga nisbatan samaradorligini aniqlash uchun kerak bo'ladi.

§4. Erigan gaz rejimidagi neft uyumining asosiy ishlash ko'rsatkichlarini aniqlash

Boshlang'ich ma'lumotlar: maydon yuzasi - $S=2,512 \cdot 10^7 \text{ m}^2$; quduqlar maydonda uchburchak to'r bo'yicha tekis $l=380 \text{ m}$ oraliqda joylashtirilgan; quduqlarning keltirilgan radiusi $r_s=0,1 \text{ m}$; ishlatish quduqlarining quduq tubi bosimi $P_{q.c}=1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$; boshlang'ich qatlam bosimi $P_0=7 \cdot 10^6 \text{ Pa}$; neftning gaz bilan to'yinganlik bosimi (kontur bosimi) $P_n=6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$; qatlam g'ovakligi $m=0,2$; qatlamning o'rtacha qalinligi $h=7 \text{ m}$; qatlamning o'tkazuvchanligi $k=8 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$; qatlamning neftga to'yinganligi $s_{no}=0,8$; qatlamning boshlang'ich suvga to'yinganligi $s_v=0,2$; gazning qovushqoqligi $\mu_g=0,015 \text{ mPa} \cdot \text{s}$; uyumni burg'ilash davri $t=10 \text{ yil}$; gazsizlangan neft zichligi $\rho_n=885 \text{ kg/m}^3$.

Neftning qovushqoqligi, neftning hajmiy koeffitsiyenti va neftda erigan gaz miqdorining bosimga bog'liqligi quyidagi V.15-rasmda keltirilgan.

Uchburchakli to'rda joylashgan har bir quduq uchun sizish radiusi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

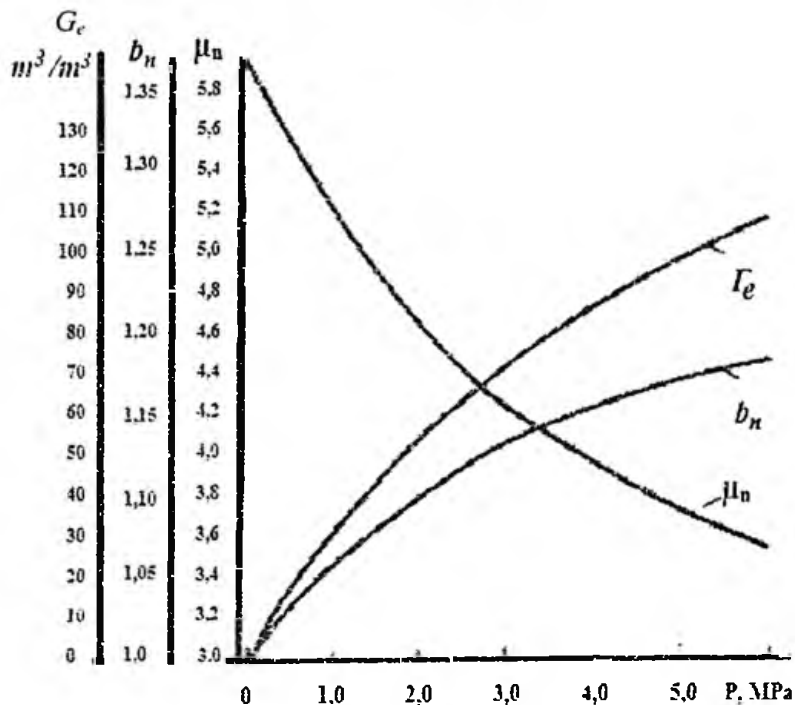
$$R_k = \frac{l \cdot \sqrt[4]{3}}{\sqrt{2\pi}} = 0,525$$

bu yerda R_k - quduqning sizish zonasining shartli radiusi, m
($R_k = 0,525 \cdot 380 = 200\text{m}$).

Sizish zonasi maydon yuzasi:

$$S_s = \pi \cdot R_k^2,$$

bu yerda S_s – sizish zonasi maydon yuzasi, m^2 ($S_s = 3,14 \cdot 200^2 = 125600 \text{ m}^2$).



V.15-rasm. Neftning qovushqoqligi, neftning hajmiy koeffitsiyenti va neftda erigan gaz miqdorining bosimga bog'liqligi grafiqi.

U holda uyumdagi quduqlar soni quyidagicha:

$$n = \frac{S}{S_s},$$

bu yerda n – uyumda ishlatiladigan umumiy quduqlar soni:

$$n = \frac{2,512 \cdot 10^7}{1,256 \cdot 10^5} = 200.$$

Konturdagi bosimga nisbatan neftga to'yinganlikni aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$S_k^{i+1} = \frac{\frac{\bar{G} - \Gamma_e(p'_k)}{b_n(p'_k)} \cdot s'_k - (1 - s'_k) \cdot \frac{\rho_g(p'_k)}{\rho_{go}} + \frac{\rho_g(p'_k)}{\rho_{go}}}{\frac{\bar{G} - G_e(p_k^{i+1})}{b_n(p_k^{i+1})} + \frac{\rho_g(p_k^{i+1})}{\rho_{go}}}, \quad (V.66)$$

bu yerda S_k^{i+1} - $i+1$ qadamdagi konturdagi to'yinganlik, birning qismi;

- bosim p'_k dan p_k^{i+1} ga o'zgargandagi gaz omilining o'rtacha qiymati, m^3/m^3 ;

G_p - p'_k bosimda gazning neftda eruvchanligi, m^3/m^3 ;

$\rho_g(p'_k)$ - p'_k bosimda gazning zichligi, kg/m^3 ;

ρ_{go} - $1 \cdot 10^5$ Pa bosimdagi gazning zichligi; kg/m^3 .

Gaz omilining o'rtacha qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\bar{\Gamma} = \psi(s'_k) \cdot \frac{\mu_n(\bar{p}_i)}{\mu_g(\bar{p}_i)} \cdot b_n(\bar{p}_i) \cdot \frac{\rho_{g'}(\bar{p}_i)}{\rho_{go}} + \Gamma_e(\bar{p}_i), \quad (V.67)$$

bu yerda $\psi(s'_k)$ - neft va gaz uchun fazaviy o'tkazuvchanliklar nisbati (V.1- jadvallar orqali aniqlanadi):

Neft va gaz uchun fazaviy o'tkazuvchanliklar

s	$\psi(s)$	$k_n(s)$	s	$\psi(s)$	$k_n(s)$
1,000	0,	1,00000	0,824	0,06742	0,53305
0,998	0,00000467	0,99365	0,822	0,06951	0,52873
0,996	0,00001818	0,98733	0,820	0,07166	0,52445
0,994	0,00004257	0,98104	0,818	0,07387	0,52018
0,992	0,00007616	0,97476	0,816	0,07612	0,51594
0,990	0,00011980	0,96852	0,814	0,07843	0,51171
0,988	0,00017350	0,96230	0,812	0,08078	0,50751
0,986	0,00023780	0,95611	0,810	0,08320	0,50333
0,984	0,00031260	0,94994	0,808	0,08566	0,49916
0,982	0,00039820	0,94378	0,806	0,08820	0,49503
0,980	0,00049480	0,93766	0,804	0,09079	0,49090
0,978	0,00060270	0,93157	0,802	0,09343	0,48680
0,976	0,00072210	0,92550	0,800	0,09613	0,48272
0,974	0,00085290	0,91945	0,798	0,09887	0,47866
0,972	0,00099560	0,91343	0,796	0,10170	0,47462
0,970	0,00115000	0,90743	0,794	0,10460	0,47060
0,968	0,00131800	0,90146	0,792	0,10750	0,46660
0,966	0,00149700	0,89552	0,790	0,11060	0,46262
0,964	0,00169000	0,88960	0,788	0,11360	0,45866
0,962	0,00189500	0,88369	0,786	0,11680	0,45473
0,960	0,00211400	0,87782	0,784	0,12010	0,45080
0,958	0,00234600	0,87196	0,782	0,12330	0,44690
0,956	0,00259300	0,86615	0,780	0,12670	0,44302
0,954	0,00285300	0,86034	0,778	0,13010	0,43916
0,952	0,00312800	0,85457	0,776	0,13370	0,43533
0,950	0,00341700	0,84881	0,774	0,13730	0,43150
0,948	0,00372100	0,84309	0,772	0,14100	0,42771
0,946	0,00404000	0,83739	0,770	0,14480	0,42392
0,944	0,00437400	0,83171	0,768	0,14860	0,42016
0,942	0,00472300	0,82604	0,766	0,15250	0,41643
0,940	0,00509000	0,82041	0,764	0,15660	0,41270
0,938	0,00547200	0,81481	0,762	0,16060	0,40900
0,936	0,00587100	0,80923	0,760	0,16490	0,40532
0,934	0,00628700	0,80367	0,758	0,16910	0,40165
0,932	0,00672000	0,79812	0,756	0,17350	0,39800

0,930	0,00717000	0,79262	0,754	0,17800	0,39438
0,928	0,00763800	0,78713	0,752	0,18250	0,39078
0,926	0,00812700	0,78167	0,750	0,18720	0,38719
0,924	0,00863200	0,77622	0,748	0,19200	0,38362
0,922	0,00915500	0,77080	0,746	0,19690	0,38007
0,920	0,00970000	0,76541	0,744	0,20190	0,37654
0,918	0,01025000	0,76004	0,742	0,20700	0,37303
0,916	0,01085000	0,75469	0,740	0,21220	0,36953
0,914	0,01145000	0,74937	0,738	0,21750	0,36607
0,912	0,01207000	0,74406	0,736	0,22300	0,36261
0,910	0,01272000	0,73879	0,734	0,22860	0,35918
0,908	0,01339000	0,73353	0,732	0,23420	0,35575
0,906	0,01407000	0,72830	0,730	0,24000	0,35236
0,904	0,01478000	0,72310	0,728	0,24600	0,34898
0,902	0,01552000	0,71790	0,726	0,25190	0,34562
0,900	0,01628000	0,71274	0,724	0,25820	0,34228
0,898	0,01704	0,70760	0,722	0,26440	0,33895
0,896	0,01786	0,70249	0,720	0,27100	0,33564
0,894	0,01870	0,69739	0,718	0,27760	0,33236
0,892	0,01954	0,69231	0,716	0,28430	0,32908
0,890	0,02043	0,68727	0,714	0,29130	0,32583
0,888	0,02133	0,68223	0,712	0,29820	0,32260
0,886	0,02227	0,67724	0,710	0,30540	0,31938
0,884	0,02322	0,67226	0,708	0,3128	0,31618
0,882	0,02420	0,66730	0,706	0,3204	0,31301
0,880	0,02521	0,66236	0,704	0,3280	0,30984
0,878	0,02625	0,65744	0,702	0,3360	0,30671
0,876	0,02734	0,65255	0,700	0,3439	0,30358
0,874	0,02844	0,64769	0,698	0,3521	0,30047
0,872	0,02955	0,64283	0,696	0,3605	0,29738
0,870	0,03072	0,63801	0,694	0,3689	0,29432
0,868	0,03192	0,63321	0,692	0,3776	0,29125
0,866	0,03314	0,62844	0,690	0,3869	0,28822
0,864	0,03441	0,62368	0,688	0,3959	0,28520
0,862	0,03569	0,61893	0,686	0,4054	0,28220
0,860	0,03702	0,61422	0,684	0,4054	0,27921
0,858	0,03838	0,60953	0,682	0,4148	0,27624

0,856	0,03978	0,60486	0,680	0,4247	0,27330
0,854	0,04120	0,60021	0,678	0,4347	0,27037
0,852	0,04265	0,59558	0,676	0,4449	0,26746
0,850	0,04417	0,59097	0,674	0,4555	0,26455
0,848	0,04570	0,58639	0,672	0,4769	0,26167
0,846	0,04730	0,58183	0,670	0,4880	0,25881
0,844	0,04890	0,57728	0,668	0,4992	0,25596
0,842	0,05055	0,57277	0,666	0,5113	0,25313
0,840	0,05226	0,56826	0,664	0,5232	0,25031
0,838	0,05399	0,56375	0,662	0,5354	0,24753
0,836	0,05577	0,55934	0,660	0,5480	0,24475
0,834	0,05761	0,55490	0,658	0,5607	0,24198
0,832	0,05947	0,55049	0,656	0,5736	0,23924
0,830	0,06138	0,54610	0,654	0,5873	0,23651
0,828	0,06333	0,54172	0,652	0,6009	0,23380
0,826	0,06535	0,53737	0,650	0,6149	0,23111

$$\bar{p}_i = \frac{p_k^i + p_k^{i+1}}{2};$$

$\mu_n(\bar{p}_i) - \bar{p}_i$ bosimdagi neftning qovushqoqligi, $mPa \cdot s$; $\mu_n; MPa \cdot s$

$\mu_g(\bar{p}_i) - \bar{p}_i$ bosimdagi gazning zichligi, $mPa \cdot s$.

Gazning qovushqoqligi bosim o'zgarishi bilan juda kam o'zgaradi va uni hisob-kitob jarayonida doimiy deb qabul qilish mumkin. Neftda erigan gazni ideal gaz deb hisoblasak, quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\rho_g(p)}{\rho_{go}} = \frac{p}{10^5} \Pi a.$$

U holda (V.66) va (V.67) formulalar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$s_k^{i+1} = \frac{\frac{\bar{G} - G_e(p_k^i)}{b_n(p_k^i)} \cdot s_k^i - (1 - s_k^i) \cdot \frac{p_k^i}{10^5} + \frac{p_k^{i+1}}{10^5}}{\frac{\bar{G} - G_e(p_k^{i+1})}{b_n(p_k^{i+1})} + \frac{p_k^{i+1}}{10^5}}, \quad (V.68)$$

$$\bar{G} = \psi(s'_k) \cdot \frac{\mu_n(\bar{p}_i)}{\mu_n(\bar{p}_i)} \cdot b_n(\bar{p}_i) \cdot \frac{p_i}{10^5} + G_e(\bar{p}_i). \quad (\text{V.69})$$

Boshlang'ich neftga to'yinganlikda neft uchun fazoviy o'tkazuvchanlik absolyut qiymatga ega bo'lganligi uchun $p_k = p_n$ bo'lganda ta'minot konturidagi neftga to'yinganlik birga teng, ya'ni $s'_k(p_k = p_n) = 1$.

Agar s'_k ni p'_k ga bog'liqlik grafigini qurish uchun $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ni qadam deb olsak, u holda $p_k = 5,8 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ bosim uchun quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} \bar{p}_2 &= \frac{6,0 \cdot 10^6 + 5,8 \cdot 10^6}{2} = 5,9 \cdot 10^6 \text{ Pa}; \\ \bar{G} &= \frac{3,55}{0,015} \cdot 1,179 \cdot \frac{5,9 \cdot 10^6}{10^5} + 111 = 111 \text{ m}^3/\text{m}^3; \\ s'_k &= \frac{\frac{111-112}{1,18} \cdot 1,0 - (1-1) \cdot \frac{6,0 \cdot 10^6}{10^5} + \frac{5,8 \cdot 10^6}{10^5}}{\frac{111-110}{1,178} + \frac{5,8 \cdot 10^6}{10^5}} = 0,9712. \end{aligned}$$

Neft miqdori (m^3/s) ni quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$q_n = \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot (p_q - p_{qt}) \cdot \varphi}{\ln \frac{R_k}{r_q} - \frac{1}{2}}, \quad (\text{V.70})$$

bu yerda

$$\varphi = \frac{k_n(s'_k)}{b_n(p_{or}) \cdot \mu_n(p_{or})}; \quad p_{or} = \frac{p_q + p_{qt}}{2},$$

$k_n(s'_k)$ - s'_k konturdagi neftga to'yinganlik sharoitidagi neft uchun qatlamning fazoviy o'tkazuvchanligi, birining qismi.

Neftga to'yinganlik 1 ga teng bo'lganda $k_n = 1$. U holda

$$p_{or} = \frac{6,0 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6}{2} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

$$\varphi = \frac{1,0}{1,147 \cdot 4,08 \cdot 10^{-3}} = 213,7 \frac{1}{\text{Pa}} \cdot s.$$

$$q_n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 10^{-12} \cdot 7 \cdot (6,0 \cdot 10^6 - 1,0 \cdot 10^6) \cdot 213,7}{\ln \frac{200}{0,1} - 0,5} =$$

$$= 4,953 \cdot 10^{-12} \cdot (6,0 \cdot 10^6 - 1,0 \cdot 10^6) \cdot 213,7 = 5,293 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / s$$

$5,8 \cdot 10^6$ Pa konturdagi bosim va 0,9712 to'yinganlik sharoitida neft miqdorini hisoblaymiz.

$$p_{or} = \frac{5,8 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6}{2} = 3,4 \cdot 10^6 \text{ Pa};$$

$$\varphi = \frac{0,911^2}{1,145 \cdot 4,1 \cdot 10^{-2}} = 194,06 \frac{1}{\text{Pa}} \cdot s;$$

$$q_n = 4,953 \cdot 10^{-12} \cdot (5,8 \cdot 10^6 - 1,0 \cdot 10^6) \cdot 194,06 = 4,614 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / s.$$

To'yinganlik s'_k dan $s'_k{}^{i+1}$ gacha pasayadigan vaqt:

$$\Delta t_i = 0,5 \cdot \pi \cdot R_k^2 \cdot h \cdot m \cdot \left(\frac{1}{q'_n} + \frac{1}{q'_k} \right) \cdot \left[\frac{s'_k}{b_n(p'_k)} - \frac{s'_k{}^{i+1}}{b_n(p'_k{}^{i+1})} \right], \quad (\text{V.71})$$

Bu yerda Δt_i - to'yinganlik s'_k dan $s'_k{}^{i+1}$ gacha pasaygan vaqt oralig'i. Birinchi vaqt oralig'i uchun quyidagiga egamiz:

$$\Delta t_1 = 0.5 \cdot 3.14 \cdot (200)^2 \cdot 7 \cdot 0.2 \cdot \left(\frac{1}{5.293 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{4.614 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot \left(\frac{1.0}{1.18} - \frac{0.9712}{1.178} \right) = 8.22 \cdot 10^5 c = 9.52 \text{ kun}$$

$p_k = 5.6 \cdot 10^6 Pa$ bosim uchun barcha hisoblarni bajaramiz.

$$\overline{p}_3 = \frac{5.8 \cdot 10^6 + 5.6 \cdot 10^6}{2} = 5.7 \cdot 10^6 Pa;$$

$$\overline{G} = 0.001088 \cdot \frac{3.6}{0.015} \cdot 1.177 \cdot \frac{5.7 \cdot 10^6}{10^5} + 109 = 126.5;$$

$$s'_k = \frac{\frac{126-111}{1.178} \cdot 0.9712 - (1-0.9712) \cdot 58 + 56}{\frac{126-108}{1.176} + 56} = 0.9354;$$

$$p_{or} = \frac{5.6 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6}{2} = 3.3 \cdot 10^6 Pa;$$

$$\varphi = \frac{0.8076}{1.144 \cdot 4.13 \cdot 10^{-3}} = 170.93;$$

$$q_n = 4.953 \cdot 10^{-12} \cdot (5.6 \cdot 10^6 - 1.0 \cdot 10^6) \cdot 170.93 = 3.894 \cdot 10^{-3} \text{ } ^3/s$$

$$\Delta t_2 = 8.792 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{4.614 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{3.894 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot \left(\frac{0.9712}{1.178} - \frac{0.9354}{1.176} \right) = 1.21 \cdot 10^6 c = 14 \text{ kun}.$$

Shu tartibda hisob-kitoblar kontur bosimi quduq tubi bosimiga teng bo'lgunga qadar olib boriladi va quyidagi tartibda V.2-jadvalga kiritiladi.

Neft beraoluvchanlik ishlashning so'nggi davrida quyidagini tashkil etadi:

$$\eta_{ya} = 1 - \frac{s_k \cdot b_n(p_h)}{b_n(p_{q.t.})}, \quad (V.72)$$

bu yerda $b_n(p_b)$ - to'yinganlik bosimidagi hajmiy koeffitsiyent;

$b_n(p_{q.t.})$ - quduq tubi bosimidagi hajmiy koeffitsiyent.

V.2-jadval

Kontur-dagi bosim, p_k MPa	O'rtacha bosim, $\bar{p}$ MPa	Gaz omili $\bar{\Gamma}$, m^3/m^3	Kontur-dagi to'yinganlik s_k^I	O'rtacha bosim, $p_{o'r}$ MPa	φ_i	Neft miqdori q_n , $10^{-3} m^3/c$	Δt , kun
6,0	5,9	111	1,0	3,5	213,7	5,29	
5,8	5,9	111	0,9712	3,4	194,1	4,614	9,51
5,6	5,7	126,5	0,9354	3,3	170,9	3,894	14,0
5,4	5,5	201,0	0,9217	3,2	162,2	3,535	5,67
5,2	5,3	245	0,9084	3,1	154,1	3,204	6,05
5,0	5,1	297,3	0,8975	3,0	147,5	2,922	5,32
4,8	4,9	346,1	0,8967	2,9	146,1	2,75	0,024
4,6	4,7	339,9	0,8863	2,8	140,0	2,496	5,94
4,4	4,5	390,0	0,8765	2,7	134,4	2,263	5,94
4,2	4,3	440,3	0,8670	2,6	128,8	2,042	5,31
4,0	4,1	490,7	0,8597	2,5	124,6	1,85	5,24
3,8	3,9	529,8	0,8507	2,4	119,7	1,66	4,0
3,6	3,7	581,0	0,8423	2,3	115,1	1,48	17,4
3,4	3,5	628,6	0,8347	2,2	111,1	1,32	5,96
3,2	3,3	668,2	0,8271	2,1	107,1	1,17	5,73
3,0	3,1	706,5	0,8189	2,0	102,8	1,02	6,34
2,8	2,9	749,7	0,8100	1,9	98,3	0,876	8,72
2,6	2,7	795,1	0,8015	1,8	94,1	0,746	9,49
2,4	2,5	835,3	0,7920	1,7	89,5	0,621	10,07
2,2	2,3	881,0	0,7837	1,6	85,7	0,509	11,09

2,0	2,1	909,6	0,7762	1,5	82,4	0,408	13,3
1,8	1,9	918,3	0,7678	1,4	78,9	0,313	21,4
1,6	1,7	928,6	0,7596	1,3	75,6	0,225	28,7
1,4	1,5	920,3	0,7485	1,2	71,2	0,141	44,8
1,2	1,3	927,0	0,7376	1,1	67,1	0,066	85,2
1,0	1,1	990,5	0,72442	-	-	0,033	182,8

(V.73) formulaga qiymatlarni qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\eta = 1 - \frac{0,72442 \cdot 1,18}{1,057} = 0,191.$$

Har bir bosqich uchun neft beraoluvchanlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta_i = 1 - \frac{s'_k \cdot b_n(p_n)}{b_n(p'_k)}, \quad (\text{V.73})$$

bu yerda η_i - i -qadamdagi neft beraoluvchanlik, birining qismi.

Har bir qadamda qazib olingan miqdor quyidagicha aniqlanadi:

$$Q'_n = G_n \cdot \eta_i, \quad (\text{V.74})$$

bu yerda η_i - har bir qadamda qazib olingan neft miqdori, kg.

G_n - uyumdagi neft zahirasi, kg.

Q'_n qazib olingan miqdor vaqtga $t_i = \sum \Delta t_i$ bog'liq.

(V.74) formulaga $p_k = 5,8 \text{ MPa}$ bosimga to'g'ri keladigan qiymatlarni qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\eta_1 = 1 - \frac{0,9712 \cdot 1,18}{1 \cdot 1,178} = 0,02715;$$

$$Q'_n = 2,11 \cdot 10^{10} \cdot 0,02715 = 5,729 \cdot 10^8;$$

$$t_1 = 8,22 \cdot 10^5 \text{ s}.$$

$p_k = 5,7 \text{ MPa}$ bosim uchun quyidagicha:

$$\eta_2 = 1 - \frac{0,9354 \cdot 1,18}{1 \cdot 1,176} = 0,06142;$$

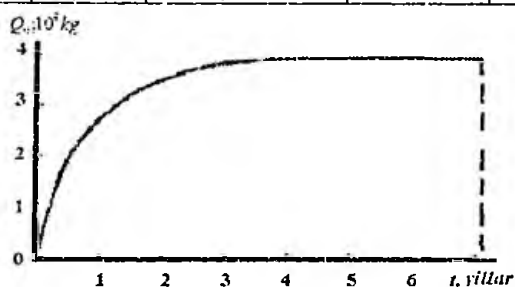
$$Q_n^2 = 2,11 \cdot 10^{10} \cdot 0,06142 = 1,3 \cdot 10^9;$$

$$t_2 = 8,22 \cdot 10^5 s + 12,1 \cdot 10^5 s = 20,32 \cdot 10^5 s.$$

Shu tartibda hisob-kitoblar bajariladi va hisob-kitob natijalari quyidagi jadval kabi kiritiladi va grafigi chiziladi.

V.3-jadval

Kontur-dagi neftga to'yin-ganlik s'_x	Neft bera-oluv-chanlik koeffit-siyenti η	Qazib chiqa-rilgan neft miqdori $Q_n; 10^9 \text{ kg}$	Vaqt, kun	Kontur-dagi neftga to'yin-ganlik s'_x	Neft bera-oluvchanlik koeffit-siyenti η	Qazib chiqaril-gan neft miqdori $Q_n; 10^9 \text{ kg}$	Vaqt, kun
0,9712	0,02715	0,5729	9,52	0,8271	0,1446	3,052	95,7
0,9354	0,06142	1,30	23,5	0,8189	0,1486	3,136	102,0
0,9217	0,07359	1,553	29,2	0,8100	0,1534	3,237	110,7
0,9084	0,0854	1,8	35,2	0,8015	0,1578	3,33	120,2
0,8975	0,09483	2,0	40,6	0,7920	0,1618	3,415	130,3
0,8967	0,09486	2,002	40,6	0,7837	0,1654	3,489	141,4
0,8863	0,1038	2,191	46,5	0,7762	0,1689	3,563	154,7
0,8765	0,1115	2,352	52,1	0,7678	0,1734	3,658	176,1
0,8670	0,1181	3,491	57,4	0,7596	0,1777	3,749	204,8
0,8597	0,124	2,616	62,6	0,7485	0,1822	3,844	249,6
0,8507	0,1301	2,746	66,6	0,7376	0,1866	3,937	334,8
0,8423	0,1357	2,864	84,0	0,72442	0,191	4,03	517,5
0,8347	0,1405	2,965	90,0				



V.16-rasm. Qazib olingan neft miqdorining vaqtga bog'liqlik grafigi.

Uyumdagi neft zahirasini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$G_n = \frac{S \cdot h \cdot m \cdot s_{no} \cdot \rho_n}{b_n}; \quad (V.75)$$

$$G_n = \frac{2,512 \cdot 10^7 \cdot 7 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 885}{1,18} = 2,11 \cdot 10^{10} \text{ kg}.$$

Butun ishlash davrida umumiy qazib olingan neft miqdori quyidagini tashkil etadi:

$$Q_n = G_n \cdot \eta; \quad (V.76)$$

$$Q_n = 2,11 \cdot 10^{10} \cdot 0,191 = 4,03 \cdot 10^9 \text{ kg}.$$

Butun uyumning umumiy ishlash vaqti:

$$t_r = t_* + t_q \quad (V.77)$$

bu yerda t_q - bitta quduqni ishlatish vaqti, s.

$$t_r = 3,154 \cdot 10^8 + 4,472 \cdot 10^7 = 3,601 \cdot 10^8 \text{ c} = 11,42 \text{ yil}$$

Neft qazib chiqarish birinchi ishlatish qudug'i ishdan chiqqunga qadar o'sib boradi (11,42 yil). Keyinchalik navbatdagi quduqning ishga tushirilishi boshqa quduqning ishdan chiqishiga olib keladi. Shuning uchun neft qazib chiqarishda ishlashning asosiy davrini doimiy deb hisoblash mumkin. Neft qazib chiqarishning tushish davri so'nggi ishlatish qudug'ini burg'ilangandan so'ng boshlanadi. Neft qazib chiqarishning tushish davri bitta ishlatish qudug'ini ishlash vaqtiga teng bo'ladi (11,42 yil). Shunday qilib, neft qazib chiqarishning vaqtga bog'liqlik grafigi teng yonli trapetsiya ko'rinishida bo'ladi (V.17-rasm).

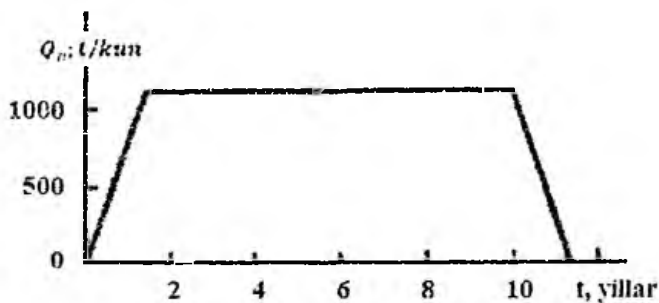
Neft qazib chiqarishning stabillashgan miqdorini aniqlash uchun quyidagi tenglikni tuzamiz:

$$q_{st} \cdot 0,5 \cdot (2t_r - 2t_c) = Q_n$$

U holda

$$q_{st} = \frac{Q_n}{t_r - t_s} = \frac{4,03 \cdot 10^9}{3,154 \cdot 10^3} = 12,78 \text{ kg / s} = 1104,2 \text{ t / kun}$$

Uyumdanda neft qazib chiqarish dinamikasi V.17-rasmda keltirilgan.



V.17-rasm. Neft qazib chiqarish dinamikasi grafigi

VI-BOB. NEFT KONLARI SUV BOSTIRISH USULLARINI QO‘LLAB ISHLASH

§ 1. Neft qazib chiqarishning ikkilamchi usullari

Neft qazib chiqarishning ikkilamchi usullari deganda qatlamlarni uzoq vaqt ishlatish natijasida neft zahiralarining anchagina qismi olinib bo‘lingandan keyin, ya’ni ishlashning so‘nggi davrlarida qatlamlarga ta’sir qilish usullari tushuniladi. Mamlakatning neft uyumlarida neft beraoluvchanlik koeffitsiyentini o‘rtachaga nisbatan 2 – 3 % ga ko‘tarish katta ahamiyatga ega. Bu esa yangi katta konni ochish bilan barobardir.

Eski va zahirasining ko‘p qismi olib bo‘lingan konlarda qoldiq neftni olish bir qancha qiyinchiliklar bilan bog‘liq: qatlamda bosim tushishi bilan birga neft qisman gazsizlanadi va buning oqibatida qovushqoqligi ortadi; qatlamda tog‘ jinsining neft uchun fazaviy o‘tkazuvchanligini kamaytiruvchi erkin gaz paydo bo‘ladi; uyum ko‘proq yoki kamroq darajada suvlangan bo‘lishi mumkin.

Uyumlardan qoldiq neft zahirasini olish uchun ikkilamchi tadbirlar sifatida odatda neft qatlamlariga gaz (havo) yoki suv haydash qo‘llaniladi.

Neft olishning ikkilamchi usullarini loyihalashtirishda neftlilik qatlamini mufassal o‘rganish katta ahamiyatga ega. Bunday o‘rganishda quyidagilar aniqlanishi kerak:

- 1) qatlamning fizik xususiyatlari – jinslarning g‘ovakligi, o‘tkazuvchanligi, granulometrik va minerologik tarkibi, qatlamning qalinligi va uning maydon bo‘ylab o‘zgarishi;
- 2) suyuqlik va gazning qatlam sharoitidagi fizik xususiyatlari – neft va gazning qovushqoqligi, neftning gazga to‘yinganligi, to‘yinish bosimining kattaligi, neftning zichligi va b.;
- 3) qoldiq neftning, bog‘liq suvning va qatlamning alohida hududlaridagi gazning miqdori;
- 4) qatlam bosimi va uni qatlamning turli qismlarida o‘zgarishi;
- 5) suvlilik va gazlilik chegaralari;
- 6) qatlamning mahsuldorligi va yutish qobiliyati.

Neft olishning ikkilamchi usullarini amalga oshirish uchun obyekt tanlashda quyidagilarga asoslaniladi:

1. Qoldiq neftga to'yinganlik g'ovak muhitning hajmining kamida 35% ni tashkil qilishi lozim. Chunki neftga to'yinganlik bundan ham pastroq bo'lganda qatlamdan olinayotgan it neft uchun sarflanadigan ishchi agentning solishtirma sarfi ko'payishi hisobiga jarayonning samaradorligi tezda tushadi.

2. Bog'liq suvning miqdori jinsda 25% gacha bo'lsa suv haydash samaraliroq bo'ladi. Bog'liq suvning miqdorini bundan hamko'proq bo'lishi jarayonning samaradorligini pasaytiradi. Qayd qilingan usulni qo'llash uchun suvga to'yinganlikning chegarasi 55% ni tashkil qiladi. Qatlamlarga gaz haydashni bog'liq suvning miqdori bundan ham ko'proq bo'lgan hollarda qo'llasa bo'ladi; bu holatda suvga to'yinganlikni chegarasi 70% ga teng;

3. Har xil o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlamchalardan tuzilgan turli tog' jinslaridan iborat qatlamlarni ishchi agentni har biriga alohida haydash uchun ikki – uch obyektga bo'lish (bunda pachkalarining qalinligi 10-20 m ni tashkil qilishi kerak) maqsadga muvofiq. Bunday tog' jinslarida haydovchi quduqlar kesimidagi yuqori o'tkazuvchanli qatlamchalarni izolyatsiya qilish (berkitish) tadbirlarini o'tkazish kerak;

4. Qatlamning fatsial o'zgaruvchanligi, linzasimonligi va qalinligini kichikligi holatlarida qo'shni quduqlar bir-biridan ta'sirlanmaydi, bunda neft olishning ikkilamchi usullari kerakli samarani bermaydi.

5. O'piriluvchan va bo'sh tog' jinslaridan tashkil topgan qatlamlarda quduq tubi tikining hosil bo'lishi va ular bilan doimiy kurashib turish lozimligi tufayli neft olishda ikkilamchi usullarni tashkil qilish qulay emas.

6. Qatlamni bir necha bloklarga bo'luvchi tektonik buzilishlar bo'lsa, har qaysi blokni ta'sir qilishning mustaqil obyekti sifatida karash kerak.

7. Neft olishning ikkilamchi usullarini qo'llash uchun erigan gaz rejimidagi yopiq qatlamlar qulay obektlar hisoblanadi.

8. Yuqorida keltirilganidek qatlamning yuqori suvlanganligi maydon bo'ylab suv haydash samaradorligini pasaytiradi. Qatlamning yuqori gazga to'yinganligi gaz haydash uchun ma'qul emas. Chunki bu holat ishchi agentni muddaridan oldin oluvchi quduqlarga o'tib ketishiga va uning solishtirma sarfi ko'payishiga olib keladi.

9. Ishchi agentning solishtirma sarfi neftning sifatiga bog'liq. Neft qovushqoqligining yuqori bo'lishi suv, gaz va havoning solishtirma sarfini ko'p bo'lishiga olib keladi.

10. Neft olishning ikkilamchi usullarini amalga oshirishda butun ishlatish obyektni ta'sir bilan qamrab olish kerak. Usul qo'llanilayotgan qatlamlar to'g'ri quduqlar turiga ega bo'lishi lozim, agarda bunday to'r bo'lmasa qo'shimcha quduqlarni qazishni loyihalashtirish kerak.

Suv va gazni qatlamning biror bir qismiga yoki butun qatlamga haydashda quyidagilar o'zgarishi kuzatiladi:

- a) qatlam bosimi yoki quduqlardagi satx;
- b) quduqlarning mahsuldorlik koeffitsiyenti yoki mahsulot miqdori;
- v) gaz omili yoki quduqlarning suvlanish foizi;
- g) olinayotgan neft, suv va gazning tarkibi;
- d) suvlilik va gazlilik konturi;
- y) haydovchi quduqlarning qabul qiluvchanligi.

Olingan ma'lumotlar ishchi agent haydashning texnologik jarayonini: haydash bosimi, ishchi agent miqdori, butun qatlam va alohida quduqlar bo'yicha mahsulot olish va haydash sur'atini o'rnatish uchun asos qilib olinadi.

Neft olishni ikkilamchi usullari qo'llanilayotganda haydovchi quduqlardan oluvchi quduqlarga ishchi agentni o'tib ketishiga qarshi kurashishga asosiy e'tiborni qaratish zarur. Ishchi agentning o'tib ketishini gaz omili va suvlanish foizini (jarayonning boshlang'ich bosqichidayok) tezda ko'payishi bilan bir vaqtda quduqlar mahsulot miqdorini kamayishidan bilsa bo'ladi.

Ishchi agentni o'tib ketishi bilan kurashishning vositalariga quyidagilar kiradi:

1) ishchi agent o'tib ketayotgan hududlarda ishchi agentni haydash hajmini va quduqlar debitini cheklash;

2) mahsulot oluvchi quduqlarni davriy ishlatish va haydovchi quduqlardan ishchi agentni davriy haydash;

3) haydovchi quduqlar kesimidagi yuqori o'tkazuvchanli qatlamlchalarni paker o'rnatish va boshqa tadbirlarni qo'llash orqali izolyatsiya qilish;

4) havo haydashda haydovchi quduqlarga davriy suv haydab turish.

Neft olishning ikkilamchi usullari amalga oshirilayotgan davrda butun jarayonning geologik-texnik hujjatini aniq yuritish lozim.

§ 2. Respublikamizda qatlam bosimini saqlash usullarining qo'llanilish tarixi

Farg'ona vodiysidagi neft konlarining ko'p qismi Ikkinchi jahon urushi va undan keyingi yillarda sanoat miqyosida ishga tushirilgan (1940-1950-yillar). Bu davrda neft uyumlarining geologik tuzilishi va ularning fizikaviy xususiyatlari tabiiyki, yetarli darajada tadqiqot qilinmagan bo'lib, suv haydash tizimlari o'zining ishlatilishi jarayonida bir necha bor qayta o'zgartirilgan. Bular quyidagilardan iborat: suv haydash chizig'ini neft olinayotgan maydonga yaqinlashtirish, qo'shimcha haydovchi quduqlarni ishga tushirish, suv haydashni vaqtinchalik to'xtatish, bir qator holatlarda qo'llanilayotgan tizimdan butunlay voz kechish.

O'zbekistonda neft uyumlariga suv haydashning quyidagi usullari qo'llanilmoqda: suv-neft chegarasi yoniga, kombinatsiyalashgan (chegara yoniga+chegara ichiga), chegara ichiga.

Chegara yoniga suv haydash birinchi bor Janubiy Olamushuk konining V+VI gorizontlarida 1952 yilda qo'llanilgan bo'lib, Fargona vodiysining 90% neft uyumlarida o'zlashtirishga urinib ko'rildi. Biroq ba'zi konlarda yaxshi natijaga erishilmagach, bu usulni uyum ichiga suv haydash usullari bilan kombinatsiyada qo'llanildi.

Asosiy sabablar esa quyidagilardan iborat:

1) Boshlang'ich suv-neft chegarasi atrofida kollektorlik xususiyatlarining yomonlashganligi va tog' jinslarining har xilligi;

2) Kollektorlarning har xilligi, tektonik va litologik buzilishlarning mavjudligi tufayli neft uyumining alohida qismlari orasida gidrodinamik aloqaning yomonligi;

3) Terrigen va karbonat kollektorlarida o'tkazuvchanlik xususiyatining pastligi va ularning kesimida gilli qatlamchalarning ko'pligi.

Hozirgi davrda chegara yoniga suv haydash Xo'jaobod konining III, VII, VIII gorizontlarida. Janubiy Olamushuk konining KKS gorizontida qo'llanilmoqda.

Yuqoridagi sabablarga ko'ra suv haydash jarayonini jadallashtirish maqsadida 1960-1962-yillarda kombinatsiyalashgan usulning quyidagi ko'rinishlari o'zlashtirildi:

- 1) Chegara yoniga va o'choqsimon;
- 2) Chegara yoniga va maydon o'qi bo'ylab;
- 3) Chegara yoniga suv va uyum gumbazining yuqori qismiga gaz haydash.

Kombinatsiyalashgan suv haydashning birinchi ko'rinishi Andijon konining III gorizonti (sharkiy maydon) terrigen kollektorida va Xo'jaobod konining shu gorizontida o'zlashtirildi. Bu usulning qo'llanishi ko'pgina neft uyumlarida birinchidan, haydalayotgan suvdan samarali foydalanish; ikkinchidan, maydon bo'ylab qatlam bosimini muvofiqlashtirish, uchinchidan, neft uyumining tektonik va litologik to'silgan kesimlariga suv haydash orqali ta'sir qilish imkoniyatlarni berdi.

Ikkinchi ko'rinishda suv haydash Janubiy Olamushuk konining I, V+VI va VIII gorizontlarida va Bo'ston konining III gorizontida keng qo'llanildi. Bu konlarda qatlamning gumbaz qismi murakkab geologik tuzilishdan iboratligi sababli kombinatsiyalashgan suv haydashning ikkinchi ko'rinishi samaradorligi boshqa usullarga nisbatan past bo'lib chiqdi.

Kombinatsiyalashgan ta'sir ko'rsatishning uchinchi ko'rinishi Cho'ngara-Galcha konining VI gorizontida va Shimoliy So'x konining VIII gorizontida qo'llanilganda o'zining boshqa usullarga qaraganda samaradarligi yuqori ekanligini isbotladi.

Bir vaqtning o'zida qatlamlarga gaz va suv haydashning asosiy afzalliklariga quyidagilarni kiritish mumkin:

a) gaz haydovchi quduqlarning kichik fondida ham uyumni haydalayotgan gaz ta'sirida tezda qamrab olish imkonini beradi;

b) konda gaz haydashni tashkil qilish suv haydashni tashkil qilishga nisbatan kam vaqt talab qiladi;

v) usulning nisbatan soddaligi va arzonligi.

Chegara ichiga suv haydash kam qo'llaniladigan usullardan biri hisoblanib, Maylisu-IV konining V+VII gorizontlarida va Janubiy Olamushuk konining III gorizontida o'zlashtirilgan.

Shunday qilib, 1952-yildan boshlab uyumlarning neft bera olishini oshirish maqsadida Fargona vodiysi sharoitida O'zbekistonda suv

bostirish usullarini o'zlashtirish, qo'llash maqsadida katta miqyosda sanoat eksperimenti o'tkazildi. Bunda olimlardan P.K.Azimov, S.N.Nazarov, G.A.Alijanov, X.M.Turg'unov va konlarni muhandis-texnik xodimlaridan V.P.Akulov, A.M.Akramov, L.I.Kalantarov va N.R.Raximovlarning xizmati beqiyosdir.

§3. Qatlamlarga suv haydash texnika va texnologiyasi

Suv bostirish

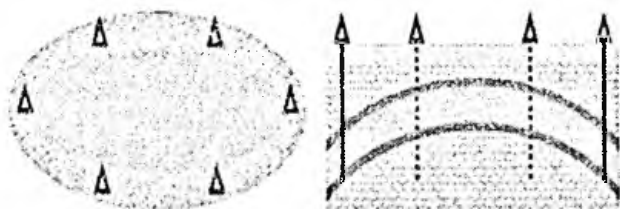
Qatlamdan neftni to'liq olish uchun qatlamning tabiiy energiyasi har doim ham yetarli bo'lmaydi. Neft bera olish koeffitsientini va neft olish sur'atlarini ko'tarish maqsadida hozirgi vaqtda konlarda qatlam bosimini saqlash usullari qo'llanilmoqda. Hozirgi zamonda suv bostirish – qatlamlarni ishlashni va neft beraolishlikni oshirishning yuqori potensial va o'zlashtirilgan usuli hisoblanadi. U gidrofob kollek-torlardan, yuqori qovushqoq neftlardan va kuchli gillangan kam o'tkazuvchanli qatlamlardan boshqa barcha geologik-fizik va texnik-texnologik sharoitlarda amalda qo'llasa bo'ladigan usuldir.

Kon maydoniga qarab qatlam bosimini saqlash ikki usulda olib boriladi:

1. Kichkina konlar uchun – neftlilik chegarasi ortida joylash-tirilgan maxsus haydovchi quduqlarga suv haydash yo'li bilan;
2. Katta konlarda uyum haydovchi quduqlar yordamida bo'lak-larga bo'linadi.

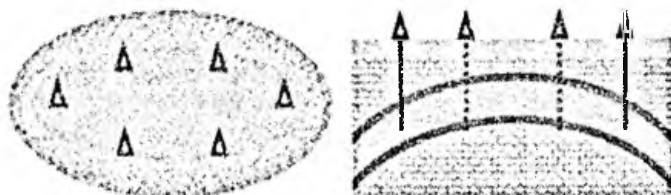
Haydovchi quduqlarni joylashtirish usuli bo'yicha qatlamga suv bostirish tizimlari quyidagilaraga bo'linadi:

1. Chegaradan tashqariga suv bostirish – uyumni perimetri bo'yicha neftlilikning tashqi chegarasi ortiga haydovchi quduqlarni joylashtirish orqali suv haydash. Suv bostirishning bu turi uchun eng ma'qul obektlar – yaxshi o'tkazuvchanli bir turdagi qum va qumtoshlardan tuzilgan, tektonik buzilishlar bilan murakkablashmagan va kam qovushqoqli neftli qatlamlar. Bir qator haydovchi quduqlarga 3 – 4 qator ishlatuvchi quduqlar to'g'ri keladigan o'rta va uncha katta bo'lmagan neft uyumlarini ishlashda yaxshi natijalar olinadi.



VI.1-rasm. Chegaradan tashqariga suv bostirish

2. Chegara bo'ylab suv bostirish – bunda haydovchi quduqlar neftlikning tashqi va ichki chegaralari orasiga, qatlarning suv neftli hududiga joylashtiriladi.



VI.2-rasm. Chegara bo'ylab suv bostirish

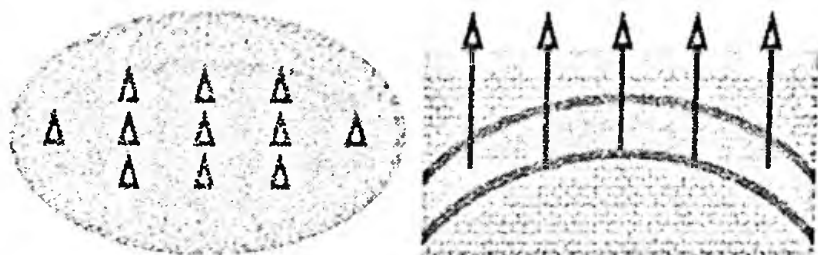
3. Chegara tashqarisiga yoki chegara bo'ylab suv bostirishning chegara ichra suv bostirish bilan kombinatsiyasi. Bu usul mahsulot qazib chiqarishni konni butun maydoni bo'ylab jadallashtirish uchun ishlatiladi:

a) uyumni haydovchi quduqlar qatorlari bilan bir nechta maydonlarga bo'lish;

b) markaziy chegara ichra suv bostirish. Bunda haydovchi quduqlar uyumni markazida hatoreya ko'rinishida yoki chegara ichra xalqa ko'rinishida joylashtiriladi;

v) o'choqsimon suv bostirish – bunda katta konlarda alohida suv haydovchi quduqlar qatlam jinslarining o'tazuvchanligi past bo'lgan hududlarida joylashtiriladi;

g) o'q bo'ylab suv bostirish – bunda haydovchi quduqlar uyumni markazida o'q bo'ylab joylashtiriladi. Bu usul eniga nisbatan uzunligi bir necha marta katta bo'lgan uyumlarda yaxshi samara beradi.



IV.3-rasm. Chegara ichiga suv haydash tizimi.

Maydon bo'ylab suv bostirish asosan neft olishning ikkilamchi usuli sifatida qatlamning tabiiy energiyasini anchagina qismi sarf bo'lgan, qatlamda esa ko'p miqdorda neft qolgan, tazyiqsiz tarzda ishlayotgan neft uyumlarida qo'llaniladi. Bunda qatlamga suv bostirish butun maydon bo'ylab bir tekis joylashtirilgan haydovchi quduqlar tizimi orqali amalga oshiriladi. Katta samara olish uchun oluvchi va haydovchi quduqlarni to'g'ri geometrik to'r bo'yicha joylashtirilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qatlam bosimi neftni gazga to'yinish bosimidan yuqori bo'lgan ko'pgina konlarda 1t neftni yo'ldosh gaz bilan birgalikdagi hajmi 1,4 – 1,6 m³ ni tashkil qiladi. Bu shundan dalolat beradiki 1t neftni (yer yuzasidagi o'lchashlarga ko'ra) qazib chiqarishda sarflangan energiyani to'ldirish uchun qatlamga 1,4–1,6 m³, agarda haydalayotgan suv yo'qotishlarini hisobga olsak 1,6 dan 2 m³ gacha suv haydashimiz kerak.

Quduqlar tubidagi bosim qo'llanilayotgan nasoslar ko'tarishi mumkin bo'lgan maksimal va optimal bosim bo'yicha aniqlanadi:

$$P_{q\ tub} = P_{chiq} + P_{ust} - P_{ishq}$$

bu yerda: $P_{q\ tub}$ – haydovchi quduqlar tubidagi bosim; P_{chiq} – nasosdan chiqishdagi bosim; P_{ust} – quduqdagi suv ustuni bosimi; P_{ishq} – suvning nasosdan quduq tubigacha harakatida ishqalanishga sarf bo'lgan bosim.

Ishqalanishga sarf bo'lgan bosim P_{ishq} gidravlikaning ma'lum formulalari bo'yicha aniqlanadi.

Har bir quduq orqali haydalayotgan suv hajmi yuqorida chiqarilgan quduq tubi bosimi orqali va quduqlarni tadqiqot qilish orqali topilgan qabul qilish koeffitsienti bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_{hay} = K_{qab} (P_{q.tub} - P_{qat}),$$

bu yerda: Q_{hay} — suv haydash hajmi; K_{qab} — qabul qiluvchanlik koeffitsienti; $P_{q.tub}$ va P_{qat} — mos holda quduq tubi va qatlam bosimi.

Qatlamga suv haydash jarayonini amalga oshirish uchun haydovchi quduqlar soni umumiy haydalayotgan suv miqdorini bitta quduqning o'rtacha qabul qiluvchanligiga bo'lish va 20% gacha ehtiyoj quduqlarini hisobga olish orqali aniqlanadi.

$$N = 1,2(Q_{um} / Q_{hay}),$$

bu yerda: N — haydovchi quduqlar soni; Q_{um} — umumiy haydalayotgan suv miqdori; Q_{hay} — bir haydovchi quduqning o'rtacha qabul qiluvchanligi.

§4. Neft konlarida qatlam bosimini saqlashda suv ta'minoti

Qatlamga haydashga mo'ljallangan suvga muayyan talablar qo'yiladi. Ulardan asosiylari quyidagilar:

1. Suv imkoni boricha toza bo'lishi, tarkibida ko'p miqdorda mexanik zarrachalar va temir birikmalari bo'lmashligi kerak. Biroq suv tarkibidagi zarrachalar va temir miqdori bo'yicha barcha konlarga to'g'ri keladigan yagona standart yo'q. Lekin oxirga vaqtlarda shu isbotlanganki, mexanik zarrachalarning miqdori $20 - 30 \text{ mg/l dm}^3$ bo'lishi mumkin.

2. Suv tarkibida jihozlarni yemiruvchi oltingugurt vodorodi va karbonat kislotasi bo'lmashligi kerak.

3. Haydalayotgan suv qatlam suvlari bilan cho'kindi hosil qiluvchi va qatlam g'ovaklarni to'ldiruvchi reaksiyaga kirishmasligi kerak.

4. Suv tarkibida organik zarrachalar bo'lmashligi lozim (bakteriyalar va suv o'tlari).

Neft qatlamlariga suv haydash sohasida yig'ilgan katta malaka shuni ko'rsatadiki, daryolarning, artezian quduqlarining va chuqur suvli

gorizontlarning suvlari ko'p hollarda bu shartlarni qoniqtiradi va ularni qatlamlarga maxsus ishlov berishsiz haydash mumkin.

Lekin ba'zi holatlarda qatlamlarga haydashga mo'ljallangan suvlar suv tozalash qurilmasida o'tkaziladigan boshlang'ich maxsus tayyorlashni talab qiladi.

Suv tayyorlash qurilmasiga kirayotgan suv uning sifatiga bog'liq holda tozalashning u yoki bu jarayonidan o'tkaziladi:

kaogulyatsiya – muallaq holatdagi mayda zarrachalarni kattalashtirish, suvda cho'kuvchi parchalarga aylantirish;

filtrlash – suvni kaogulyatsiyadan keyin mayda zarrachalardan oddatda qumli filtrlarda tozalash;

temirsizlantirish – suvdan qatlamda cho'kindi hosil qiluvchi temir oksidi va zanglarni yo'qotish;

yumshatish – ohak bilan ishqorlash (bundan keyin kaogulyatsiya jadallashadi);

xlorlash – suvdagi mikroorganizm va bakteriyalarni yo'qotish;

6) barqarorlashtirish – suvni temir bilan boyishining oldini oluvchi, kimyoviy tarkibi bo'yicha barqarorlashtirish. Chunki suv po'lat quvurlardan haydaladi. Bunga suv tarkibiga kichik miqdorda natriy geksometofosfat qo'shish bilan, ya'ni bu moddaning 2 – 3 mg ni $1dm^3$ ga qo'shish bilan metalni korroziyadan to'la himoyalovchi, quvur yuzasida temir fosfat qobig'ini hosil qilish bilan erishiladi.

Suvning qatlamga haydashga yaroqliligini aniqlash

Suvlarni qatlamga haydashga yaroqliligi laboratoriya sharoitida, tabiiy kernlar orqali filtratsiya qilish yo'li bilan aniqlanadi. Bunda tabiiy kernning o'tkazuvchanligi o'zgarmasa, suv qatlamga haydash uchun yaroqli deb hisoblanadi. Lekin bu usul har doim ham samara bermaydi, Shunki bitta kern misolida mahsuldor qatlamning butun qalinligiga baho berib bo'lmaydi. Shuning uchun qatlamga haydalayotgan suvning sifati to'g'risida ma'lumot olish uchun chuqurlik sarf o'lchagichidan foydalanib sinov haydashlar o'tkazish lozim. Chuqurlik sarf o'lchagichlari mahsuldor qatlamchalarning yutuvchanlik qobiliyatini qayd qilib boradi.

Shunday savol tug'ilishi mumkin – mahsuldor qatlamga chuchuk suvlarni haydash ko'proq samara beradimi yoki oqova suvlarni?

Qatlamga suv haydashning katta tajribasidan kelib chiqqan holda, bu savolga javob berish qiyin emas: oqova suvlarni qatlamga haydash chuchuk suvlarni qatlamga haydashga nisbatan katta samara beradi. Oqova suvlar asosan qatlam suvlaridan tashkil topgan bo'lib, ularning tarkibidagi deemulgator suv bilan birgalikda qatlamga singib, neftni tog' jinslaridan jadallik bilan yuvib olishga yordam beradi. Bundan tashqari oqova suvlarning kimyoviy tarkibi qatlam suvlarining kimyoviy tarkibiga yaqin, shuning uchun ham ular o'zaro ta'sirlashganda kelib chiqishiga ko'ra kimyoviy bo'lgan cho'kmalar hosil qilmaydi va haydovchi quduqlarning qabul qila olish qobiliyatini pasaytirmaydi.

Qatlamga suv haydash uchun suv ta'minoti tarxi har bir hududning mahalliy sharoitidan kelib chiqib turlicha bulishi mumkin.

Biroq suv ta'minotining manbai sifatidagi yer usti havzalaridan foydalaniladigan har qanday tarx quyidagi asosiy qismlardan iborat:

1. Suv olgich qurilma – uning vazifasi suv manбайдan suvni yig'ish va uni nasoslar orqali suv uzatish tarmog'iga yoki suv tozalash qurilmasiga yetkazish.
2. Suvni tozalash qurilmasi (agarda suvni tozalash talab etilsa).
3. Magistral yoki tarqatuvchi suv o'tkazish tarmog'i.
4. Suv uzatish tarmog'iga va uni quduqlarga haydash uchun bo'lmali nasoslar stansiyasi.
5. Haydovchi quduqlar.

§ 5. Ishlashning asosiy ko'rsatkichlari

Neft konlariga suv bostirish qatlamlardan neftni suv bilan siqib chiqarish va qatlam bosimini kerakli darajada saqlash maqsadida qo'llaniladi.

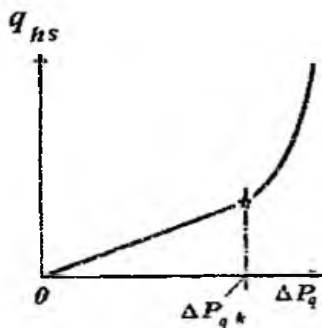
Hozirgi vaqtda suv bostirish-ishlashdagi kon qatlamlariga ta'sir etishning dunyoda eng keng tarqalgan usulidir. O'zbekistonda 90% dan ortiq neft suv bostirish usuli qo'llanilib ishlashdagi konlardan olinmoqda.

Eng ko'p qo'llanilayotgan suv bostirish turlari: ishlatish quduqlarini qatorli yoki bo'lmali-qatorli va maydoniy joylashtirish sxemalarida – chegara ichra va chegara tashqarisidan suv haydash. O'choqsimon va tanlab suv bostirish ham keng qo'llaniladi.

Suv bostirish texnologiyasi quyidagicha amalga oshiriladi: aralashmalardan tozalangan suvni, nasos stansiyalarida o'rnatilgan, yuqori bosimli nasoslar yordamida neftlik maydonida (chegara ichra suv bostirish) yoki undan tashqarida (chegara tashqarisidan suv bostirish) joylashgan haydash burg' quduqlariga haydaladi. Suv bir vaqtda bir necha burg' quduqlariga haydaladi. Qatlama haydalayotgan suv sifatiga quyidagi talablar qo'yiladi. Kichik o'tkazuvchan qatlamlarga haydalayotgan suvdagi mualliq zarrachalar 5 g/l va yuqori o'tkazuvchan qatlamlarga haydalayotgan suvda esa 20 g/l ortiq bo'lmasligi kerak deb qabul qilingan.

Haydash quduqlari ustidagi bosim qatlamlarni suv botirish jarayonida odatda $5-10 \text{ MPa}$, ayrim hollarda esa $15-20 \text{ MPa}$ kattalikda saqlab turiladi. Ayrim ishlatish quduqlari tubi atrofidagi o'tkazuvchanlik turlicha bo'lganligi sababli, quduq ustidagi bir xil bosimda, har bir ishlatish qudug'iga haydalayotgan suv sarfi har xil bo'ladi. Neft qatlamlarini suv bostirish nazariyasi ko'rsatishicha, quduqqa haydalayotgan suv sarfi q_{hs} , Darsi qonuniga asosan bosimlar farqiga mutanosib bo'lishi kerak. Biroq, tajriba ma'lumotlariga ko'ra, haydalayotgan suv sarfi bosim farqidan chiziqsiz bog'liq. Bunda uning kichik kattaliklarida bog'liqlik to'g'ri chiziqqa yaqin (VI.1-rasm), ammo bosim farqini hiron qiymatida ΔP_q , suv sarfi keskin orta boshlaydi.

Buning sababi $\Delta P_q = P_q - P_{ch} = \Delta P_q$, bosimda ishlatish qudug'i tubi atrofidagi darzliklar kengayadi va qatlamning ushbu zonadagi samarali o'tkazuvchanligi keskin oshadi.



VI.1-rasm. Haydovchi quduqqa haydalayotgan suv sarfining bosim farqiga bog'liqligi.

Neft konlari suv bostirish usulini qo'llab ishlashda mahsulot beruvchi quduqlardan avval deyarli toza neft, ya'ni suvsiz neft olinadi, keyin, qatlamga haydalayotgan suv hajmining ortib borishi bilan, neft bilan birga suv olish ham boshlanadi.

q_{sq} -vaqt birligida ishlashdagi qatlamga yoki konga haydalayotgan suvni to'liq sarfi, q_s -vaqt birligida qatlamlardan yoki kondan olinayotgan suv miqdori (suv debiti), q_n -neft debiti bo'lsin.

Vaqt t paytida qatlamga haydalgan suvning jang'arma miqdori:

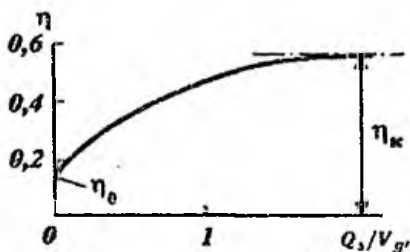
$$Q_{hs} = \int_0^t q_{hs}(t) dt \quad (VI.1)$$

O'sha vaqt oralig'ida qatlamlardan olingan jang'arma neft miqdori:

$$Q_{on} = \int_0^t q_n(t) dt \quad (VI.2)$$

Qatlamlardan olingan suvning jang'arma miqdori:

$$Q_{os} = \int_0^t q_s(t) dt \quad (VI.3)$$



VI.2-rasm. Joriy neft bera olish (Q_s/V_g) bog'liqligi.

Neft bera olish: η_o -suvsiz; η_n -yakuniy.

Suv bostirilayotgan konlarni ishlashda joriy neft bera olish $\eta = Q_n / G$ odatda η va Q_s / V_g , yoki η va Q_{sk} / V_g , bog'liqlilari ko'rinishida ifodalanadi (V_g -qatlamni g'ovak hajmi; G -neftni geologik zahiralari). Suv bostirish qo'llab ishlatilayotgan kichik qovushqoq neftli (qovushqoqligi $1-5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) qatlam uchun $\eta = \eta(Q_s / V_g)$ tipik bog'liqligi VI.2-rasmda keltirilgan.

Qatlamdagi yoki kondagi olinadigan neft zahiralari N tabiiyki, quyidagi iboradan aniqlanadi:

$$N = \eta_{ya} G \quad (\text{VI.4})$$

Suv bostirish konni ishlash boshidan qo'llanilgan holdagi joriy neft bera olishlikning Q_s / V_g nisbatidan bog'liqligi VI.3-rasmda ko'rsatilgan ko'rinishga ega.

Qatlamdan yoki kondan olinayotgan mahsulotni joriy suvlanganligi:

$$v = \frac{q_s}{q_s + q_n} = \frac{q_s}{q_{ns}}; \quad q_{ns} = q_n + q_s \quad (\text{VI.5})$$

VI.3-rasmda kichik qovushqoq neftli konlar uchun joriy suvlanganlikning Q_{cx} / V_k nisbatidan tipik bog'liqligi keltirilgan.

Joriy neft bera olish koeffitsiyenti, yer tagidan neftni chiqarib olish koeffitsiyentini yoki, suv bostirish holatida, neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyentini η_1 qatlamni siqib chiqarish jarayoni bilan qamrab olinganlik koeffitsiyenti η_2 ko'paytmasiga teng.

Neft konlarini suv bostirish usulini qo'llab ishlashda neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti deb, qatlamdan chiqarib olingan neftni, suv bostirish bilan ta'sir etilgan, qatlam qismida bo'lgan boshlang'ich zahiralari nisbatiga aytiladi. Mos ravishda qatlamni ta'sir bilan qamrab olinganlik koeffitsiyenti η_2 deb, suv bostirish bilan ta'sir

etilgan, qatlam qismidagi boshlang'ich neft zahiralari qatlamdagi neftning geologik zahiralari nisbatiga aytiladi.

Neftni suv bilan siqib chiqarish va qatlamni ta'sir bilan qamrab olinganlik koeffitsiyentlari tushunchalarini anglash uchun to'g'ri chiziqli qat-qat qatlamning suv bostirish sxemasini ko'rib chiqamiz (IV.4-rasm). Qatlam to'rtta qatlamchalardan iborat (1, 2, 3 va 4), ulardan faqat pastki uchta suv bostirish bilan qamrab olingan. Birinchi qatlamcha haydash qatori ($x=0$) va olish qatori ($x=l$) orasidagi oblastda litologik qiyiqlanish sababli uzilgan, u ishlashga jalb qilinmagan – unga qatlamga haydalayotgan suv kirmaydi va undan neft olinmaydi. Qatlamdagi neftning umumiy geologik zahiralari:

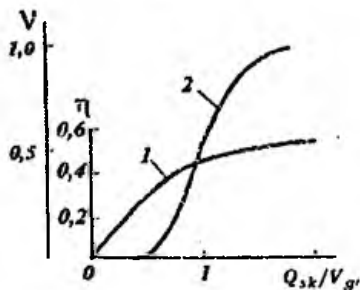
$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4. \quad (VI.6)$$

Suv bostirish bilan qamrab olingan zahiralar quyidagi zahiralar yig'indisiga teng:

$$G_{ko} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4. \quad (VI.7)$$

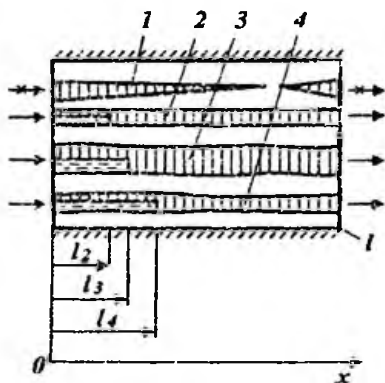
Aniqlashga ko'ra,

$$\eta = \frac{Q_n}{G} = \frac{Q_n}{G_{ko}} \frac{G_{ko}}{G} = \eta_1 * \eta_2 \quad (VI.8)$$



VI.3- rasm. Joriy neft beraolish va suvlanganlikning Q_{sk}/V_g

bog'liqligi: 1-joriy neft bera olish η ; 2-joriy suvlanganlik ν .



VI.4- rasm. Qat-qat qatlamning suv bostirish sxemasi.

Ba'zi bir hollarda neft bera olishlik koeffitsiyenti faqat ikkita koeffitsiyentlar ko'paytmasiga teng bo'ladi, uch va ko'p koeffitsiyentlar, ko'paytmasiga teng bo'lishi mumkin. Agar VI.4-rasimga mos, vaqtning qandaydir paytida qatlamga haydalayotgan suv ikkinchi qatlamchaga l_2 masofaga, 3- l_3 , 4- l_4 masofaga kirgan bo'lsa, 2-qatlamchani suv bostirilgan qismidagi neftni boshlang'ich zahirasi G_{02} , 3 va 4 qatlamchalardagi zahiralarni G_{03} va G_{04} deb belgilasa bo'ladi. Qatlamning suv bostirilgan oblastidagi boshlang'ich neft zahiralari quyidagi yig'indidan iborat:

$$G_c = G_{02} + G_{03} + G_{04}. \quad (VI.9)$$

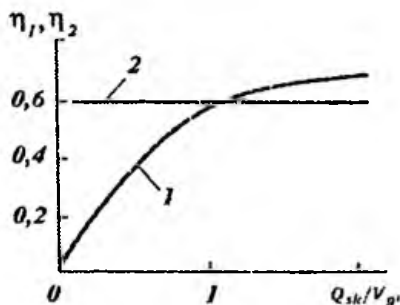
Bunda joriy neft bera olish koeffitsiyenti uchun

$$\eta = \frac{Q_n}{G} = \frac{Q_n}{G_{sb}} \frac{G_{sb}}{G_{ko}} \frac{G_{ko}}{G} = \eta_{11} * \eta_{12} * \eta_2 \quad (VI.10)$$

bu yerda: η_{11} - qatlamning suv bostirilgan qismidan neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti; η_{12} - suv bostirish koeffitsiyenti.

Qatlamni o'zgarnas ishlash sistemasi va texnologiyasida neft bera olish koeffitsiyentlari ko'paytmasiga teng bo'lgandagi. Q_{ik}/V_k

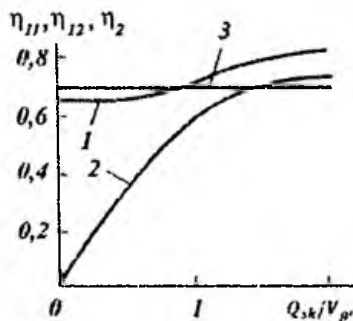
bog'liqligi VI.5-rasmda keltirilgan. Undan ko'rinib turibdiki, Q_{sk}/V_k ortishi bilan η_1 kattalashib boradi, η_2 esa o'zgarmas, chunki ko'rilyotgan sharoitda ta'sir bilan qamrab olingan zahiralarda vaqt davomida o'zgarmaydi.



VI.5- rasm. η_1 va η_2 bilan Q_{sk}/V_k orasidagi bog'liqliklar.

Agar η , (VI.10) ibora asosida, uchta koeffitsiyentlarni ko'paytmasi ko'rinishida aniqlansa, qatlamlarni ishlash sistemalari va texnologiyalari o'zgarmas bo'lgan holdagi $\eta = f(V_{sk}/V_k)$ bog'liqlik VI.6-rasmda keltirilgan.

Biron qatlamchani suv bostirilgan oblastidan nefti suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti η_{11} (1-egri chiziq) u orqali olish qatoriga suv kelguncha doimiyga yaqin.



VI.6-rasm. η_{11} va η_{12} bilan Q_{sk}/V_g orasidagi bog'liqliklar.

Boshqa qatlamchalarda ham bu koeffitsiyent neftni suvsiz olish davrida o'zgarmas bo'lib, faqat suvli davrda neftni qo'shimcha "yuvish" hisobiga bir oz oshadi. Shu sababli bu koeffitsiyent to'liq qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarishni boshlang'ich davrida o'zgarmas bo'ladi va faqat ishlash yakunida ortadi. Suv bostirish koeffitsiyenti η_{12} (2-egri chiziq) to'xtovsiz ortib boradi, chunki qatlamga suv haydalgan sari qatlamning suv bostirilgan hududi uzluksiz kattalashib boradi. Konni ishlash sistemasi va texnologiyasi o'zgarmas bo'lganda, qamrab olinganlik koeffitsiyenti η_2 (3-egri chiziq) doimiy bo'lib qoladi. η_1 va

η_{11} koeffitsiyentlari, konni suv bostirish usuli qo'llab ishlashda umumiy hollarda ham, neft qatlamini kichik qismlaridan fizik-geologik xossalari va tuzilishi, ya'ni qatlamni mikrostrukturasi hamda undan neftni chiqarib olish mexanizmi asosida aniqlanadi. Siqib chiqarish koeffitsiyenti tabiiy jinslar-kernlar namunalaridan, neftlarni siqib chiqarish laboratoriya eksperimentlari hamda kon tadqiqotlari, ma'lumotlari asosida aniqlanadi. Nazariy va eksperimental ma'lumotlar ko'rsatishicha, konlarni suv bostirish usulini qo'llab ishlash jarayonida siqib chiqarish koeffitsiyenti, ya'ni neftni qatlamlardan neft bilan aralashmaydigan suyuqlik-suv bilan siqib chiqarishda, quyidagi asosiy ko'rsatkichlarga bog'liq:

1) neftli jinslar-kollektorlarning mineralogik tarkibi va litologik mikrostrukturasi va bu faktorlar natijasida – jinslarni gilliligidan, g'ovaklarning o'lchamlari bo'yicha taqsimlanganligidan, mutloq o'tkazuvchanlik kattaligidan, nisbiy o'tkazuvchanliklardan, jinslarni mikro-darzlilik ko'rsatkichlaridan, ya'ni bloklar va darzliklar o'lchamlaridan, ularni o'tkazuvchanlik nisbatlaridan va sh.k.;

2) neft qovushqoqligini, neftni siqib chiqaruvchi suv qovush-qoqligiga nisbatidan;

3) neftni strukturali-mexanik (nonyuton) xossalari va ularning qatlamni temperaturali rejimi bilan bog'liqliklaridan;

4) jinslarni suv bilan ho'llanilishidan va turli mikrostrukturali jinslar-kollektorlarda kapillyar kuchlarning namoyon bo'lish xususiyatlaridan;

5) neftni suv bilan siqib chiqarish tezligidan.

Qatlamlarning suv bostirishda ta'sir bilan qamrab olinganlik koeffitsiyenti η_2 asosan quyidagi ko'rsatkichlarga bog'liq.

1. Ishlashdagi neft qatlamini fizik xususiyatlaridan va geologik har xilligidan (makroturliligidan). Bu yerda gaz qalpog'i, suvga to'shalgan neftga to'yingan zonalar, ya'ni suvda suzuvchi zonalar, vertikal (noo'tkazuvchan qatlamchalarning borligi) va gorizontal bo'ylab qatlamning uzilganligi (qatlamchalarning litologik qiyiqlanishi), dizyunktiv buzulishlar va sh.k.nazarda tutiladi.

2. Konni ishlash sistemasi ko'rsatkichlaridan, ya'ni qatlamda ishlatish quduqlarini joylashtirishdan, oluvchi quduqlar, hamda oluvchi va haydovchi quduqlar orasidagi masofalardan, haydovchi quduqlar sonini oluvchi quduqlar soniga nisbatidan.

3. Haydovchi va oluvchi quduqlar tubidagi bosimdan, quduq tubi atrofiga ta'sir etish metodlarini qo'llanishidan va qatlamlarni ochilganlik darajasidan.

4. Quduqlarini ishlatish usullarini texnik vositalarini qo'llashdan (mexanizatsiyalashtirilgan olish usullari, bir yo'la-ayrim ishlatish).

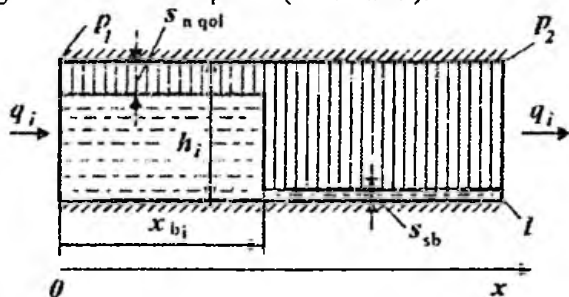
5. Konni ishlash jarayonini boshqarish metodlarini qo'llashdan: ishlash sistemasini qisman o'zgartirish yo'li bilan (o'choqsimon va tanlab suv bostirish) yoki ishlash sistemasini o'zgartirmasdan (quduqlarning ishlatish rejimini o'zgartirish, quduqlar ishlatishni tugallashda eqilona sharoitlarni o'rnatish, davriy suv bostirish va boshq.).

Umumiy qilib aytganda, siqib chiqarish koeffitsiyenti qatlamni fizik xossalaridan, uning mikroturliligidan va g'ovak muhitdan neftni siqib chiqarish xususiyatlaridan bog'liq, suv bostirishda qatlamlarni ta'sir bilan qamrab olinganlik koeffitsiyenti esa, boshqa ishlash metodlari kabi, konlarning makroturlilik darajasi, ishlash sistemasi va quduqlarni ishlatish sharoitlari bilan aniqlanadi.

§ 6. Qat-qatli qatlamning ishlash ko'rsatkichlarini neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish modeli asosida hisoblash

Ba'zi hollarda real natijalarni neft konlarining ishlash ko'rsatkichlarini qat-qatli qatlamdan neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish jarayoni modelidan foydalanib olish mumkin.

Avval, qalinligi h_i , uzunligi l , g'ovakligi m , o'tkazuvchanligi K , bo'lgan yagona qatdan (qatlamchadan) neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish jarayonini ko'rib chiqamiz (VI.7-rasm).



VI.7-rasm. Neftni suv bilan porshenli siqib chiqarishda to'g'ri chiziqli qatlamchani model.

Qatlamchaga chap tarafdin kirayotgan suv bosimi P_1 , undan chiqayotgan suv bosimi esa P_2 teng bo'lsin. Qatdan neftni suv bilan siqib, chiqarish jarayonini davomida bosim farqi $\Delta = P_1 - P_2$ o'zgarmas deb hisoblaymiz. Neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish modeliga asosan qatni suv bostirilgan qismidagi qoldiq neftga to'yinganlik o'zgarmas va S_{nq} teng. VI.7-rasmga asosan, siqib chiqarish ko'lamini vaqtning/paytida $x_{ci} = x_{ci}(t)$ holatni egallaydi. Chizma yuzasiga perpendikulyar yo'nalishda o'lchangan qatlamcha kengligi, butun qatlam kengligi bilan barobar bo'lib, ega teng. Qatlamchaga kirishdagi va chiqishdagi bosimlar farqi o'zgarmas bo'lganda haydalayotgan suv sarfi q_i vaqt davomida o'zgaradi.

Suv bostirilgan zonada, ya'ni $0 \leq x \leq x_{ci}$ bo'lganda, boshlang'ich to'yinganligi S_{bc} bog'liq suv haydalayotgan suv bilan to'liq aralashadi, shuning uchun shartli ravishda (VI.7-rasm) suv bostirilgan oblast qoldiq neft va ushbu aralashma bilan to'yingan deb qabul qilamiz. Bunda, $0 \leq x \leq x_{ci}$ bo'lganda qatlamcha oblastiga kirgan jamg'arma suv hajmini Q_{shi} ushbu iboradan aniqlash mumkin:

$$Q_{shi} = mch(1 - S_{nk} - S_{bc})x_{ci} \quad (VI.11)$$

(VI.11) iborani t vaqt bo'yicha differensiallab i qatlamchaga kirib kelayotgan suv sarfi uchun quyidagi iborani olamiz:

$$Q_{sti} = m\theta\theta_i (1 - S_{nk} - S_{bc}) \frac{dx_{si}}{dt} \quad (\text{VI.12})$$

Darsining umumlashtirilgan qonuni asosida, ya'ni suv va neft uchun fazaviy o'tkazuvchanliklar mos ravishda $K_{fs} = K_s K$, $K_{fn} = K_n K$ (K_s va K_n — o'zgarmas nisbiy o'tkazuvchanliklar) ekanligini inobatga olib, suv sarfi uchun ushbu iborani olish mumkin:

$$q_{csi} = \frac{K_i K_s \theta h_i (P_1 - P_{si})}{\mu_s x_{si}(t)}, \quad (\text{VI.13})$$

bu yerda: μ_s — suvning qovushqoqligi.

Neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini ko'rishda neft va suv — siqiluvchanmas suyuqliklar deb qabul qilinadi. Qatlam jinslarini siqiluvchanligi ham inobatga olinmaydi. Shuning uchun i qatlamcha uchun (VI.13) iboraga o'xshash, neft debiti iborasini yozish mumkin:

$$q_{ni} = \frac{K_i K_n \theta h_i (P_1 - P_2)}{\mu_s (1 - x_{si})}, \quad (\text{VI.14})$$

bu yerda: μ_n — neftning qovushqoqligi.

(VI.13) va (VI.14) iboralardan, ulardan siqib chiqarish ko'lamidagi P_{si} bosimni chiqarib tashlab, quyidagini olamiz:

$$q_{ski} = q_{ki} = \frac{K_i \theta h_i \overline{\Delta P}}{\frac{\mu_n}{K_n} 1 - \left(\frac{\mu_n}{K_n} - \frac{\mu_s}{K_s} \right) x_{si}(t)}; \quad (\text{VI.15})$$

$$\overline{\Delta P} = P_1 - P_2.$$

(VI.12) va (VI.15) tenglashtirib, $x_{si}(t)$ nisbatan quyidagi differensial tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\left[\frac{\mu_n}{K_n} 1 - \left(\frac{\mu_n}{K_n} - \frac{\mu_s}{K_s} \right) x_{si} \right] \frac{dx_{si}}{dt} = \frac{K_i \overline{\Delta P}}{m(1 - S_{nk} - S_{be})} \quad (\text{VI.16})$$

(VI.16) integrallab va $t=0$ bo'lganda $x_{si}=0$ ekanligini inobatga olib, x_{si} ga nisbatan quyidagi kvadrat tenglamani olamiz:

$$\frac{\mu_n}{K_n} 1 x_{si} - \left(\frac{\mu_n}{K_n} - \frac{\mu_s}{K_s} \right) x_{si}^2 = \frac{K_i \overline{\Delta P} t}{m(1 - S_{nk} - S_{be})} \quad (\text{VI.17})$$

Bu kvadrat tenglamani yechib, o'tkazuvchanligi K qatlamchadagi vaqtni xohlagan paytida x_{ci} aniqlash uchun yakuniy iborani olamiz:

$$x_{si}(t) = \frac{\mu_n 1 (1 - \sqrt{1 - \varphi K_i t})}{K_n \left(\frac{\mu_n}{K_n} - \frac{\mu_s}{K_s} \right)}; \quad (\text{VI.18})$$

$$\varphi = \frac{2 \overline{\Delta P} \left(\frac{\mu_n}{K_n} - \frac{\mu_s}{K_s} \right)}{m(1 - S_{nk} - S_{be}) \frac{\mu_n^2 1^2}{K_n^2}}$$

K o'tkazuvchanlik i qatlamchani suv bosish vaqtini t aniqlash iborasini olish uchun, (VI.18) iboraga $x_{si}=1$ qo'yamiz:

$$t_s = \frac{m(1 - S_{nk} - S_{bs}) \left(\frac{\mu_n}{K_n} + \frac{\mu_s}{K_s} \right) 1^2}{2 \Delta P K_i} \quad (\text{VI.19})$$

(VI.19) iboradan, qat-qatli qatlamlardan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonida, katta o'tkazuvchanli qatlamchani eng avval suv bosishi kelib chiqadi.

Qat-qatli qatlamlardan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini ko'rib chiqamiz. Qulay bo'lishi uchun ushbu qatlamni hamma qatlamchalarini shunday taxlab chiqamizki, bunda qatlamchalarning mutlaq o'tkazuvchanligi ketma-ket o'zgarib eng kichigidan boshlansin va eng kattasi bilan tamom bo'lsin.

Bu taxlamni eng pastida o'tkazuvchanligi eng katta qatlamcha, ustida esa – o'tkazuvchanligi eng kichik qatlamcha joylashsin. Qat-qatli har xil qatlamni ehtimolli – statistik modeliga mos ravishda, o'tkazuvchanligi biror K ga teng bo'lgan o'tkazuvchanlikdan kichik bo'lmagan qatlamchalarni $\bar{h}$, yig'indi qalinligini o'tkazuvchanlikni taqsimot qonuni iborasi asosida quyidagi ko'rinishda aniqlash mumkin:

$$\bar{h}/h = F(K), \quad (VI.20)$$

bu yerda: h - taxlamdagi hamma qatlamchalarning umumiy qalinligi.

(VI.20) iborani differensial ko'rinishda, ya'ni taqsimot zichligi orqali, ifodalasa bo'ladi:

$$\frac{d\bar{h}}{h} = F'(K)dK = f(K)dK. \quad (VI.21)$$

bu yerda: $f(K)$ - mutlaq o'tkazuvchanlikni ehtimolli-statistik taqsimoti zichligi.

Qat-qatli qatlamlardan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini boshqacha tarzda ham ko'rib chiqsa bo'ladi, bunda o'tkazuvchanligi K , qalinligi Δh , biron qatlarga kelayotgan suv sarfi Δq deb olinadi. Unda (VI.15) va (VI.18) iboralardan:

$$\Delta q = \frac{\sigma K_n \bar{\Delta P K \Delta h}}{\mu_n \sqrt{1 - \phi K t}} \quad (VI.27)$$

(VI.21) va (VI.22) lar inobatga olinib, yakuniy orttirma kattaliklarini ularni mos differensiallari bilan almashtiramiz va i indeksini tushirib qoldiramiz:

$$dq = \frac{\sigma K_n \overline{\Delta P} h K(K) dK}{\mu_n \sqrt{1 - \phi K l}} \quad (\text{VI.23})$$

Porshenli siqib chiqarish modeliga ko'ra, suv bosgan qatlamchalardan neft olinmaydi – ulardan faqat suv keladi. Albatta, birinchi navbatda yuqori o'tkazuvchanli qatlamchalarni suv bosadi. Neft konlarini ishlash nazariyasida foydalaniladigan qatlam modellarida, qat-qatli har xil qatamlarda cheksiz katta o'tkazuvchanli qatlar bo'lishi mumkinligi, shartli qabul qilinadi. Shunda qilib, vaqtning $t=t_{\text{paytida}}$ o'tkazuvchanligi $K \geq K_*$ bo'lgan hamma qatlarni suv bosadi, neftni esa faqat o'tkazuvchanligi $K \geq K_*$ qatlamchalardan olish mumkin. Buni inobatga olib ko'rilayotgan qat-qatli qatlamdan neft olish uchun (VI.23) ibora asosida quyidagini olamiz:

$$q_n(t) = \frac{\sigma K_n h \overline{\Delta P}}{\mu_n l} \int_0^{K_*} K f(K) dK \quad (\text{VI.24})$$

Suv debiti $q_s(t)$ ni ushbu iboradan aniqlaymiz:

$$q_s(t) = \frac{\sigma K_s h \overline{\Delta P}}{\mu_s l} \int_{K_*}^{\infty} K f(K) dK. \quad (\text{VI.25})$$

Keltirilgan iboralar yordamida, $t=t_*$ vaqt qiymatlarini ketmaka berib (VI.19) orqali K_* aniqlanadi. Keyin, mutloq o'tkazuvchanlikni ehtimolli-statistik taqsimot zichligi ma'lum deb, (VI.24) va (VI.25) iboralarni integrallashdan so'ng $q_n q_s \text{ va } q = q_n + q_s$ aniqlasa bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan iboralar qat-qatli qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonida bosimlar farqi o'zgarmas bo'lgan holat uchun

o'rinlidir. Qat-qatli qatlarga haydalayotgan suv sarfi q_{sh} o'zgarmas degan shart o'zgaruvchi bosimlar farqini, aniqlash uchun boshqa munosabatlar olinadi. Agar $q_{sh} = const$ bo'lsa (VI.15) va (VI.16) iboralardan, bosimlar farqi $\Delta \bar{P}$ -vaqtning funksiyasi, ya'ni $\Delta \bar{P} = \Delta \bar{P}(t)$ ekanligini inobatga olib, foydalanish mumkin.

Ψ funksiyasini kiritamiz:

$$\psi = \Lambda \int_0^t \Delta \bar{P}(t) dt, \Lambda = \frac{2 \left(\frac{\mu_n}{K_n} + \frac{\mu_s}{K_s} \right) K_n^2}{m(1 - S_{nk} - S_{bc}) \mu_n^2 l^2} \quad (VI.26)$$

(VI.15) iborani, sarfi q differensiallariga va qatlam qalinligiga h nisbatan, (VI.26) inobatga olib yozamiz:

$$dq_{sx} = \frac{b K_n \Delta \bar{P}(t) K dh}{\mu_n l \sqrt{1 - \psi K}}. \quad (VI.27)$$

Qat-qatli qatlamga o'zgarmas sarf bilan suv haydashda, xuddi bosimlar farqi o'zgarmas holatdagi kabi vaqtning qandaydir $t = t_{paytida}$ qatlarni bir qismini to'liq suv bosadi va ulardan faqat suv, qatlarni qolgan qismidan esa suvsiz neft olinayotgan bo'ladi. Shuning uchun qat-qatli qatlamni hamma qalinligi bo'ylab to'liq haydalayotgan suv sarfini q_{sh} (VI.27) iborasini integrallash va uning o'ng qismiga, suv bosgan qatlamdan kelayotgan suv oqimini inobatga oluvchi, integralni qo'shib aniqlash mumkin:

$$q_{sk} = \frac{e K_n \Delta \bar{P}(t)}{\mu_n l} \int_0^K \frac{K f(K) dK}{\sqrt{1 - \psi K}} + \frac{e K_s \Delta \bar{P}(t)}{\mu_s l} \int_0^\infty K f(K) dK \quad (VI.28)$$

$\Delta \bar{P}(t)$ quyidagi tartibda aniqlanadi. Avval K o'tkazuvchanlik qiymati berilib, (VI.19) iboradan qatni suv bosish vaqi $t = t_{keyin}$ esa t uchun mos topiladi. Undan so'ng berilgan q_{sh} uchun (VI.28) iboraga

kiruvchi integrallar va $\Delta \bar{P}(t)$ aniqlanadi. Hisoblash K. boshqa kichik qiymatlari uchun takrorlanib $\Delta \bar{P}(t)$ bog'liqligi olinadi.

Neft debiti ushbu iboradan aniqlanadi:

$$q_n(t) = \frac{\sigma K_n \Delta \bar{P}(t)}{\mu_n l} \int \frac{K f(K) dK}{\sqrt{1 - \psi K}} \quad (\text{VI.29})$$

suv debiti esa

$$q_s(t) = \frac{\sigma K_s \Delta \bar{P}(t)}{\mu_s l} \int_{K_1}^{\infty} K f(K) dK \quad (\text{VI.30})$$

Alohida qatdan neftni suv bilan porshenli siqib chiqarishi radial holatida (VI.12) ibora o'rniga quyidagiga ega bo'lamiz:

$$q_{sm} = \frac{K_s K_i}{\mu_s} 2\pi h_i r \frac{dP}{dr} \quad (\text{VI.31})$$

Vaqtning qandaydir paytida neftni suv bilan siqib chiqarish qo'ylash I qatda qatlam bosimi P_{si} teng, $r=r_{si}$ radiusga yetib kelsin. Unda (VI.31) iborani ishlatish qudug'i radiusidan r_c radiusgacha integrallab quyidagini olamiz:

$$q_{sm} \ln \frac{r_{si}}{r_k} = \frac{K_s K_i}{\mu_s} 2\pi h_i (P_k - P_{si}) \quad (\text{VI.32})$$

$r_{si} \leq r \leq R$ oblastida, ya'ni siqib chiqarish ko'lami oldida, neft xuddi shunday sarf $q_{ci}=q_{ui}$ bilan harakat qiladi, shuning uchun (VI.32) o'xshash iborani olamiz:

$$q_{sm} \ln \frac{R}{r_{si}} = \frac{K_s K_n}{\mu_n} 2\pi h_i (P_{si} - P_{ch}) \quad (\text{VI.33})$$

(VI.32) va (VI.33) dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$q_{si} = q_{ni} = \frac{2\pi K_s \Delta P_k h_i}{\frac{\mu_s}{K_s} \ln \frac{r_{si}}{r_k} + \frac{\mu_n}{K_n} \ln \frac{R}{r_{si}}}; \quad \Delta P_k = P_k - P_{ch}. \quad (VI.34)$$

i-qatlamcha uchun (VI.12) iboraga o'xshash

$$q_{si} = m(1 - S_{nk} - S_{bc}) 2\pi r_{si} \frac{\partial r_{si}}{\partial t} \quad (VI.35)$$

(VI.34) va (VI.35) iboralarni o'ng qismlarini tenglashtiramiz va i indeksini tashlab ushbu iborani olamiz:

$$\left(\frac{\mu_s}{K_s} \ln \frac{r_q}{r_k} + \frac{\mu_n}{K_n} \ln \frac{R}{r_q} \right) r_q \frac{dr_q}{dt} = \frac{K \Delta P_k}{m(1 - S_{nk} - S_{bc})}. \quad (VI.36)$$

$\rho = r_q / r_k$ deb belgilaymiz va (VI.36) iborani $\Delta P_k = \text{const}$ bo'lgan holat uchun integrallaymiz.

$$\left(\frac{\mu_s}{K_s} - \frac{\mu_n}{K_n} \right) \left[P^2 \left(\ln P - \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} \right] + \frac{\mu_n}{K_n} \ln \frac{R}{r_k} (P^2 - 1) = \frac{2K \Delta P_k t}{m(1 - S_{nk} - S_{bc}) r_k^2}. \quad (VI.37)$$

Endi mutloq o'tkazuvchanligi $K=K_*$ bo'lgan qatlamchani suv bosishni boshlanishiga mos keluvchi $t=t_*$ vaqtini aniqlasa bo'ladi.

$P = P_{ch} = R / r_k$ deb quyidagi iborani olamiz:

$$t_* = \frac{m(1 - S_{nk} - S_{bc}) r_k^2 \left\{ \left(\frac{\mu_s}{K_s} - \frac{\mu_n}{K_n} \right) \left[P_{ch}^2 \left(\ln P_{ch} - \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} \right] + \frac{\mu_n}{K_n} \ln P_{ch} (P_{ch}^2 - 1) \right\}}{2 \Delta P_k K_*}. \quad (VI.38)$$

(VI.34) -- iboradan

$$dq_n = \frac{2\pi\bar{P}_k K dh}{\frac{\mu_s}{K_s} \ln \frac{r_q}{r_k} + \frac{\mu_n}{K_n} \ln \frac{R}{r_s}} \quad (\text{VI.39})$$

To'g'ri chiziqli holat uchun $\Delta P_k = \text{const}$ bo'lganda, (VI.39) iborani integrallaymiz:

$$q_n(t) = 2\pi h \Delta P_k \int_0^K \frac{K f(K) dK}{\frac{\mu_s}{K_s} \ln \frac{r_q}{r_k} + \frac{\mu_n}{K_n} \ln \frac{R}{r_q}}; \quad (\text{VI.40})$$

$$q_s(t) = \frac{2\pi h \Delta P_k K_s}{\mu_s \ln \frac{R}{r_s}} \int_K^{\infty} K f(K) dK. \quad (\text{VI.41})$$

$\mu_s / K_s = \mu_n / K_n$ bo'lganda hisoblashlar soddalashadi va (VI.40) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$q_n(t) = \frac{2\pi K_n h \Delta P_k}{\mu_n \ln \frac{R}{r_k}} \int_0^K K f(K) dK. \quad (\text{VI.42})$$

Hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. K , kattaligi berilib o'tkazuvchanligi $K=K$, qatlamni suv bosish payti (VI.38) iboradan aniqlanadi va mutlaq o'tkazuvchanlikni ma'lum ehtimolli-statistik taqsimot qonuni asosda $q_n(t)$ va $q_s(t)$ topiladi.

§ 7. Bir xil qatlamning ishlash ko'rsatkichlarini neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish modeli asosida hisoblash

Neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish xususiyatlarini inobatga olib neft konlarini ishlash jarayonlarini hamma ma'lum hisoblash metodikalari har xil suyuqliklarni birga sizish nazariyasiga asoslangan. Uni avval to'g'ri chiziqli bir xil qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarish misolida ko'rib chiqamiz. Bu misol ishlatish quduqlarini bir qatorli joylashtirish sxemasi elementidan, quduqlarni o'zidan ancha olis masofadagi element kesimida yuz berayotgan, neftni siqib chiqarish holatiga mos keladi. U yerdagi siqib chiqaruvchi va siqib chiqariluvchi suyuqliklarni harakat xususiyati to'g'ri chiziqliga yaqin.

To'g'ri chiziqli qatlamdan neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarishni ko'rib chiqish uchun, tekislikga perpendikulyar yo'nalishda, uzunligi Δx , balandligi h va kengligi B elementni ajratamiz (VI.8-rasm). Umumiy holda neft va suv qatlam elementining chap tarafidan kirib kelmoqda, o'ng tarafidan esa chiqib ketmoqda. Bunda chap

tarafdan suv sarfi - $\epsilon h v_s$, o'ngdan esa - $\epsilon h \left(v_s + \frac{\partial v_s}{\partial x} \Delta x \right)$ teng.

Qatlam elementida to'plangan suv miqdori $\epsilon h m \frac{\partial S}{\partial t} \Delta x$ ga teng (v_s - suvni sizilish tezligi; S - qatlamni suv to'yinganligi; t - vaqt).

Moddalar masasining saqlanish qonuniga asosan, qatlam elementiga kirayotgan va undan chiqayotgan suv tezligi orasidagi farq qatlam elementida suv hajmining to'plam tezligiga teng.

$$-\epsilon h \left(v_s + \frac{\partial v_s}{\partial x} \Delta x \right) + \epsilon h v_s = \epsilon h m \frac{\partial S}{\partial t} \Delta x$$

Mos hadlarni qisqartirishdan so'ng va $\Delta x \rightarrow 0$ bo'lganda

$$\frac{\partial v_s}{\partial x} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0. \quad (\text{VI.43})$$

G'ovak bo'shliqda faqat neft va suv bo'lganligi sababli, g'ovak bo'shliqning neftga to'yinganligi $S_g = 1 - S$. Qatlam elementiga neftni kirib kelish va undan chiqib ketish tezliklarini ko'rib chiqib quyidagini olamiz.

$$\frac{\partial v_n}{\partial x} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0. \quad (\text{VI.44})$$

(VI.43) va (VI.44) tenglamalarni qo'shamiz:

$$\frac{\partial}{\partial x} (v_n + v_s) = 0; \quad (v_n + v_s) = v(t). \quad (\text{VI.45})$$

Shunday qilib, neft va suvni yig'indi sizish tezligi x koordinatasi bo'ylab o'zgarmaydi, chunki neft va suv nosiqiluvchan suyuqliklar deb qabul qilingan.

Demak, qatlam rejimi qattiq suv bosimii.

Neft va suvni sizish tezligi Darsining umumlashtirilgan qonuniga bo'ysunadi.

$$v_s = -\frac{KK_s(S)}{\mu_s} \frac{\partial P}{\partial x}; \quad v_n = -\frac{KK_n(S)}{\mu_n} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (\text{VI.46})$$

bu yerda: K_s va K_n , μ_s va μ_n -suvga to'yinganlikdan S bog'liq nisbiy o'tkazuvchanliklar va neft va suv qovushqoqligi.

Bakli-levertga funksiyasi deb ataluvchi $f(S)$ funksiyani ko'rib chiqamiz. Bunda

$$f(S) = \frac{v_c}{v_c + v_n} = \frac{K_c(S)}{K_c(S) + \frac{\mu_c}{\mu_n} K_n(S)}, \quad (\text{VI.47})$$

yoki

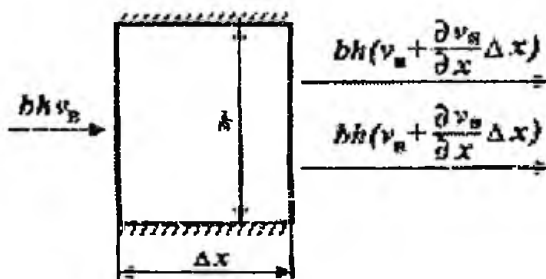
$$f(S) = \vartheta_c / \vartheta(t). \quad (\text{VI.48})$$

Suvning sizilish tezligini x bo'yicha differensiallab, (VI.48) iboradan quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial \vartheta_s}{\partial x} = \vartheta(t) f'(S) \frac{\partial S}{\partial x} \quad (\text{VI.49})$$

(VI.49) tenglamani (4.43) quyib, S aniqlash uchun birinchi darajali yagona differensial tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\vartheta(t) f'(S) \frac{\partial S}{\partial x} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0. \quad (\text{VI.50})$$



4.8-rasm. Neftni porshensiz siqib chiqarishda qatlam elementi sxemasi.

To'g'ri chiziqli qatlamlardan neftni siqib chiqarish davomida neftni siqib chiqaruvchi suv ko'lami qatlam oxiriga tomon harakat qiladi va suv bosgan hududning har bir kesimida suvga to'yinganlik to'xtovsiz ortib boradi. To'g'ri chiziqli qatlamlardan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini boshqacha, qatlam bo'ylab suvga to'yinganlikni o'zgarishini kuzatib, tasavvur qilsa bo'ladi. Masalan, vaqtning qaysidir paytida qatlamni qandaydir kesimida suvga to'yinganlik $S=S_1$ bo'lsin, ma'lum

vaqt o'tgandan so'ng bu suvga to'yinganlik qatlamni oxirida ham bo'ladi, chunki neft qatlamdan sekin-asta chiqarib olinmoqda va uning o'rni suv egallamoqda.

Ushbu $S=const$ uchun quyidagini qabul qilish mumkin:

$$\partial S = \frac{\partial S}{\partial x} dx + \frac{\partial S}{\partial t} dt = 0,$$

yoki

$$\frac{\partial S}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{dS}{dt} = 0. \quad (VI.51)$$

(VI.50) va (VI.51) taqqoslaymiz. Agar

$$dx/dt = \frac{f'(S)\vartheta}{m} \quad (VI.52)$$

qo'yilsa, ular o'xshash bo'ladi.

(VI.52) tenglamani dh ga ko'paytiramiz va bo'lamiz natijada quyidagini olamiz:

$$dh_{mx} = f'(S)Q_{sx}(t); \quad Q_{sx}(t) = \int_0^t sh \vartheta(t) dt \quad (VI.53)$$

$$\xi = \frac{shmx}{Q_{sx}(t)} \quad (VI.54)$$

shartli belgini qabul qilamiz.

$$\text{Bunda} \quad \xi = f'(S). \quad (VI.55)$$

(VI.55) ibora orqali S qiymati berilib, qatlamga kirishdan ushbu suvga to'yinganlikka bo'lgan masofani aniqlash mumkin. Ammo, suvsiz

ishlash davrida haydalayotgan suv hali qatlam oxiriga yetmagan bo'ldi. Neftni suv bilan siqib chiqarish ko'lamini holatini va siqib chiqarish ko'lamidagi suv to'yinganlikni o'rnatish uchun qatlamga haydalgan suvni moddiy balansini ko'rib chiqamiz. Agar vaqtning t paytida qatlamga haydalgan suv hajmi $Q_{sx}(t)$ siqib chiqarish ko'lamini uzunligi x_c , qatlamni bog'liq suvga to'yinganligi $S=S_{bs}$ bo'lsa, u holda

$$Q_{sx}(t) = ehm \int_0^{x_c} S(x) dx - ehm x_s S_{bs} \quad (VI.59)$$

Quyidagi shartli belgilarni qabul qilamiz:

$$x = \frac{Q_{sx}}{ehm} \xi; \quad x_s = \frac{Q_{sx}}{ehm} \xi_s;$$

$$dx = \frac{Q_{sx}}{ehm} d\xi; \quad (VI.57)$$

Unda (VI.57) iborani (VI.56) qo'yib quyidagini olamiz:

$$\int_0^{\xi} S(\xi) d\xi - S_{bs} \xi_s = 1 \quad (VI.58)$$

$\xi = f'(S)$ bo'lgani sababli

$$d\xi = f''(S) dS.$$

Natijada (VI.58) iboradan

$$\int_{S_i}^{S_c} S f''(S) dS = 1 + S_{bs} f'(S_s). \quad (VI.59)$$

(VI.59) iborada $x = 0$ bo'lganda $\xi = 0$ deb qabul qilingan, ya'ni qatlarga kirishda bir zunda S_* suvga to'yinganlik o'rnatiladi va unda $K_n = 0$. hamda siqib chiqarish ko'lamida uning qiymati butun jarayon davomida S_c teng.

(VI.59) chap tarafini qismlarga bo'lib integrallaymiz:

$$\int_{S_*}^{S_c} S f''(S) dS = \int_{S_*}^{S_c} S f'(S) - \int_{S_*}^{S_c} f(S) dS = S_c f'(S_c) - S_* f'(S_*) - f(S_*) + f(S_c). \quad (\text{VI.60})$$

Aytilganlarga mos ravishda S_* suvga to'yinganlik $\xi = 0$ kesimda o'rnatiladi. Natijada $f'(S_*) = 0$, shu sababli (VI.60) iborani ikkinchi hadi ham nolga teng. $K_n(S_*) = 0$ bo'lgani uchun (VI.47) ibora asosida, $f(S_*) = 1$. Shunday qilib (VI.59) va (VI.60) iboralardan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$S_c f'(S_c) - f(S_c) = S_{oc} f'(S_c),$$

bu yerdan:

$$f'(S_c) = \frac{f(S_c)}{S_c - S_{oc}}. \quad (\text{VI.61})$$

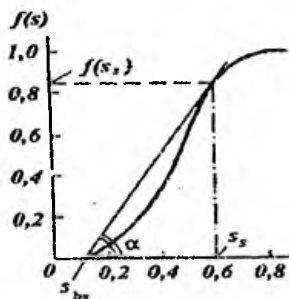
VI.9-rasmda $\mu_s / \mu_n = 0,5$ bo'lganda V.16-rasmda berilgan nisbiy o'tkazuvchanliklar egrilari hisobga olib qurilgan grafik keltirilgan.

$F(S)$ egri chizig'idan S_c qiymatini VI.9- rasmga asosan aniqlasa bo'ladi.

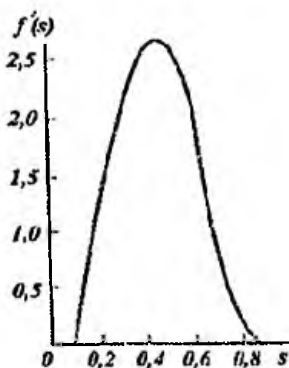
$$f'(S_c) = \operatorname{tg} \alpha = \frac{f'(S_s)}{S_s - S_{bs}}.$$

$S = S_{bs}$ nuqtasidan $f(S)$ egri chizig'iga urinma o'tkazib, urinning tutash nuqtasidan $f(S_c)$ va S_c ni aniqlaymiz (VI.9-rasm).

Qatlam uzunligi bo'yicha suvga to'yinganlik taqsimlanishini aniqlash uchun esa $f(S)$ egri chizig'ini qurish kerak (VI.10-rasın). Buni $f(S)$ egri chizig'ini qurish differensirlash yoki nisbiy o'tkazuvchanlik egri chiziqlarini analitik ifodalab, analitik differensiyalash yo'li bilan bajarish mumkin.



VI.9-rasm. $f(S)$ suvga to'yinganlikning S ga bog'liqlik grafigi



VI.10-rasm. $f(S)$ suvga to'yinganlikning S ga bog'liqlik grafigi

Endi neftni suvsiz olish davri muddatini, ya'ni $t=t^*$ vaqt paytini, siqib chiqarish ko'lamı qatlam oxiriga yetib borgan va $x_s = 1$ bo'lgan holat uchun aniqlaymiz. Bu vaqt paytigacha qatlamga $Q_{xx} = Q.(t.)$ suv haydalgan deb hisoblaymiz va (VI.57) iboradan quyidagini olamiz:

$$\frac{shml}{Q_*(t_*)} = f'(S_*). \quad (VI.62)$$

(VI.62) iboradan $Q_*(t_*)$ va t_* aniqlaymiz. $shml$ kattaligi qatlamni g'ovak hajmiga V_g teng. Rejim qattiq suv bosimli bo'lganligi sababli $t=t_*$ vaqt paytgacha qatlamga haydalgan suv hajmi o'sha vaqt paytigacha qatlamdan olingan neft hajmiga Q_{n*} teng, ya'ni $Q_*(t_*) = Q_{n*}$.

Suvsiz neft bera olishlik:

$$\eta_0 = \eta_{01}^* \eta_2,$$

bu yerda: η_{01} - suvsiz davrda erishilgan, neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti.

Shu sababli

$$\eta_0 = \frac{Q_{n*}^* \eta_2}{V_g (1 - S_{hs})} = \frac{\eta_2}{f'(S_*) (1 - S_{hs})} \quad (VI.63)$$

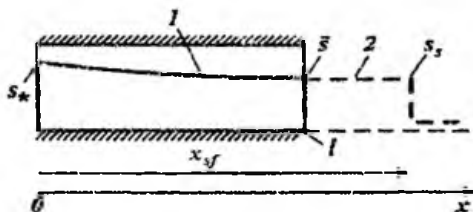
Qatlamda suvga to'yingan taqsimlanishi siqib chiqarish ko'lamini qatlam ichkarisiga kirib borgan sari o'zgarib boradi, ammo siqib chiqarish ko'lamida S_c va qatlamga kirishdagi S_* o'zgarimas bo'lib qoladi.

Olingan iboralar olish ishlatish quduqlari chizig'iga suvni yetib kelish payti, ya'ni qatlamning suvsiz ishlash davri uchun suvga to'yinganlikni taqsimlanishini hisoblash imkonini beradi.

Biroq qatlamdan neft olish siqib chiqarish ko'lamini qatlam oxiriga yetib keigandan so'ng ($x=1$) ham davom ettiriladi.

Joriy neft bera olishni va mahsulot suvlanganligini $t > t_*$ bo'lganda, ya'ni qatlamni suvli ishlash davrida, quyidagicha aniqlaymiz. Siqib chiqarish ko'lamini harakati qatlamni suvli ishlash davrida ham yuz berayapti, ammo bu ko'lam o'ng tarafdagi qatlam chegarasidan tashqariga tarqalmoqda, deb hisoblaymiz (VI.11-rasm). Bunday soxta

siqib chiqarish ko'lamida ham suvga to'yinganlik o'zgarmas, S_s teng bo'lib qoladi, $x=l$ esa suvga to'yinganlik $\bar{S}$ tashkil etadi.



VI.11- rasm. To'g'ri chiziqli qatlamdan suvli ishlash davrida neftni suv bilan siqib chiqarish sxemasi. Suvga to'yinganlikning taqsimlanishi: 1-haqiqiy; 2- soxta.

Vaqtning qaysidir $t \geq t_*$ paytida soxta ko'lam qatlamga kirishdan x_{sq} masofada joylashgan bo'lsin (VI.11-rasm). (VI.54) va (VI.55) iboralar asosida $t \geq t_*$ bo'lgan holat uchun quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{\partial hml}{Q_{sx}(t)} = f'(\bar{S}) \quad (VI.64)$$

(VI.62) va (VI.64) iboralardan ushbuni olamiz:

$$\frac{f'(\bar{S})}{f'(S_s)} = \frac{Q_*(t_*)}{Q_{sx}(t)} \quad (VI.65)$$

Qatlamning suvli ishlash davri uchun neft va suv debiti quyidagilarga teng:

$$q_n = \frac{\partial h K K_n(\bar{S})}{\mu_n} \left(\frac{\partial P}{\partial x} \right)_{x=l} \quad (VI.66)$$

$$q_s = \frac{\partial h K K_s(\bar{S})}{\mu_s} \left(\frac{\partial P}{\partial x} \right)_{x=l}$$

Bulardan mahsulotning joriy suvlanganligini ν aniqlash uchun ushbu iborani olamiz:

$$\nu = \frac{q_s}{q_s + q_n} = \frac{K_c(\bar{S})}{K_s(\bar{S}) + \frac{\mu_s}{\mu_n} K_n(\bar{S})}. \quad (\text{VI.67})$$

Qatlamni suvli ishlash davrida joriy neft bera olishni quyidagi tartibda aniqlaymiz:

1) Jamg'arma olingan neft hajmini aniqlaymiz:

$$Q_n = \int_0^t q_n(t) dt$$

2) ushbu jamg'arma neft hajmini $\bar{S}$ dan $(I - S_{bs})$ teng qatlamdagi boshlang'ich neft hajmiga bo'lamiz.

Qatlamdan olingan neft hajmini unda suvga to'yinganlikni o'zgarishi bo'yicha, qatlamni ishlash rejimi qattiq bosimli ekanligini inobatga olib, aniqlash mumkin. Qatlamga kirgan suv hajmini undan chiqarilgan neft hajmiga tengligidan kelib chiqib ushbu iborani yozamiz:

$$\begin{aligned} Q_n &= shml \left[\int_0^1 S(x) dx - S_{bs} \right] = qt \left[\int_0^1 S d \left(\frac{shmx}{qt} \right) - S_{bs} \frac{shml}{qt} \right] = qt \left[\int_0^{\xi(1)} S d\xi - S_{bs} f'(\bar{S}) \right] = \\ &= \frac{shml}{f'(\bar{S})} \left[\int_{\bar{S}}^{\bar{S}} S f'(S) dS - S_{bs} f'(\bar{S}) \right] = \frac{shml}{f'(\bar{S})} [\bar{S} f'(\bar{S}) - S_{bs} f'(S_{bs}) - f(\bar{S}) + f(S_{bs}) - S_{bs} f'(\bar{S})] \end{aligned} \quad (\text{VI.68})$$

(VI.68) ibora vaqtning $t \gg t_*$ bo'lgan hamma paytlari uchun to'g'ridir. $t \rightarrow \infty$ qatlamni hamma qismida suvga to'yinganlik S_* teng bo'lib qolishi kerak. Biroq vaqtning xohlagan boshqa qiymatida suvga to'yinganlik faqat qatlamga kirishda $\bar{S} = S_*$, ya'ni $\xi = 0$. Bundan, (VI.55) iboradan $f'(S_*) = 0$. Natijada (VI.68) iboradan ushuni olamiz:

$$Q_n = V_g \left[\bar{S} - S_{bs} + \frac{1-f(\bar{S})}{f'(\bar{S})} \right] \quad (\text{VI.69})$$

(VI.69) iboradan qatlamni suvii ishlash davrida uning joriy neft bera olishi uchun quyidagi kelib chiqadi:

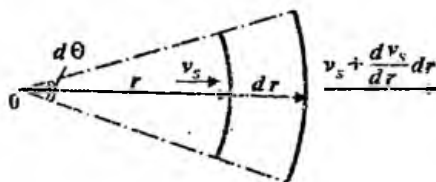
$$\eta = \frac{Q_n \eta_g}{V_g (1 - S_{bs})} = \frac{\left[\bar{S} - S_{bs} + \frac{1-f(\bar{S})}{f'(\bar{S})} \right] * \eta_2}{1 - S_{bs}}. \quad (\text{VI.70})$$

Shunday qilib, qatlam elementini asosiy ishlash ko'rsatkichlarini – joriy neft bera olishni va olinayotgan mahsulot suvlanganligini aniqladik.

Radial yo'nalishda neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarishni, masalan suv bostirish usuli qo'llanilib ishlatilayotgan yetti nuqtali ishlash sistemasi elementini ko'rib chiqamiz.

Bu holat uchun qatlam hajmining elementar sxemasi VI.12 – rasmda keltirilgan. Bunday hajinda suv sizilishini uzluksizlik tenglamasini dt vaqtda kirayotgan va chiqayotgan suv tengligi asosida olamiz.

$$2\pi \cdot d\theta h v_s dt - 2\pi(r + dr)d\theta h \left(v_s + \frac{\partial v_s}{\partial r} dr \right) dt - 2\pi \cdot dr d\theta m ds = 0 \quad (\text{VI.71})$$



VI.12-rasm. Radial qatlam elementar hajmining sxemasi

(VI.71) iboradagi qavslarni ochib, mos hadlarni qisqartirib va oddiy hosilalarni xususiyalar bilan almashtirib quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial v_s}{\partial r} + \frac{v_s}{r} + m \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{r} \frac{\partial(v_s r)}{\partial r} + m \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (\text{VI.72})$$

Xuddi shunday yo'l bilan, g'ovak muhitni neftga to'yinganligi $S_n = 1 - S$ ekanligini hisobga olib, qatlamda sizilayotgan neft uchun uzluksizlik tenglamasini olamiz:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(v_n r)}{\partial r} + m \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (\text{VI.73})$$

(VI.72) va (VI.73) iboralarni qo'shamiz:

$$V = V_n + V_s = \frac{q(t)}{2\pi h} \quad (\text{VI.74})$$

Neftni suv bilan to'g'ri chiziqli siqib chiqarish holati kabi (VI.47) ibora bilan aniqlanadigan $f(S)$ funksiyasini kiritamiz va uni (VI.72) qo'yib, (VI.74) iborani hisobga olgan holda suvga to'yinganlikni aniqlash uchun bitta differensial tenglamaga ega bo'lamiz:

$$m \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{q(t)f'(s)}{2\pi h} \frac{\partial s}{\partial r} = 0 \quad (\text{VI.75})$$

To'g'ri chiziqli holatdagidek, $S = \text{const}$ chizig'ini vaqt davomida qatlamdagi harakatini ko'rib chiqamiz. Bu holat uchun

$$ds = \frac{\partial s}{\partial r} dr + \frac{\partial s}{\partial t} dt = 0 \quad (\text{VI.76})$$

(VI.75) va (VI.76) iboralardan

$$\frac{dr}{dt} = \frac{q(t)f'(s)}{2\pi h m},$$

$$f'(S) = \zeta = \frac{m\pi k r^2}{Q_{\Sigma}}, \quad (\text{VI.77})$$

$$Q_{\Sigma} = \int_0^t q(t) dt.$$

Qatlamga haydalgan va undan olingan suv balansini ko'rib chiqamiz. Soddalashtirish maqsadida burg'u qudug'i radiusini nolga intiltirib ($r_k \rightarrow 0$) quyidagini olamiz.

$$\int_0^{r_k} 2\pi n h m s r dr - \pi n s_{hs} h r_k^2 = Q_{sk}. \quad (VI.78)$$

(VI.71) iborada

$$f''(S) ds = \frac{2\pi n h r dr}{Q_{sx}}; \quad f'(S_c) = \frac{\pi n h r_r^2}{Q_{sx}},$$

ekanligini inobatga olib va ularni (VI.78) qo'ygandan so'ng integralli munosabatga kelimiz.

$$\int_{S_c}^{S_s} f''(S) dS = 1 + S_{sc} f'(S_c).$$

Ushbu olingan ibora to'g'ri chiziqli qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarish uchun olingan (VI.59) munosabatning xuddi o'zidir. Shu sababli radial qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarish uchun, neftni suv bilan siqib chiqarish ko'lamidagi suvga to'yinganlikni aniqlovchi, (IV.60) va (IV.61) iboralar, hamda S_s grafik yo'li bilan aniqlash metodi haqlidir.

Radiusi r_{ch} qatlamni suvsiz ishlash vaqtini (VI.77) iboradan aniqlaymiz. Agar $Q_{sx} = qt$ desak

$$t_* = \frac{\pi h r_{ch}^2 m}{q} \quad (VI.79)$$

Qatlamdan $t > t_*$ bo'lganda olinayotgan mahsulotning joriy suvlanligini (VI.66) va (VI.77) iboralardan aniqlaymiz. Joriy neft bera olishni η esa (VI.70) iboradan hisoblaymiz. Shunday qilib neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonidagi hamma muhim texnologik ko'rsatkichlarni aniqlaymiz.

§ 8. Darzli-g'ovakli qatlamlar neftni suv bilan siqib chiqarishda ishlashi

Tadqiqotlar va neft konlarining ishlash tajribalari natijalari asosida ko'plab qatlamlarni, nafaqat karbonat jinslardan tuzilgan, balki qumtoşlar va alevrolitlardan tashkil topgan terrigen jinslarni ham, u yoki bu darajada darzli deb bo'ladi.

Ba'zi bir holatlarda, ayniqsa jinslar kichik-g'ovakli va yomon o'tkazuvchanli bo'iganda, darzlar – neftni burg' quduqlari tubi tomon harakat qiluvchi asosiy kanallaridir. Bunday jinslarni kern va burg' quduqlarini gidrodinamik tadqiqotlari natijasida aniqlangan o'tkazuvchanligi mos kelmaydi. Haqiqiy o'tkazuvchanlik kernda aniqlangandan ko'pincha ancha katta bo'ladi.

Darzli g'ovak qatlamlarini taranglik rejimida ishlash jarayonida bosimni o'zgarishi darzliklar sistemasida tezroq tarqaladi, natijada darzliklar va jins bloklari, ya'ni matritsasi orasida suyuqlikni oqib o'tishi yuzaga keladi. Bu esa taranglik rejimida bir xil qatlamlarda bosim taqsimlanishiga nisbatan ushbu jinslarga xos bosim taqsimlanishini keltirib chiqaradi.

Darzli va darzli-g'ovakli qatlamlarni ishlashga, darzliklarni to'yintiruvchi suyuqlik bosimini o'zgarishi, tog' jinslarini deformatsiyasi natijasida, darzliklar hajmini keskin o'zgarishi katta ta'sir etadi.

Darzli-g'ovakli qatlamlarni ishlashdagi eng murakkab savollardan biri ularga turli moddalarni haydab, birinchi navbatda oddiy suv bostirishni qo'llab, ta'sir etish jarayonlari bilan bog'liq.

Bunday qatlamlarga haydalayotgan suvni darzliklar sistemasi orqali olish burg' quduqlariga, neftni tog' jinsi bloklarida qoldirib, tez yorib o'tish xavfi bor. Eksperimental tadqiqotlar va konlarni ishlash tajribasi ko'rsatishicha darzli sistemalardan neft samarali siqib chiqariladi va siqib chiqarish koeffitsiyenti 0,80-0,85 yetadi. Darzli-g'ovakli qatlamlarni matritsalaridan ham suv bostirishda neft siqib chiqariladi, ammo neftni siqib chiqarish koeffitsiyenti 0,20-0,30 tashkil etadi. Darzli-g'ovakli qatlan matritsalaridan neftni siqib chiqarish qaysi kuchlar ta'sirida yuz berishini ko'rib chiqamiz.

Birinchi kuch darzliklar sistemasidagi va jins bloklaridagi bosimlar farqi bilan bog'liq.

Ikkinchi kuch esa bloklarni to'yintiruvchi suv va neftda kapillyar bosimning farq qilishi bilan bog'liq. Bu kuchning ta'siri natijasida jinslar kapillyar shimilish, ya'ni aytilgan kapillyar bosim farqi sababli ulardagi neft o'rni suv bilan egallanishi yuz beradi. Kapillyar shimilish faqat ho'llanuvchan jinslarda bo'lishi mumkin. Darzli-g'ovakli qatlamlarni matritsalar yoki bloklarini kapillyar shimilishi faqat kapillyar kuchlar ta'siri bilan emas, balki energetik nuqtai nazaridan ham tushuntirish mumkin, chunki neft va suv chegarasidagi eng kichik sirtqi energiyaga. neft matritsalarini to'yintirib murakkab, tarqoqli yuzaga ega bo'lmaganda, ya'ni neft darzliklarda to'plamlarga yig'ilganida erishiladi.

Agar darzli-g'ovakli qatlamning neftga to'yingan jinsining qirradi uzunligi l-bloki olinsa va u suvga solinsa (o'xshash holat real qatlamda blok darzliklar bilan o'ralgan va darzliklarda suv bo'lganda yuzaga keladi), blokka suvni kapillyar shimilish tezligi $\varphi(t)$ va natijada, undan neftning siqib chiqarilishi, kapillyar kuchlar inohatga olingan neftni suv bilan siqib chiqarishni gidrodinamik nazariyasi asosida, vaqtdan t quyidagi tarzda bog'liq:

$$\varphi(t) \sim 1/\sqrt{t}.$$

Energetik nuqtai nazardan kapillyar shimilish tezligi neft va suv orasidagi ajratish yuzasidan qisqarishiga mutanosib, u esa o'z navbatida bo'lish yuzasining maydoniga mutanosibdir.

Bunday holat uchun

$$\varphi(t) \sim e^{-\beta t}$$

bu yerda: β – qandaydir koeffitsiyent.

Agar real darzli-g'ovak qatlamlardan kapillyar shimilish hisobiga neft olish jarayonini o'rganish kerak bo'lsa energetik va gidrodinamik yo'llardan uyg'un foydalanish maqsadga muvofiq. Bu holatda kapillyar shimilish tezligi uchun E.V.Skvorsov va E.A.Avakyan taklif etgan iboradan foydalanish mumkin:

$$\varphi(t) = \frac{ae - \beta t}{\sqrt{\beta t}}, \quad (VI.80)$$

bu yerda: a -eksperimental koeffitsiyent.

Shimilish jarayonining fizik mohiyatidan va o'lchamidan kelib chiqib β koeffitsiyentini quyidagicha tasavvur qilsa bo'ladi:

$$\beta = \frac{AKG \cos \theta}{\ell^3 \mu_n}; \quad A = A \left(K_n, K_s, \frac{\mu_n}{\mu_s}, m, \frac{K^{1/2}}{\ell} \right) \quad (VI.81)$$

bu yerda: K_n, K_s - neft va suv uchun nisbatan o'tkazuvchanliklar; K -mutloq o'tkazuvchanlik; G - neft-suv chegarasidagi sirt taranglik; θ - qatlam jinslarini suv bilan ho'llanish burchagi; μ_n, μ_s -neft va suv qovushqoqliklari; A -eksperimental funksiya.

Cheksiz vaqt davomida qirrasining uzunligi ℓ_* bo'lgan kub shakldagi blokka shimilgan suv miqdori undan olingan neft hajmiga teng degan shartdan kelib chiqib koeffitsiyentini aniqlash uchun iborani olamiz:

$$\int_0^\infty \varphi(t) dt = m \ell_*^3 * S_{no} \eta^*, \quad (VI.82)$$

bu yerda: S_{no} - jins blokining boshlang'ich neftga to'yinganligi; η^* -blokdagi kapillyar shimilishda uning yakuniy neft bera olishi.

Agar kapillyar shimilish tezligini (VI.80) ibora bilan aniqlash mumkin bo'lsa, u holda

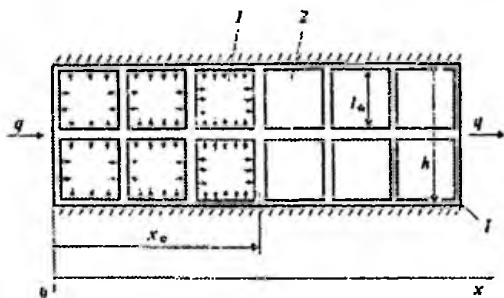
$$\int_0^\infty \varphi(t) dt = \int_0^\infty \frac{a e^{-\beta t}}{\sqrt{\beta t}} dt = \frac{a}{\beta} \int_0^\infty \frac{e^{-\pi \tau}}{\sqrt{\tau}} d\tau = \frac{a \sqrt{\pi}}{\beta}, \quad (VI.83)$$

(VI.82) va (VI.83) iboralardan quyidagini olamiz:

$$m \ell_*^3 * S_{no} \eta^* = \frac{a \sqrt{\pi}}{\beta}; \quad a = \frac{m \ell_*^3 * S_{no} \eta^* \beta}{\sqrt{\pi}} \quad (VI.84)$$

Ko'plab jins bloklaridan tashkil topgan, darzli-g'ovakli qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini ko'rib chiqamiz. Yuqorida qabul qilinganidek bloklar qirrasining uzunligi ℓ_* kublar deb tasavvur qilamiz (VI.13-rasm). Neftni suv bilan siqib chiqarish qatlamni $x=0$ chegarasidan boshlanganligi sababli, qatlama kirishda joylashgan birinchi bloklar uzoqdagilariga nisbatan suvga ko'proq to'yingan bo'ladi. To'g'ri chiziqli qatlama haydalayotgan hamina suv sarfi q , ma'lum sondagi jins bloklariga ketadi, shu sababli vaqtning hir bir paytida ularning to'yinishi $0 \leq x \leq x_k$ oblastda yuz beradi (x_k - kapillyar shimilish ko'lam). Bu ko'lam qatlamda quyidagi tezlik bilan harakat qiladi:

$$v_k = dx_k / dt. \quad (\text{VI.85})$$



VI.13- rasm. Suv bostirilayotgan darzli-g'ovakli chiziqli qatlam sxemasi: 1-kapillyar shimilish bilan qamrab olingan jins bloklari; 2-kapillyar shimilish bilan qamrab olinmagan jins bloklari.

Agar qatlamni har bir kesimidagi jins bloklari vaqtning λ paytida to'yinishni, boshlasa, u holda suvning shimilish tezligini shu vaqt paytidan hisoblash kerak. $\Delta\lambda$ vaqt davomida jins bloklarining bir nechitasi to'yinishga "kirsin". Bu bloklarga kirayotgan suv sarfi Δq quyidagiga teng:

$$\Delta q = \frac{eh\varphi(1-\lambda)v_k(\lambda)\Delta\lambda}{\ell_*^3} \quad (\text{VI.86})$$

Suvning shimilish tezligini $\varphi(t)$ bitta blok uchun aniqlangan. Uni darzli-g'ovakli qatlamni birlik hajmiga suv shimilish tezligi sifatida tasvirlash uchun (VI.86) iborada bajarilganidek, kapillyar shimilish tezligi ℓ_* bo'lish kerak.

Yana bir bor eslatib etamiz, (VI.86) iborada shimilish tezligi λ paytdan boshlab hisoblanadi, bu vaqtda koordinatasi $x_k(\lambda)$ bo'lgan blokka ularda shimiluvchan suv ko'lemi yetib keladi.

(VI.86) iboradagi sarflar ortirtirishini qo'shib va $\Delta\lambda$ nolga intiltirib, quyidagiga kelimiz:

$$q = \frac{\sigma h}{\ell_k} \int_0^t \varphi(t-\lambda) v_k(\lambda) d\lambda. \quad (\text{VI.87})$$

Odatda sarf q berilgan va shimilish ko'lamining harakatlanish tezligini $v_k(\lambda)$ topish kerak bo'ladi. Unda (VI.87) ibora $v_k \lambda$ aniqlash uchun integral tenglamadir.

Agar shimilish tezligini (VI.80) iboradan aniqlanishini va (VI.87) inobatga olib quyidagini olamiz:

$$q = \sigma h \beta \eta^* m S_{no} \int_0^t \frac{e^{-\beta(t-\lambda)} v_k(\lambda) d\lambda}{\sqrt{\pi \beta(t-\lambda)}} \quad (\text{VI.88})$$

(VI.88)-integral tenglama yechimini, ushbu ko'rinishdagi, Laplas o'zgartirgichidan foydalanib olamiz:

$$v_k(t) = \frac{dx_k}{dt} = \frac{q}{\sigma h \eta^* m S_{no}} \left[\frac{e^{-\beta t}}{\sqrt{\pi \beta t}} + \text{erf}(\sqrt{\beta t}) \right] \quad (\text{VI.89})$$

(VI.89) iboradan shimilish ko'lemi holatini aniqlash uchun iborani olamiz.

$$x_k(t) = \frac{q}{\sigma h \eta^* m S_{nc}} \int_0^t \left[\frac{e^{-\beta t}}{\sqrt{\pi \beta t}} \operatorname{erf}(\sqrt{\beta t}) \right] dt \quad (\text{VI.90})$$

(VI.90) ibora $x_k(t_*) = 1$ bo'lganda qatlamning suvsiz ishlash vaqtini $t = t_*$ aniqlash imkonini beradi.

Darzli-g'ovakli qatlamni suvlangan mahsulot olish davridagi ishlash ko'rsatkichlarini hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi. Ushbu qatlam $x \gg 0$ bo'lganda ham cheksizlikka "soxta" cho'zilib yotibdi deb hisoblaymiz (VI.13-rasm).

Qatlamni soxta qismini to'yintirishga ketayotgan suv sarfi $q_s(x \gg 1$ bo'lganda) quyidagiga teng.

$$q_f = \sigma h \beta \eta^* m S_{mo} \int_0^t \frac{e^{-\beta(t-\lambda)} v_k(\lambda) d\lambda}{\sqrt{\pi \beta(t-\lambda)}}, \quad (\text{VI.91})$$

Bu yerda $v_k(\lambda)$ (VI.89) iboradan t o'rniga λ qo'yib aniqlaymiz. Shunday qilib ushbu iborani olamiz:

$$q_f = q \beta \int_0^t \frac{e^{-\beta(t-\lambda)}}{\sqrt{\pi \beta(t-\lambda)}} \left[\frac{e - \beta \lambda}{\sqrt{\pi \beta \lambda}} + \operatorname{erf}(\sqrt{\beta \lambda}) \right] d\lambda. \quad (\text{VI.92})$$

Natijada $t \gg t_*$ davrda darzli-g'ovakli qatlamda shimilayotgan suv sarfi, yoki ushbu davrda olinayotgan neft debiti:

$$q_n = q - q_f \quad (\text{VI.93})$$

Suv debiti mos ravishda $q_s = q_f$ bo'ladi. Keltirilgan iboralardan joriy mahsulotni suvlanganligini va neft bera olishini aniqlash mumkin.

(VI.80) iborani, bloklarni ham kapillyar kuchlar, ham darzliklar sistemasidagi bosim farqlari bilan to'yinish holatida, darzli-g'ovakli qatlamdan neftni siqib chiqarishni taxminiy hisoblash uchun foydalanish

mumkin. (VI.80) va (VI.81) iboralarga ko'ra, neftni jins bloklaridan siqib chiqaruvchi kuch $G \cos \theta$ ko'paytmasi bilan aniqlanib, uning birligi $[G \cos \theta] = \text{Pa} \cdot \text{m}$. Jins bloklaridan neftni gidrodinamik siqib chiqarishda suv bloklarga kiradi, neft esa ulardan bosim farqi ta'sirida siqib chiqariladi. Grad p birligi Pa/m. Agar $G \cos \theta$ o'rniga $G \cos \theta / \ell$ kattaligi olinsa kapillyar va gidrodinamik kuchlar bir xil o'lchamga ega bo'ladi. Unda

$$\beta = \frac{A_k}{1 \cdot \mu_n} \left(\frac{G \cos \theta}{\ell^2} + \text{grad} \right) \quad (\text{VI.94})$$

Shunday qilib (4.94) iborada jins bloklarini ham kapillyar kuch, ham darzliklar sistemasidagi bosimlar farqi hisobiga to'yinishi inobatga olinadi.

§ 9. Suv bostirish usuli qo'llanilib ishlayotgan neft konlarining texnologik ko'rsatkichlarini hisoblash metodikalari

Neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini o'rganishda, bu jarayonni dastlab porshenli xususiyatga ega deb hisoblangan. Shunday qilib qatlamdan neftni porshenli siqib chiqarish modeli paydo bo'lgan. Agar bu modelni bir turli qatlam modeli bilan birgalikda qurilsa, suv bostirish usuli qo'llanilgan real neft konini ishlash manzarasini juda sodda aks ettirishi ma'lum bo'ldi. Qatlam bir turli deb taxmin qilinganda va bunday modeldan foydalanilganda konni ishlash butunlay suv olishsiz amalga oshirilishi mumkin degan xulosaga kelish mumkin. Bu xulosa haqiqiy ma'lumotlarga umuman zid, chunki suv bostirish usuli qo'llanilib ishlashdagi hamma konlarda uzoq suvli ishlatish davri mavjud. Suvlangan mahsulotni olish ikki hisoblash yo'li bilan amalga oshirilmoqda.

Birinci yo'l – qatlamni turli o'tkazuvchanlikdagi qatlardan tuzilgan degan tasavvur asoslandi. Neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish jarayoni modelini qatlamni qat-qat har xil, ayniqsa qatlamchalarni mutloq o'tkazuvchanligi bo'yicha ehtimolli-statistik taqsimoti

hisob olingan, modeli bilan birlashtirishni o'zi suvlangan mahsulot olishni hisoblash imkoniyatini berdi.

Ikkinchi yo'l – neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish modelini yaratishga asoslandi. Birinchi bo'lib, amerikalik tadqiqotchilar Bakli va Leverett taklif etgan, bu model neft va suvni birgalikda sizilishini inobatga olib neft qatlamlarni ishlash ko'rsatkichlarini hisoblash metodikalarining ko'plariga asos bo'ldi.

Neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish xususiyatini hisobga olish nisbiy o'tkazuvchanliklardan foydalanish zaruriyatini keltirib chiqardi, ular tabiiyki turli qatlamlar uchun bir xil emasdir.

Neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish modelining o'zi, bir xil qatlam modeli bilan birgalikda, suvlangan mahsulot olish davridagi qatlamni ishlash ma'lumotlarini hisoblash imkonini beradi. Shunday bo'lsa ham, qatlamni real har xilligini qandaydir yo'l bilan hisobga olish kerak edi. Sobiq ittifoqda, qat-qat har xil qatlam modelidan neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish xususiyatini inobatga olgan, metodikani Y.P.Borisov taklif etdi va keyinchalik bir qator olimlar tomonidan rivojlantirildi.

Shundan so'ng, porshenli yoki porshensiz siqib chiqarishni qatlamni qat-qat har xil modeli bilan birgalikdagi modellari asosida bir qancha metodikalar taklif etildi. Ularga misol qilib VNII-I, Giprovostokneft, SibNII'NP, BashNIP'neft va boshqa metodikalarni ko'rsatish mumkin.

Ammo yuqorida aytilgan hamma metodikalari faqat bir o'lchamli – to'g'ri chiziqli va radial qatlamlar uchun ishlab chiqilgan. So'nggi vaqtda, tezkor elektron hisoblash mashinalaridan foydalanish sababli, modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanliklar inobatga olingan neft va suvni ikki va uch o'lchamli birgalikdagi sizilishi asosidagi metodikalar qo'llanilmoqda. Shuning uchun umuiy ko'rinishda, suv bostirish usuli qo'llanilayotgan neft konlarini ishlashdagi ikki o'lchamli masalalarni ko'rib chiqamiz. Konni biron bir ishlash variantida besh nuqtali sistema bilan ishlash qabul qilingan bo'lsin. VI.14-rasmda bu ishlash sistemasining sxemasi keltirilgan. Qatlam jinslarining xossalari, uning qalinligi va chiziqli o'lchamlari, neft va suv xossalari, burg' quduqlaridagi bosim yoki qatlamga haydalayotgan suv sarfi berilgan. Ishlashni texnologik ko'rsatkichlarini, masalan, joriy neft bera olishni, mahsulotni suvlanganligini, burg' quduqlariorasidagi bosim farqi berilganda neft va

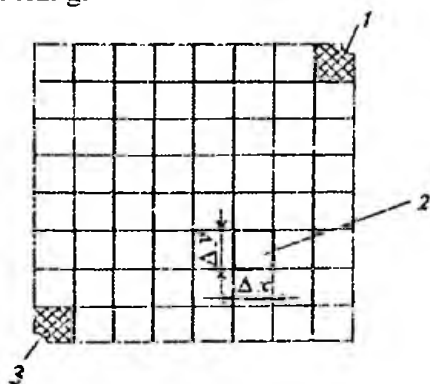
suv debitlarini yoki debitlar berilganda haydash va olish burg' quduqlar orasidagi bosim farqini topish kerak bo'lsin.

Bu masalani ochishda neft va gazni ikki o'lchamli sizilish tenglamasidan foydalaniladi. Ularni keltirib chiqarish uchun qatlamni elementar hajmidagi neft va suv balansini ko'rib chiqamiz (VI.14-pacm).

Qatlam elementiga kirayotgan suv miqdorini va undan xo'qi bo'yicha chiqayotgan hamda dx dyh elementda yig'ilgan suv hajmini inobatga olib, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\frac{\partial y_{sx}}{\partial x} + \frac{\partial y_{sy}}{\partial y} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0, \quad (VI.95)$$

bu yerda: v_{sx}, v_{sy} - mos ravishda x va y o'qlari bo'ylab suvni sizilish tezligi.



VI.14-rasm. Besh nuqtali ishlash sistemasining elementi: 1-haydovchi quduqning 1/4 qismi; 2-maydoni $\Delta x \Delta y$ bo'lgan yakuniy – turli yacheyka; 3-oluvchi quduqning 1/4 qismi.

G'ovak bo'shliqni neftga to'yinganligini $S_n = 1 - S$ ligini inobatga olib, qatlam elementiga kirayotgan va chiqayotgan neft miqdori balansini uchun

$$\frac{\partial y_{nx}}{\partial x} + \frac{\partial y_{ny}}{\partial y} + m \frac{\partial S}{\partial t} = 0 \quad (VI.96)$$

Neft va suvni birgalikda sizish qonuniga asosan,

$$\vartheta_{sx} = -\frac{KK_s(S)}{\mu_s} \frac{\partial P}{\partial x}; \quad \vartheta_{sy} = -\frac{KK_s(S)}{\mu_s} \frac{\partial P}{\partial y} \quad (\text{VI.97})$$

$$\vartheta_{nx} = -\frac{KK_n(S)}{\mu_n} \frac{\partial P}{\partial x}; \quad \vartheta_{ny} = -\frac{KK_n(S)}{\mu_n} \frac{\partial P}{\partial y}$$

(VI.97) iborani (VI.95) va (VI.96) qo'yib, P va S aniqlash uchun quyidagi ikki tenglamali sistemani olamiz:

$$\frac{\partial}{\partial x} K_s(S) \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_s(S) \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\mu_s m}{K} \frac{\partial S}{\partial t} = 0; \quad (\text{VI.98})$$

$$\frac{\partial}{\partial x} K_n(S) \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_n(S) \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\mu_s m}{K} \frac{\partial S}{\partial t} = 0$$

Keyin xususiy xosilali differensial tenglamalar sistemasini (VI.98) yakuniy – turli tenglamalar bilan almashtiramiz. Besh nuqtali ishlash sistemasi elementini x o'qi bo'yicha qirrasining uzunligi Δx ga teng va y o'qi bo'yicha qirrasining uzunligi Δy teng bir qancha yacheykalarga mos ravishda bo'lib chiqamiz. Bunda haydovchi quduqning $1/4$ qismini va oluvchi quduqning $1/4$ qismini ham mos yacheykalar bilan almashtiramiz (VI.14-rasın). Ko'rib chiqilayotgan holatda hamma oqim oblasti 64 yacheykaga bo'lingan. Yacheykalar soni qancha ko'p bo'lsa bosim va to'yinish maydoni aniqroq hisoblanadi. Biroq yacheykalarni kichiklashtirish hisoblash vaqtning ortishiga olib keladi. Shuning yacheykalarga kerakli aniqlikdan kelib chiqib bo'linadi.

Uzoq vaqt ishlatilayotgan konlarni ishlashni loyihalashda, neft va suv olish haqidagi haqiqiy ma'lumotlar ma'lum bo'lganda, konni o'tgan ishlash natijalari asosida, soddalashtirilgan metodikalardan foydalanib ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilish mumkin. Bu metodikalarni emperik metodikalar deb atasa bo'ladi, chunki ular bilan ishlash ko'rsatkichlari amaldagi ma'lumotlar asosida bashorat qilinadi.

Neft konlarini loyihalashtirish amaliyotida turli emperik metodikalar hamda ma'lumotlarni o'rta qiymatlariga asoslangan "ishlash ko'rsatkichlarini siqib chiqarish xususiyatlari bo'yicha hisoblash metodikalari" deb olgan metodikalar ma'lum. Ushbu metodikalar bilan hisoblashda neft va suvni birga sizilish nazariyasi nisbatlaridan foydalaniladi va biron-bir sizilish xususiyatlari o'zgartirilib nazariy va haqiqiy egrilarni mos kelishiga erishiladi. Bunday egri chiziqlar suvlanganlik-jamg'arma haydalgan suv hajmi, suvlanganlik-jamg'arma olingan neft, joriy neft bera olishlik-jamg'arma haydalgan suv hajmi va boshqa ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Ayrim holatlarda ko'rsatilgan haqiqiy egri chiziqlar ekstrapolyatsiya qilish yo'li bilan to'g'ridan-to'g'ri ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilish uchun qo'llaniladi.

Quyida asosini mahsulotni joriy suvlanganligini joriy neft bera olishdan nazariy bog'liqligini nazariy bog'liqligini tashkil etuvchi va haqiqiy bog'liqlikka moslashtirilgan, ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilishning emperik metodikasini ko'rib chiqamiz.

Shunday qilib, hamma yoki deyarli hamma oluvchi quduqlarning mahsuloti suvlangan, uzoq vaqt ishlashdagi konda, undan olinayotgan mahsulotni joriy suvlanganligini ν joriy neft bera olishdan η bog'liqligi o'rnatilayotgan bo'lsin. Vaqtning ko'rilayotgan $t = t_1$ paytida neft bera olish kattaligi $\eta = \eta_1$ teng.

Kondan turli sur'atlarda suyuqlik olishda va olinayotgan suyuqlik o'rni haydalayotgan suv bilan to'liq to'ldirilayotgan holatda, undan neft olish $q_n(t)$ qanday o'zgarishini hisobiash kerak bo'lsin. Agar ishlash ko'rsatkichlarini nisbatan qisqa, haqiqiy ishlash ma'lumotlari olingan vaqtdan kam vaqt davomida hisoblash kerak bo'lsa, haqiqiy $\nu = \nu(\eta)$ bog'liqlikni ekstrapolyatsiya qilish mumkin.

Ushbu emperik metodika uchun umumiy nisbatlarni keltirib chiqaramiz. Kondan neft olishni suyuqlik olish va mahsulotni suvlanganligi orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$q_n = q_{ns} - q_s = q_{ns} - \nu q_{ns} = q_{ns} (1 - \nu). \quad (VI.99)$$

Bundan tashqari

$$\eta = Q_n / G; \quad Q_n = \int_0^t q_n(t) dt, \quad (\text{VI.100})$$

bu yerda: G -konni geologik neft zahiralari.

Demak,

$$d\eta / dt = d_n(t) / G. \quad (\text{VI.101})$$

(VI.99) iborani inobatga olamiz:

$$\frac{d\eta}{1-\nu} = \frac{d\eta}{1-f(\eta)} = \frac{q_{ns}(t)}{G},$$

yoki

$$\frac{d\eta}{1-f(\eta)} = \frac{1}{G} \int_0^t q_{ns}(t) dt \quad (\text{VI.102})$$

Loyihalash davrida mahsulotni joriy suvlanganligini joriy neft bera olishdan bog'liqligi $\nu = f(\eta)$ o'zgarmaydi deb, turli joriy suyuqlik olish berilib, (VI.102) iboradan joriy neft bera olishni $\nu = f(\eta)$ egri chizig'idan mos vaqt payti uchun mahsulotning suvlanganligi, undan keyin esa (VI.99) iboradan joriy neft olishni aniqlaymiz.

Biroq yuqorida bayon etilgan metodikani, $\nu = f(\eta)$ - egri chizig'ini ishonchli darajada ekstrapolyatsiya qilish mumkin bo'lgan, vaqtning nisbatan qisqa davrida ishlash ko'rsatkichlarini bashoratlash uchun qo'llash mumkin. Agar kon bo'yicha o'rnatilayotgan $\nu = f(\eta)$ bog'liqlikni ekstrapolyatsiya qilish mumkin bo'lmasa, ushbu soddalashtirilgan metodikalar yordamida ishlash ko'rsatkichlarini nisbatan uzoqroq davrga bashorat qilish mumkinmi degan savol paydo bo'ladi. Buning uchun qatlamni qo'shimcha xususiyatlaridan foydalanishga to'g'ri keladi, ulardan biri kon bo'yicha o'rta suvga to'yingaulikni neft va suv uchun modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanliklardan bog'liqligi bo'lishi mumkin.

Modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanliklar $\overline{K_s}(S)$ va $\overline{K_n}(S)$ modifitsirlashtirilgan suvga to'yinganlik $\overline{S}$ qat-qat har turli qatlam elementidagi suv bosgan qatlamchani K_* o'tkazuvchanligiga, mutloq o'tkazuvchanlikni ehtimolli-statistik taqsimoti ko'rinishiga va ko'rsatkichlariga, qoldiq neftga to'yinganlikka S_{nk} va qatlamni bog'liq suv bilan to'yinganligiga S_{bs} , bog'liq.

Demak, K_* qiymati berilib, $\overline{S}$ va mos nisbiy o'tkazuvchanliklarni aniqlash mumkin. Agar $\overline{S}$ ko'rilayotgan kon qatlamidagi o'rtacha suvga to'yinganlikga teng desak, u holda kon bo'yicha joriy suvlanganlik:

$$\nu = f(\overline{S}) = \frac{K_s(\overline{S})}{K_s(\overline{S}) + \frac{\mu_s}{\mu_n} K_n(\overline{S})}. \quad (\text{VI.103})$$

Endi kon bo'yicha joriy neft bera olish va o'rtacha suvga to'yinganlik $\overline{S}$ orasidagi bog'liqlikni o'rganish kerak. Kondagi boshlang'ich neft zahiralari G_{no} deb belgilaymiz. Unda

$$G_{no} = V_k m (1 - S_{bs}) \rho_{no} \epsilon_{no}, \quad (\text{VI.104})$$

bu yerda: V_k - qatlamning hajmi; ρ_{no} - gazsizlashtirilgan neftning zichligi; ϵ_{no} - hajmiy koeffitsiyent.

Kon bo'yicha o'rtacha suvga to'yinganlik $\overline{S}$ teng bo'lganda, vaqt paytida qatlamda qolgan neft zahiralari quyidagiga teng:

$$G_{nk} = V_k m (1 - \overline{S}) \rho_{ns} \epsilon_{ns} \quad (\text{VI.105})$$

(VI.104) va (VI.105) iboralardan ushbuga ega bo'lamiz:

$$\eta = \frac{G_{no} - G_{nk}}{G_{no}} = \frac{\bar{S} - S_{hs}}{1 - S_{hs}}, \quad (\text{VI.106})$$

Shunday qilib, modifitsirlashtirilgan nisbiy o'tkazuvchanliklardan foydalanib, (VI.103) va (VI.106) iboralar asosida, $\nu = f(\eta)$ bog'liqlikni hisoblash mumkin. Keyin, mutloq o'tkazuvchanlikning ehtimolli-statistik taqsimotiga kiruvchi ko'rsatkichlarini o'zgartirib yoki taqsimot o'zini hamda S_{nk} va S_{hs} kattaliklarini o'zgartirib, $\nu = f(\eta)$ nazariy egri chiziqni konni o'tgan ishlash mobaynidagi ma'lumotlari asosida qurilgan, haqiqiysiga moslashtirish mumkin.

Nazariy egri chiziqni $\nu = f(\eta)$ haqiqiysi bilan yetarli darajada mos kelishiga erishilgan so'ng, $\nu = f(\eta)$ egri chizig'ini mahsulotning joriy suvlanganligini va neft bera olishni katta qiymatlari oblastiga ekstrapolyatsiya qilish mumkin. Shundan so'ng, (VI.99)-(VI.102) iboralardan neft olishni hisoblash mumkin.

§10. Qatlam bosimi va ishlatish quduqlari debitini hisoblash

Suyuqlikni chuqurlikdan yer yuzasiga chiqarish usulini tanlash, neft va suvni fazaviy holatini baholash maqsadida, hamda sizilayotgan moddalarni, neft va suv orasidagi chegarani harakat tezligini aniqlash maqsadida qatlam bosimi gradiyentini hisoblashda, quduqlar tubidagi bosimni aniqlash uchun qatlam bosimi maydonini bilish kerak.

Har xil suyuqliklarni, jumladan, neft va suvni, sizilish masalalarini yechishda suvga to'yinganlik maydonini hisoblash bilan birga qatlam bosimi maydoni ham aniqlanadi. Porshenli siqib chiqarish modelidan foydalanilgan to'g'ri chiziqli yoki radial qatlamdan neftni suv bilan siqib chiqarishda bosim maydoni ushbu bobning 2 bo'limida keltirilgan iboralardan aniqlanadi.

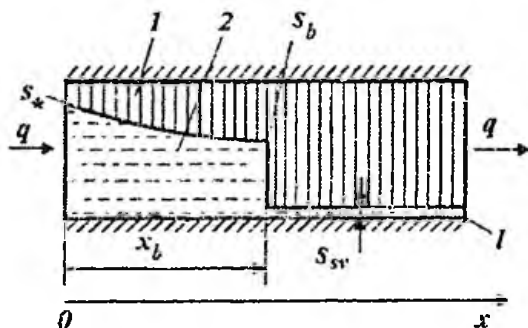
To'g'ri chiziqli qatlamdan neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish holatida ham unda bosim taqsimotini o'rnatish bir oz murakkab. Shuning uchun bu holatni mufassalroq ko'rib chiqamiz.

Qatlamdagi neft va suvni yig'indi sizilish tezligi uchun quyidagi iboraga egamiz.

$$v = v_s + v_n = -K \left(\frac{K_s}{\mu_s} + \frac{K_n}{\mu_n} \right) \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (\text{VI.107})$$

$f(s)$ funktsiya uchun iborani inobatga olib ushbuni olamiz:

$$q = (v_s + v_n) \delta h = -\frac{\delta h k}{\mu_s} \left(K_s + \frac{\mu_s}{\mu_n} K_n \right) \frac{\partial P}{\partial x} = -\frac{\delta h k}{\mu_s} \frac{K_s(S)}{f(S)} \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (\text{VI.108})$$



VI.15-rasm. To'g'ri chiziqli qatlamdan neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish sxemasi: 1-neft; 2-suv.

Soddalashtirish uchun qatlamga haydalayotgan suv hajmini $V_{sx} = qt$ deb hisoblaymiz.

$$x \frac{qt}{\delta h m} \xi_{ga} dx = \frac{qt}{\delta h m} d\xi$$

(VI.108) iboraga qo'yamiz:

$$q = -\frac{\delta h k}{\mu_s} \frac{K_s(S)}{f(S)} \frac{\partial P}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} = -\frac{\delta^2 h^2 k}{qt \mu_s} \frac{K_s(S)}{f(S)} \frac{\partial P}{\partial \xi}. \quad (\text{VI.109})$$

$d\xi = f''(S)ds$ ekanligini hisobga olib, xususiy hosilalarni oddiylari bilan almashtirib, (VI.109) quyidagini olamiz.

$$q = - \frac{\epsilon^2 h^2 m k}{\mu_s q t} \frac{K_s(S)}{f(S) f''(S)} \frac{\partial P}{\partial S},$$

Yoki

$$\frac{q \mu_s t}{\epsilon^2 h^2 m k} \frac{f(S) f''(S)}{K_s(S)} dS = -dP. \quad (\text{VI.110})$$

VI.15-rasmga asosan $x_c < x < \ell$ bo'lgan qatlam oblastida toza neft harakat qiladi. Bu oblastdagi neft uchun fazaviy o'tkazuvchanlik mutloq o'tkazuvchanlikka teng deb hisoblaymiz. Unda to'g'ri chiziqli qatlamdagi to'liq bosim farqi $\Delta \bar{P}$ uchun quyidagi iborani olamiz:

$$\begin{aligned} \Delta \bar{P} &= \frac{q \mu_s (\ell - x_s)}{\epsilon h k} + \frac{q^2 \mu_s t}{\epsilon^2 h^2 m k} \int_{x_s}^{\ell} \psi(S) dS; \\ \psi(S) &= \frac{f(S) f''(S)}{K_s(S)}; \\ x_s &= \frac{f'(S_s) q t}{b h m}. \end{aligned} \quad (\text{VI.111})$$

Siqib chiqarish ko'lamidagi suvga to'yinganlikni ushbu bobning 3 qismida keltirilgan metodika bilan aniqlaymiz. Suvga to'yinganlik funksiyasidan $\psi(s)$ integradni EHM foydalanib sonli usul bilan hisoblash mumkin. Bunda funksiyaga kiruvchi $\psi(s)$ va ikkinchi hosilali $f(s)$ funksiyani sonli differensiyalash yo'li bilan aniqlash mumkin.

Radial holat uchun

$$q = - \frac{2 \pi K h r}{\mu_s} \frac{K_s(S)}{f(S)} \frac{\partial p}{\partial r}. \quad (\text{VI.112})$$

(VI.112) iborani differensiallab ushbuni olamiz:

$$q = - \frac{4\pi^2 m r^2 h^2 k}{q\mu_s} \frac{K_s(S) \partial p}{f'''(S) f(S) \partial S} \quad (\text{VI.113})$$

$$\frac{q\mu_s}{4\pi K h} \frac{f(S) f''(S)}{f'(S) K_s(S)} dS = -dp. \quad (\text{VI.114})$$

To'yinish chegarasi bilan ishlatish qudug'i orasidagi to'liq bosim farqi ΔP_k uchun ushbu iborani olamiz:

$$\Delta P_k = \frac{q\mu_s}{4\pi K h} \int_{S_k}^{S_f} \frac{f(S) f''(S)}{f'(S) K_s(S)} dS + \frac{q\mu_s}{2\pi K h} \ln \frac{r_{ch}}{r_k}. \quad (\text{VI.115})$$

Neftni suv bilan siqib chiqarish vazifalarini sonli usullar yordamida EIM yechishda qatlam bosimining maydoni suvga to'yinganlik va neftga to'yinganlik maydonlari bilan bir vaqtda hisoblanadi.

Amaliyotda haydovchi va oluvchi quduqlar orasidagi tub bosim farqlarini hamma bosqichlar uchun emas, balki ishlashni ma'lum paytlarida aniqlash muhim hisoblanadi.

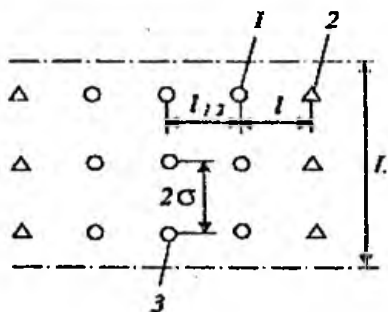
Masalan qatlamda amaliyotda suvsiz deb hisoblanuvchi toza neftni harakati kuzatiladigan ishlashni boshlang'ich davrida yoki qatlamdan olinayotgan mahsulotni suvlanishi boshlangandan so'nggi ayrim paytlari.

Bosimlar farqini amaliyot uchun ko'p hollarda taxminiy aniqlash yetarli bo'lgani uchun, bunday hisoblashlarda ekvivalent sizilishlar qarshiligi metodidan foydalanish mumkin.

Ishlatish quduqlarini uch qatorli joylashtirish sxemasidagi qarshiliklari metodi bilan hisoblaymiz. Srdalashtirishi maqsadida bir xil qatlami olamiz va undan neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish yuz berayapti deb hisoblaymiz

Suv bostirish jarayoni endi boshlangan va neft faqat radiusi r_k haydovchi quduq atrofidagi $r_k \leq r \leq r_s < G/\pi$ oblastdan siqib chiqarilgan

holatni ko'rib chiqamiz (VI.16-rasm). Haydovchi quduqlari orasidagi, uchta oluvchi quduqlar qatoridan iborat, ishlash tasmasi qismiga q sarf bilan suv haydalayotgan bo'lsin. Tasmaning ko'rilayotgan qismining uzunligi L teng.



VI.16-rasm. Uch qatorli ishlash sistemali tasma qismining sxemasi: 1 va 3 – mos ravishda birinchi va ikkinchi oluvchi quduqlar qatori.

Shunday qilib o'ng tarafdagi haydovchi quduqlar ko'rilsa, undan chap tarafga, ya'ni tasмага, sarfi $q/2$ teng suv kirib keladi, suvni qolgan qismi o'ngda joylashgan qo'shni tasмага ketadi. Qatlamni ishlash rejimi suv bosimli hisoblanganligi sababli suvni hajmiy sarfi qatlam sharoitida neftni hajmiy debitiga teng.

Tasmaning ko'rilayotgan qismidagi birinchi qator oluvchi quduqlar debiti q_1 ikkinchi (o'rta) qator quduqlarniki esa q_2 teng. O'rta qator quduqlariga chap tarafdin ham neft kelayotganligi sababli, qatlamdagi suyuqlik balansini quyidagi nisbatiga ega bo'lamiz:

$$q/2 = q_1 + q_2/2. \quad (\text{VI.116})$$

$r_c \leq G/\pi$ ekanligini inobatga olib VI.16-rasm asosida ekvivalent sizilishlar qarshiliklari metodiga mos ravishda

$$P_s - P_s = \frac{q\mu_s \ell_n \frac{r_q}{r_k}}{2n_k \pi K K_n h}$$

$$P_s - P'_s = \frac{q\mu_s \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_k \pi K K_n h};$$

$$P'_{x1} - P'_{x2} = \frac{q\mu_n \ell}{2KK_n hL};$$

$$P'_{k1} - P'_{k2} = \frac{q_1 \mu_n \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{k1} \pi KK_n h};$$

$$P'_{k1} - P'_{k2} = \frac{q_2 \mu_n \ell_{12}}{2KK_n hL};$$

$$P'_{x2} - P'_{k2} = \frac{q_2 \mu_n \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{k1} \pi KK_n h}. \quad (VI.117)$$

Bu yerda: n_x, r_{x1} va n_{k2} -mos ravishda haydovchi, birinchi va ikkinchi qatorlardagi oluvchi quduqlar soni. Boshlang'ich to'rtta munosabatlarni qo'shib quyidagi iborani olamiz:

$$P_k - P_{x1} = \frac{q}{2kh} \left(\frac{\mu_s \ln \frac{r_q}{r_h}}{n_x \pi K_s} + \frac{\mu_n \ell n \frac{G}{\pi r_n}}{n_x \pi K_n} + \frac{\mu_n \ell}{K_k \ell} \right) + \frac{q_1 \mu_n \ell n \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{k1} \pi KK_n h}. \quad (VI.118)$$

Oxirgi uchta munosabatlarni qo'shish natijasida esa ushbu iborani olamiz:

$$P_{x1} - P_{k2} = \frac{q_2}{2kh} \left(\frac{\mu_s \ell n_{12}}{K_n L} + \frac{\mu_n \ell n \frac{G}{\pi r_k}}{n_{k2} \pi K_n} \right) - \frac{q_1 \mu_n \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{k1} \pi KK_n h} \quad (VI.119)$$

Neft konlarining ishlash jarayonlarini hisoblashda quyidagilar aniqlanishi kerak:

1) ishlatish quduqlarining debiti, haydovchi va oluvchi quduqlar tubidagi bosim farqi;

2) bosimlar farqi, ishlatish quduqlari qatorining debiti.

Birinchi holatda (VI.118) va (VI.119) iboralardan foydalanish kerak, ikkinchi holatda esa quyidagi uchta chiziqli algebraik tenglamalardan iborat sistemani yechish kerak:

$$Aq + Bq_1 = P_s - P_{s1};$$

$$Cq_2 - Bq_1 = P_{s1} - P_{s2};$$

$$q = 2q_1 + q_2;$$

$$A = \frac{1}{2kh} \left(\frac{\mu_s \ln \frac{r_q}{r_k}}{n_s \pi K_s} + \frac{\mu_n \ln \frac{G}{r_k}}{n_s \pi K_{ns}} + \frac{\mu_n \ell}{K_n \ell} \right);$$

$$B = \frac{\mu_n \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{s1} \pi K K_n h}; \quad (\text{VI.120})$$

$$C = \frac{\mu_n \ell_{12}}{2K K_n h L} + \frac{\mu_n \ln \frac{G}{\pi r_k}}{2n_{k2} \pi K K_n h}.$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib, quyidagini olamiz:

$$q_2 = \frac{(2A + B)(P_{s1} - P_s) + B(P_s - P_{s1})}{(A + C)B + 2AC}; \quad (\text{IV.121})$$

$$q_1 = \frac{Cq_2 - (P_{s1} - P_{s2})}{B}.$$

Shunday tartibda ishlatish quduqlarini besh qatorli va boshqa joylashtirish sxemalari holatidagi mos vazifalar yechiladi.

VII-BOB. ANOMAL XOSSALI NEFT KONLARI ISHLASHINI LOYIHALASHTIRISH

§ 1. Katta chuqurlikda yotgan va anomal katta qatlam bosimli neft uyuunlarini ishlash va loyihalashtirish

Hozirgi vaqt katta chuqurlikda bo'lmagan va yuqori mahsuldor konlardan "yengil" neft olish davri tugab borayotganligi, yangi neft konlarini ochish esa, ularni qidirish va ochishga bo'lgan xarajatlarning o'tib borishi geologik-fizik sharoitlari murakkab katta chuqurlikdagi konlar bilan bog'liq ekanligi bilan xususiyatlanadi.

Normal boshlang'ich qatlam bosimi taxminan gidrostatik bosimga teng. Agar boshlang'ich qatlam bosimi tik tog' (geostatik) bosimiga yaqin bo'lsa, bunday bosimlarni yuqori anomal deb hisoblanadi. Bunday bosimlar odatda 3,5-4,0 km katta chuqurlikda yotuvchi yopiq qatlamlarda hosil bo'ladi.

Tik tog' bosimi P_{tb} , o'rta normal kuchlanish G_k va g'ovak ichki bosimi P_k orasidagi bog'lanishga asosan qatlamni o'rta normal bosimi P_k katta bo'lganda o'rta normal kuchlanish G_k nisbatan kichik bo'ladi. Demak, qatlam jinslari uzoq geologik vaqt davomida kichik og'irlik ostida bo'lgan va shu sababli bo'sh zichlangan. Anomal yuqori qatlam bosimli neft konlarini qatlamlarga ta'sir etmasdan ishlashda qatlam bosimi tez pasayadi. Ishlash davri yakunida o'rta normal qatlam bosimining P_k o'zgarishi boshlang'ich qatlam bosimini kattaligi bilan taqqoslaydigan darajada bo'lishi mumkin. Bunda o'rta normal kuchlanish, qatlam jinslarining g'ovakligi va o'tkazuvchanligi, ayniqsa boshlang'ich bo'sh zichlanganligi inobatga olinsa, to'g'ri chiziqsiz o'zgaradi.

Qatlam bosimini kamayib jinslarning to'g'ri chiziqsiz elastik va plastik deformatsiyasi holatlarida g'ovaklikni m o'rta normal kuchlanishdan bog'liqligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$m = m_0 e^{-\beta_1(G_k - G_{nk})} \quad (VII.1)$$

Bu iborada m_h - boshlang'ich g'ovaklik ($G_k = G_{bx}$ bo'lganda); β_j - qatlam jinslarining siqiluvchanligi; G_{hk} - boshlang'ich o'rta normal kuchlanish.

Deformatsiyalanuvchan qatlamni to'yintiruvchi neft massasi M_n quyidagi ko'rinishga keltiriladi.

$$M_n = \rho_n \cdot V_{g'} (1 - S_{hs}), \quad (VII.2)$$

bu yerda: ρ_n - neftning zichligi; $V_{g'}$ - qatlamni g'ovak hajmi; S_{hs} - qatlamni bog'liq suvga to'yinganligi.

Kondan joriy neft olishni aniqlash uchun quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$q_n(t) = -\frac{dM}{dt} = -\left(\frac{d\rho_n}{dt} V_{g'} + \rho_n \frac{dV_{g'}}{dt} \right) (1 - S_{hs}) \quad (VII.3)$$

Neft zichligining bosimga bog'liqligi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\rho_n = \rho_{bn} [1 + \beta_n (P_j - P_h)] \quad (VII.4)$$

bu iborada: ρ_{bn} - neftning boshlang'ich zichligi; β_n - neftning siqiluvchanligi; P_h - boshlang'ich qatlam bosimi; P_j - joriy qatlam bosimi.

O'rta normal kuchlanish va bosim orasidagi bog'liqlikdan foydalanib, (VII.1) iboradan quyidagini olamiz:

$$m = m_0 e^{-\beta_j (P_j - P_h)} \quad (VII.5)$$

$V_{g'} = m V_k$ (V_k - qatlam umumiy hajmi) ekanligini sababli, $P_j = P_h$ uchun (VII.1) - (VII.5) iboralar asosida olingan neft jang'arnasini aniqlash iborasini olamiz:

$$q_n(t) = - \left(\frac{d\rho_n}{dt} V_k + \rho_n \frac{dV_k}{dt} \right) (1 - S_{kn}) = - \rho_{kn} * m_k * V_k \{ \beta_k e^{-\beta_k (p_k - p_k)} + [1 + \beta_n (p_k - p_k)] \beta_n e^{-\beta_n (p_k - p_k)} \} \\ \frac{dP_k}{dt} * (1 - S_{kn})$$

(VII.6)

(VII.6) integrallashdan so'ng quyidagi iboraga ega bo'lamiz:

$$Q_n(t) = \int_0^t q_n(t) dt = \rho_{kn} * m_k V_k (1 - S_{kn}) [1 - e^{-\beta_k (p_k - p_k)}] + \beta_n (P_k - P_k) e^{-\beta_n (p_k - p_k)}.$$

(VII.7)

Shunday qilib, $Q_n(t)$ va boshlang'ich ko'rsatkichlarni bilgan holda, (VII.7) iboradan vaqt davomida joriy o'rta normal qatlamlar bosimini P_{bh} o'zgarishini aniqlasa bo'ladi. Katta deformatsiyalanuvchan tog' jinslaridan g'ovakkollektorlaridan tarkib topgan qatlamni ishlash davrida ishlatish quduqlari debitini o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Buning uchun kollektorlar – jinslar o'tkazuvchanligini o'rta normal kuchlanishda bog'liqligini inobatga olamiz. Odatda terrigen jinslar uchun bu bog'liqlik quyidagi ko'rinishida olinadi:

$$K = K_k e^{-\beta_k (G_k - G_{hk})}, \quad (VII.8)$$

bu iborada K_k - boshlang'ich o'tkazuvchanlik ($G_k = G_{hk}$ bo'lganda); β_n - siqiluvchanlik hisobiga tog' jinslarining o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini o'zgarishi; $G_k = G_{hk}$ bo'lganda $K = K_n$.

β_k va β_n bir-biridan farq qilib, odatda $\beta_k > \beta_n$. Ishlatish qudug'i tomon neftni radial oqimi bo'lganda va jinslarning o'tkazuvchanligi (VII.8) iboraga mos ravishda o'zgarganda, katta deformatsion qatlamlarda ishlayotgan ishlatish qudug'ining debitini quyidagi iboradan topamiz:

$$q_{nk} = \frac{2\pi\kappa_b h \left[e^{-\beta_s (P_b - P_j)} - e^{-\beta_s (P_b - P_{qud})} \right]}{\mu_n \beta_k \ln \frac{r_q}{r_{qud}}}. \quad (\text{VII.9})$$

Agar vaqt davomida kondan olinayotgan joriy neft miqdorini o'zgarishi $q_n = q_n(t)$ berilgan bo'lsa, har vaqt uchun olingan neft jang'armasi $Q_n(t)$ aniqlangandan so'ng, (VII.7) ibora bilan vaqt davomida o'rta normal qatlam bosimini o'zgarishini, keyin esa (VII.9) ibora bilan ishlatish quduqlari debitini hisoblasa bo'ladi.

Darzli – g'ovakli yopiq qatlamlarni ishlashda, qatlam bosimi katta o'zgargan holatlarda, jinslarni katta deformatsiyalanishi natijasida, darzliklarning yopilib qolishi sababli ishlatish quduqlari mahsuldorligi, terrigen jinsli katta deformatsiyalanuvchan qatlamlarga nisbatan, keskin o'zgaradi.

Jinslarni darzli g'ovakligi m_d o'rta normal bosimni o'zgarishida quyidagi ibora bilan hisoblanadi:

$$m_d = m_{bd} [1 - \beta_d (P_b - P_j)] \quad (\text{VII.10})$$

Jinslarning darzli g'ovaklik o'tkazuvchanligi K_d qatlam bosimini o'zgarishida quyidagi ibora bilan hisoblanadi:

$$K_d = K_{bd} [1 - \beta (P_b - P_j)]^p. \quad (\text{VII.11})$$

Keltirilgan (VII.10) va (VII.11) iboralarda β_d - darzli g'ovaklik ichida bosimni o'zgarishida jinslarning darzli bo'shlig'ining o'zgarish koeffitsiyenti; m_{bd} va K_{bd} - mos ravishda boshlang'ich darzli g'ovaklik va o'tkazuvchanlik kattaligi.

Darzli g'ovakli qatlamlardagi neft uyumlarini ishlash uchun (VII.7) va (VII.9) o'xshash iboralarni keltirish mumkin:

$$Q_n(t) = \rho_{bn} * m_{bd} * V_k \left[(\beta_d + \beta_n)(P_b - P_j) + \beta_n \beta_d (P_b - P_j)^2 \right] \quad (\text{VII.12})$$

$$q_{nk} = \frac{\pi K_{bd} h \left[\left(1 + \beta_d (P_b - P_j) \right)^2 - \left(1 + \beta_d (P_{qud} - P_b) \right)^2 \right]}{2 \beta_d \mu_n \ell n \frac{r_k}{r_{qud}}} \quad (\text{VII.13})$$

Shuni eslatib o'tish lozimki, yuqori deformatsiyalanuvchan katta chuqurlikda yotuvchi anomal yuqori qatlam bosimli qatlamlardagi neft uyumlarini ishlash tajribasi katta emas. Ammo, maxsuldor qatlamlari katta chuqurlikda yotuvchi konlar soni ortib bormoqda, shu sababli katta deformatsiyalanuvchan g'ovakli va darzli kollektorlarni samarali ishlash muammosi neft sanoati uchun muxim ahamiyatga ega.

§ 2. Anomal-qovushqoq neftli uyumlarni ishlash va loyihalashtirish

2.1. Anomal-qovushqoq neftli uyumlarni ishlash xususiyatlari

Anomal neftli konlarni ishlash, neftda strukturani hosil bo'lishi bilan bog'liq. Bir qator xususiyatlarga ega. Neftda strukturani hosil bo'lishi, neft uyumlarini ishlash ko'rsatkichlarini jiddiy yomonlashishiga olib keluvchi, bir qator salbiy oqibatlarni keltirib chiqarish mumkin. Masalan, yuqori qovushqoq neftni sizishi natijasida olish burg' quduqlarini debiti kamayadi. Qatlamni sizish bilan qamrab olish ko'effitsiyenti ham kamayishi mumkin, chunki bosimlar gradiyenti neftdagi strukturani chegaraviy buzulish bosimlari gradiyentidan kam bo'lganda, neft kichik o'tkazuvchanli qatlamchalarda kam harakatsiz bo'lib, asosan yuqori o'tkazuvchanli qatlamchalarda harakat qiladi. Agar qatlamdagi bosim gradiyentlari ushbu neftni dinamik siljish bosimi gradiyentidan kichik bo'lsa, deyarli buzilmagan strukturali neft harakati kuzatiladigan zonalar hosil bo'lishi mumkin. Bu zonalar shartli ravishda "turg'unli" zonalar deb atalishi mumkin. Qatlamni turg'unli zonalarida neft faqat ayrim yuqori o'tkazuvchanli qatlamchalarda yoki zonalarda siziladi. Qatlamni qolgan qismlarida neft deyarli harakatda bo'lmaydi. Agarda neftni anomal qovushqoqligini kamaytirish yoki qatlam bosimi

gradiyentlarini oshirish choralari ko'rilmasa, bu qatlamning yakuniy neft beraolish koeffitsiyentini pasayishiga olib keladi.

Neftni anomal qovushqoli zonalarini yuzaga kelishi va tarqalganlik xususiyati, haydash va olish burg' quduqlarini joylashtirish sistemasiga, hamda ularni ishlash rejimiga bog'liq bo'lgan, uyum maydoni bo'ylab qatlam bosimi gradiyentlarini taqsimlanganligiga bog'liq. U yana anomal qovushqoqli neft tarkibiga va g'ovak muhitni o'tkazuvchanligiga bog'liq. Anomal qovushqoqlikni yuzaga kelishiga jinslarni kimyoviy tarkibini ta'siri hozirgi vaqtda to'liq o'rganilmagan.

Ma'lumki, neftni tarkibi va xossalari uyumni maydoni va qatlam qalinligi bo'yicha jiddiy o'zgarishi mumkin. Ko'plab tadqiqotchilar qatlamni shipidan tagi tomon neftni zichligini ortib borishi haqida ma'lumotlar keltirishgan. Ammo, neft qovushqoqligini uyum bo'ylab taqsimlanganligi kam o'rganilgan. Odatda gazzizlashtirilgan neftni qovushqoqligi aniqlanadi. Neftning bu ko'rsatkichi qatlam bo'ylab katta oraliqda o'zgarishi kuzatilgan. Masalan, taymurzin konidagi (Rossiya, Boshqirdiston) gazzizlashtirilgan neftni qovushqoqligi maydon bo'ylab 28 dan 200 mPa*s o'zgarishi aniqlangan.

Odatda, neft konlarini ishlashni loyihalashtirishda neftni fizik xossalari va qatlamni fizik xususiyatlarini uyum bo'ylab o'rta qiymati olinadi. Neft shakli bo'yicha modellashiriladi. Konlarni asosiy ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilish uchun bunday yondashishni anomal neftni uyumlarda qo'llab bo'lmaydi.

Neft konlarini muhim texnologik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun gidrodinamik hisoblarni bajarishda neftni reologik xossalari o'zgarishni va qatlamni har xilligini inobatga olish kerak. Shunday qilib, anomal qovushqoqli neft uyumlarini loyihalashtirishdagi va tahlilidagi bosh xususiyati neft va gaz tarkibini, fizik va muhim reologik xususiyatlarini uyum hajmi bo'ylab o'zgarishini mufassal o'rganish zaruriyati hisoblanadi. Gidrodinamik hisoblashlar sxemasini tanlash neft va gaz xossalari uyum bo'ylab taqsimlanganlik xususiyatlari inobatga olib bajaralishi kerak.

Neftlarni anomal qovushqoqli xususiyatlariga qatlamni fizik xususiyatlari va har xilligi katta ta'sir etadi. Masalan, dinamik siljish bosimini gradiyenti va neftdagi strukturani chegaraviy buzilish bosimi gradiyenti jinslarni o'tkazuvchanligiga katta bog'liq. Reologik xossalarni keskin yomonlashuvi, kichik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti bilan

xususiyatlanuvchi, g'ovak muhitlardagi neftni sizilishida namoyon bo'ladi. Shunday qilib, oluvchi va haydovchi quduqlarni joylashtirish sistemasi, ular orasidagi masofalar, ularni ishlash rejimlari uyumni ishlashda qatlam bosimi gradiyentlarini, neftdagi strukturalarni chegaraviy buzilish bosimi gradiyentlaridan katta bo'lishini, ta'minlash kerak. Agar ushbu maqsadga erishish ishlash iqtisodiy ko'rsatkichlarini jiddiy yomonlashuvi sababli, mumkin bo'lmasa, u holda neftni reologik xossalarini yaxshilash tadbirlarini loyihalash kerak.

Neft koni ishlashni dastlabki loyihalarini tuzish bosqichida loyihalovchi, neftni strukturali mexanik xossalariga ta'sir etuvchi, neftni tarkibini uyum maydoni bo'ylab taqsimlanganligi va o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini o'zgaruvchanlik xususiyatlari haqida yetarli darajadagi mufassal ma'lumotlarga ega bo'lmaydi. Shu sababli qatlam va qatlam nefti haqida yangi ma'lumotlar paydo bo'lib borishi bilan neftni anomal qovushqoqligini kamaytirish tadbirlariga o'zgarishlar kiritilish kerak.

Bundan tashqari, uyumni ishlash jarayonida turli sabablarga ko'ra ishlatish quduqlaridan olinayotgan neftni xossalari jiddiy o'zgarishi mumkin. Shu sababli neft va gaz tarkibini, ularni reologik xossalarini o'zgarishi haqida muntazam nazorat olib borish kerak.

2.2. Anomal neft tekis-radial sizishini sxemalashtirish

Anomal neft tekis – radial sizishi masalasining qo'yilishi asosida neft qovushqoqligi va sizish tezligini bosim gradiyentidan bog'liq ravishda o'zgarishi olingan.

Anomal neftni g'ovak muhitda sizishini eksperimental tadqiqotlari natijalarini ikkita usul bilan ishlab chiqish mumkin. Birinchi uchulda neftning hamma o'zgaruvchan reologik xossalaridan, faqat uning qovushqoqligi hisobga olinadi, o'tkazuvchanlik esa o'zgarimas kattalik deb qabul qilinadi. Ikkinchi usulda eksperiment ma'lumotlaridan turli bosim gradiyentlaridagi anomal neftni harakatchanlik koeffitsiyenti aniqlanadi. Bunday yondashish metodik nuqtai nazardan to'g'ridir, chunki bosim gradiyenti ortib borishi bilan g'ovak muhitda bir tarafdin – qatlam o'tkazuvchanligini ortishi yuz beradi. Har bir holdagi eksperimental ma'lumotlarni ishlab chiqish natijasida, anomal neft harakatchanligini qatlam bosimi gradiyenti bilan bog'lovchi, empirik iborani olish mumkin.

Anomal neft qovushqoqligini va harakatchanligini hisoblash iboralarini quyidagi ko'rinishga ega:

a) neftning samarali qovushqoqligi uchun

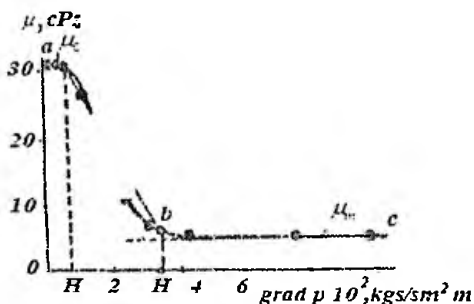
$$\mu_s = \mu_m + \frac{\mu_0 - \mu_m}{1 + \exp C(y - y_n)}; \quad (\text{VII.14})$$

b) qatlamdagi sizilishda neft harakatchanligi uchun

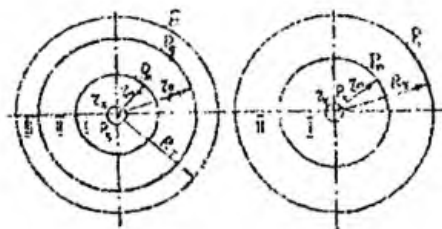
$$\frac{\kappa}{\mu} = \frac{K_n [1 + \exp C(y - y_n)]}{\mu [1 + \exp C(y - y_n)] - \Delta\mu}, \quad (\text{VII.15})$$

bu yerda: K_n - katta bosim gradiyentlaridagi jins o'tkazuvchanligi; μ_m, μ_0 - neft qovushqoqligining eng kichik va eng katta qiymatlari; C va y_n - konstantalar; $\Delta\mu = \mu_0 - \mu_m$; $y = \text{grad } P$.

Shuni ta'kidlash lozimki, (VII.14) va (VII.15) funksiyalardan qo'yilgan vazifalarni yechishda bevosita foydalanish matematik qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun vazifalarni yechishda doira shakldagi qatlamda anomal neft oqimini sxemalashtirishdan foydalaniladi.



VII.1.-rasm. Anomal neft samarali qovushqoqligining bosim gradiyentidan bog'liqligini approksimatsiyalash.



VII.2-rasm. Doira shaklidagi qatlamlarda anomal neftning sizishini sxematizatsiyalash.

VII.1-rasmdan koʻrinib turibdiki, anomal neft qovushqoqligining oʻzgarish tekis egrilarini, amaliyotdagi hisoblashlar aniqligi uchun yetarli darajadagi, a, b, s siniq chiziqlar bilan almashtirish mumkin. Bogʻliqliklarni bunday sxemalashtirish asosida doira shaklidagi qatlamda uchta zonani ajratish mumkin (VII.2-rasm).

Atrofida ishlatish quduqlari joylashtirilgan tashqi radiusi r_m boʻlgan birinchi zonaning hammasida qatlam bosimi gradiyenti neftdagi strukturalarni chegaraviy buzilish bosim gradiyentidan katta. Bu zonada neft eng kichik oʻzgarmas qovushqoqlik μ_m yoki eng katta harakatchanlik $(\kappa/\mu)_m$ bilan, toʻliq buzilgan strukturali harakatda boʻladi. Birinchi zona radiusining kattaligi neftni reologik xususiyatlari va ishlatish quduqlarini ishlash rejimi bilan aniqlanadi.

Ikkinchi zonada neftni qovushqoqligi va harakatchanligi, qatlam bosimi gradiyentidan bogʻliq ravishda, chiziqli qonun asosida oʻzgarada. Ikkinchi zonaning tashqi radiusi r_o ham birinchi zonada taʼsir etuvchi, koʻrsatkichlarga bogʻliq. Ushbu zonada asosiy rolni siljishni dinamik bosimi gradiyenti oʻynaydi.

Uchinchi zonada sizish eng katta oʻzgarmas qovushqoqlikda μ_o yoki harakatchanlikda $(\kappa/\mu)_o$ toʻy beradi. Ishlatish quduqlari debitini oshirib borilishi bilan birinchi va ikkinchi zonalarini tashqi chegaralari toʻyinish chegarasi tomon koʻchadi.

Nisbatan katta debitlarda yoki reologik xususiyatlarni mos qiymatlarida qatlamda faqat ikkita zona boʻlishi mumkin: birinchi va ikkinchi (VII.2-rasm).

2.3. Anomai neftlar sizishini gidrodinamik hisoblash

Anomal neft qalinligi h , o'tkazuvchanligi K bo'lgan, doira shakldagi bir xil qatlamdagi barqarorlashgan sizishini ko'rib chiqamiz. To'yinish chegarasi radiusini R_r va ishlatish qudug'i radiusini r_k bilan belgilaymiz. To'yinish chegarasida P_r , ishlatish qudug'i tagida P_k teng bosim ushlab turilibdi. Yuqorida keltirilgan, sizishni sxematizatsiyalashga asosan doira shaklidagi qatlam tashqi radiuslari mos ravishda r_m, r_o va R_r bo'lgan uchta zonaga ajratiladi. Birinchi va ikkinchi zonalar chegarasidagi bosimni P_m , ikkinchi va uchinchi zonalar orasidagini - P_o orqali belgilaymiz.

Birinchi zonada neft qovushqoqligi μ_m teng, uchinchi - μ_o , ikkinchi gradiyentga bog'liq ravishda quyidagi qonun bo'yicha o'zgaradi:

$$\mu = \mu_o - \frac{\mu_o - \mu_i}{H_i - H} \left(\frac{dP}{dch} - H \right); \quad r_i \leq r \leq R_r \quad (\text{VII.16})$$

bu yerda: P, r - mos ravishda o'zgaruvchan bosim va bosim aniqlangan nuqta koordinatasi.

Birinchi va ikkinchi zonalarining tashqi chegaralari, μ_i, μ_o, H, H_i, K qiymatlari ma'lum bo'lganda, debitga Q bog'liq va quyidagi iboralardan aniqlanadi:

$$r_i = \frac{\mu_i}{2\pi k H_i} * \frac{Q}{h}; \quad (\text{VII.17})$$

$$r_o = \frac{\mu_o}{2\pi k H} * \frac{Q}{h}. \quad (\text{VII.18})$$

Keltirilgan (VII.17) iboradan ko‘rinib turibdiki, birinchi zona radiusining kattaligi neftni qovushqoqligi μ_1 , ishlatish qudug‘ining solishtirma debitiga Q/h to‘g‘ri mutanosiblikda va o‘tkazuvchanlik bilan neftdagi strukturani buzilish chegaraviy bosimi gradiyenti ko‘paytmasiga teskari mutanosiblikda. Teng sharoitlarda neft qovushqoqligi qancha katta bo‘lsa, neftni anomal xossalari namoyon zona burg‘ qudug‘idan shuncha uzoqda joylashgan bo‘ladi. Kichik o‘tkazuvchan qatlamlarga birinchi zona radiusi, yuqori o‘tkazuvchan qatlamlarga nisbatan katta. Biroq shuni eslatib o‘tish joizki, o‘tkazuvchanlikni kamayishi bilan chegaraviy bosim gradiyentlari jiddiy ortadi. (VII.18) – iboraga kiruvchi ko‘rsatkichlarga bog‘liq ravishda ikkinchi zona radiusi ham o‘xshash o‘zgaradi.

Hamma zonalar uchun suyuqlik sarfi iboralarini yozamiz:

1 zona

$$Q_1 = \frac{2\pi kh}{\mu_1} * q_1 \frac{dP}{du_2}; u_k \leq u_1 \leq u_1; \quad (\text{VII.19})$$

2 zona

$$Q_2 = \frac{2\pi kh}{\mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_1}{H_1 - H} \left(\frac{dP}{du} - H \right)} u_2 \frac{dP}{du_2}; u_1 \leq u_2 \leq u_{II}; \quad (\text{VII.20})$$

3 zona

$$Q_3 = \frac{2\pi kh}{\mu_0} u_3 \frac{dP}{dr_3}; u_k \leq u_3 \leq R_7; \quad (\text{VII.21})$$

Oqimning uzluksizlik shartidan kelib chiqib quyidagi tenglamani olamiz:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q \quad (\text{VII.22})$$

Sarf qiymatlarini qo‘yib, ba’zi soddalashtirishdan so‘ng quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\frac{u_1}{\mu_1} * \frac{dP}{du_1} = \frac{u_2}{\mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_n}{H_1 - H} \left(\frac{dP}{du_2} - H \right)} \frac{dP}{du_2} = \frac{u_3}{\mu_0} \frac{dP}{du_3} = \varphi. \quad (\text{VII.23})$$

O'zgarma φ quyidagi iboradan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{Q}{2\pi kh}. \quad (\text{VII.24})$$

Ishlatish qudug'i debitini qatlamga berilayotgan depressiyadan bog'liqligini olish uchun quyidagi tenglamadan foydalanamiz:

$$P_T - P_k = (P_T - P_o) + (P_o - P_m) + (P_m + P_k) \quad (\text{VII.25})$$

(VII.25) – tengsizlikdagi ikkinchi qo'shiluvchi quyidagi iboradan aniqlanadi:

$$P_k - P_i = \frac{(\Delta H \mu_0 + \Delta \mu H) \varphi}{\Delta H} \ln \frac{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_d}{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_i}. \quad (\text{VII.26})$$

Doira shakldagi qatlamni ikkinchi zonadagi har qanday nuqtadagi bosim quyidagi bog'liqlikdan hisoblab topiladi:

$$P = P_i + \frac{(\Delta H \mu_0 + \Delta \mu H) \varphi}{\Delta H} \ln \frac{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_d}{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_i}. \quad (\text{VII.27})$$

(VII.26) va (VII.27) tenglamalarni yozishni soddalashtirish uchun $\Delta H = H_i - H$ va $\Delta \mu = \mu_0 - \mu_i$ qo'shinicha shartli belgilardan foydalanamiz.

Ikkinchi va uchinchi zonadagi bosimlar kattaligi Dyupyui iborasidan aniqlanadi. Zonalar chegarasidagi bosimlar quyidagi iboralardan topiladi:

$$P_i = P_k + \frac{Q\mu_m \ell n \frac{u_i}{u_k}}{2\pi k h} \text{ va } P_d = P_T - \frac{Q\mu_0 \ell n \frac{R_T}{u_d}}{2\pi k h}. \quad (\text{VII.28})$$

(VII.28) – iboralarni (VII.25) tengsizlikga qo'yib ishlatish qudug'i debitini quyidagi ko'rinishdagi hisoblash iborasini olamiz:

$$Q = \frac{2\pi k h (P_i - P_k)}{\mu_i \ln \frac{u_i}{u_k} + \mu_0 \ell n \frac{R_T}{u_d} + \frac{\Delta H \mu_0 + \Delta \mu H}{\Delta H} \ln \frac{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_d}{\frac{\Delta \mu}{\Delta H} \varphi + u_i}} \quad (\text{VII.29})$$

Doira shaklidagi qatlamda ishlayotgan quduq debitini hisoblash uchun olingan (VII.29) – iborada zonalarining tashqi radiuslari u_i va u_d ishlatish qudug'i debitiga bog'liq. Shuning uchun hisoblashlarda debit berilishi, qatlam va ishlatish qudug'i tubidagi bosimlar farqi aniqlanishi kerak. Ishlatish quduqlarini ishlatish bilan bog'liq amaliyotdagi vazifalarini hal etish uchun Q bilan $P_T - P_k$ orasidagi bog'liqlikni qurish kerak. Unda, bunday grafikga ega bo'lib, ishlatish qudug'ini ishlatish rejimini xususiyatlovchi, Q, P_T, P_k ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin bo'ladi.

VIII-BOB. OQILONA ISHLATISH QUDUQLARI TO'RI ZICHLIGINI ASOSLASH

Konlarning samarali ishlashini ta'minlovchi ishlatish quduqlari to'riining oqilona zichligini aniqlash neft sanoatining hamma rivojlanish bosqichlarida eng dolzarb muammo bo'lib kelgan.

Hozirgi vaqtga qadar bu muammo haqidagi tushunchalar bir xil emas va bir-biriga qarama - qarshi olimlar tomonidan turli konsepsiyalar asoslanmoqda:

- qatlamlarni yakuniy neft beraolishligiga ishlatish quduqlari to'ri zichligi kam ta'sir etadi;

- qatlamlarni yakuniy neft beraolishligiga ishlatish quduqlari to'ri zichligi katta ta'sir etadi;

- qatlamlarni yakuniy neft beraolishligiga ishlatish quduqlari to'ri zichligi va ko'p darajada ularni joylashtirish sistemasi ta'sir etadi.

Ushbu bobda oqilona ishlatish quduqlari to'ri zichligini asoslashga qaratilgan chet el olimlarining tadqiqotlari hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan uslublar va O'zbekistondagi turli geologik-fizik sharoitlardagi konlarda olingan natijalar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Agarda yildan-yilga ochilayotgan konlarning o'rtacha yotish chuqurligini ortib borilayotganligini va konni ishlashga tushirish bilan bog'liq kapital mablag'larning 50% ortig'i quduqlarni burg'itashga sarf etilishini inobatga olsak keltirilgan ma'lumotlar va ishlatish quduqlarito'riining oqilona zichligini asoslashga bag'ishlangan tadqiqot natijalari katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

§ 1. Ishlatish quduqlari to'ri zichligini yakuniy neft beraolishga ta'siri haqidagi ilmiy tadqiqotlarni umumlashtirish.

Ishlatish quduqlarini oqilona joylashtirish muammosi

1930-yillargacha, neft qatlami fizikasi va gidrodinamikasi endi rivojlanayotgan davrda, konlarni samarali ishlatish savollarini yechishda empirik yondashish ustunlik qilar, amalda ishlatish quduqlarini joylashtirish va sonini aniqlash kon geologlari tomonidan sizish qonuniyatlarini va qatlamlarni sizdirish xususiyatlari inobatga olinmasdan hal etilar edi.

Tomlinsonning chegaralangan "ta'sir radiusi" va "ishlatish quduqlarini kritik soni" nazariyasi mavjud edi. Amalda Kotlarning har bir ishlatishqudug'idan olingan jam'anna neft kvadrat ildiz ostidagi sizilish maydoniga teskari mutanosibligini tasdiqlovchi "qonuni"dan foydalanilgan. Natijada ishlatish quduqlarining to'ri haddan ziyod zichlashtirib yuborilgan, amalda u 0,5-1,0 ga/qud. Va undan ham kam bo'lgan. Masalan, AQSHdagi qattam va nefini yaxshi geologik – fizik xususiyatli "Ist-Teksas" konida 30000 ga yaqin quduqlar burg'ilanib, to'r zichligi 2 ga/qud.ni tashkil etgan. Ishlash jarayonida ulardan 25000 ortiqchaligi o'rnatilgan. O'sha yillarda zich burg' quduqlari to'ri Rossiyaning Grozniy rayonidagi va Ozarbayjonning geologik – fizik xususiyatlari yaxshi bo'lgan konlarida ham qo'llanilgan. Buning natijasida kichik chuqurlikdagi yuqori mahsuldor qatlamlar kichik iqtisodiy foydali yoki umuman fodasiz ishlatilgan.

1932-yili akad. I.M.Gubkin rahbarlik qilgan komissiya Grozniydagi konlarni ishlashini tahlil qilib haddan ziyod ishlatish quduqlari to'ri zichligiga shubha bildirdi va ularni 4-9 ga/qud. ga siyraklashtirishni taklif etdi.

1937-yili Amerika neft instituti ishlatish quduqlari to'ri zichligini tadqiqot qilish uchun maxsus qo'mita tuzdi. Ular bir yildan so'ng quyidagi xulosaga kelishdi – ishlatish quduqlari orasidagi masofaning kichikligi ham fizik, ham iqtisodiy nuqtai nazardan maqsadga muvofiq emas. Shuningdek, eng oqilona ishlatish quduqlari to'ri tushunchasi kiritilib, u faqatgina texnologik muvaffaqiyatni ta'minlashi lozim bo'lmay, ya'ni qo'llaniladigan ishlash usullari bilan imkoniyat yetarli darajada nefini to'liq qazib olishligina emas, balki maksimal iqtisodiy muvaffaqiyatni ham ta'minlashi kerak edi.

30-yillarning oxirida ishlarish quduqlari to'rini konlarda o'tkazilgan tadqiqotlari asosida M.Masket va V.N.Shelkachyov tomonidan neftli qatlamlarni sizdirishda suv bosimli tizimlar va ishlatish quduqlari interferensiyasi (o'zaro ta'siri) nazariyasi rivojlantirildi. Bu nazariyaga muvofiq, yagona gidrodinamik qatlamda ishlayotgan ishlatish quduqlari o'zaro bir-biriga ta'sir etib, natijada cheklangan maydonda ularning sonini haddan ziyod oshirish qatlamlardan suyuqlik (neft) qazib olishni kam oshiradi.

1945-yili Bakli va Kreyz tomonidan 44 ta erigan gaz rejimida va 59 ta suv bosimli rejimda ishlayotgan 103 ta AQSH konlarining

ma'lumotlari tahlil qilindi. Ular neft bera olishga ishlatish quduqlari to'ri zichligi 1,416 ga/qud. oralig'ida o'zgarganda sezilarli bog'liqlikni o'rnatmadilar.

Ishlatish quduqlari interferensiyasi nazariyasini amaliyotda qo'llash 1945- yillardan amalga oshirila boshlandi. 1948-yili akad. A.P.Krilov rahbarligi ostidagi mualliflar tomonidan yaratilgan "Neft konlarini ishlashning ilmiy asoslari", "Neft konlarini ishlashning nazariy asoslari va loyihalashtirish", so'ngra "Neft konlarini ishlashning loyihalashtirish asoslari" nomli ilmiy ishlarda yuqoridagi nazariya berildi.

Ishlatish quduqlari interferensiyasi nazariyasi va neft konlarini ishlashning ilmiy asoslaridan kelib chiqqan holda, 1946-yilda dunyoda birinchi marta "Tuymazinskoye" konida (devon qatlamlari) A.P.Krilov rahbarligida, sun'iy chegara tashqarisidan suv bostirish qo'llanayotgan holda, qazib oluvchi quduqlar to'ri zichligi 20 ga/qud. (400x500 m²) qilib loyihalashtirildi. Bu esa neft konlarini ishlash usullari va ishlatish quduqlarini joylashtirish muammosida tengi yo'q sifatli sakrash bo'ldi. "Tuymazinskoye" konidan so'ng xuddi shunday ishlatish quduqlari to'ri (20-24 ga/qud.) va chegara tashqarisidan suv bostirish Ural-Povoljyadagi ko'pgina konlarda ("Bavlinskoye", "Shkapovskoye", "Muxanovskoye", "Porkovskoye", "Zolnenskoye" va boshqalar) ham qo'llanildi. Bu konlarni ishlashning ijobiy tajribasi ishlatish quduqlari to'rini siyraklashtirish va chegara ichiga sun'iy suv bostirish usulini qo'llash uchun yanada ishonchli qadam bo'lib xizmat qildi.

1949-yili AQShda ishlatish quduqlari orasidagi eng oqilona masofa masalasini o'rganish bo'yicha shtatlararo qo'mita tashkil qilinib, unga atoqli olimlar: Eddi, Kaveler, Masket, Bertram va Tomlinson kabilar kirishdi. 1953-yili bu qo'mita ishlatish quduqlari to'ri zichligi bo'yicha va uni qatlamlarni yakuniy neft bera olishga ta'siri haqida ma'ruzalarini chop etdilar.

Bu ma'ruzaning asosiy xulosalari quyidagilar. Ishlatish quduqlari orasidagi eng oqilona masofa muammosi yechimi uchun fizik qonunlar yetarli emas.

Amalda yagona qatlamdan qazib olinayotgan jamg'arma neft ishlatish quduqlari soniga bog'liq emas, chunki ular chegaralanmagan sizdirish radiusiga ega bo'ladi.

Ishlatish quduqlarini joylashtirishda qatlamlarning ajralgan tuzilishi – tektonik sharoitlarini hisobga olish kerak.

Neft uyumining har bir alohida qismi kamida bitta ishlatish qudug'i bilan ishlatilishi lozim, agarda uni burg'ilashga ketadigan xarajatlar o'zini oqlasa.

Qo'mita ma'ruzasida qattam o'tkazuvchanligini burg'ilashni chuqurlashtirish va qattam bosimini ushlab turishga ketadigan xarajatlarni ortishi bilan quduqlar orasidagi masofani kattalashtirish tavsiya etilgan.

Sobiq Ittifoqda ham kon-geologik, gidrodinamik va iqtisodiy tadqiqotlar asosida o'xshash fikrlar ahamiyatli edi.

"Romashkinskoye" konini (1955-1956-yillar) ishlashning boshida bu asosiy fikrlardan kelib chiqqan holda, boshlang'ich ishlatish quduqlari to'ri zichligini 52 ga/qud. Uyumni haydovchi quduqlar qatori bilan 23 ta alohida ishlash maydonlariga kesish nazarda tutilgan edi.

Bunda, umumiy quduqlar fondining 30% konning geologik tuzilishini aniqlashtirish va qatlamlardan neft olish davomida burg'i quduqlar to'rini zichlashtirish uchun rezerv sifatida foydalanish ko'rilgan. "Romashkinskoye" koni tajribasi namuna bo'lib xizmat qildi. 1950-yillarning oxirida yaxshi konlar ishlatish quduqlari to'ri zichligini 50-60 ga/qud. Qilib loyihalashtirish amalda hamma neft qazib oluvchi o'likalarda odatiy hol bo'lib qoldi, bunda albatta rezerv quduqlari bilan to'rni tartiblashtirish nazarda tutilar edi.

G'arbiy Sibir konlari uchun 60-70 yillarda boshlang'ich ishlatish quduqlari to'ri zichligini 49-56 ga/qud. bo'lish keng tarqaldi. G'arbiy Sibir va Povoljyadagi neft konlarini ishlash uchun boshlang'ich oluvchi quduqlarni siyrak to'rini keng tarqalishiga obyektiv sabablar – birinchi loyihaviy hujjatlar tuzish vaqtida konning geologik – fizik ma'lumotlarini yetarli emasligi va konni ishlashga tushirishni jadallashtirish zaruriyati asos bo'ldi.

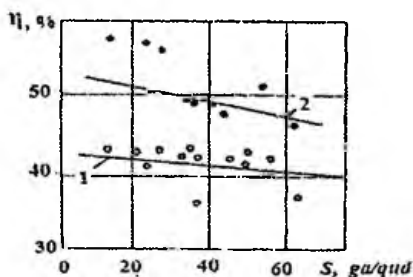
Shuningdek, neft konlarini sun'iy suv bostirish usullari va siyrak quduqlar to'ri bilan ishlash amaliyotda nazariyada nazarda tutilganidan murakkab va qiyinroq bo'lib chiqdi.

Ko'pgina konlarning ("Romashkinskoye", "Arlanskoye", "Muxanovskoye" va boshqalar) obyektlarida butun qatlamlar, uyumlar va maydonlar ishlashga yomon jalb qilindi. Loyihaviy rezerv quduqlar yetarli bo'lmadi, suvlanganlik bashorat qilingandan yuqori, neft olish darajasi va neft bera olish ancha past bo'ldi. Bu hamma salbiy tomonlar

suv bostirish usulini yetarlicha o'rganilmaganligi, neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonini sodda sxemalashtirilishi, hisob modellarning nomukammalligi, eng asosiysi murakkab tuzilgan qatlamlarda neftni yotish sharoitlari haqidagi ma'lumotlarning yetarli bo'lmaganligi va boshqa xususiyatlarni bilmaslik natijasida sodir bo'ldi.

"Romashkinskoye" konida loyihalashtirilgan siyrak quduqlar to'ri to'g'risidagi birinchi keskin tanqidlar V.N.Shelkachev tomonidan 50-yillarning oxirida aytilgan edi. Oxirgi yillarda bu muammo haqidagi tushunchalar bir xil emas va bir-biriga qarama-qarshi. Olimlar tomonidan turli konsepsiyalar asoslanmoqda. Ularning eng asosiylari haqida to'xtatilib o'tamiz.

Qatlamlarning yakuniy neft beraolishligiga ishlatish quduqlari to'ri zichligi juda kam ta'sir etadi. Bunday tushunchalar 40-50-yillarda Ural-Povoljyadagi yuqori mahsuldor neft konlarini o'zlashtirish va suv bostirish usullarini tadbqiq qilish boshlangan vaqtda muhim ahamiyatga ega edi. Bu davrda neft konlarini ishlashini loyihalash amalda qatlamlarning turliligi deyarli hisobga olinmay, suvni bir tekis harakati taxmin qilinib, hamda uyumlarda to'liqmas sizdirishni paydo qiladigan uzilganlikni va linzasimonlikni inobatga olmagan soddalashtirilgan modellarda bajarilar edi. Buning sababi asosiy konlardagi qatlamlarning bu xususiyatlari o'sha vaqtlarda kam o'rganilgan yoki noma'lumligi edi.



VIII.1-rasm. Qatlamlar neft bera olishi koeffitsiyentining η burg' quduqlari to'ri

zichligiga S bog'liqligi, Ural-Povoljyaning 23 ta uyumlari bo'yicha. Neft va suv

qovushqoqli nisbati 0,47-0,70

qumlilik koeffitsiyenti 0,7

katta va o'tkazuvchanlik

0,135-0,45 mkm³ bo'lganda.

Qatlamlardan nisbatan suyuqlik olish: 1-0,5 g'ovaklar hajmida; 2-0,75 g'ovaklar hajmida.

To'liq sizdirishga erishilgan uyumlarning gidrodinamik yagona bir xil qatlamli uyumlari uchun neft bera olishi quduqlar to'ri zichligiga juda kam bog'liq bo'ladi (VIII.1-rasm).

Yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan monopolit qatlamli "Samarskoy Luki" konini ishlash tajribasi shuni ko'rsatdiki, ishlatish quduqlari to'ri zichligi 7,1 dan 22,5 ga/qud. o'zgartirilganda neft bera olishlikka sezilarli ta'sir qilmaydi, bunda neft bera olish ning pasayishi 3% oshmaydi. "Pokrovskoye" koni A₄qatlamining janubiy qismida ishlatish quduqlari to'ri 2 marta siyraklashtirish natijasida, o'sha uyumning qatlam xossalari unchalik yaxshi bo'lmagan shimoliy qismiga nisbatan, samarali ishlash ko'rsatkichlarini ta'minladi.

"Bavlsinskoye" konida ishlatish quduqlarini joylashtirish zonasida quduqlar to'ri 2 marta siyraklashtirish D₁qatlamining toza neft qismidagi neft beraolishligiga kam ta'sir qildi (I.YE.Paluyan, G.G.Vaxitov, S.A.Sultonov) Ozarbayjon konlari bo'yicha ko'p ko'rsatkichli tahlil shuni ko'rsatdiki, burg' quduqlari to'ri 1 dan 10 ga/qud. siyraklashtirish neft bera olishlikka deyarli ta'sir qilmaydi (M.T.Abbasov, Ch.A.Sultonov).

Hatto Ural – Povoljyadagi 26 ta yuqori mahsuldor karbonat kollektorli konlarida (Boshqird yarusining A₄qatlamlari) burg' quduqlari to'ri 10 dan 330 ga/qudsiyraklashtirish yakuniy neft bera olishini hammasi bo'lib 1,5-2,0% kamaytiradi (A.V.Govura, V.I.Kolganov).

Bu natijalar burg' quduqlari interferensiyasi (o'zaro ta'siri) nazariy holatlariga mos keladi, lekin ularni faqat yagona yuqori o'tkazuvchan qatlamlarga tadbiq qilish mumkin.

Ammo amaliyotda uyumlarni butun hajmi bo'yicha yuqori o'tkazuvchan gidrodinamik yagona qatlamlar deyarli kam bo'ladi.

Ko'pgina hollarda haqiqiy neftli qatlamlar murakkab maydoniy turlilikka, uzilganlikka, linzasimonlikka, bo'linganlikka va ko'p qatlamlikka ega bo'ladi. Bunday sharoitlarda qatlamlarning neft bera olishini burg' quduqdaori to'ri zichligidan bog'liqligi yetarli ravishda kuchli va murakkabdir.

Qatlamlarning yakuniy neft beraolishligi burg' quduqlari to'ri zichligiga juda kuchli bog'liq bo'ladi.

"Bavlsinskoye" konining (D1), "To'ymazinskoye" konining (D1) va "Roinashkinskoye" konidagi "Abduraxmonovskoye" maydonining (D1) qatlamlarida burg' quduqlari to'ri zichligi 100 ga/qud. Bo'lganda,

qatlamlarning yakuniy neft bera olish koeffitsiyenti mos ravishda 0,52; 0,32 va 0,21 qilib baholangan. Burg' quduqlari to'ri 2 ga\qud. zichlashtirish yakuniy neft bera olishini mos ravishda 0,74; 0,69 va 0,68 oshirishi mumkin, ya'ni 22;37;47% yoki 1,43;2,18 va 3,23 marotaba.

Bu konlar bo'yicha burg' quduqlari to'ri zichligini 100 dan 40 ga\qud. yoki 2,5 marta zichlashtirish natijasida yakuniy neft bera olish mos ravishda 1,25; 1,6 va 2,05 marotaba oshadi, agar quduqlar to'ri 20 marta oshirilsa yakuniy neft bera olish mos ravishda bor yo'g'i 1,14; 1,38 va 1,58 marotaba oshadi.

Qatlamlarni yakuniy neft bera olishini oshirish quduqlar to'ri zichligi darajasiga mutanosib emasligini, gidrodinamik yagona qatlamda suv bostirishni hisobga olmasdan tushuntirib bo'lmaydi.

Keltirilgan qatlamlarning yakuniy neft bera olishini burg' quduqlari to'ri zichligiga bog'liqligi quyidagi qabul qilingan soddalashtirilgan iboralardan olingan. neft bera olish koeffitsiyenti faqat ikkita koeffitsiyentlar orqali ifodalangan – oluvchi quduqlar ta'sirida qatlamni qamrab olinganlik va siqib chiqarish koeffitsiyentlari.

Suv bostirish bilan qatlam qalinligini qamrab olishda qatlamning qatma-qat turliligi hisobga olinmagan.

Maksimal ishlatish quduqlari to'ri zichligida neft bera olish koeffitsiyentining yuqori chegarasi, siqib chiqarish koeffitsiyentiga teng deb katta olingan, pastki chegarasi esa ishlatish quduqlari to'ri maksimal siyraklashtirilganda nolga teng deb qabul qilingan. Bunda yakuniy neft bera olishini yuqori chegarasi qilib suv bostirishda qatlamni qamrab olish va siqib chiqarish koeffitsiyentlari ko'paytmasini qabul qilish to'g'ri bo'lardi, ular 20-30% past bo'lishi mumkin, chunki suv bostirib qatlamlarni ishlashni iqtisodiy foydali davrda uning qamrab olinganligi 100% kam bo'ladi. Qatlamning yakuniyneft bera olishini quyi chegarasi qilib bitta (uyum, maydon markazida joylashgan) quduqdan olingan jamg'arma neft miqdori qabul qilinishi kerak. Bu neft miqdori ham kam bo'lmay, gidrodinamik yagona qatlamda, balans zahiralarning 10-15% tashkil etadi.

Yuqori va quyi chegaralarning yakuniy neft bera olishini ishlatish quduqlari to'ri zichligidan juda orttirilgan bog'liqligi olingan.

Ma'lumki, AQSH o'rtacha ishlatish quduqlari to'ri zichligi 7-8 ga\qud. Ni tashkil qiladi, ko'pgina konlarda neft qazib olish suv bostirish va boshqa ta'sir etish usullari bilan ta'minlanadi.

AQSH suv bostirish eng yirik neft qazib oluvchi Texas shtatidagi yaxshi konlarda keng qo'llanildi. Bu shtatning 310 konlari ma'lumotlari bo'yicha ishlatish quduqlari to'ri 2 dan 30 ga/ qud. qao'zgarganda qatlamlarning neft bera olishining kamayishi sezilarli bo'lmaydi (3-5%). Neft beraolishni qatlamlarni o'tkazuvchanligiga bog'liqligi esa juda katta bo'ladi (o'tkazuvchanlikni neft qovushqoqligiga nishati). O'tkazuvchanlikni 3 marta pasayishi neft bera olishini 10-12% kamaytiradi. Demak, suv bostirish qo'llanilayotgan konlarda ishlatish quduqlari to'rini zichlashtirish /36/ katta samarani bermaydi. AQSH mutaxassisi (T.Dosher) baholari bo'yicha so'nib borish usulida ishlayotgan neft konlarining 25-30% geologik-fizik tavsiflari bo'yicha suv bostirish uchun yaroqli.

Qatlamlarni yakuniy neft bera olishini ishlatish quduqlari to'ri zichligiga va ayniqsa ko'p darajada ularni joylashtirishga bog'liq bo'ladi. Qatlamlarni yakuniy neft bera olishiga ishlatish quduqlari joylashtirishni katta ta'sir etishi konlarni ma'lumotlari asosida ko'p tadqiqotchilar tomonidan berilgan. ammo u boshqa ma'noga egadir, chunki bundagisamara ishlatish quduqlari to'ri zichligiga bog'liq bo'lmay, balki ko'p qatlamli obyektlarni bo'lish, bir-biridan ajralgan linzalarni, maydonlarni va qatlamchalarni maxsus burg'ilangan quduqlar bilan ishlashga jalb etishga bog'liq bo'ladi.

Murakkab tuzilishli qatlamlarni yakuniy neft bera olishini quduqlarni joylashishidan sezilarli bog'liqligi oxirgi 15-20 yilda amalda hamma mutaxassislar tomonidan qabul qilingan. Bu muammo bo'yicha o'tkazilgan maxsus simpoziumlar shuni ko'rsatdiki, neft bera olishlikni ishlatish quduqlari to'ri zichligiga bog'liqligi juda murakkab, ayniqsa bir xil bo'lmagan qatlamlarda.

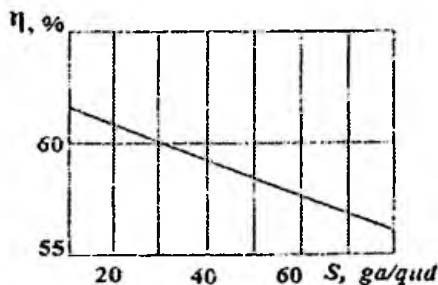
Har bir kon uchun eng oqilona ishlatish quduqlari to'ri mavjud bo'lib, u neft qazib olishda eng yuqori iqtisodiy samarani ta'minlaydi, lekin qatlamlarni tuzilishi haqidagi ma'lumotlarni cheklanganligi sababli uni boshlang'ich ishlash bosqichida aniqlash imkoni bo'lmaydi. Shuning uchun konlarni ishlashda siyrak quduqlarini navbatma-navbat burg'ilash tavsiya etiladi.

Gidrodinamik yagona, lekin tuzilishi turli qatlamlarni yakuniy neft beraolishligiga ishlatish quduqlarini suv-neft maydonlariga, to'siqlarga qiyiqlanishlarga, linzalarga, netlilik chegaralarga va to'yinish manbalariga nisbatan joylashishi katta ta'sir qiladi.

70-yillarda Ural-Povoljya konlari uchun qatlamlarning neft bera olishiga ko'p omillarning ta'sirini tahlili bajarildi (YE.I.Semin, V.K.Gozikov, S.A.Kojakin). Bu tahlil shuni ko'rsatdiki, burg' quduqlari to'ri zichligini 60-80 dan 20 ga/qud. zichlashtirilganda konlarning yakuniy neft beraolishligiga kam ta'sir etadi (VIII.1-VIII.2-rasm).

Ko'pgina konlarda ("Romashkinskoye", "Muxanovskoye", "Uzen", "Samotlor") tasdiqlangan yakuniy neft bera olishiga erishish uchun ilgari nazarda tutilganidan ko'p darajada quduqlar burg'ilandi yoki burg'ilashni talab qiladi. "Romashkinskoye", "Muxanovskiye", "Uzen", "Samotlor" va boshqa konlarning ko'p qatlamli obyektlarida, qatlam xossalari 4-5 marta farq qilganda kam o'tkazuvchan qatlamlarni yuqori o'tkazuvchan qatlamlar bilan birga ishlatishda, kam o'tkazuvchanli qatlamlarda deyarli sizdirish ro'y bermaydi. Yuqori mahsuldor qatlamlarda kam o'tkazuvchan maydonlar aniqlanib, ular kam sonli burg' quduqlari to'ri bilan ishlatilganda, neft olish sur'ati juda kam (hamma zahiradan yiliga 1-1,5%) bo'ladi. Bu hollarda har doim obyektlarni bo'lish, alohida ajralgan qatlamchalarga, linzalarga, kam o'tkazuvchan maydonlarga ularni ishlashga jalb etish maqsadida qo'shimcha quduqlar burg'ilash va neft olishni jadallashtirish talab etiladi. Bunda ajralgan linzalarga, qatlamchalarga va suv-neft maydonlariga quduqlarni burg'ilash ko'pincha zichlashtiruvchi burg'ilash deb ataladi, amalda esa bu yangi neft zahiralarini ishlashga jalb etishi hisoblanadi.

Bu ma'noda ko'rsatkichli misol sifatida "Samotlor" koni xizmat qiladi. Konning obyektlarida boshlang'ich burg' quduqlari to'ri zichligi 49-64 ga/qud. qilib burg'ilangan. Ikki monolit qatlamlar BV8 va AV45 uchun bunday burg' quduqlari to'ri mufassal tahlil natijasiga ko'ra, samarali hisoblanadi, chunki uyumlarning butun hajmi faol sizdirish bilan qamrab olingan. Lekin VB10 AV1-2 va boshqa qatlamlar kesimida monolit qumtoshlardan tashqari 30-50% hajmi yupqa qat-qat qatlamlardan iborat, ularni kam sonli burg' quduqlari bilan sizdirish qoniqarsiz bo'lgan. Kam o'tkazuvchan qatlamchalar va linzalar monolit qumtoshlar bilan bitta burg' quduqlari to'ri bilan ishlashda ularni faqat 20-30% sizdirishga jalb etiladi.



VIII.2- rasm. Yakuniy neft bera olishini (η_{ya}) quduqlar to'ri

zichligiga (S) bog'liqligi. neft va suv qovushqoqliklari nisbati 10 kichik, qumlilik koeffitsiyenti 0.75 katta, bo'linganlik koeffitsiyenti 2 kichik, qatlam o'tkazuvchanligi 0,6-2,5 mkm².

BB₁₀, BB₈⁰, AB_{2,3} qatlamlar kesimlarini geologik tuzilishi shuni ko'rsatdiki, kam mahsuldor va yupqa qat-qat qatlamlarni 70% hajmini 500-100 m o'lchamli linzalar tashkil qiladi, ular ko'p qatorli (besh qatorli) tizimlarda va kam sonli quduqlarda siqib chiqarish bilan to'liq qamrab olinmaydi va faol sizdirilishda ishtirok etmaydi.

Besh qatorli tizimlarda, murakkab tuzilgan qatlamlarda ishlatish quduqlari to'rini 29 dan 15-17 ga/qud. zichlashtirilganda siqib chiqarish bilan qamrab olinganlik 15-20% yakuniy neft bera olish 9-14% ortadi. Murakkab tuzilgan qatlamlarda maydonli tizimlar suv bostirish bilan yuqori qamrab olinganlikni ta'minlaydi. lekin ishlatish quduqlari to'rini zichlashtirilishida qamrab olinganlikni ortishi besh qatorli tizimlarga nisbatan kam bo'ladi. Ishlatish quduqlari to'rini zichlashtirish bilan bir vaqtning o'zida besh qatorli tizimdan maydoniy tizimga o'tish bir xil bo'lmagan qatlamlarni siqib chiqarish bilan qamrab olinganligini 20-25% oshiradi, bu esa juda samaralidir.

Shunday qilib, bir xil bo'lmagan linzasimon qatlamlarda ishlatish quduqlari to'rini zichlashtirish neft bera olishini (qamrab olinganlikni) sezilarli oshiradi, ayniqsa ishlatish quduqlari linzalar va to'siqlarga nisbatan qulay joylashtirilsa.

AQSH ishlatish quduqlari to'rini eng oqilona zichligi muammosi 20-yillardan boshlab mutaxassislarni o'ylantirib keladi, oxirgi jiddiy urinish 1967 yili Amerika neft instituti tomonidan tuzilgan qatlamlarning

neft bera olishini bo'yicha maxsus qo'mita qatlamlarni yakuniy neft bera olishini ishlatish quduqlari to'ri zichligiga bog'liqligini topishga harakat qildi.

Qo'mita tomonidan 312 ta neft konlaridagi ishlash natijalari o'rganilib, neft bera olishini, so'nish va suv bosimli rejimlar uchun, qatlam ko'rsatkichlari orasidagi bog'liqliklar o'rnatildi. Ammo qo'mita a'zolari qatlamlarning yakuniy neft bera olishini, ishlatish quduqlari to'ri zichligiga bog'liqligini aniqlash imkonini topa olmadilar. Buni shunday tushuntirish mumkin, AQSH alohida qismlarga ajralgan, uzlukli qatlamli konlaridagi ishlash obyektlari juda katta aniqlikda ajratilgan – har bir qatlamchalarga alohida quduqlar to'ri burg'ilangan yoki u yer osti texnikasi yordamida oluvchi va haydovchi quduqlari bilan alohida samarali ishlatiladi. Natijada hamma ishlash obyektlari bir xil qatlam tuzilishli bo'ladi va ular uchun neft bera olishini ishlatish quduqlari to'ri zichligidan juda kuchsiz bog'liqligi namoyon bo'ladi.

Shundan so'ng AQSH ishlatish quduqlari to'ri eng oqilona zichligi muammosi o'zining ahamiyati yo'qotdi. Yirik amerikalik olimlarning neft konlarini suv bostirish texnologiyasiga bag'ishlangan monografiyalarida quduqlar to'ri zichligini qatlamlarning neft beraolishligiga ta'siri muammosi o'z ifodasini topmadi, amaliyotda esa siyrak quduqlar to'ri bilan ikki bosqichli burg'ilash, konlar uchun yagona ishlash tizimlar, ishlashni boshlang'ich bosqichidan suv bostirish va boshqa usullar qo'llana boshlandi.

Alayaskadagi 1977-yilda ishga tushirilgan mahsuldor eng yirik "Pradxo Bey" konining neftga to'yingan qatlam qalinligi 130 metrdan ortiq, neft qazib olishning maksimal loyihaviy miqdori yiliga 180 mln.t. bo'lib, uyumda quduqlarni teng o'lchamli to'r bilan 130 ga/qud zichlikda burg'ilash natijasida erishilgan burg'ilashning ikkinchi bosqichida quduqlar to'ri 64 ga/qud. ($800 \times 800 \text{ m}^2$) zichlashtiriladi. Maydon bo'ylab sun'iy suv bostirish 1984 yildan boshlangan. Ko'rinib turibdiki, AQSH o'zining tajribasiga asoslanib "Ist - Teksas" konidagi juda zich ishlatish quduqlari to'ridan (2 ga/qud.) "Pradxo-Bey" konidagi siyrak ishlatish quduqlari to'riga o'tishi uchun 30 yil vaqt kerak bo'ldi.

Boshlang'ich siyrak quduqlar to'ri bilan konlarni burg'ilash prinsipi yaqqol ustunlikka ega, chunki bunda bu to'rlar bilan olinmaydigan neft qolib ketmaydi, ular ikkilamchi to'r quduqlari yoki o'lchamli usullar bilan qazib olinadi. Aksincha, boshlang'ich quduqlar

to'rida ortiqcha burg'ilangan quduqlarga ketadigan Harajatlar qaytarib bo'lmaydigan darajada yo'qotiladi.

Ba'zi bir ilmiy ishlarda ishlatish quduqlari to'rining eng oqilona zichligini maksimal sof foyda bo'yicha aniqlash taklif etilgan. Ishlatish quduqlari to'rini haddan ziyod zichlashtirish foydani keskin kamatiradi, ayrim hollarda nolgacha, quduqlar to'rini siyraklashtirish esa uning qiymatini sekin kamaytiradi. Ma'lum ilmiy ishlarda har xil qatlamlar uchun quduqlarni eng oqilona to'rini aniqlash usullari berilmagan, lekin ulardan shuni bilib olish mumkinki, ishlashni boshlang'ich davrida ishlatish quduqlari to'rini zichlashtirish xavfli, shuning uchun avval siyrak qatlamlarning tuzilishi aniqlangandan so'ng esa, o'zgartirishlar kiritilishi va quduqlar to'ri zichlashtirilishi mumkin.

Bundan tashqari AQSH neft konlaridagi burg'ilash tartibi va ishlatish quduqlari to'ri haqidagi ma'lumotlarni umumlashtirish ma'lum qiziqish uyg'otadi. Agar AQShda ishlayotgan hamma konlarni shartli ravishda "eski" va "yosh" konlarga ajratsak, unda "eski" (boshlang'ich olinadigan zahiradan 50% ortig'i qazib olingan) konlardagi to'rlar zichligi o'rtacha 6 ga/qud., "yosh" konlardagi (ulardan boshlang'ich 50% kam qazib olingan) quduqlar to'ri zichligi 16-18 ga/qud. tashkil etadi.

AQSH neft konlarining hozirgi burg'ilanganlik holati quyidagicha: hamma konlarning 50% yaqinida quduqlar to'ri 16 ga/qud. 37% konlarda quduqlar to'ri 16-26 ga/qud. va 13% konlarda quduqlar to'ri zichligi 26 ga/qud. Qilib burg'ilangan. AQSH neft konlarida olish ishlatish quduqlari to'ri Ural-Povoljya konlariga qaraganda o'rtacha 4-5 marta zich joylashtirilgan. AQSH oxirgi yillarda quduqlar to'rini siyraklashtirish tendensiyasi kuzatilmoqda. 1950-1957 yillar ishga tushirilgan konlaridagi quduqlar to'rini o'rtacha zichligi 15 ga/qud; 50-yillarning oxirida ishga tushirilgan konlarda esa quduqlarsiyrak to'rli 30-35 ga/qud, ba'zi holatlarda 60-70 ga/qud. qilib burg'ilangan.

Ko'pgina shimoliy shtatlardagi 60-yillarning o'rtalarida ochilgan yangi neft konlarida quduqlar to'rini minimal zichligi – 16 ga/qud. va maksimal zichligi 64 ga/qud. qilib o'rnatilgan. AQSH ko'pgina konlari to'g'ri geometrik to'r bo'yicha burg'ilangan va qisqa muddatlarda ishga tushirilgan.

§ 2. Oqilona ishlatish quduqlari zichligini aniqlash va joylashtirish usuli. Ishlatish quduqlari asosiy fondini qo'llanilayotgan joylashtirish usuli

Ishlash sistemasini loyihalashtirish bosqichida ma'lumki bizning uyum va kollektor haqidagi bilimimiz mukammal bo'lmay, faqat hisoblash sxemasidan kelib chiqish imkonini beradi, bunda qatlam tuzilishi bir xil yoki turli xil uyum ko'rinishi esa oddiy geometrik shaklda (tasma, aylana, halqa, sektor) yoki shunday oddiy shakllar yig'indisi holida qabul qilinadi. Shuning uchun ishlatish quduqlarini asosiy fondini oqilona joylashtirishni aniqlashda qatlamlar tuzilishini bir xil va oddiy geometrik shakldagi uyumlar uchun hal etiladi.

Tazyikli rejimlar uchun tasma va aylana shaklidagi uyumlarda bu muammo bir qator soddalashtirilgan ko'rinishlarda tadqiqot qilingan. Oxirgi tadqiqotlar natijasida hozirgi vaqtda bu muammo gidrodinamik hisoblashlar yordamida olingan bog'liklik chizmalari va iboralaridan foydalanib hal etilmoqda.

Bu tadqiqotlarning asosiy xulosalari quyidagilardan iborat.

Ishlatish quduqlari qatorlari orasida va qatorlardagi quduqlar orasidagi masofalarni aniqlangan nisbati bo'lib bunda berilgan ishlash muddatida va burg' quduqlari sonida har qanday boshqa variantlarda qaraganda, eng yaxshi texnik iqtisodiy ko'rsatgichlar ta'minlanadi. Shu sababli har bir quduqlar soni uchun bir vaqtda ishlovchi qatorlar soni berilganda, uyumdagi hamma quduqlar qatorlarining yagona eng yaxshi soni mavjud bo'ladi. Bu esa loyihalashda yagona quduqlar sonini joylashtirishni va ko'p sonli turli variantlarni takrorlanishini oldini oladi.

1. Uyumlarda yoki chegara ichki suv bostirishda tasmasimon chiziq shaklda ajratilgan bloklarda birinchi qatorda, chiziq shaklda ajratilgan bloklarda birinchi qatorda, neftlilik chegarasidan boshlab, kam sonli ishlatish quduqlari to'ri va oxirgi qatorda zichishlatish quduqlari to'ri bo'lishi. Qolgan qatorlarda ishlatish quduqlari orasidagi va qatorlar orasidagi masofalar bir xil bo'ladi.

Birinchi qator ishlatish quduqlari boshqa uzoq vaqt ishlaydigan (ikkinchi-uchinchi bosqich) quduqlardan farqli ravishda bir bosqichda (ularni suvlanishigacha) ishlatiladi, oxirgi qator quduqlari esa hamma ishlatish quduqlari qatorlari suvlangandan so'ng bir bosqichda ishlatiladi (boshqa ishlatish quduqlari qatorlari yordamisiz).

2. Aylana shaklidagi uyumlarda ishlatish quduqlari to'rtini zichlashtirish (chegara tashqarisidan suv bostirishda) chekka qismlardan markazga qarab oshiriladi. Ko'rsatilgan omillardan tashqari quyidagi vaziyat sodir bo'ladi, suv neft tutash yuzasini uyum markazi tomon siljib borishi bilan ishlash maydoni qisqarib boradi va bir vaqtning o'zida ishlayotgan ishlatish quduqlari soni kamayadi.

Amalda oqilona ishlatish quduqlarini joylashtirish quyidagicha aniqlanadi.

Tasmasimon uyumlarda bir vaqtda ikki qatorli ishlash sharoitida qatorlar orasidagi va qatordagi quduqlar orasidagi masofalar bir xil bo'lishi kerak. Birinchi va oxirgi qatorlar bundan mustasno. Bu holatda quyidagi tenglamalar to'g'ri bo'ladi:

$$\begin{aligned} a_1 &= 1,05a, & a_0 &= 0,95a, \\ n_1 &= 0,88n, & n_0 &= 1,36n. \end{aligned} \quad (\text{VIII.1})$$

bu yerda: a_1 --birinchi qatordan neftlilik chegarasigacha bo'lgan masofa;

a_0 --oxirgi qatordan undan bitta oldingi qatorgacha bo'lgan masofa;

n_1 -- birinchi qatordagi quduqlar soni;

n -- qolgan qatorlardagi quduqlar soni;

n_0 -- oxirgi qatordagi quduqlar soni.

Agar tasmasimon uyumlarda bir vaqtda uch qator ishlasa, unda quyidagi tenglamalar qo'llaniladi:

$$\begin{aligned} a_1 &= 1,14a, & a_0 &= 0,98a, \\ n_1 &= 0,87n, & n_0 &= 1,64n. \end{aligned} \quad (\text{VIII.2})$$

Qolgan qatorlarda ishlatish quduqlari orasidagi va qatorlar orasidagi masofalar bir xil bo'lishi kerak.

Chunki a_1 , a_0 va n_1 - miqdorlari a va n miqdorlaridan kam farq qiladi, birinchi yaqinlashuvda ularni teng qilib olish mumkin va faqat oxirgi qatorlardagi ishlatish quduqlari sonini ikki qatorli ishlashda $1/3$ ga va uch qatorli ishlashda $2/3$ ga oshiriladi.

Shu sababli uyumlarning tasmasimon qismlaridagi olish ishlatish quduqlarini oqilona to'rtini loyihalashtirishning quyidagi usulidan foydalaniladi.

Uyumni oqilona ishlash uchun eng ehtimolli qatorlar sonini qabul qilib hamma qaterlar orasidagi masofa quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\alpha = d / \kappa \quad (\text{VII.3})$$

bu yerda: d - tasmasimon qismning bir tomonlama tazyiqdagi eni.

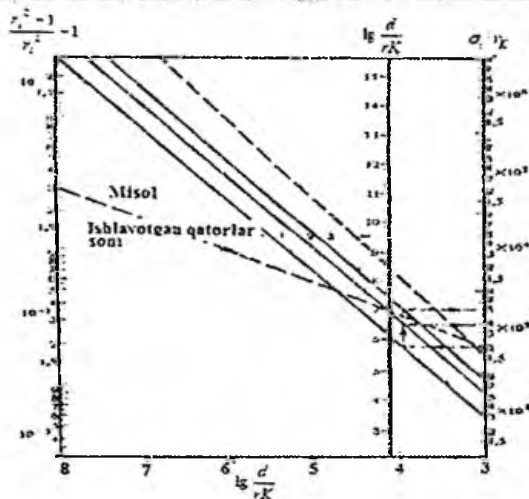
Nomogramma yordamida (VII.3-rasm) α / κ_k dan ishlatish quduqlari orasidagi masofa $2\sigma_i$ va ularning soni topiladi. So'ngra keltirilgan tenglamalardan n_1, n_0, a_1, a_0 aniqlanadi. Quduq radiusi r_q sifatida ishlatish qudug'i nomukamalligini hisobga oluvchi keltirilgan radiusi qabul qilinadi.

Masalan. Bir tomonlama to'yinuvchi eni $d=1500m$ va uzunligi $3000m$ uyum mavjud. Uch qator ishlash quduqlarini joylashtirish ko'zda tutilgan. Quduqlar qatori ikki qatordan ishlatiladi. Quduqlar keltirilgan radiusini $r_k = 5,5 \text{ sm}$ deb qabul qilamiz. Qatorlardagi ishlatish quduqlari orasidagi asosiy masofani aniqlaymiz:

$$\alpha = d / K = 1500 / 3 = 500m.$$

Unda

$$\lg \frac{d}{rK} = \lg \frac{500}{5,5 \cdot 10^{-2}} = 3,95.$$



VII.3- rasm.
Qatorlardagi
ishlatish
quduqlari
orasidagi
masofalar
nomogrammasi.

Nomogrammani pastki gorizontaal shkalasidagi mos keluvchi nuqtadan egilgan 2 – chiziqni (qatorlar ikkitadan ishlayapti) kesib o'tuvchi vertikalni o'tkazamiz; bu kesishish nuqtasidan o'ngga chekkadagi yon shkala bilan kesishguncha gorizontaal chiziqni o'tkazamiz, undagi quyidagi miqdorni o'qiyamiz:

$$\sigma_i / r_k = 3,8 * 10^3$$

So'ngra quyidagilar topiladi: $2\sigma = 2 * 3,8 * 10^3 * 0,055 = 418m$;

$n = \ell / 2\sigma = 3000 / 418 = 7,2$; $\alpha_1 = 1,05 * 500 = 525m$;

$\alpha_2 = 0,95 * 500 = 475m$; $n_1 = 0,88n = 6,3$; $n_2 = 1,36n = 9$;

$2\sigma_1 = 500m$; $2\sigma_2 = 300m$.

Ishlatish quduqlarini joylashtirishning mumkin bo'lgan sxemalari va eng maqsadga muvofiq quduqlar sonini to'liq texnik-iqtisodiy tahlil qilish uchun xuddi shu usul bilan ko'p va kam qatorlar holatida quduqlar to'rini qurish kerak bo'ladi. Ikki tomonlama tazyikli uyum o'q chizig'i bilan bo'linib uyumning yarmi uchun ishlatish quduqlarini joylashtirish sxemasi o'rnatiladi (ikki ichki qator qo'shilganda quduqlar soni ikki marta ko'p markaziy qator clinadi).

Aylana uyumlarni yoki qismlarini ma'lum darajadagi yaqinlashishda yoki aylana sektorlari ko'rinishida tasavvur qilish mumkin, ular transsendisit tenglamalar sistemasi ko'rinishida yechiladi. Bu sistema bilan amaliy masalalarni to'g'ridan – to'g'ri yechib bo'lmaydi. Shuning uchun ishlatish quduqlari qatorlarining joylashishini hisobiy diagrammasi qurilgan (VIII.4-rasmi).

Ishlatish quduqlari soni tanlanadi. Agar ichki qator radiusi bo'lsa, unda uni ordinata o'qidagi boshlang'ich neftlilik chegarasi radiusiga bo'lib, r/r_n nisbat aniqlanadi. So'ngra gorizontaal to'g'ri chiziqni, ishlatish quduqlari qatorlari soni mos keluvchi chiziq bilan kesishguncha o'tkaziladi, bunda r_{ch}/r_n nisbati bizning uyumimizdagi ko'rsatgichga eng yaqin bo'lishi kerak. Olingan nuqtadan yuqoridagi egri chiziqlar bilan kesishguncha vertikal to'g'ri chiziq o'tkazib, ordinata o'qidan qolgan qatorlar radiusi aniqlanadi. Agar ichki qator radiusi noma'lum, lekin uyum markaziy quduqqa ega bo'lgan to'liq aylanasimon bo'lsa, unda ichki qator radiusi pastki beshta yordamchi egri chiziqlardan

bittasini asosiy pastki beshta yordamchi egri chiziqlardan bittasini asosiy egri chiziq bilan kesishgan ordinata nuqtasidan topiladi. Yuqoridagi diagrammaning gorizontol o'qidan quduqlar zichligi ko'rsatkichi λ_1 aniqlanadi.

So'ngra r_i -ishlatish quduqlarining keltirilgan radiusi va hamma qatorlar uchun $\frac{r_i^2 - 1}{r_i^2}$ hisoblanadi.

VIII.4-rasmda berilgan nomogrammani ko'rib chiqamiz. Vertikal shkalalardagi, hisoblangan qiymatlariga mos, birinchi va ikkinchi nuqtalarni chapdan o'ngga sanab to'g'ri chiziq bilan biriktirib, uni uchinchi shkala bilan kesishguncha davom ettirib har biri uchun σ miqdorini topamiz. Bu miqdorlar qatorlar bittadan ishlaganda oqilonadir. Bir vaqtda ishlovchi ikki yoki uch qatorli quduqlar orasidagi eng yaxshi masofani aniqlash uchun, chekka yon shkaladagi kesishish nuqtasidan egilgan egri chiziq o'tkaziladi, keyin vertikal bo'yicha egri chiziq 2 va 3 gacha borib σ shkalasiga qaytiladi. Bu usul bilan hamma qatorlardagi ishlatish quduqlari orasidagi masofa aniqlanadi.

VIII.4-rasmdan namuna sifatida foydalanish uzlukli chiziqlar yordamida ko'rsatilgan. Beshta ishlatuvchi qatorlar uchun neftlilik chegarasi radiusi $r_{ch}=5000m$, oxirgi ishlatish quduqlari qatori radiusi $r_5=5000m$. Bunda $\rho_5 = r_5 / r_{ch} = 0,1$. VIII.4-rasmdan ($r_i = \rho_i r_{ch}$

bo'lganda) ko'rinadiki, $\rho_4 = 0,2$; $r_4 = 1000m$; $\rho_3 = 0,35$;

$$r_3 = 1750m; \rho_2 = 0,55;$$

$$r_2 = 2750m; \rho_1 = 0,76; r_1 = 3800m.$$

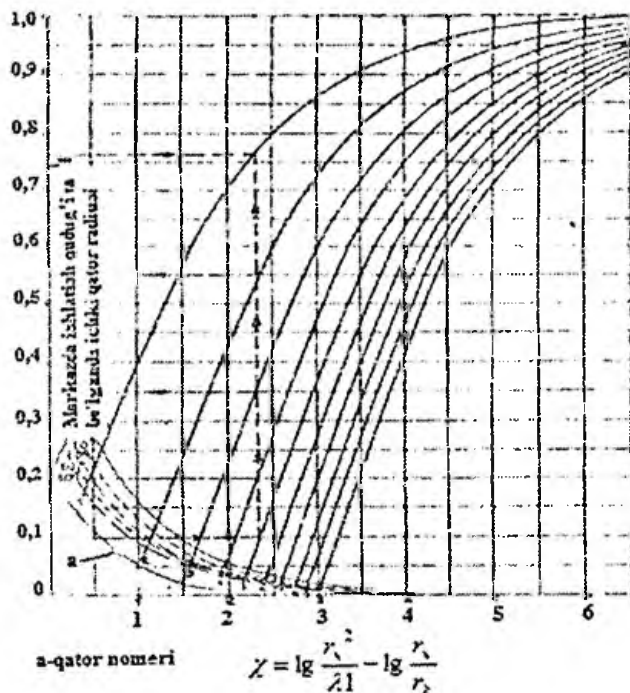
Nomogrammadan $\chi = 2,355$ ekanligini topamiz. So'ngra yordamchi koeffitsiyent hisoblanadi:

$$\chi = \lg \frac{r_v^2}{\lambda_1} - \lg \frac{r_v}{r_k}$$

$r_k = 10^{-4}m$ bo'lganda $\lambda_1 = 1,435 \cdot 10^2 m^2$ ga teng bo'ladi. Keyingi qatorlardagi ishlatish quduqlari orasidagi masofa (2σ) VIII.3-rasmda keltirilgan nomogramma bo'yicha aniqlanadi.

Amalda qatlam tuzilishi bir xil va mukammal aylana yoki tasma shaklidagi uyumlar bo'lmaydi. Shuning uchun markaziy qatorlardagi to'rlarni zichlashtiruvchi quduqlar ko'pincha rezerv quduqlarga o'tkaziladi va ularning soni rezerv ishlatishi quduqlar soni bilan muvofiqlashtiriladi.

$$\rho_s = r_3 / r_k$$



VIII.4-rasm.
Aylana qatorli quduqlarning hisoblangan joylashish diagrammasi: r_{ch} -to'yinish chegarasi radiusi; r_k -ishlatish qudug' i keltirilgan radiusi; r_1 -i- chi ishlatish quduqlari qatorining radiusi; λ_1 -ishlatish quduqlari to'ri zichligi ko'rsatkichi.

Rezerv ishlatish quduqlarining kerakli sonini aniqlash

Rezerv quduqlarni burg'ilashning asosiy maqsadi qatlamni yakuniy neft bera olishini oshirish hisoblanadi. Rezerv quduqlarini burg'ilashning maqsadga muvofiqligi mezonlaridan biri bo'lib, qo'shimcha olingan neft miqdori hisoblanadi, bunda uning tannarxi foydalilik chegarasidan oshib ketmasligi kerak.

Uzluksiz qatlamda rezerv quduqlarini neftlilik chegarasini tortilish chiziqlari bo'ylab burg'ilash maqsadga muvofiqdir.

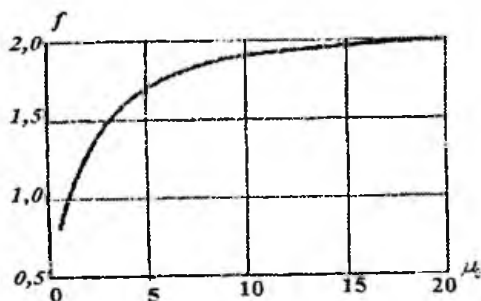
Bir qator tadqiqot tahlili asosida tortuvchi qator quduqlari orasida qolib ketadigan neft miqdori quyidagicha ifodalanadi:

$$q = 0.41hma\beta f \frac{l^2}{N},$$

bu yerda: h va m - mahsuldor qatlamni uzluksiz qismining o'rtacha qalinligi (m) va o'rtacha g'ovakligi; $\sigma - lm^3$ qatlam neftini tonnaga o'tkazish koeffitsiyenti; β - boshlang'ich neftga to'yinganlik koeffitsiyenti; l - neftlilik chegarasini tortilish chiziqlari uzunligi; f - neft va suv qovushqoqliklari nisbati $\left(\mu_0 = \frac{\mu_n}{\mu_s} \right)$ ga bog'liq koeffitsiyent, uni

V.V.Skvorsov tadqiqotlari asosida olingan (VIII.5-rasm) egri chiziqdan olish mumkin; N - tortuvchi qatordagi quduqlar soni.

Bu bog'liqlikdan bitta qo'shimcha ishlatish qudug'iga to'g'ri keladigan olinadigan sanoat zahiralari orttirmasini aniqlash mumkin.



VIII.5-rasm. Neft qoldiqlari o'ichamini tavsiflovchi f koeffitsiyentini qovushqoqliklar nisbatiga μ_0 bog'liqligi.

$$\Delta Q = 0.41hma\beta f \frac{l^2}{N^2} k_s, \quad (\text{VIII.5})$$

bu yerda: k_s - neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti.

Qo'shimcha olingan neftning tannarxi

$$C = \frac{3_k + 3_e}{\Delta Q} \quad (\text{VIII.6})$$

bu yerda: - 3_k - bitta rezerv quduqni jihozlashga sarflanadigan o'rtacha kapital harajatlar; 3_e - bitta ishlovchi rezerv quduq'ini butun ishlash muddatida xizmat qiliishga ketadigan o'rtacha joriy ishlatiladigan harajatlar.

Demak, tortuvchi qatordagi N - chi quduqni burg'ilash

$$C < C_f$$

ifodada o'zini oqlaydi. Bu yerda: C_f - ko'rilayotgan uyum uchun neftning tannarxini daromadlilik chegarasi.

Unda tortuvchi qatordagi oqilona ishlatish quduqlari soni quyidagicha aniqlanadi:

$$N = 1 \sqrt{\frac{0.41 h m a \beta f^2 k_s C_f}{3_k + 3_e}}. \quad (\text{VIII.7})$$

Tortuvchi qator chizig'ida joylashgan ishlatish quduqlari asosiy fondning soni N_0 - bo'lgan holda, kerakli rezerv quduqlari sonini aniqlaymiz:

$$N_r = N - N_0 \quad (\text{VIII.8})$$

Shuni inobatga olish lozimki, yuqoridagi tenglamalarni keltirib chiqarishda, ishlatish quduqlari orasidagi va tortish chizig'i uzunligida qolgan neft qoldiqlarini hosil bo'lishiga o'tkazuvchanlik va g'ovaklik bo'yicha tog' jinslarining turililigini ta'siri hisobga olinmagan. Turlilikni hisobga olish esa tortuvchi qator quduqlari orasidagi neft qoldiqlari o'lchamini oshirib yuboradi. Ammo, boshqa tomondan yuqoridagi keltirilgan tenglamalarda quduqlar katta darajada suvlanmaganida ham ularni to'xtatish nazarda tutilgan. Quduqlarni suvlanganligi hisobga

olinsa neft qoldiqlari o'lchamlarini kamaytirishiga olib keladi. Shunday qilib, bu ikki noaniqliklar bir-birini muvozanatlaydi.

§ 3. Eng oqilona ishlatish quduqlari to'ri muammosini yechish yo'llari

Uch o'lchamli, uch fazali matematik modellar asosida bir xil bo'lmagan qatlamlardan ishlatish quduqlari sistemasi bilan neft olish jarayonini, uyumlarning geologik tuzilishini hamma asosiy xususiyatlarini, qatlamlarni va suyuqliklar xossalarini, har xil kuchlarning namoyon bo'lishini, neftni siqib chiqarish mexanizmini, quduqlarni har bir quduqni burg'ilash maqsadga muvofiqligini alohida aniqlash imkonini beradi.

Bunday modellarning paydo bo'lishi bilan ishlatish quduqlari to'ri eng oqilona zichligi muammosi ilmiy bo'lib qolmay, balki iqtisodiy va texnik muammolarga aylanadi.

Neft konlarida determinlashtirilgan modellarni qo'llab quduqlarni oqilona joylashtirishni aniqlash uchun 3 ta shart bajarilishi zarur:

1) har bir qidiruv va ishlatish quduqlaridan to'liq batafsil ma'lumot olish (namunani to'liq chiqarish va har tomonlama tahlil qilish, quduqlarni kon gidrodinamik tadqiqoti, suyuqliklar xossalarini o'rganish, neft suv va gaz debitini aniq o'lchash);

2) katta quvvatli va xotirali tezkor EHMlarni qo'llash;

3) aniq texnologik mezonlar – bir quduqdan 5-25 yilda o'zini iqtisodiy oqlaydigan neft qazib olishni ta'minlaydigan mezonlar. Amalda neft konlarida determinlashtirilgan modellarni qo'llab ishlatish quduqlarini oqilona joylashtirish quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Qidiruv ishlatish quduqlaridan olingan to'liq ma'lumotlar asosida qatlamning maydoniy va tabaqali bir xil emasligi iloji boricha batafsil ko'rsatilgan uyumning geologik modeli quriladi. Siyrak ishlatish quduqlari to'ri joylashtiriladi. EHMda neft qazib olish jarayoni modellashtiriladi – ko'rilayotgan vaqt davrida uyumlarni ishlash ko'rsatkichlari bashorat qilinadi. Mutaxassislarda shubha uyg'otgan maydonlarga quduqlar qo'shiladi yoki olinadi. Shu davr uchun hisob yana qaytariladi.

Qo'shilgan ishlatish quduqlari hisobiga qo'shimcha neft olish yoki ba'zi bir quduqlarni olinishi natijasida yo'qotilgan neft miqdori

aniqlanadi, quduqlarni burg'ilashning maqsadga muvofiqligini baholovchi aniq mezonlari taqqoslanadi. Shu asosda ishlatish quduqlarini boshlang'ich sistemadagi soni va joylashishi hal qilinadi.

Burg'ilash jarayonida har bir quduqdan olinadigan ma'lumot batafsil EHM da matematik modelga kiritilib, uyum tuzilishi aniqlanadi. Uyumlar tuzilishining jiddiy o'zgarishida quduqlar joylashuviga tuzatmalar kiritiladi va ishlatish quduqlari sistemasini o'zgartirgan holda ishlash ko'rsatkichlarini hisoblash takrorlanadi, qo'shimcha (yoki qisqartirishlar) quduqlar kerakligi, ularni joylashtirish maqsadga muvofiqligi to'g'risidagi masala yechiladi. Bu jarayon burg'ilash davrida bir necha marta amalga oshiriladi. Teng o'lchamli siyrak to'rlar bilan burg'ilash natijasida qatlamlarni tuzilishi haqidagi ma'lumotlar yig'iladi, neftni sizilish sharoitlari va ishlash jarayonining samaradorligi, tanlangan modelni ularga mos kelishi va hamma alohida xususiyatli maydonlar aniqlanib, quduqlar tizimiga turli o'zgartirishlar kiritilib, neft qazib olish ko'rsatkichlarini bashorat qilish takrorlanadi.

Shunday qilib modellashtirish va ko'p bosqichli burg'ilash yordamida oqilona quduqlar soni aniqlash va ularni joylashtirishga erishiladi, bu esa sizdirish va suv bostirish bilan qatlamlarni to'liq qamrab olinishi natijasida konni ishlash samaradorligini oshiradi. Bunday sharoitlarda quduqlar to'rtinchi oqilona zichligi va konlarni ko'p bosqichli burg'ilash to'g'risidagi munozaralar o'rinsizdir.

Ushbu tartibda quduqlarni joylashtirish va burg'ilash oqilona to'rlar va ortiqcha quduqlarni burg'ilashni bartaraf qilish muammolarini yechishdagi yagona to'g'ri yo'l hisoblanadi.

Ammo, neft uyumlarida olib borilgan qidiruv ishlaridan so'ng qatlamlarning turliligi, tuzilishi, suyuqlik xossalari to'g'risida kam ma'lumotlarga ega bo'linadi. Shu sababli ishlatish quduqlarini oqilona joylashtirish muammosini yechish uchun avvalo qidiruv ishlari jarayonida va ishga tushirish vaqtida neftli qatlamlar tuzilishini o'rganishni yaxshilash kerak.

XI-BOB. NEFT KONLARINI ISHLASH TEXNOLOGIK KO'RSATKICHLARINI IQTISODIY BAHOLASH

Bu bobda neft sanoatida amal qilayotgan rahbariy hujjatlar asosida neft konlarini ishlash loyihalarini iqtisodiy qismiga qo'yiladigan umumiy talablar, asosiy tushunchalar, iqtisodiy baholash ko'rsatkichiari, variantni tanlash va iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash algoritmi keltirilgan.

§ 1. Umumiy talablar

Ishlash variantlarini iqtisodiy baholashda, chet ellarda va hozirgi vaqtda yurtimizda keng foydalanayotgan, bozor iqtisodiyoti uchun xususiyatli ko'rsatkichlar sistemasidan foydalanib amalga oshirish tavsiya etiladi.

Iqtisodiy baholash jarayonida konni ishlash bilan bog'liq geologik-fizik, texnologik, texnik va ekologik xususiyatlari aks ettirilishi kerak.

Ishlashni hamma texnologik variantlari iqtisodiy baholanib, ular bir-biridan ishlatish quduqlari to'rlarining zichligi, burg'lash tartibi va sur'ati, uyumga ta'sir etish metodlari, neft va suyuqlik olish miqdori, burg'lashdan olish va haydash quduqlarini chiqarish, haydalayotgan suv va omillar hajmi, quduqlarni ishlatish usullari va boshqa ko'rsatkichlari bilan farq qilishi mumkin. Ishlash sistemasining variantlari yillar, ishlash bosqichlari (5, 10, 15, 20 yil), hamda to'liq loyiha muddati uchun iqtisodiy baholanishi kerak. Iqtisodiy baholash natijasida, maksimal iqtisodiy samarani, qatlamlardan neft zahiralarini iloji boricha to'liq chiqarib olishni, ekologiyani, yer ostini va atrof-muhitni himoya qilishni ta'minlash mezonlariga javob beruvchi, konni eng oqilona ishlash varianti aniqlanadi.

Ishlash loyihasining samaradorligini aniqlash uchun foydalaniladigan ko'rsatkichlar sistemasi bevosita loyihani amalga oshiruvchi qatnashchilarni hamda davlat va mahalliy budjet manfaatlarini hisobga olishi kerak.

Ishlash variantlarini iqtisodiy baholashda quyidagilar ko'rib chiqilishi kerak:

- kutilayotgan turli vaqtlardagi sarflarni va daromadlarni boshlang'ich bosqich sharoitidagi iqtisodiy qiymati o'lchamiga keltirish;

- foydalanayotgan pul mablag'larining qiymatiga pulning qadrsizlanishi (inflatsiyani) ta'sirini hisobga olish;

- loyihani amalga oshirish bilan bog'liq zarar ko'rish ehtimollarini hisobga olish;

- loyihani amalga oshirishga qiziqqan tashkilotlarni, O'zbekistondagi va xorijdagi homiylarni (investorlarni), banklarni, davlat va mahalliy boshqarish organlarini loyihada qatnashishini maqsadga muvofiqligini asoslash.

Ishlash samaradorligi ko'rsatkichlariga iqtisodiy omillar ta'sirini o'rnatish uchun texnologik variantlarni bir necha iqtisodiy variantlarda ko'rib chiqish kerak. Masalan, olinayotgan mahsulotni turli sotish sharoitlari (ichki yoki tashqi bozorlar), amaldagi soliq sistemasini o'zgarishi (imtiyozli soliq solinishi yoki soliq stavkasini kamaytirilishi), amortizatsiyani o'tkazish sharoiti (oddiy yoki tezlashtirilgan sistema), diskontirlashni turli koeffitsiyentlari va boshqalar.

Ushbu tavsiyalardan turli loyiha hujjatlaridagi (sinov ishlatish loyihasidagi, sinov-sanoat ishlashni texnologik sxemasidagi yoki loyihasidagi, aniqlashtirilgan ishlash yoki yakuniy ishlash loyihasidagi, texnik-iqtisodiy baholashdagi) ishlash sistemalarini baholashda foydalanish mumkin.

neft bera olish koeffitsiyentini iqtisodiy asoslangan kattaligi obyektini foydali ishlatish davri uchun aniqlanadi. Iqtisodiy foydalilik muddati sifatida joriy (yillik) diskontirlangan naqd pul oqimini musbat qiymatlari olingan davri qabul qilinadi.

§ 2. Asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlar

Loyihani samaradorligi, iqtisodiy mezonlar sifatida qatnashuvchi, hisoblanadigan ko'rsatkichlar sistemasi bilan baholanadi.

Loyihani baholash uchun quyidagi asosiy samaradorlik ko'rsatkichlaridan foydalanish tavsiya etiladi:

- diskontirlangan naqd pul oqimi (NPV);
- daromad ko'rsatkichi (PI);
- kapital sarflarni ichki qaytarish me'yori (IRR);
- konni o'zlashtirish uchun kapital sarflar.

Inflyatsiya

Inflyatsiya (pulning qadrsizlanishi) narx va harajatlarning umumiy ortish darajasi bo'lib, u davlat pul birligining sotib olish qobiliyatini yo'qolishida kuzatiladi. Loyiha hujjatining samaradorlik ko'rsatkichini joriy narxlarda, ya'ni inflyatsiya ko'rsatkichi bilan hisoblash tavsiya etiladi.

Diskontirlash

Diskontirlash – turli vaqtdagi Harajatlarni va natijalarini yagona vaqt paytiga keltirish metodi bo'lib, u kelajakdagi kirimlar (foydalar) qiymatini zamonaviy nuqtai nazarda aks ettiradi. Diskontirlash koeffitsiyenti kattaligini o'rnatishda odatda qarz foizining o'ra qiymatiga (stavka foiziga) qaraladi. Diskontirlash koeffitsiyenti kattaligi amalga oshirilayotgan investitsiyalarni zarar ko'rish ehtimolini ham hisobga olishi mumkin.

Zarar ko'rish ehtimoli

Iqtisodiy zarar ko'rish ehtimoli – zarar yoki ziyon ko'rish ehtimoli, ya'ni korxonani o'z boyliklarining bir qismini yo'qotishi, daromadlarni to'liq ololmasligi yoki ma'lum ishlab chiqarishni va moliyaviy faoliyatni amalga oshirish natijasida qo'shimcha Harajatlarni yuzaga kelishi.

Loyiha hujjatlarida iqtisodiy zarar ko'rish ehtimoli samaradorlikni asosiy ko'rsatkichlarini turli omillarni o'zgarishiga (neftning narxiga, soliq stavkalariga, aslahalarni, materiallarni, xom ashyolarni, elektr energiyani narxiga va xarajatlarni boshqa elementlariga) sezgirligini tahlil qilish asosida baholanadi.

Kredit

Kredit (qarz) - mahsulot ishlab chiqarishni amalga oshirish faoliyatida yuzaga keluvchi, korxonani moliyaviy mablag' tanqisligini to'ldiruvchi pul qarzi. Kredit uning uchun to'lanadigan foiz, tez qaytarish va boshqa shartlarda beriladi, ular asosida kreditor (qarz beruvchi) va qarz oluvchi orasidagi munosabat yuzaga.

Narxlar

Ishlash variantlarini iqtisodiy baholash uchun bazis, joriy (bashorat), hisoblangan va dunyo narxlaridan foydalanish mumkin.

Bazis narxi deganda, xalq xo'jaligida vaqtning ma'lum paytida yuzaga kelgan narx tushunildi. Olinayotgan mahsulotning bazis narxi butun hisoblash davri mobaynida o'zgarmas deb hisoblanadi. Odatda,

undan hisoblash davri 3 yildan 7 yilgacha o'zgaruvchi sinov ishlatish va sinov – sanoat ishlash loyihalarini baholash bosqichida foydalanish mumkin.

Texnologik ishlash sxemasini va ishlash loyihasini iqtisodiy baholashda samaradorlik joriy (bashorat) va hisoblangan narxlarda aniqlashi shart. Joriy (bashorat) narx, yillik (joriy) inflyatsiya koeffitsiyenti yordamida hisoblanib, narxni vaqt davomida o'zgarishini aks ettiradi.

Loyiha natijalarini to'g'ri baholash uchun hamda loyiha ko'rsatkichlarini turli sharoitlarda taqqoslashni ta'minlash maqsadida, inflyatsiyani hisoblangan natijalar qiymatiga va xarajatlarga ta'sirini inobatga olish zarur. Buning uchun xarajatlar oqimini va natijalarni bashorat qilingan (joriy) narxlarda keltirish kerak, integral ko'rsatkichlarni (NPV, IRR, PI) aniqlashda esa hisoblangan narxlarga, ya'ni umumiy inflyatsiyadan tozalangan narxlarga o'tish kerak.

Hisoblangan narxlar diskontirlash koeffitsiyenti yordamida vaqtning qandaydir paytiga keltiriladi, ya'ni o'sha payt narxlariga mos keladi. Keltirish integral ko'rsatkichlar qiymatlarini aniqlashda hisobdan narx miqyosining umumiy o'zgarishini chiqarib yuborish, ammo (inflyatsiya sababli yuzaga keluvchi) narx strukturasi o'zgarishini saqlab qolish, maqsadida bajariladi.

§ 3. Iqtisodiy baholash ko'rsatkichlari

Naqd pul oqimi (NPV)

Diskontirlangan naqd pul oqimi – neft konini o'zlashtirishga yo'naltirilgan investitsiyalar kattaligida kamaytirilgan, mahsulotni sotishdan va amortizatsiya chegirmalaridan kelgan foyda yig'indisi – boshlang'ich yilga keltirilgan joriy yillik oqimlar yig'indisi sifatida aniqlanadi:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(\Pi_t + A_t) - K_t}{(1 + E_n)^{t-1}}, \quad (IX.1)$$

bu yerda: NPV – diskontirlangan naqd pul oqimi; Π_t - t yilda mahsulotni sotishdan kelgan foyda; A_t - t yildagi amortizatsiya chegirmalari; K_t – t yilda konni ishlashga sarflangan kapital mablag'lar.

Mahsulotni sotishdan kelgan foyda (Π_t)

Mahsulotni sotishdan kelgan foyda -- amortizatsiya chegirmalari hamda budget va nobudget fondlariga to'langan soliqlarning umumiy yig'indisi kiritilgan joriy xarajatlar kattaligida kamaytirilgan, korxonaning umumiy foydasi. Foydani hisoblash turli vaqtdagi daromadlarni va Harjlarni birinchi ishlash yiliga keltirib bajariladi. Diskontirlash har yilgi foyda qiymatini mos keltirish koeffitsiyentiga bo'lish yo'li bilan amalga oshiriladi:

$$F_t = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - \mathcal{O}_t - H_t}{(1 + E_n)^{t-t_h}}, \quad (\text{IX.2})$$

bu yerda: Π_t – mahsulotni sotishdan kelgan foyda; T - korxona faoliyatini hisoblangan baholash davri; B_t – t yilda mahsulotni sotishdan tushgan tushum; $\mathcal{O}_t$ - t yildagi amortizatsiya bilan joriy xarajatlar; H_t – soliqlar yig'indisi; E_n – diskontirlash me'yori; t , t_h - mos ravishda joriy va hisoblash yili.

Mahsulotni sotishdan tushgan tushum B_t neftni va gazni sotish narxini ularni qazib olingan hajmiga ko'paytirib topiladi:

$$B_t = (H_n * Q_n + H_g * Q_g)_t, \quad (\text{IX.3})$$

bu yerda: H_n, H_g – mos ravishda t yilda neftni va gazni sotish narxi; Q_n, Q_g – mos ravishda t yilda olingan neft va gaz miqdori.

Kapital sarflarni qaytarish ichki me'yori (IRR)

Kapital sarflarni qaytarish ichki me'yori (IRR) – diskont me'yorining shunday qiymatiki, unda investitsiyalardan kelgan sof daromadlar yig'indisi investitsiyalar yig'indisiga teng, ya'ni kapital sarflarni o'zini qoplanadi. Boshqacha qilib aytganda, u diskont me'yorining shunday qiymatiki, bunda hisoblash davri mobaynidagi naqd pul oqimi yig'indisining kattaligi nolga teng:

$$\sum_{t=1}^T \frac{(n_t + A_t) - K_t}{(1 + IRR)^{t-t_h}} = 0. \quad (\text{IX.4})$$

Bunday yo'l bilan aniqlangan kapital sarflarni qaytarish ichki me'yori keyin sarflangan kapitalga qarz beruvchi (investor) talab qilayotgan daromadlik me'yori bilan taqqoslanadi. Agar IRR hisoblangan qiymati qarz beruvchi talab qilayotgan daromadlik me'

yoriga teng yoki katta bo'lsa, ushbu loyihaga sarf qilingan investitsiyalar o'zini oqlaydi.

Daromadlik ko'rsatkichi (PI)

Daromadlik ko'rsatkichi (indeksi) - sarf qilingan xarajatlarni iqtisodiy qaytarib berishlikni xususiyatlaydi va keltirilgan sof kirimlar yig'indisini (neftni sotishda va amortizatsion chegirmalardan olingan foydani) diskontirlangan kapital xarajatlar hajmi yig'indisi nisbati ko'rinishida ifodalanadi:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T (\Pi_t + A_t) / (1 + E_m)^{t-1}}{\sum_{t=1}^T K_t / (1 + E_m)^{t-1}} \quad (IX.5)$$

Sarf qilingan mablag'larni o'rnini qoplash davri

O'rnini qoplash davri (O'QD) -- bu davr muddati bo'lib, uning davomida jamg'arma naqd pulning boshlang'ich manfiy qiymatlari keyingi musbat qiymatlari bilan o'zni to'liq qoplanadi. O'rnini qoplash davri quyidagi tenglikdan aniqlanishi mumkin:

$$\sum_{t=1}^{y_{kon}} \frac{(\Pi_t + A_t) - K_t}{\sum_{t=1}^T K_t / (1 + E_m)^{t-1}} = 0, \quad (IX.6)$$

bu yerda: O'qd – kapital mablag'larni qaytarish davri, yillar.

Boshqacha qilib aytganda, bu shunday davrki, uning tashqarisida NPV nomanfiy bo'ladi va keyin shunday bo'lib qoladi.

Kapital xarajatlar

Kapital xarajatlar kon ishlashga kiritilgandan boshlab quduqlarni burg'ilash va jihozlash tamom bo'lguncha, kerak bo'lsa, undan keyingi muddatlarda ham yillar bo'ylab hisoblanadi.

Jihozlangan va ishlashga kiritib bo'lingan neft konlari uchun kapital xarajatlarni maqsadi, ularni qayta tiklash strukturasi mos ravishda aniqlanadi: yangi qurilish, kengaytirish, qayta qurish yoki texnik qayta qurollanish.

Ishlashdagi konlar uchun loyiha hujjatlarlarini tuzishda kapital xarajatlar kon jihozlari obyektlarining bor quvvati imkoniyatlaridan foydalanishni hisobga olib, ayniqsa, ular boshqa konlar maydoniga yaqin bo'lsa, amalga oshirilishi kerak.

Kapital xarajatlarning hisobi, quduqlarni burg'ilashni va konni jihozlashni o'z ichiga olgan, ayrim yo'nalishlar bo'ylab bajariladi.

Quduqlarni burg'ilash uchun kapital xarajatlar ishlatish qudug'ini chuqurligidan, burg'ilashdan chiqarilayotgan haydash va boshqa quduqlar soniga bog'liq ravishda o'rnatilgan, $1\ m$ burg'ilab o'tishni smeta narxi asosida aniqlanadi.

Neft konini jihozlash obyektlari uchun kapital xarajatlar hisobi har bir ishlash variantini hajmiy texnologik ko'rsatkichlariga va ayrim yo'nalishlar bo'yicha solishtirma sarflarga mos ravishda amalga oshiriladi:

- neftni qazib chiqarish uchun asbob-uskunalar;
- boshqa korxonalarining asbob-uskunalari;
- kompleks avtomatizatsiyalash;
- elektr ta'minoti va aloqa;
- konni suv bilan ta'minlash;
- ishlab chiqarishga xizmat ko'rsatish omborlari;
- avto – yo'l qurilishi;
- neftli qatlamlarga suv bostirish;
- neftni texnologik tayyorlash;
- qatlamlarni neft bera olishini oshirish metodlari;
- tozalash inshootlari;
- tabiatni muhofaza etish tadbirlari;
- boshqa obyektlar va xarajatlar.

Neftni yig'ish va transport qilish obyektlarini qurish, texnologik jarayonlarni kompleks avtomatizatsiyalash, sanoat obyektlarini suv bilan ta'minlash, elektr ta'minoti, aloqa va ishlab chiqarishga xizmat ko'rsatish omborlari uchun kapital xarajatlar mos yo'nalishdagi solishtirma kapital xarajatlarni burg'ilashdan chiqarilayotgan neft quduqlari soniga, neft qatlamlarini suv bostirish uchun esa – haydash quduqlari soniga ko'paytirib aniqlanadi.

Neftni tayyorlash, tozalash inshootlari uchun kapital xarajatlar mos yo'nalishdagi solishtirma kapital xarajatlarni mazkur yilda ishga tushirilayotgan neft olish va tozalash quvvatiga ko'paytirib hisoblanadi.

Infrastruktura uchun kapital xarajatlar kon qurilishi sarflarining yig'indisidan foiz nisbatida hisoblanadi. Tabiatni muhofaza qilish harajatlari, burg'ilash ishlarining qiymati qo'shib hisoblangan, kapital harajatlarning unumiy yig'indisidan foizda aniqlanadi.

Ekspluatatsion xarajatlar

Ishlash variantlarini baholashda ekspluatatsion xarajatlar sarf turlari -- kalkulyatsiya moddalarini yoki xarajatlar elementlari bo'yicha aniqlanishi mumkin. Biz kalkulyatsiya moddalariga asoslangan hisoblash usuli bilan tanishib chiqamiz.

Ekspluatatsion xarajatlar solishtirma joriy xarajatlar va hajmiy texnologik ko'rsatkichlar asosida quyidagi moddalar bo'yicha hisoblanadi:

- oluvchi va haydovchi quduqlarga xizmat qilish;
- suyuqlikni mexanizatsiyalashtirilgan olish uchun energiya xarajatlari;
- qatlam bosimini saqlash;
- neft va gazni yig'ish va transport qilish;
- neftni texnologik tayyorlash;
- ishlatish quduqlarini kapital ta'miri;
- ishlatish quduqlari amortizatsiyasi.

Oluvchi quduqlarga xizmat qilish xarajatlari harakatdagi ishlatish quduqlari soniga bog'liq ravishda aniqlanadi va o'z tarkibiga ishlab chiqarish ishchilarining (asosiy va qo'shimcha) ish haqini, sexlar sarflarini, umumiy ishlab chiqarish sarflarini, hamda asbob-uskunalarini saqlash va ishlatish xarajatlarini oladi.

Energiya xarajatlari mexanizatsiyalashtirilgan suyuqlik olish hajmiga bog'liq ravishda hisoblanadi. Bu xarajatlar elektr energiyasini o'rta qiymatidan va uning solishtirma sarfidan kelib chiqib hisoblanadi.

Neft va gazni yig'ishga, transport qilishga neftni texnologik tayyorlashga ketgan sarflar amortizatsiya chegirmalari inobatga olinmagan suyuqlik olish hajmidan bog'liq ravishda hisoblanadi.

Qatlam bosimini saqlash bilan bog'liq xarajatlar haydovchi quduqlarga xizmat ko'rsatish va suv haydash xarajatlaridan iborat. Suv haydash uchun xarajatlarni hisoblashda qatlamga haydalayotgan suv hajmidan, uning qiymatidan va energiya xarajatlaridan kelib chiqiladi. Qatlamga suv haydashda energiya xarajatalarini aniqlash uchun me'yor solishtirma elektr energiya sarfi va 1 kv.t.s elektr energiya qiymati asosida aniqlanadi.

Asosiy fond amortizatsiyasi ularning balans qiymatidan va ularni to'liq qaytarish me'yoridan kelib chiqib hisoblanadi.

Kalkulyatsiyaning an'anaviy moddalaridan tashqari neft va gaz olishni ekspluatatsion xarajatlarini aniqlashda ekologiyaga sarflar,

qarzlarni uchun to'lovlar, hamda olinayotgan mahsulotni tannarxiga kiritilgan soliqlar hisobga olinadi.

Amortizatsiyani o'tkazish metodlari

Amortizatsion chegirmalar asosiy fondlarni qayta tiklash manbalaridan biri hisoblanadi. Ularni baholashda amortizatsiyani turli o'tkazish usullaridan foydalanish mumkin: chiziqli (mutanosibli) va tezlashtirilgan.

Hozirgi vaqtda amortizatsiyani chiziqli (mutanosibli) o'tkazish usullari nisbatan keng qo'llanilmoqda. Bu usulda tiklash uchun amortizatsion chegirmani hisoblashda asosiy fondlarni o'rta xizmat qilish muddatidan kelib chiqiladi. Bu muddat mobaynida asosiy fondlarni balans qiymati to'liq ishlab chiqarish chiqimlariga o'tkaziladi. Odatda neft sanoatida bu me'yori 10-20% darajasida qabul qilinadi. Agar kon ishlashda va unda avval yaratilgan fondlar mavjud bo'lsa, amortizatsion chegirmalarni aniqlashda yangilari bilan birga ilgari tashkil qilingan fondlar ham hisobga olinishi kerak.

Tezlashtirilgan amortizatsiyada asosiy fondlar qiymatlarini ishlab chiqarish chiqimlariga to'liq o'tkazish, amortizatsion chegirmalarni amaldagi me'yorlarida nazarda tutilganiga nisbatan qisqa muddatda amalga oshiriladi. Shunday yo'l bilan yangi kapital mablag'lar va ishlab chiqarish quvvatini kengaytirish uchun foydalaniladigan, rezerv fondni yaratish imkonini paydo bo'ladi.

Soliq sistemasi

Ishlash variantlarini baholash, qonunlar asosida o'rnatilgan, soliq sistemasiga mos ravishda bajarilishi kerak.

Quyida O'zbekiston Respublikasining budget va nobudget fondlariga chegiriladigan soliqlar ro'yxati va ularni hisoblash tartibi berilgan:

- qo'shimcha qiymatga soliq, aksiz yig'imi kiritilgan, neft narxining 20% tashkil etadi;

- aksiz yig'imi neft olish korxonalari bo'yicha differensirlashtirilgan stavkalar asosida hisoblanadi, so'm/t;

- mol-mulk uchun soliqlar asosiy fondlarni o'rta yillik qiymatini 2% miqdorida hisoblanadi;

- foydaga soliq, ekspluatatsion xarajatlar va hamma soliqlar to'langandan so'ng qolgan, balans foydani 31 % tashkil etadi.

Ekspluatatsion xarajatlar tarkibiga kiruvchi soliqlar va to'lovlar:

- yer osti boyliklardan foydalanganilik uchun to'lov, neft – 12,255%, kondensat – 6,72%, tabiiy gaz – 18,48% (o'rnatilgan narxlarda yalpi olishdan);

- xom-ashyo bazasini qayta tiklash chegirmasi, topshirilgan mahsulotni yalpi foydasidan 2,0%;

- yo'l qurilish va yo'llarni saqlab turish chegirmasi, topshirilgan tovar mahsulotni 1,4%;

- sug'urta fondiga chegirma, ish haqi fondidan 40%;

- nafaqa fondiga chegirma, topshirilgan tovar mahsulotni 0,5%;

- ekologiya fondi chegirmasi, ishlab chiqarish tannarxini 1,0%;

- yer to'lovlari, kon maydoning o'lchamlariga bog'liq ravishda hisoblanadi, so'm/ga.

Mablag' ajratish manbalari.

Ishlash variantlarini baholashda kapital xarajatlarga mablag' ajratish manbalari aniqlanishi kerak. Ularning safiga korxonaning o'z mablag'lari (korxona foydasi, ishlab chiqarishga mablag' ajratish, amortizatsion chegirmalar) va qarzlar kiritilishi mumkin. Bundan tashqari qarz berish uchun korxonaning qimmat qog'ozlari (aksiyalari) ham yo'naltirilishi mumkin.

§ 4. Amalga oshirishga tavsiya etilgan variantni tanlash

Ishlash variantlarini iqtisodiy baholashni yakuniy maqsadi, loyihalashtirilayotgan obyektning sanoat miqyosida o'zlashtirishni maqsadga muvofiqligini va neft olishni eng yuqori samaradorligini ta'minlovchi, eng yaxshi variantni tanlash.

Turli variantlarni taqqoslashni va ulardan eng yaxshisini tanlashni yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlar sistemasidan foydalanib bajarish tavsiya etiladi.

Hamma variantlardan tavsiya etilayotgan variantni tanlashda, hal qiluvchi asosiy ko'rsatkich sifatida, naqd pul oqimi hisoblanadi (NPO). Eng yaxshi deb, loyihaviy ishlash muddatida NPO eng katta qiymatiga ega variant tanlanadi. Bu ko'rsatkichning o'ziga xos xususiyati shundaki, u variantni tanlash me'zoni sifatida ham yangi ishlashga kiritilayotgan konlar uchun va ishlashda bo'lgan konlar uchun ham qo'llanilishi mumkin. NPO hisobi variantni samaradorligi haqida to'liq javob beradi.

Kapital xarajatlarni qaytarish ichki me'yori ko'rsatkichi (IRR), qarzga qo'yilgan amaldagi stavka foizi bilan taqqoslanuvchi, investor tomonidan qo'yilgan kapitalga talab etilayotgan foydalilik me'yorini aniqlaydi. Agar IRR hisoblangan ko'rsatkichi foizi stavkasiga teng yoki katta bo'lsa, ushbu loyihaga ajratilgan investitsiyalar o'zini oqlaydi.

IRR ko'rsatkichi, katta kapital sarflarni talab etuvchi, yangi ishlashga kiritilayotgan konlarni loyihalarini baholashda muhim rol o'ynaydi oxirgi ishlash davridagi konlarni loyihalarida va neft bera olishni yangi metodlarini qo'llanilishi nazarda tutilgan loyihalarda, katta kapital sarflar bo'lmaganda. Sarflar asosan joriy xarajatlar bilan bog'liq bo'lganda, IRR ko'rsatkichi yordamchi rol o'ynaydi va eng yaxshi variantni tanlash jarayonida ishtirok etmaydi. Foydalilik ko'rsatkichi (PI), IRR kabi, katta kapital mablag'lar sarf qilinadigan ishga kiritilayotgan yangi kon loyihasida "salmoqli" ahamiyatga ega. Bunday holatda uning kattaligi quyidagi tarzda ta'riflanadi: $PI > 1$ bo'lsa, variant samarali, $PI < 1$ bo'lsa ishlash varianti daromad-siz.

Jihozlab bo'lingan yoki oxirgi ishlash davrida bo'lgan konlarni loyihalashda PI ko'rsatkichi bor asosiy fondlar hisobga olib aniqlanadi.

Boshlang'ich xarajatlarni qaytarish vaqti bilan o'rnatiladigan, o'rmini qoplash ko'rsatkichi ham to'liq jihozlanishi kerak bo'lgan, yangi ishlashga kiritiladigan konlar uchun ahamiyatli. Bu ko'rsatkich qancha kichik bo'lsa, ko'rilayotgan variant shunchalik samarador bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatilgan har bir ko'rsatkichning o'zi yakka holda loyihalashtirilayotgan obyektни ishlash variantini tanlash uchun yetarli emas. Amalga oshirish uchun tavsiya etiladigan variantni tanlash qarori hamma integral ko'rsatkichlar qiymatlari va loyihada ishtirok etayotgan hamma qatnashchilarni manfaati hisobga olib qabul qilinadi.

§ 5. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash algoritmi

Kapital xarajatlar

Quduqlarni burg'ilash:

$$K_{ki} = K_{kn} * N_{ki} * C_i, \quad (IX.7)$$

bu yerda: K_{kn} - quduqni burg'ilash narxi (olish, haydash, rezerv va boshq.), mln. so'm; N_{ki} - i - yilda burg'ilashdan quduqlarni kiritish (olish,

haydash. rezerv va boshq.), qud.; C_i - i -yilda pulni qadrsizlanish koefitsiyenti; i - жорий йил кўрсаткичи.

Quduqlarni burg'ilash uchun davr mobaynida umumiy kapital xarajatlar:

$$K_{kb} = \sum_{i=1}^T K_{ki} \quad (IX.8)$$

bu yerda: T – hisoblash davrining muddati (5, 10, 15 va hokazo yillar, umumiy davr), yillar.

Konni jihozlash:

$$K_{ji} = (K_{no} + K_{im} + K_{am} + K_{el} + K_{st} + K_{ox} + K_{yk}) * \dot{N}_{oki} * C_i, \quad (IX.9)$$

bu yerda: K_{no} - qurilish xarajatlar rejasiga (smetasiga) kiritilmagan, neft olish korxonalarini jihozlashga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish qud.; K_{ji} - neft va gazni yig'ishga va transportiga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish.qud.; K_{am} - avtomatlashtirishga va telemexanizatsiyalashga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish qud.; K_{el} - elektr ta'minotiga va aloqaga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish qud.; K_{st} - konni suv ta'minotiga solishtirma kapital xarajatlar, mln. so'm/olish.qud.; K_{ox} - ishlab chiqarishga xizmat qilish omborlariga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish.qud.; K_{yk} - yo'l qurilishiga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/olish.qud.; N_{oki} - i yilda burg'ilashdan kiritilayotgan olish quduqlari.

Qurilish xarajatlari rejasiga (smetasiga) kirmaydigan, boshqa tashkilotlar uchun asbob-uskunalar:

$$K_{ayi} = K_{no} * N_{oki} * a_i, \quad (IX.10)$$

bu yerda: a_i – boshqa tashkilotlar uchun xarajatlar ulushi, birning qismi.

Neftli qatlamlarga suv bostirish:

$$K_{sb} = K_{sb} * N_{skt} * C_i, \quad (IX.11)$$

bu yerda: K_{sb} - neftli qatlamlarga suv bostirishga solishtirma kapital xarajatlar, mln.so'm/haydash qud; N_{skt} - i -yilda burg'ilashdan kiritilayotgan haydash quduqlari, qud.

Neftni texnologik tayyorlash:

$$K_{tt} = K_{tt} * Q_i * C_i, \quad (IX.12)$$

bu yerda: K_{tt} - neftni texnologik tayyorlashga (suvsizlantirishga, tuzsizlantirishga) solishtirma kapital xarajatlar, ming so'm/t; Q_i - i -yilda neft ortishi, ming t.

Tozalash inshootlari:

$$K_{TU} = K_{TU} * Q_{TKi} * C_i, \quad (IX.13)$$

bu yerda: K_{TU} - inshootlariga solishtirma kapital xarajatlar, ming so'm/m³ kiritilayotgan kunlik quvvatga; Q_{TKi} - i -yilda tozalash bo'yicha kiritilgan quvvat, ming m³/kun.

neft bera olishni oshirish metodlari uchun asbob-aslahalar:

$$K_{mai} = K_{mai} * N_{mai} * C_i, \quad (IX.14)$$

bu yerda: K_{mai} - ishchi omilni haydash uchun maxsus asbob-aslahalar narxi, mln.so'm; N_{mai} - i -yilda ishchi omilni haydash uchun maxsus qurilmalarni kiritish, dona.

Boshqa obyektlar va xarajatlar:

$$K_{bi} = (K_{ji} + K_{sbi} + K_{TTi} + K_{TU_i} + K_{mai} - K_{ni} \cdot N_{oki}) \cdot a_2, \quad (IX.15)$$

bu yerda: a_2 - konni jihozlashda boshqa obyektlar xarajatlarini ulushi, birining qismi.

Konni jihozlashga natijaviy kapital xarajatlari:

$$K_{jki} = K_{ji} + K_{sbi} + K_{TTi} + K_{TU_i} + K_{bi} + K_{mai} - K_{ay} \quad (IX.16)$$

Tabiatni muhofaza qilish tadbirlariga kapital xarajatlari:

$$K_{mi} = (K_{kbi} + K_{jki}) \cdot a_3, \quad (IX.17)$$

bu yerda: a_3 -jami kapital xarajatlarda tabiatni muhofaza qilish tadbirlari harajatlaringin ulushi, birining qismi.

Hamma kapital xarajatlari:

$$K_{xi} = K_{kbi} + K_{jki} + K_{Tmi}, \quad (IX.18)$$

Davr mobaynidagi hamma kapital xarajatlari:

$$K_x = \sum_{i=1}^T K_{xi} \quad (IX.19)$$

Joriy xarajatlari

Joriy xarajatlari (amortizatsiyasiz va renovatsiyasiz). Neft ishlatish quduqlariga xizmat ko'rsatish (umumiy ishlab chiqarish xarajatlari bilan birga):

$$T_{kxi} = T_{kx} \cdot N_{oxi} \cdot C_i, \quad (IX.20)$$

bu yerda: T_{kx} - ishlayotgan neft ishlatish quduqlari fondiga xizmat qilish xarajatlari, mln.so'm/qud-yil; N_{oxi} - i ishlayotgan neft ishlatish quduqlari fondi, qud.

Haydovchi quduqlariga xizmat ko'rsatish:

$$T_{kxi} = T_{kx} * N_{xki} * C_i, \quad (IX.21)$$

bu yerda: T_{kx} - ishlayotgan haydovchi quduqlarga xizmat ko'rsatish xarajatlari, mln.so'm/qud-yil; N_{kxi} - i yilda ishlayotgan haydovchi quduqlar fondi, qud.

Neft va gazni yig'ish va transport qilish:

$$T_{yTi} = T_{yT} * Q_{nsi} * C_i, \quad (IX.22)$$

bu yerda: T_{yT} - neft va gazni yig'ish va transport qilish xarajatlari, ming.so'm/t suyuqlik; Q_{nsi} - i yilda qatlamda olingan suyuqlik, ming t.

Neftni texnologik tayyorlash:

$$T_{ITI} = T_{IT} * Q_{ITI} * C_i, \quad (IX.23)$$

bu yerda: T_{IT} - neftni texnologik tayyorlash uchun xarajatlar, ming so'm/t suyuqlik; Q_{ITI} - i yilda texnologik tayyorlashga yuboriladigan olingan suyuqlik hajmi, ming t.

Suyuqlikni chiqarib olishga energetik xarajatlar:

$$T_{exi} = B_{mex} * C_e * Q_{mexi} * C_i, \quad (IX.24)$$

bu yerda: B_{mex} - mexanizatsiyalashtirilgan suyuqlik olish usulida elektr energiyasini solishtirma sarfi, kVt*s/t suyuqlik; C_e - 1kVt - soat elektroenergiyaning narxi, ming so'm; Q_{mexi} - i yilda mexanizatsiyalashtirilgan usulda suyuqlik olish, ming t.

Suv haydashga energetik xarajatlar:

$$T_{esi} = (B_{ex} \cdot C_e \cdot C_s) \cdot Q_{sxi} \cdot C_i, \quad (IX.25)$$

bu yerda: B_{ex} – suv haydashda elektr energiyasining solishtirma sarfi, $kVt \cdot s/m^3$; C_s – suv narxi, ming so‘m/ m^3 ; Q_{sxi} – i yilda haydalayotgan suv hajmi, ming m^3 .

Neft bera olishlikni oshirish metodlarini qo‘llash uchun xarajatlar:

$$T_{mi} = T_m \cdot P_{xi} \cdot C_i, \quad (IX.26)$$

bu yerda: T_m – omilni haydash yoki quduq – operatsiya narxi; P_{xi} – haydalayotgan omil hajmi (quduq – operatsiya soni).

Jami joriy xarajatlar (soliqlarsiz va to‘lovlarsiz):

$$T_i = T_{kxi} + T_{xki} + T_{yti} + T_{TTi} + T_{exi} + T_{tami} + T_{mi} + T_{esi}, \quad (IX.27)$$

bu yerda: T_{tami} – i yildagi ta‘mirlash fondi, mln. so‘m.

Neftni tannarxiga kiritiladigan to‘lovlar va soliqlar.

Yo‘l fondi:

$$T_{yfi} = (H_n \cdot Q_{ni} \cdot a_n) / (100 \cdot c_i), \quad (IX.28)$$

Bu yerda: H_n – neftni solish narxi (qo‘shimcha qiymatga soliqsiz va aksiz yig‘ishlarsiz), ming so‘m/ t Q_{ni} – i - yilda neft olish, ming t ; a_n – yo‘l solig‘i stavkasi, %.

Davlatni ish bilan bandlik fondi:

$$T_{yfi} = (T_0 \cdot U \cdot a_s) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.29)$$

bu yerda: T_0 – bitta ishlovchining o‘rta yillik ish haqi, mln. so‘m; U – ishchilar soni, kishi; a_s – ish bilan bondlik fondi solig‘i stavkasi, %.

Ijtimoiy sug‘urta fondi:

$$T_{ifl} = (T_0 \cdot U \cdot a_6) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.30)$$

bu yerda: a_6 – ijtimoiy sug'urta solig'i stavkasi, %.
Tibbiyot sug'urta fondi:

$$T_{tfl} = (T_0 \cdot U \cdot a_7) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.31)$$

bu yerda: a_7 – tibbiyot sug'urta solig'i stavkasi, %.
Nafaqa fondi:

$$T_{nfi} = (T_0 \cdot U \cdot a_8) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.32)$$

bu yerda: a_8 – nafaqa sug'urta solig'i stavkasi, %.
Ilmiy tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlari fondi:

$$T_{ilfi} = (T_0 \cdot a_9) / 100, \quad (IX.33)$$

bu yerda: a_9 – ilmiy-tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlari fondi solig'i stavkasi, %.
Sug'urta fondi:

$$T_{sfi} = (H_n \cdot Q_{ni} \cdot a_{10}) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.34)$$

bu yerda: a_{10} – sug'urta fondi solig'i stavkasi, %
Yer osti boyliklari to'lovi:

$$T_{yeohli} = (H_n \cdot Q_m \cdot a_{11}) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.35)$$

bu yerda: a_{11} – yer osti boyliklari to'lovi solig'i stavkasi, %.
Yer to'lovi:

$$T_{yeti} = a_{12} \cdot S_m \cdot C_i, \quad (IX.36)$$

bu yerda: a_{12} - yer solig'i stavkasi, ming so'm/ga; S_m - kon maydoni, ga.

Mineral-xom ashyo bazasini qayta tiklash to'lovi:

$$T_{bmi} = (H_n \cdot Q_m \cdot a_{13}) / (100 \cdot C_i), \quad (IX.37)$$

bu yerda: a_{13} - mineral xom ashyo bazasini qayta tiklash solig'i stavkasi, %.

Neftni tannarxiga kiritiladigan jami to'lovlar va soliqlar:

$$T_{to'li} = T_{yfi} + T_{imfi} + T_{tifi} + T_{tjfi} + T_{ikfi} + T_{sfi} + T_{soti} + T_{vni} + T_{bmi}, \quad (IX.38)$$

Soliqlar va to'lovlar bilan (amortizatsion chegirmalarisiz) jami joriy xarajatlar:

$$T_{ji} = T_i + T_{to'li} \quad (IX.39)$$

Davr uchun hamma joriy xarajatlar:

$$T_x = \sum_{i=1}^T T_{ji} \quad (IX.40)$$

Amortizatsion chegirmalar (renovaniya).

Ishlatish quduqlari (oluvchi, haydovchi, nazorat va boshq.) bo'yicha amortizatsion fond, mln. so'm:

$$F_{ki} = F_{ki-1} + K_{ki} - K_{ki-15}, \quad (IX.41)$$

bu yerda: F_{ki-1} - hisoblashdan oldingi yildagi quduqlar narxi, mln.so'm; 15- quduqlar uchun amortizatsion muddat, yillar.

Boshqa asosiy fondlar bo'yicha amortizatsion fond, mln.so'm:

$$F_{bfi} = F_{bfi-1} + K_{jxi} - F_{bfi-1} / N_{oxi} * (N_{oxi-1} - N_{oxi}), \quad (IX.42)$$

F_{bfi-1} - hisoblashdan oldingi yildagi boshqa asosiy fondarni narxi, mln. so'm.

Ishlatish quduqlari bo'yicha amortizatsion chegirmalar, mln.so'm:

$$A_{ki} = F_{ki} \cdot 6,7 / 100, \quad (IX.43)$$

bu yerda: 6, 7-quduqlar bo'yicha amortizatsion chegirmalarni yillik me'yori, %.

Boshqa asosiy fondlar bo'yicha amortizatsion chegirmalar, mln.so'm:

$$A_{bfi} = F_{bfi} \cdot a_{14} / 100, \quad (IX.44)$$

bu yerda: a_{14} - boshqa asosiy fondlarni renovatsiyasiga amortizatsion chegirmalar me'yori, %.

Asosiy fondlarni renovatsiyaga jami amortizatsion chegirmalar, mln.so'm:

$$A_{nfi} = A_{ki} + A_{bfi}. \quad (IX.45)$$

Davr mobaynidagi hamma amortizatsion chegirmalar, mln.so'm:

$$A = \sum_{i=1}^T A_{nfi} \quad (IX.46)$$

Neft olish uchun hamma joriy xarajatlar, mln.so'm:

$$E_{ji} = T_{ji} + A_{nfi} \quad (\text{IX.47})$$

I t neftni olish tannarxi, ming so'm:

$$H_m = E_{ji} / Q_{ni} \quad (\text{IX.48})$$

Davr mobaynida neft olish uchun hamma joriy xarajatlar, mln.so'm:

$$E = \sum_{i=1}^T E_{ji}. \quad (\text{IX.49})$$

Davr mobaynida neftning o'rtacha yillik tannarxi:

$$H_n = \sum_{i=1}^T E_{ji} / \sum_{i=1}^T Q_{ni}. \quad (\text{IX.50})$$

Budjetga chëgiriladigan soliqlar va to'lovlar.
Qo'shimcha qiymatga soliq:

$$H_{qqs} = H_n \cdot Q_{ni} \cdot a_{15} / 100 \cdot C_i, \quad (\text{IX.51})$$

bu yerda: a_{15} — qo'shimcha qiymatga soliq stavkasi, %.
Aksiz yig'imi:

$$H_{aksi} = Q_{ni} \cdot a_{16} \cdot C_i, \quad (\text{IX.52})$$

bu yerda: a_{16} — aksiz solig'i stavkasi, ming so'm/t.
Tashkilotlar mulkiga soliq:

$$H_{mi} = (AF_{kt} + AF_{bi}) \cdot a_{17} / 100, \quad (\text{IX.53})$$

bu yerda: a_1 — tashkilot mulkiga soliq stavkasi, %; $A\phi_{ki}$ — i yildagi ishlatish quduqlari bo'yicha asosiy fondlarni qoldiq qiymati, mln.so'm; $A\phi_{bi}$ — i yildagi boshqa asosiy fondlarni qoldiq qiymati, mln. so'm.

Samaradorlikning integral ko'rsatkichlari

Mahsulotni sotishdan olingan daromad, mln.so'm:

$$P_i = (H \cdot Q_{ni} + H_g \cdot Q_{gi}) \cdot C_i, \quad (IX.54)$$

bu yerda: H — neftni narxi (qo'shimcha qiymatga soliq va aksiz yig'imi kiritilgan), ming so'm/t; Q_{ni} — i - yilda olingan neft, ming t; H_g — gazni sotish bahosi, ming so'm/1000 m³; Q_{gi} — i - yilda olingan gaz, mln.m³.

Balans foyda yoki soliqlarsiz foyda, mln. so'm:

$$P_i = P_i - (E_{ji} + H_{ksi} + H_{aksi} + H_{mi}) \quad (IX.55)$$

Foydaga soliq, mln so'm:

$$H_{ji} = P_i \cdot a_{18}/100 \quad P_i > 0 \text{ bo'lganda,} \quad (IX.56)$$

bu yerda: a_{18} — foydaga soliq stavkasi, %.

Tashkilot qaramog'ida qoladigan foyda, mln. so'm:

$$F_{ni} = F_i - H_{ji}. \quad (IX.57)$$

Samaradorlikni integral ko'rsatkichlarini hisoblash (NPV , IRR , daromadlik ko'rsatkichi, o'rnini qoplash davri), natijaviy iqtisodiy ko'rsatkichlarga narxni qadrsizlanish o'zgarishi ta'sirini yo'q qilish maqsadida, hisoblangan narxlar asosida amalga oshiriladi.

Bunda diskontirlash koeffitsiyentini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi:

- agar "a" joriy pul birligida ifodalangan diskontirlash koeffitsiyenti;
- "A" o'zgarmas pul birligida ifodalangan diskontirlash koeffitsiyenti;
- "r" – qadrsizlanishi yillik koeffitsiyenti.

Integral ko'rsatkichlarni aniqlashda qo'llanilishi kerak bo'lgan, diskontirlash koeffitsiyenti qiymati quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$(1 + a^n) = (1 + A^n) * (1 + r^n). \quad (IX.58)$$

Kapital xarajatlarni qaytarish ichki me'yorini (IRR) aniqlashda inflyatsiya (qadrsizlanish) darajasiga o'xshash tuzatishlar kiritiladi:

- "m" – joriy pul birligida IRR qiymati,
- "M" – o'zgarmas pul birligida ifodalangan IRR qiymati,
- "r" – qadrsizlanishni yillik koeffitsiyenti.

Bunda IRR quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$1 + m^n = (1 + M^n) * (1 + r^n). \quad (IX.59)$$

Qarzga olingan mablag'larni berib tamomlash

Qarzarlar va uning foiziga to'lovlar quyidagi iboradan aniqlanadi:

$$P = \frac{K * j}{1 - (1 - j)^{-n}}, \quad (IX.60)$$

bu yerda: P – ma'lum muddatda to'lanishi kerak bo'lgan, yillar bo'yicha teng, qarzarlar miqdori; j – qarzarlar uchun foiz stavkasi, birning qismi; K – qarzar miqdori; n – qarzlarni to'lash muddati soni.

X-BOB. NEFT KONLARINI ISHGA TUSHIRISH LOYIHA HUJJATLARI

§ 1. Neft konlarini ishlash bo'yicha loyihaviy hujjatlar

Loyihalashtirish usullarini mukammallashtirish – neft konlarini ishlashning eng oqilona variantini tanlash yo'llaridan biridir.

Ko'p yillik malakalarni umumlashtirish natijasida neft konlarini ishlashni loyihalashtirishning tamoyillari va ketma-ketligi, shuningdek neft konlarini ishlash va ishlash texnologiyasini kon-geologik va texnik-iqtisodiy asoslash usullariga qo'yiladigan talablar ishlab chiqildi.

Konni sanoat miqyosida ishlashga tayyorlashda va uni o'tqazishda, konni o'zlashtirishni tartiblashtiruvchi quyidagi hujjatlar zarur:

- a) hududning neft qazib chiqarish sanoatining joylashish va rivojlanish rejasi;
- b) neft konining sanoat qidiruv loyihasi;
- v) neft va gaz zahirasini hisoblash;
- g) konni sinov yoki sinov-sanoat ishlash loyihasi;
- d) neft konini ishlashni texnologik tarxi;
- e) neft konini ishlash loyihasi;
- j) aniqlashtirilgan ishlash loyihasi;
- z) konni jihozlash loyihasi;
- i) neft konini ishlashni avtorlik nazorati va tahlili bo'yicha hujjatlar;

“a”, “b”, “v”, “g” hujjatlari konni sanoat miqyosida ishlashni loyihalashtirishgacha, “i” – hujjatlar uni loyihalashtirilgandan keyin tuziladi.

Sanoat qidiruv loyihasini va neft konlari zahirasini hisoblash bo'yicha hujjatlarni konni qidiruvni amalga oshirayotgan geologiya Vazirligi va Neft sanoati Vazirligi korxonalari tuzadi.

Neft konlarini bevosita ishlashni tartiblashtiruvchi “a”, “g”, “d”, “e” hujjatlarini neft sanoati Vazirligi ko'rib chiqadi va tasdiqlaydi.

Neft konlarini ishlashni loyihalashtirish, ishlashni avtorlik nazorati va tahlili bo'yicha hujjatlarni asosan neft sanoati vazirligining hududiy ilmiy-tadqiqot va loyihalashtirish institutlari tuzadilar.

Zahiralari nisbatan katta bo'lmagan neft konlari uchun ularni ishlash tarxi va loyihasini neft qazib chiqarish birlashmalari ko'rib chiqadilar va tasdiqlaydilar.

Sinov yoki sinov-sanoat ishlatish loyihasida neft qazib chiqarish bo'yicha boshlang'ich tadbirlar va konning asosiy loyihasini tuzish uchun zarur bo'lgan, qo'shimcha kon-geologik ma'lumotlarni olish uchun qatlarga ta'sir qilish usullarini sinov qo'llanishi asoslanadi.

Ishlashni texnologik tarxi – neft konini ishlatish ob'ektini, uni qidiruv va sinov ishlatish ma'lumotlariga asoslangan holda, sanoat ishlash tizimini belgilovchi loyihaviy hujjat.

Ishlash loyihasi asosiy hujjat hisoblanib, u bo'yicha neft va gazni yer bag'ridan qazib olish, ishlash jarayonini nazorat qilish, aholini, yer bag'rini va atrof-muhit xavfsizligini ta'minlash bo'yicha kompleks texnologik va texnik tadbirlar amalga oshiriladi. Bu loyiha asosida konni jihozlash loyihasi tuziladi va kondagi qurilishlar amalga oshiriladi. Shuning uchun u asosiy hujjat bo'lib xizmat qiladi.

Ishlashni aniqlashtirilgan loyihasi – uni konni burg'ilash va boshlang'ich ishlash jarayonida kon haqidagi tasavvurlar o'zgartirishda tuziladi.

Avtorlik nazorati loyihaviy yechimlar amalga oshirilishi, ishlashning texnologik tarxi va loyihasida qabul qilingan texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni amaldagi bilan mosligi nazorat qilinadi, ko'rsatkichlar orasidagi farqning kelib chiqish sabablari aniqlanadi. Ularda loyihaviy ko'rsatkichlarga chiqish uchun tavsiyalar, ishlab chiqarish birlashmalariga loyihaviy yechimlarni va ko'rsatkichlarni o'zgartirish haqidagi takliflar bo'yicha xulosalar beriladi.

Ishlashni tahlil qilish ishlatilayotgan konlar bo'yicha ishlash tizimlarini mukammallashtirishga, ularning samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan alohida muammolarni chuqur o'rganish maqsadida, shuningdek ishlash malakasini umumlashtirish uchun amalga oshiriladi.

§2. Loyihaviy ishlar bajarilish ketma-ketligi va tarkibi

Neft konlarini ishlashni loyihalashtirish va tahlil qilish bo'yicha hujjatlar quyidagi asosiy qismlardan iborat:

1) uyumni geologik tasnifi, ishlash tizimlarini loyihalashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotlarni kon-geologik asoslash;

2) uyumni ishlash tizimlari variantlarni texnologik asoslash;

3) burg'ilash usullarini, qatlamlarni ochish va quduqlarni o'zlashtirishni, burg'ilash ishlarini tashkil qilishni asoslash;

4) quduqlarni ishlatish texnologiyasi va texnikasini asoslash;

5) ishlash variantlarini texnik-iqtisodiy tahlili va ma'qul variantni tanlash;

6) neft olishni jadallashtirish va neft heraoluvchanlikni oshirish maqsadida qatlamlarga ta'sir qilish usullarini asoslash;

7) ishlash loyihasini amalga oshirishda ishlash jarayonini nazorat qilish va muvoffiqashtirish usullarini asoslash;

8) neft, gaz va suvni yigish va tayyorlash uchun hudud va konni jihozlash tarxini tanlash va asoslash;

9) yer bag'rini va atrof-muhitni saqlash bo'yicha choralar;

10) konni ishlash tizimlarini tavsiya qilinadigan variantini qisqacha ta'rifi;

11) xulosalar.

Konlarni ishlashni loyihalashtirishda quyidagilarni inobatga olish kerak: konning geologik tuzilishi va uning xususiyatlarini o'rganish. hamda loyihalashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotlarni tayyorlash; gidrodinamik hisob-kitoblar asosida qatlamlarga ta'sir qilish tizimi, oluvchi quduqlarni joylashtirish tarxi va boshqa bilan farq qiluvchi turli variantlar uchun konni ishlashning geologik-texnik ko'rsatkichlarini hisoblash; ishlash texnologiyasini turli variantlarini iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash; ko'rilgan variantlarni kompleks kon-geologik, texnologik va texnik-iqtisodiy tahlili asosida konni ishlashni ma'qul tizimini tanlash.

Sinov va sinov-sanoat ishlatish loyihasini shunday tuzish kerakki, unda ishlashning loyihaviy hujjatlaridagi masalalar ko'rib chiqilsin.

Ishlashning loyihaviy hujjatlarida quyidagilar asoslanadi:

- ishlatuvchi obyektlarni ajratish;

- obyektlarni ishga tushirish tartibi;

- qatlamlarga ta'sir qilish usullari va agentlarni tanlash;

- oluvchi va haydovchi quduqlarni joylashtirish tizimi va to'ri zichligi;

- quduqlarni ishlatish rejimi va usuli;

- qatlamlardan neft, gaz va suyuqlik olishni, hamda ularga siquvchi agentni haydash darajasi sur'ati va dinamikasi;

- ishlashni amalga oshiriladigan suv haydash tizimlari samaradorligini oshirish masalalari;

- qatlamlardan neft qazib chiqarishni oshirishda fizik-kimyoviy, issiqlik va boshqa usullarini qo'llash xususiyatlariga bog'liq masalalar;

- tavsiya qilingan quduq ustki va ichki jihozlarini va ularni ishlatish usullarini tanlash;

- quduqlarni ishlatishda bo'ladigan mushkulotlarning oldini olish va yo'qotish bo'yicha tadbirlar;

- qatlamlarga suv haydash tizimlariga, ishlatiladigan agent sifatiga qo'yiladigan talablar;

- quduqlar konstruksiyasiga va burg'ilash ishlariga, qatlamlarni ochish usullariga va quduqlarni o'zlashtirishga qo'yiladigan talablar va tavsiyalar;

- ishlash jarayonini nazorat qilish va muvofiqlashtirish bo'yicha tadbirlar;

- quduqlarni kompleks geofizik va gidrodinamik tadqiqot qilish;

- quduqlarni burg'ilash va ishlatishda, texnika xavfsizligida, qatlamlardan neft qazib chiqarishni oshirish usullarni qo'llaganda, kon sanitariyasi va yong'in-xavfsizligida yer bag'rini va atrof-muhitni saqlash bo'yicha maxsus tadbirlar;

- konni qidirishni tugallash bo'yicha bajariladigan ishlarning hajmi va turi;

- yangi texnologiya va texnik yechimlarni sinov-sanoat tadqiqot qilish bilan bog'liq masalalar.

§3. Konlarni ishlashni loyihalashtirishning umumiy tamoyillar

Ishlashni loyihalashtirish konni ishlashni bir necha (ko'plab) variantlarini tuzish va texnik-iqtisodiy tahlil qilish yo'li orqali amalga oshiriladi. Konni ishlashning hisoblangan variantlari ishlatish obyektlarini tanlash, mustaqil ishlash maydonlari, qatlamlarga ta'sir qilish usullari va agentlari, quduqlar to'ri zichligi va joylashtirish tizimlari, ularni ishlatish usullari va tartiblari, bir darajada o'zgarishsiz (stabil) neft qazib olishning davomiyligi va darajasi va b. bilan bir-biridan farq qiladi.

Bu hisoblangan variantlardan texnologik tarx uchun kamida uchta va ishlash loyihasi uchun – ikkita variant tanlab olinadi, ular asosiy variantlar deb ataladi. Ko‘rilayotgan ishlash variantlaridan biri negiz (bazoviy) variant sifatida belgilanadi. Texnologik va iqtisodiy ko‘rsatkichlar ishlashning butun davri uchun hisoblanadi. Ishlashning hisoblangan variantlarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini taqqoslash orqali amalga oshirish uchun oqilona variant tanlanadi. Texnologik loyihaviy hujjatlarni tuzish uchun texnik topshiriq beriladi. Unda neft sanoatini rivojlanishi to‘g‘risidagi fikrlar, iqtisodiy tuman (birlashina) bo‘yicha neft qazib olishning besh yillik va kelajak rejalari hisobga olinadi. Texnik topshiriqda imkoniyatdagi burg‘ilash hajmi, ishchi agentlar olinishi mumkin bo‘lgan manbalar, suv-, gaz- va elektr ta‘minoti quvvati, neftni qazib olish, mahsulot tayyorlash texnika va texnologiyasi va boshqalar bilan bog‘liq yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan cheklanishlar ko‘rsatiladi.

Loyihalashtirish sifatini, neftni qazib olish jarayonini bashoratlashni ishonchligi va aniqligini oshirish uchun zamonaviy elektron-hisoblash mashinalari (EHM) dan, ishlashni loyihalashtirishning avtomatlashtirilgan tizimlaridan, turli ma‘lumotlar bazasi va grafoquruvchilardan foydalanish ko‘zda tutiladi.

§4. Neft konlari razvedkasiga qo‘yiladigan asosiy talablar

Neft konlarini yoki alohida uyumlarini razvedkasi deganda ishlash loyihalarini tuzish uchun zarur nisbatlardagi C_1+C_2 toifadagi neft zahiralari tayyorgarlash maqsadida, ma‘lum sistema bo‘yicha razvedka quduqlarini oqilona sonini burg‘ilashdan, ularni sinashdan va sinov ishlatilishidan, ularda kon-geofizik va gidrodinamik tadqiqotlarni o‘tkazishdan, ulardan olingan kern va qatlam flyuidlarini laboratoriyadagi tadqiqotlaridan iborat ishlar majmuasi tushuniladi.

Razvedka ishlarini bajarish uchun ayrim maydonlarni (hududlarni) va konlarni razvedka qilish loyihasi asosiy hujjat hisoblanadi.

Razvedka qilish loyihasida quyidagilar asoslanishi kerak:

- razvedka quduqlari to‘ri zichligi va joylashtirish sistemasi, ularni loyihaviy chuqurliklari va konstruksiyalari, burg‘ilash usullari va tartibi,
- kernlarni olish oraliqlari va mahsulдор qatlamlarni oqimga sinash;

- burg'ilash jarayonida neft-gazli gorizontlarni ochish va sinash tartibi;

- ishlatish quduqlarini gidrodinamik va geofizik tadqiqotlari, kernlarni va qatlam flyuidlarini laboratoriya tadqiqotlari majmuasi;

- razvedka quduqlarini burg'ilashda, sinashda va sinov ishlatishda yer ostini va atrof-muhitni himoya qilish tadbirlari;

- razvedka burg'ilash uchun maydonni jihozlash hajmlari va muddatlari (kelish yo'llari, suv bilan ta'minlash, xizmat ko'rsatish om-borlari va boshq.);

- razvedka ishlarini taxminiy narxi kutilayotgan samaradorligi.

Neft-gazli va gaz-neftli uyumlar uchun razvedka quduqlarini joylashtirish sistemasi va ular orasidagi masofalar ushbu konlarni neftli va gazli qismlarini ahamiyatlilik hisobga olib asoslanadi.

Neft-gazlilik aniqlangan maydonlardagi ishlatish quduqlarining konstruksiyalari neft-gaz oluvchi korxonalar bilan kelishib asoslanadi.

Har bir sanoat miqyosida ahamiyatga ega bo'lgan neft koni uchun razvedka ishlari natijasida quyidagilar o'rnatilishi shart:

- litologik – stratigrafik kesimi, kesimdagi neft-gazli mahsuldor qatlamlarni va o'tkazmas bo'limlarni holati, kesim va maydon bo'ylab kondagi mahsuldor qatlamlarni asosiy qonuniyatlari va litologik o'zgaruvchanligi;

- uyumlarni turli qismlarida gaz-neft-suv tutash yuzalarining gipsometrik holati, uyumlarni shakli va o'lchamlari;

- mahsuldor qatlamlarni umumiy, samarali va neft-gazga to'yingan qalinligi, ularni neft-gazli chegara orasida o'zgarishi;

- mahsuldor qatlamlar jinslarini turi, minerologik va donadorlik tarkibi, g'ovakligi, darziligi (kovakligi), o'tkazuvchanligi, karbonatliligi va gilliligi;

- qopqoq-jinslarni xususiyatlari (moddiy tarkibi, g'ovakligi, o'tkazuvchanligi boshq.);

- kollektor-jinslarni neft va gazga boshlang'ich to'yinganlik kattaliklari, ularni mahsuldor qatlamlar maydoni va kesimi bo'yicha o'zgarish xususiyati;

- hamma mahsuldor qatlamlarni boshlang'ich qatlam bosimi va temperaturasi;

- uyumlarni gidrogeologik sharoitlari va rejimlari;

- standart sharoitgacha tutash yuzali va differensial gazsizlantirish asosidagi qatlam neftini fizik-kimyoviy xossalari (neftni gaz bilan to'yinish bosimi, gaz miqdori, zichligi, qovushqoqligi, hajm koeffitsiyenti, siqiluvchanlik koeffitsiyenti, kirishish koeffitsiyenti);

- standart sharoitgacha gazsizlashtirilgan neftni fizik-kimyoviy xossalari (zichligi, kinematik qovushqoqligi, molyar massasi, qaynashni boshlanish va qotishni boshlanish temperaturasi, neftni parafinlar bilan to'yinish temperaturasi, parafinlarini, asfaltentlarni, selikagel smolalarni, oltingugurtini foiz miqdori, fraksion va komponent tarkibi);

- qatlam suvlarining fizik kimyoviy xossalari (zichligi, qovushqoqligi, ionli tarkibi va boshq.);

- ishlatish qudug'i tubi bosimiga bog'liq neft, gaz va suv debiti, quduqlarning samaradorlik koeffitsiyenti;

- mahsuldor qatlamlar kollektor-jinslarini ho'llanuvchanligi (gidrofilligi, gidrofobligi), bog'liq suv bilan to'yinganlik qiymati, neftni suv va gaz bilan siqib chiqarishdagi qoldiq neftga to'yinganligi, ularga mos neft, suv va gazning nisbiy fazaviy o'tkazuvchanlik qiymatlari;

- mahsuldor qatlamlarning kollektor-jinslarini suvga to'yinganligi bilan nisbiy fazaviy o'tkazuvchanliklar va kapillyar bosim bog'liqlilari;

- jinslarni va ularni to'yintiruvchi suyuqliklarni issiqlik o'tkazish, solishtirma issiqlik qarshiligi, solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyentlarining o'rta qiymatlari;

- neftni, neftdagi va tabiiy gazni, kondensatni va yo'ldosh qimmatbaho komponentlarning zahiralari.

§ 5. Neft konlarini ishga tushirish loyiha hujjatlariga umumiy talablar

Loyiha hujjatlari neft oluvchi korxonalarga, boshqarmalarga va birlashmalarga konlarni sanoat miqyosida ishlash, yangi loyihalarni sanoat miqyosida sinash, burg'ilashni va jihozlashni loyihalash, neft olish sanoatini rivojlantirish va joylashtirish, burg'ilash ishlarini va asosiy iqtisodiy xarajatlar hajmini belgilash, neft olish rejalarini tuzish uchun asosiy hujjat hisoblanadi.

Neft konlarini loyihalash qatlamlardagi neft-gaz va ular tarkibidagi komponentlarni iloji boricha to'la olishga va eng yuqori xalq xo'jaligi samaradorligiga erishishga yo'naltirilgan bo'lib, zaminni va atrof-

muhitni muhofaza qilish talablarini, tog' ishlarini olib borish qoidalarini ta'minlash kerak.

Loyiha hujjatlarida qabul qilingan qarorlar neft sanoatida ilmiy-texnik taraqqiyot natijalarini tezlik bilan joriy etishga qaratilgan bo'lib, eng samarador texnologiya va texnikani qo'llanilishi asosida qatlamlarni yakuniy neft bera olishini texnologik va iqtisodiy tasdiqlab, iloji boricha yuqori va barqaror neft olish sur'atini va ishlab chiqarishning kapital mablag'laridan mehnat manbalaridan oqilona foydalanishni ta'minlashi kerak.

Neft konlari loyiha hujjatlarini tuzish ilmiy izlanish ishlari hisoblanib, ijodiy yondashishni talab etadi.

Konlarni ishlash loyiha hujjatlarida quyidagilar asoslanadi:

- ishlatish obyektlarini ajratish;
- obyektlarni ishlashga kiritish tartibi;
- qatlamlga ta'sir etish usuli va ishchi omilini tanlash;
- olish va haydash quduqlarini joylashtirish va quduqlar to'rtining zichligi;
- quduqlarni ishlatish usuli va rejimi;
- qatlamlardan neft, gaz va suyuqliklarni olish, unga siqib chiqarish omilini haydash darajasi, sur'ati va o'zgarishi;
- amalga oshirilayotgan ishlash sistemasini suv bostirish bilan samaradorligini oshirish masalalari;
- qatlamlarni neft bera olishini oshirishda fizik-kimyoviy, issiqlik va boshqa metodlarning qo'llanishidagi xususiyatlari bilan bog'liq savoiilar; ishlatish quduqlarini ishlatish usulini quduq usti ichki asbob-uskunalarni tanlash;
- ishlatish quduqlarini ishlatish jarayonidagi murakkablanishlarni ogohlantirish va ularga qarshi kurashish tavsiyalari;
- ishlatish quduqlari mahsulotlarini yig'ish sistemasiga va konda tayyorlashga talablar;
- qatlam bosimini saqlash sistemasiga va foydalaniladigan ishchi omil sifatiga talablar;
- ishlatish quduqlarining tuzilishi va burg'ilash ishlarini olib borish, qatlamlarni ochish usullari va quduqlarni o'zlashtirish uchun talab va tavsiyalar;
- konlarni ishlash jarayonini nazorat qilish va tartiblashtirish tadbirlari;

- ishlatish quduqlarida geofizik va gidrodinamik tadqiqotlar majmuasi;

- quduqlarni burg'ilashda va ishlatishda, qatlamlarni neft bera olishini oshirish metodlarini qo'llashda, zaminni va atrof-muhitni saqlashni, texnika xavfsizligini, sanoat sanitariyasini va yong'in xavfsizligini ta'minlovchi maxsus tadbirlar;

- konda razvedka ishlarini davom ettirish metodlari va hajmi;

- yangi texnik qarorlarni sanoat miqyosida tajriba sinov ishlari bilan bog'liq savollar.

Konni hisoblangan ishlash variantlari ishlatishdagi obyektlarni va alohida ishlash maydonlarini tanlanishi, qatlamga ta'sir etish usuli, ishchi omili, ishlatish quduqiari to'ri zichligi, joylashtirish turi, ishlatish usuli, neft olish darajasi, barqaror davri va boshqa ko'rsatkichlar bilan farq qilishi mumkin.

Neft konlarini ishlash loyiha hujjatlarini tuzishda quyidagi rahbariy ko'rsatmalar inobatga olinadi:

- O'zbekiston Respublikasining qonunlari;

- O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisining ko'rsatmalari;

- xalq xo'jaligini kelajakda rivojlantirish savoiari ko'rilgan O'zbekiston Respublikasi hokimiyati qarorlari va me'yoriy dalolatnomalari:

- O'zbekiston Respublikasining yer haqidagi qonunlari;

- neft konlarini ishlash qoidalari;

- "O'zbekneftgaz" milliy xolding kompaniyasi buyruqlari;

- amalda bo'lgan davlat va soha standartlari;

- O'zbekiston Respublikasi "O'zbekneftgaz" milliy xolding kompaniyasi, O'zbekiston Respublikasi davlat zahiralar komissiyasi, neft va gaz sanoati nazorati tasdiqlagan dasturlari, rahbariy ko'rsatmalari, uslubiy qo'llanmalari, qonun-qoidalari, texnologik loyihalash me'yorlari, solishtirma kapital mablag'lar, chegirmalar va joriy xarajatlar me'yornomalari;

- burg'ilashda, quduqlarni ishlatishda va konlarni ishlash texnologiyasida sohada qabul qilingan ilmiy-texnik taraqqiyotning asosiy yo'nalishlari;

- sohada o'tkazilgan kengash qarorlari, rayondagi ishlab chiqarish kuchlarini joylashtirish va rivojlantirish rejalari, konlar joylashgan rayonda neft olish sanoatini joylashtirish va rivojlantirish rejalari.

XI-BOB. NEFTGAZ UYUMLARINI ISHLASHNI LOYIHALASHTIRISH

§ 1. Neftgaz konlarini tabiiy tarzda ishlash

Neftgaz koni – bu tabiiy gaz do‘ppili neft konlari. Ulardagi boshlang‘ich qatlam bosimlari to‘yinish bosimidan bir qancha pastroq bo‘ladi. Buning oqibatida esa faqat gazning bir qismigina neftda erigan, qolgan qismi esa neftning ustida joylashgan bo‘lib, birlamchi gaz do‘ppisini hosil qiladi.

Neftgazkondensat konlari – neftgaz konlari, ularning gaz qismida katta miqdorda yog‘li gaz – kondensat bo‘ladi. U asosan $C_3 - C_8$ va undan og‘irroq uglevodorodlarni aralashmasidan iborat bo‘ladi. Agarda tabiiy gaz do‘ppisidagi $1m^3$ gazda 200 g dan kam kondensat bo‘lsa, bunday kon neftgaz koniga tegishli hisoblanadi. Gaz do‘ppisida standart sharoitlarda $1m^3$ gazda 200 g atrofida kondensat bo‘lsa, kon o‘rtacha miqdordagi kondensatli neftgazkondensat koni hisoblanadi. Gaz do‘ppisining gazida kondensat miqdori $1m^3$ gazda 600 g dan yuqori bo‘lsa, kon yuqori kondensatli hisoblanadi.

Shartli ravishda quyidagini qabul qilamiz, agarda tabiiy sharoitlarda uglevodorodlarning hajmini 80-90% gaz holatda, qolgani esa suyuq fazada, shuningdek neft ko‘rinishida bo‘lsa, unda bunday kon gaz yoki gazkondensat koni hisoblanadi. Suyuq fazaning miqdori yuqoridagidan ko‘p bo‘lsa, kon neftgaz yoki neftgazkondensat koniga mansub bo‘ladi

Neftgaz konining neft qismida neft bilan birga unda erigan gaz, shuningdek bog‘liq suv bo‘ladi. Bu konlarning gaz qismida gaz va bog‘liq suv bor. Ba‘zi neftgaz konlarining gaz qismida gaz va bog‘liq suv bilan birga neftga to‘yinganlik kichik bo‘lgan neft bo‘lishi mumkin, degan taxminlar bor.

Qatlamga ta‘sir bilan yoki usiz, ishlanayotgan neftgaz konlariga qo‘yiladigan asosiy talab shundan iboratki, neft gaz do‘ppisi tomonga siljimasligi kerak. Boshqacha qilib aytganda, neftgaz konini shunday ishlash kerakki, unda gazneft tutashmasi gaz do‘ppisi tomonga siljimasin. Hisoblanadiki, gaz do‘ppisiga ko‘chgan neft, unda qoldiq neftga to‘yinganlikni hosil qiladi. Natijada quruq tog‘ jinsi g‘ovagida

neft “surkaladi” va bu esa gaz do‘ppisida neftni qo‘shimcha yo‘qotishlarga olib keladi.

Neftgaz konlarini tabiiy tarzlarda ishlashda gazneft tutashmasini gaz do‘ppisi tomoniga ko‘chishi qatlam bosimini boshlang‘ich ko‘rsatgichida ushlash yoki uni neft va gaz qismlarida salbiy tushishini oldini olish orqali amalga oshiriladi.

Bunday ishlash gaz do‘ppisidan gaz qazib olmaslikni yoki agarda uyumning neft qismida qatlam bosimini ma‘lum miqdorda tushishiga ruxsat etilsa, chegaralangan miqdorda olishni taxmin qiladi. Biroq neftgaz konlarini ishlashda gaz do‘ppisidan umuman gaz olmaslik qiyin, chunki kon maydoni bo‘ylab gaz do‘ppisini katta yuzani egallashidan gaz konuslari hosil bo‘ladi. Neft quduqlariga gazni kirib kelishini oldini olish uchun ma‘lum bo‘lgan maxsus tadbirlarni qo‘llashdan tashqari, neftgaz konlaridagi gaz do‘ppisidan gaz olish miqdorini asosan neft quduqlarni, ayniqsa gazneft tutashmasiga yaqin joylashganlarini debitlarini kamaytirish yo‘li orqali chegaralanadi. Neft quduqlarni debitini kamaytirish bir tomondan, ulardan neft olish sur‘atini yetarli darajada yuqori ushlash iqtisodiy jihatdan zaruriyat, boshqa tomondan esa qo‘shimcha quduqlarning qazishga olib kelishi konni ishlashni rentabelligini pasaytiradi.

§ 2. Neftgaz konlarini qatlamga ta’sir qilish bilan ishlash

Neftgaz va neftgazkondensat konlarini tabiiy tarzlarda ishlash, asosan quduqlar to‘ri zichligini oshirmasdan qatlamlardan neft olish sur‘atini yuqori darajaga yetkazish imkoniyati yo‘qligi, neft quduqlarida gaz omilining yuqoriligi, qatlamning g‘ovak muhitida kondensatni o‘tirib qolishi bilan bog‘liq bo‘lgan bir qator qiyinchiliklarga olib keladi. Bu qiyinchiliklarni konni qatlamga ta’sir qilish bilan ishlashga o‘tish orqali yo‘qotish mumkin.

Neftgaz va neftgazkondensat konlarni ishlashda quyidagi maxsus qatlamga ta’sir qilish bilan ishlash tizimlari qo‘llaniladi:

1) to’sma suv bostirish bilan chegara ortiga suv bostirish mujassamlikda olib boriladigan ishlash tizimi;

2) to’sma bilan chegara ortiga suv bostirish birga olib boriladigan va zarurat bo‘lganda konning neft qismi kontur orti suv bostirishli ishlash tizimi.

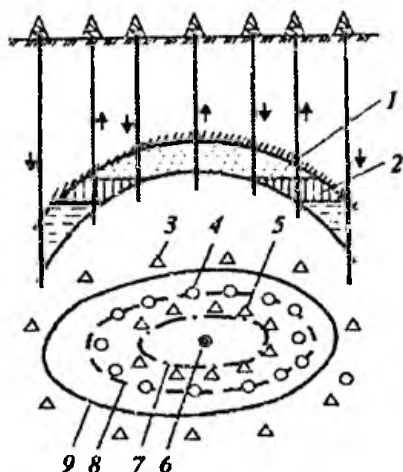
Neftgazkondensat konini ishlash jarayonida neft qismida to'sma suv bostirish chegara ichiga suv bostirish birga olib boriladigan va uning gazkondensat qismiga gaz haydash yoki konning shu qismi kontur ichiga suv bostiriladigan tizimni ham qo'llasa bo'ladi.

Aytib o'tilgan birinchi tizimning o'lchamlari nisbatan uncha katta bo'lmagan neft qismiga, ya'ni neft hoshiyasiga ega bo'lgan neftgaz konlarini ishlashda qo'llaniladi. Bu hoshiyaga uning eni katta bo'lmaganligi uchun faqat bir – uch qator oluvchi quduqlarni qazish mumkin. XI.1-rasmda ishlashning mazkur tizimidan foydalanilganda quduqlarning joylashtirish tarxi kesimda va yuqoridan ko'rsatilgan. To'sma suv bostirishning 5 – suv haydovchi quduqlari konning gaz qismini neft qismidan ajratadi. Bunday quduqlarga suv haydalgandan keyin oluvchi quduqlarga gaz do'ppisidan gaz kirib kelishi kamayadi, bu esa gazneft tutashmasini qatlamning gazga to'yingan hududiga ko'chishiga to'sqinlik qiladi va qandaydir darajada konni gaz va neft qismlarini alohida ishlashga imkon beradi.

To'sma suv bostirishni qo'llanishi neftgaz konlarini qatlamga ta'sirsiz ishlashga nisbatan, neft quduqlarida gaz omilini taxminan 1,2 – 1,5 martagacha kamayishiga olib keladi.

Yuqorida keltirilgan ikkinchi ishlash tizimi neft qismining o'lchamlari katta bo'lganligi uchun faqatgina to'sma suv bostirish bilan ishlash maqsadga muvofiq bo'lmagan ulkan neftgaz konlarini ishlashga mo'ljallangan. XI.2-rasmda neftgaz konini ikkinchi turdagi ishlash tizimi ko'rsatilgan. XI.2-rasmda tasvirlangan konning neftga to'yingan qismi eni katta bo'lganligi uchun, bu yerda quduqlar orasidagi masofa 500 – 600 m bo'lgan uch qatorli ishlash tizimini joylashtirishimiz mumkin. Bunda ham neftgaz konini ishlash tizimining birinchi turidagiga o'xshab, to'sma suv bostirishda sun'iy ravishda konning gazga to'yingan qismi uning neftga to'yingan qismidan ajratiladi. Bu esa ularni bir-biridan mustaqil holda, neftni gazga to'yingan qismga ko'chishidan va bu yerda neftni yo'qotilishidan qo'rqmasdan ishlashga olib keladi.

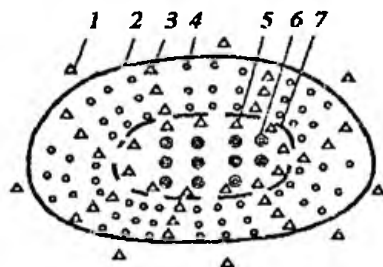
Ba'zi hollarda gaz do'ppisi gazining neft quduqlaridan chiqishini kamaytirish maqsadida bir emas ikki qator suv haydovchi quduqlar to'smasi burg'ilanadi. Bu esa neft quduqlaridagi gaz omilini bir qatorli to'sma suv bostirishga nisbatan yanada ko'proq pasayishiga olib keladi.



XI.1-rasm. To'sma suv bostirish bilan chegara ortiga suv bostirish birga olib boriladigan ishlash tizimi neftgaz koni tarxi:

1 – konning gazga to'yingan qismi;

2 – neft hoshiyasi; 3 – chegara ortiga suv haydovchi quduqlar; 4 – neft oluvchi quduqlar; 5 – to'sma suv bostirish haydovchi quduqlari; 6 – gaz oluvchi quduqlar; 7 – gazlilikning ichki chegarasi; 8 – gazlilikning tashqi chegarasi; 9 – neftlilikning tashqi chegarasi.

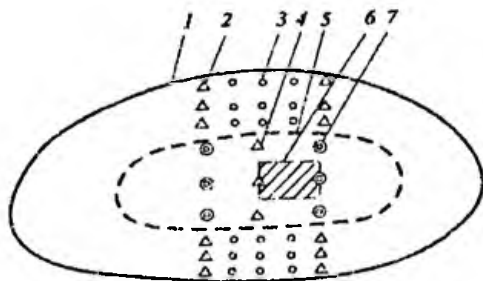


XI.2-rasm. To'sma, chegara tashqarisiga va chegara ichra suv bostirish birga olib boriladigan neftgaz konini ishlash tizimi tarxi.

1 – chegara tashqarisiga suv haydovchi quduqlar; 2 – neftlilikning tashqi chegarasi; 3 – chegara ichra suv bostirish quduqlari; 4 – neft oluvchi quduqlar; 5 – to'sma suv bostirish quduqlari; 6 – gaz oluvchi quduqlar; 7 – gazlilikning tashqi chegarasi.

To'sma suv bostirish ma'lum darajada konning gazga to'yingan qismida, undan mo'ljallangan gazni olinayotganda ham, qatlam bosimini tushish sur'atini pasaytirishga olib keladi. Agarda ishlanayotgan kon qatlam uglevodorodlari hajmining nisbatiga ko'ra gaz yoki neft hoshiyali gazkondensat koni bo'lsa, unda bunday konning asosiy mahsuloti yer bag'ridan jadal qazib olinishi lozim bo'lgan gaz yoki gaz va kondensat bo'ladi. Agarda konning gaz yoki gazkondensat qismi ulkan bo'lsa, unda

to'sma suv bostirish qatlamdan olinadigan uglevodorod o'mini qoplay olmasligi mumkin. Gaz yoki gazkondensat qismida qatlam bosimi so'nish tarzlariga nisbatan sekinroq bo'lsa ham tushadi, kondensat bo'lsa g'ovak muhitda o'tirib qolaveradi. Konning gazkondensat qismida qatlam bosimini to'liq saqlash uchun aynan mana shu qism ichiga suv, gaz yoki gazsuv aralashmalarini haydash bilan ta'sir qilish zarur. Neftgazkondensat konining gazkondensat qismiga suv haydashni quduqlar joylashishining qatorli tarxini qo'llash bilan amalga oshirish mumkin. XI.3-rasmda neftgazkondensat konini neftli qismiga quduqlar joylashtirilishini uch qatorli tarxi to'sma suv bostirish bilan birga qo'llanilgan va konning gazkondensat qismi ikki qatorli tarx bo'yicha ishlatiladigan ishlash tizimi ko'rsatilgan.



XI.3-rasm. Neft va gazkondensat qismlarini uyum ichra suv bostirish bilan ishlash tizimi tarxi:

1 – neftlilik tashqi chegarasi; 2 – neft qismini chegara ichra suv bostirishning haydovchi quduqlari; 3 – neft oluvchi quduqlar; 4 – gazkondensat qismini chegara ichra suv bostirishning haydovchi quduqlari; 5 – gazlilikning tashqi chegarasi; 6 – gazkondensat qismini ishlash tizimining elementi; 7 – gaz oluvchi quduqlar.

Neftni, gazni kondensat bilan birga qatlamdan suv bilan siqishda, shuningdek, butun neftgazkondensat konini suv bostirish yo'li bilan ishlashda, gazkondensat aralashmasini suv bilan siqishning so'nggi koeffitsienti η_{kl} 0,75 ko'rsatigichiga yetadi.

Laboratoriya tadqiqotlari ko'rsatadiki, gazkondensat aralashmasini suv bilan siqish deyarli porshensimon kechadi, shunday ekan qatlamning suv bostirilgan hududida, suv bostirilgandan keyin qatlamdan olish qiyin bo'lgan, amalda harakatsiz gaz kondensat bilan birgalikda qoladi.

Ma'lumki, so'nish tarzida gaz konlarini ishlashda gaz beraoluvchanlik 0,92-0,95 ga etadi. Gazkondensat konlarini yuqoridagi tarzda ishlatilganda ham gaz beraoluvchanlik taxminan yuqoridagi kattalikni tashkil qiladi. Biroq bunda qatlamdan gaz bilan birgalikda gazdagi boshlang'ich kondensat miqdorining 40-50% gacha olinadi. Qolgan kondensat g'ovak muhitga o'tiradi va harakatsiz qoladi. Agarda gazkondensat qismdan so'nish tarzida olinadigan jami gaz va gazkondensat miqdorini ko'radigan bo'lsak, unda ishlashni boshlanishigacha qatlamda bo'lgan standart sharoitdagi 1m^3 kondensat bilan birgalikdagi gazdan, quyidagi miqdordagi uglevodorodlar olinadi:

$$\text{gaz } Q_g = \eta_{k1} \cdot \rho_{01},$$

$$\text{kondensat } Q_k = \eta_{k2} \cdot f_{02} \cdot \rho_2.$$

Bu yerda η_{k1} – so'nggi gaz beraoluvchanlik; ρ_{01} – standart sharoitlardagi gazning zichligi; η_{k2} – so'nggi kondensat beraoluvchanlik; f_{02} – gazdagi kondensatning boshlang'ich miqdori; ρ_2 – kondensat zichligi.

Gaz va kondensatni miqdoriy aniqlash uchun quyidagini qabul qilamiz:

$$\eta_{k1}=0,9; \rho_{01}=0,85 \text{ kg/m}^3; \eta_{k2}=0,5; f_{02}=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3; \rho_2 = 0,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

Unda qatlamda boshlang'ich bo'lgan va 1m^3 gazga to'g'ri keladigan, olinadigan uglevodorod miqdori quyidagiga teng:

$$Q_{01} = Q_{g1} + Q_{k1} = 0,9 \cdot 0,85 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 \cdot 10^3 = 0,915 \text{ kg}.$$

Suv haydashda uglevodorodlarni siqishni so'nggi koeffitsiyenti $\eta_{k1} = \eta_{k2} = \eta_k = 0,8$ ga teng ekanligini hisobga olgan holda konning gazkondensat qismidan qazib olinadigan, qatlamda boshlang'ich bo'lgan, 1m^3 standart gazga to'g'ri keladigan, Q_{02} uglevodorodlar miqdori qancha bo'lishini baholaymiz. So'nish tarzida qatlamning gazkondensat qismini ishlash holatidagi boshlang'ich ma'lumotlarga ko'ra quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q_g = \eta_{k1} \cdot p_{01} + \eta_{k2} \cdot f_{02} \cdot p_2 = 0,8 \cdot 0,85 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 \cdot 10^3 = 0,920 \text{ kg.}$$

Shunday qilib, konning gazkondensat qismidan suv bostirish orqali soʻnish tarzlariga nisbatan qatlamda boʻlgan boshlangʻich 1m^3 gazdan qoʻshimcha 0,005 kg koʻproq uglevodorod olinadi, deb xulosa qilishimiz mumkin.

Yuqoridagidan kelib chiqadiki, gazkondensat koniga yoki neftgazkondensat konining gazkondensat qismiga suv bostirish har doim ham jami qazib olinayotgan uglevodorodlarni koʻpayishiga olib kelavermaydi – kondensat beraoluvchanlik koʻpayishi mumkin, lekin gaz beraoluvchanlik kamayadi.

Konning gazkondensat qismini unga quruq uglevodorod gazini haydash orqali qatlam bosimini saqlash bilan ham ishlash mumkin. Bunda qatlamdagi yogʻli gazni quruq gaz bilan toʻla almashtirish uchun qatlamdagi gʻovaklar hajmidan ancha koʻproq boʻlgan hajmdagi quruq gazni haydashga toʻgʻri keladi. Qatlamdagi yogʻli gazni quruq bilan siqishning texnologik jarayoni shunday amalga oshiriladiki, unda yer yuzasida gazdan kondensat ajratiladi, shuningdek gazkondensat konining qatlam gazi quruqqa aylantiriladi, uni kompressorlarga uzatiladi, zarur boʻlgan bosingacha siqiladi va qatlamga haydaladi. Shuning uchun ham gazkondensat konini ishlashning bunday texnologiyasi siklik jarayon (saykling-jarayon) nomini olgan.

XII-BOB. KO'P QATLAMLI KONLARNI ISHLATISH

§ 1. Ko'p qatlamli konlarni ishlash va loyihalashtirishning ba'zi masalalari

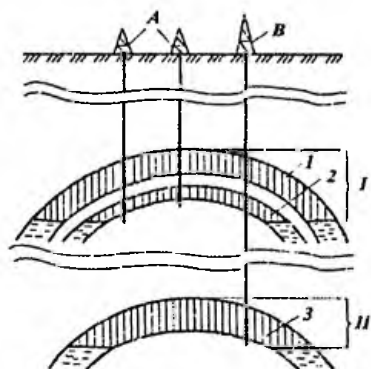
Ko'p qatlamli konlar odatda bir nechta alohida ishlatish obyektiga ega bo'ladilar. Bu ishlatish obyektlari quyidagilar bilan o'zaro farqlanadi: maydoni, samarali qalinligi va o'tkazuvchanligi, neftning qovushqoqligi, neftning va erkin gazning hajmlarini nisbati, yotish chuqurligi, boshqa obyektlar bilan mos tushish darajasi, qazib olinganlik darajasi va nihoyat qidirilganlik va o'rganilganlik darajasiga ko'ra.

Keng turlilikni orasidan murakkab jamlangan jarayonga ega bo'lish uchun ma'lum bir xillikni aniqlash va ishlashning oqilona tizimini tanlay bilish kerak.

Bir-biridan uglevodorodlar bilan to'yingan hududiy qalinlikni va fizik xususiyatlarni har xilligi bilan farq qiladigan, uch qatlamdan iborat kongaga ega bo'laylik (XII.1-rasm).

Geologik-fizik sharoitlarga ko'ra konni ishlashni ikkita obyektga ajratish maqsadga muvofiq: 1 va 2 qatlamlarni bir ishlash obyektiga birlashtirish, 3 qatlamni esa alohida obyekt sifatida ishlanadi.

1 va 2 obyektlarni bir obyektga kirgizish shu bilan asoslanadiki, ularning o'tkazuvchanlik, neftning qovushqoqlik ko'rsatgichlari bir-birga yaqin va bir-biridan vertikal bo'yicha uncha uzoq bo'lmagan masofada joylashgan. Shuningdek, 2 qatlamda neftning olinadigan zahirasi nisbatan katta emas (XII.1-jadval).



XII.1 - rasm.

1,2,3 – mahsuldor qatlamlar;

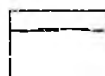
A – 1-chi qatlam quduqlari;

B – 3-chi qatlam quduqlari;

V – 1-chi va 2-chi qatlam quduq.



– neft qatlami;



-- kontur suvlari;

Geologik-fizik xususiyatlar	Qatlam		
	1	2	3
Neftning boshlang'ich olinadigan zahirasi, ming.t	200	50	70
Qatlam qalinligi, m	10	5	15
Qatlam o'tkazuvchanligi, mkm ²	0,1	0,15	0,5
Neftning qovushqoqligi, mPa [⊙] s	50	60	3

3-qatlamda 1-qatlama nisbatan neftning zahirasi kam bo'lgani bilan kam qovushqoqlik neftga ega va o'tkazuvchanligi yuqori. Bundan kelib chiqadiki, bu qatlamni ochgan quduqlarning mahsuldorligi yuqori bo'ladi va qatlamni oddiy suv bostirish bilan ishlash mumkin.

1 va 2-qatlamlarda qatlam neftning qovushqoqligi yuqori bo'lganligi tufayli neftni qovushqoqligini tushirish texnologiyasini qo'llash lozim.

Shuni ta'kidlash kerakki, yuqorida sanab o'tilgan omillardan har birini ishlash obyektiga ta'sirini avvalo, texnologik va texnik-iqtisodiy tahlil qilish va undan keyingina ishlash obyektlarini ajratish haqida qaror qabul qilish mumkin.

Biroq quduqlar sonini iqtisod qilish va kapital harajatlarni kamaytirish maqsadida bir necha qatlamlarni bir ishlatish obyektiga birlashtirishga qiziqmaslik kerak. Malaka shuni ko'rsatadi-ki, bir ishlatish obyektiga birlashtirilgan mahsuldor qatlamlarning kollektorlik xususiyatlarini harxilligi yuqori bo'lganligi tufayli haydalayotgan suv bilan neftni siqish bir tekisda kechmaydi, yo'ldosh suvni olinadigan mahsulot miqdorida ko'payadigan hududlari yuzaga keladi, buning oqibatida esa qatlamlarning yakuniy neft beraolishligi kamayadi.

§ 2. Qaytish obyektlarini ishlashni loyihalashtirish masalalari

Ko'p qatlamli konlarni ishlashni loyihalashtirishda bir nechta ishlatish obyektlariga ajratiladi. Ulardan ba'zilar – asosiylari, boshqalari esa – qaytish obyektlari. Asosiy ishlatish obyektlari – o'zining aniq loyihalangan neftni qazib olish texnologiyasi, o'zining oluvchi va haydovchi quduqlari to'riga ega bo'lgan haqiqiy obyektlar. Bu obyektlar yetarli darajada katta bo'lgan o'lchamlarga, qoniqarli darajada aniqlangan chegaralarga, yetarli darajada mahsuldorlikka va neft qazib chiqarishning iqtisodiy samaradorligiga ega. Buning teskarisi holda, qaytish obyektlari kichik bo'lgan o'lchamlar, yetarli darajada aniqlanmagan chegaralar, kam mahsuldorlik va neft qazib chiqarishni past iqtisodiy samarasi bilan xususiyatlanadi.

Shuning uchun bunday obyektlarda mustaqil quduqlar to'ri loyihalanmaydi. Taxmin qilinadiki, ularni ishlashni boshqa asosiy obyektlarning quduqlari bilan, ya'ni bu quduqlar o'z joylaridagi texnologik vazifalarini bajarganlaridan keyin, amalga oshirsa bo'ladi.

Shunday qilib, qaytish obyektlari qaytish quduqlari bilan ishlanadi. Savol tug'ilishi mumkin: qachon va qanday miqdorda qaytish quduqlari zarur?

Asosiy obyektlarda quduqlar ikki asosiy sababga ko'ra ishdan chiqariladi: birinchidan, o'zlarining texnologik vazifalarini bajarganlaridan keyin; ikkinchidan, ularning halokatdan so'ng mahsuldorligini yo'qotishi sababli.

Neft uyumi (asosiy ishlatish obyekti)ni ishlashni belgilangan sharoitlarida mahsulot oluvchi quduqlarni joriy sonini quyidagicha aniqlanadi:

$$n = n_0 \cdot e^{-\left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right)t} \quad (\text{XII.1})$$

bu yerda: n_0 – loyihalangan to'rdagi quduqlarning umumiy soni; q_0 va Q_s – ko'rilayotgan obyektidagi suyuqlikning mahsuldorligi va boshlang'ich olinadigan zahirasi; T_q – quduqning ishlatish davri; t – vaqtning ko'rilayotgan davri.

t yildan $(t+1)$ yilgacha bo'lgan davrda ishlatishdan nisbiy chiqqan quduqlarni aniqlaymiz:

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{n_0 \cdot e^{-\left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right)t} - n_0 \cdot e^{-\left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right)(t+1)}}{n_0 \cdot e^{-\left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right)t}} = 1 - e^{-\left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right)} \equiv \left(\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}\right) \quad (\text{XII.2})$$

Bu summadagi birinchi ifoda texnologik sababga ko'ra ishdan chiqqan quduqlarga, ikkinchisi – halokat tufayli ishdan chiqqan quduqlarga mos keladi. Asosiy obyektida o'z vazifasini bajargan va texnologik sababga ko'ra ishdan chiqqan va qaytish obyektida foydalanishga yaroqli quduqlar qismini hisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\Delta T = \frac{\frac{q_0}{2Q_s}}{\frac{q_0}{2Q_s} + \frac{1}{T_q}} = \frac{1}{1 + 2 \frac{Q_s}{q_0 \cdot T_q}} \quad (\text{XII.3})$$

Har bir asosiy ishlatish obyektini ishlashni loyihalashtirishda yillar bo'yicha ishlovchi quduqlar sonini – n va mos holda ishlovchi quduqlar sonini kamayishini – $n_0 - n$ hisoblanadi. So'nggi kattalikni texnologik (halokatsiz) ishdan chiqqan quduqlar ulushiga ko'paytirib, boshqa qaytish obyektlarida foydalanish mumkin bo'lgan quduqlar sonini olamiz $(n_0 - n) \cdot \Delta T$.

Bundan keyin asosiy va qaytish obyekti neftlilik maydonlarining qisman mos tushishi ehtimolini hisobga olish lozim. Qaytish obyektining neftlilik maydoni S_q asosiy obyektning neftlilik maydonining S_o uncha katta bo'lmagan ulushini tashkil qilib $\Delta\theta = S_q/S_o$, ancha kichik bo'lishi mumkin. Buni hisobga olib qaytish obyektiga o'tkazilgan quduqlar soni, $(n_0 - n) \cdot \Delta T \cdot \Delta\theta$ ga teng.

Quyidagi boshlang'ich ma'lumotlar uchun misol hisoblab ko'ramiz:

$$n_0 = 1000; T_c = 25 \text{ yil}; \Delta\theta = 0,1; q_0/Q_s = 1/25.$$

Bundan quyidagi kelib chiqadi:

$$\Delta T = 1 / (1 + 2 \cdot (25/25)) = 0,333,$$

$$\Delta T \cdot \Delta \epsilon = 0,333 \cdot 0,1 = 0,033,$$

$$n = 1000 \cdot e^{-0,06 \cdot t}$$

XII.2-jadval

t, yil	5	10	15	20
n	740	549	407	301
$n_0 - n$	260	451	593	699
$(n_0 - n) \Delta T \Delta \epsilon$	9	15	20	23

Qaytish quduqlari sonini ko'paytiruvchi yoki kamaytiruvchi va mos holda ular bilan qaytish obyektlarini ishlash imkoniyatlarini ko'paytiruvchi bir necha omillarni sanab o'tamiz:

1. Agarda asosiy obyektning o'z texnologik vazifalarini bajargan mahsulot oluvchi quduqlari, qo'shimcha haydovchi quduqlarga aylantirilsa, qaytish quduqlarining soni kamayadi.

2. Qaytish quduqlarining soni sezilarli darajada ko'payishi mumkin, agarda qaytish obyekt asosiysiga nisbatan yuqorida joylashgan bo'lsa va agarda uni ishlash uchun asosiy obyekt chegarasida o'zining pastki qismi ishdan chiqqan quduqlardan foydalanilsa, qaytish quduqlarining soni ko'payishi mumkin.

3. Agarda mahsuldor bo'lmagan jinsga tushganligi sababli o'zining obyektida keraksiz bo'lgan quduqlardan foydalanilsa, qaytish obyektlari konni ishlashni boshidan ishlataverish mumkin.

§ 3.Ko'p qatlamli konlarni ishlatish tizimlari

Neft konlarini ishlatishni loyihalashda ko'p qatlamli konlarni va mahsuldor qatlamning alohida uyumlarini ishlatish tizimini alohida ko'rib chiqish zarur. Ko'p qatlamli konlarning ishlatish tizimlarini asoslashda ularning kesimida ishlatish ob'ektlarini ajratish, bir nechta mahsuldor qatlamlarni birgalikda ishlatish imkoniyatlariga katta e'tibor beriladi.

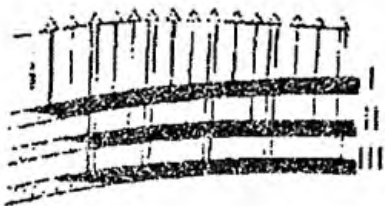
Ko'p qatlamli neft konlarini ishlatish tizimlari. Neft va gaz konlari ko'p qatlamli va bir qatlamli turlarga bo'linadi. Ko'p qatlamli deb, kesimda alohida uyumlari mustaqil o'ringa ega bo'lgan qatlamlar bilan bog'liq. o'zining geologik – fizik xususiyatlari, neftning fizik –

kimyoviy xossalari va uyumning o'lchamlari bilan tavsiflanuvchi hamda o'zaro o'tkazmas jinslar qatlamlari bilan ajralgan konlarga aytiladi.

Bir qatlamli konlarni ishlatishni loyihalashda bitta uyumni ishga tushirish haqidagi masala yechiladi. Ko'p qatlamli konlarni ishga tushirishda mahsuldor qatlamlarning qidirilgan uyumlarini qanday tartibda ishga tushirish masalasini yechish lozim.

Ko'p qatlamli konlarni ishlatishni loyihalashda mahsuldor kesim va uning alohida qatlamlarini oldindan o'rganish muhim masala hisoblandi. Buning uchun gidrodinamika, kon geofizikasi, kon geologiyasi tadqiqotlari yordamida mahsuldor kesim oraliqlarini mufassal o'rganib, izlanishlar o'tkazib, olingan natijalarni kompleks qayta ishlab chiqish lozim. Bu ma'lumotlar ishlatish qavatlar, ekspluatatsion ob'ektlar va butun konni ishlatish tizimini tanlashga imkon yaratadi. Ko'p qatlamli konlarni ishlatish tizimlarining uchta varianti mavjud: 1) yuqoridan pastga; 2) pastdan yuqoriga; 3) murakkablashtirilgan.

Yuqoridan pastga ishlatish tizimi. Yuqoridan-pastga ishlatish tizimi deb shunday tizimga aytiladiki, bunda pastda yotgan mahsuldor qatlamlar yuqorida yotgan qatlamlar ekspluatatsion quduqlari bilan to'liq burg'ulab bo'lingandan so'ng ishga tushiriladi.



XII.2-rasm. Ko'p qatlamli neft konlarini yuqoridan pastga ishlatish tizimi.

Ko'p qatlamli konlar uchun yuqoridan pastga ishlatish tizimini qo'llash bir qator mavjud qiyinchilik va kamchiliklar hisobiga chegaralanadi:

1. Konning istiqbollari aniqlash cho'ziladi va quyi gorizontlarni burg'ulash to'xtab qoladi.

2. Ekspluatatsion quduqlarni burg'ulash hajmi, himoya quvurlariga metall sarfi oshadi, bu quduqlarni burg'ulashga materiallar va jihozlarning katta xarajatiga olib keiadi.

Pastdan yuqoriga ishlatish tizimi quyidagi sharoitlarda qo'llanilishi mumkin:

1. Quyi (bazis) gorizont shunday chuqurlikda bo'lishi kerakki, eksploatatsion quduqlarni ko'p miqdorda burg'ulash uchun texnik sharoit bo'lsin.

2. Bazis gorizontdagi neftni miqdori va sifati neft qazib chiqarish reja topshiriqlariga mos kelishi shart.

3. Bazis gorizont yetarli darajada o'rganilgan va konturlangan bo'lishi lozim.

Pastdan yuqoriga ishlatish tizimi quyidagi qulayliklarga ega:

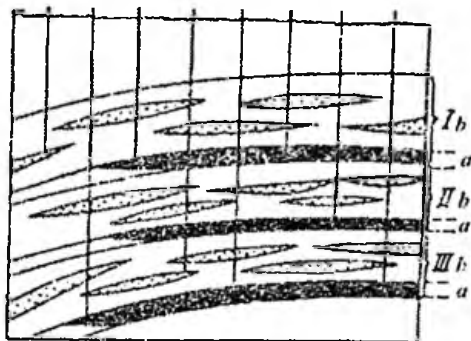
1. Quyi gorizontlardan yuqoridagi gorizontlarga qaytish hisobiga eksploatatsion burg'ulashning umumiy hajmi qisqaradi.

2. Neft konlarini o'zlashtirish va ularni sanoat bahosini aniqlash tezlashadi.

3. Quduq kesimida geologik oriyentrlash yengillashadi.

4. Neftli qatlamlarning gillanish xavfi kamayadi.

Murakkablashtirilgan ishlatish tizimi. Konda bittadan ortiq ishlatish qavati mavjud bo'lsa, pastdan yuqoriga ishlatish tizimini qo'llash maqsadga muvofiq emas. Bunday hollarda murakkablashtirilgan ishlatish tizimini loyihalash lozim.



XII.4-rasm.

Murakkablashtirilgan
ishlatish tizimi.

I, II, III – ishlatish
qavatlari; a- bazis gorizont;
b- qaytish gorizonti

Bu tizimining mag'zida shu narsa yotadiki, har bir ishlatish qavati alohida quduqlar seriyasi bilan burg'ulanadi, har bir qavat ichidagi qatamlar albatta pastdan yuqoriga tizimi bo'yicha ishlatiladi, qavatlarini burg'ulash tartibi sharoitga qarab pastdan yuqoriga, yuqoridan pastga yoki bir vaqtning o'zida yuqoridan pastga va pastdan yuqoriga amalga oshirilishi mumkin.

Ishlatish qavati deb, bitta quduqlar seriyasi bilan ishlatiladigan bir yoki bir nechta mahsuldor qatlamga aytiladi. Ishlatish ob'yekti deb, ishlatishni boshqarish imkoniyati ta'minlanganda bitta quduqlar seriyasi bilan bir vaqtini o'zida alohida ishlatishga muvofajallangan bir yoki bir nechta mahsuldor qatlamga aytiladi.

Murakkablashtirilgan ishlatish tizimi yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi va quyidagilarni ta'minlaydi:

1. Yuqori yoki quyi gorizontlarni ishlatishni maqsadsiz to'xtatmasdan butun konni tez va samarali ishlatish.

2. Ishlatish qavati va bazis gorizontlarni nisbatan kam qazib olinadigan gorizontlarni ishlatishni to'xtatmasdan burg'ulash uchun tanlashda katta imkon yaratish.

3. Konni ishlatishni umumiy-geologik nazorat qilish va yer osti muxofazasi tadbirlarini amalga oshirish.

4. Ekspluatatsion quduqlarni burg'ulashda kapital mablag'lar samaradorgini oshishi va kapital xarajatlar hajmining qisqarishi.

XIII-BOB. NEFT KONLARINI ISHLASH HOLATI TAHLILI

§ 1. Ishlash jarayonini kon-geologik nazorat qilish

Ishlash jarayonini kon-geologik nazorat qilishga neftni yer bag'ridan qazib chiqarish jarayonini o'rganish va tahlil qilishga, neft uyumidan mahsulot olish va suvlanish dinamikasiga, zahiralami to'laroq qazib chiqarishga va ishlash jarayonini tavsiflovchi boshqa ko'rsatgichlarga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlash kiradi.

Qatlamning ishlash jarayonini yaqqolroq tasavvur qilish uchun reja-diagramma tuziladi.

Reja diagramma mazkur qatlam usti bo'yicha tuzilma xaritasi bo'lib, unda shartli belgilar orqali, muayyan bir sana uchun quduqlar kategoriyasi keltirilgan bo'ladi:

- 1) ishlatishda bo'lgan va toza neft va neft bilan suv beruvchi;
- 2) suvlanganlik tufayli ishlatishdan chiqarilgan;
- 3) gaz olishga o'tqazilganligi tufayli ishlatishdan chiqarilgan;
- 4) mahsulot olib bo'linganligi tufayli ishlatishdan chiqarilgan;
- 5) sinash vaqtida suv bergan;
- 6) sinash vaqtida gaz bergan;
- 7) qatlamning kollektorlik xususiyatlari yomonligi tufayli sinash davrida mahsuldotsiz deb topilgan;
- 8) haydovchi;
- 9) pyezometrik, kuzatuvchi.

Ma'lumki, bunday diagrammani ko'rib chiqish, muayyan sanada konni ishlash haqida to'la ma'lumot olishga yordam beradi. Ishlash holatini o'zgarishini aniqlash uchun bunday diagrammalar har xil sanalarda tuziladi.

Uyunni ishlatish va ishlash holati dinamikasining yana bir asosiy ko'rsatgichi bu qatlamni ishlatish grafigi hisoblanadi. Ishlatish jarayonida qatlamning holatlarini o'zgarishini grafik tasviri qatlamning alohida funksiyalarini tadqiqot qilishga ularning o'zaro aloqasini o'rganishga yordam beradi.

Quduqlarning mahsuldorligini va suvlanish holatini tavsiflash uchun quduqlarning boshlang'ich, joriy va jami mahsulot miqdorini ko'rsatuvchi xarita – uyumni ishlash haritasi chiziladi. Unda markazdagi

nuqta quduq deb olinib, shu nuqtadan aylana chiziladi. Aylananing radiusi, masshtabda $\pi r^2 = Q$ formula orqali aniqlanadi va aylananing maydoni quduq mahsulotini Q (masshtabda) tasvirlaydi. Suvlanganlikni tavsiflash uchun aylana maydonini 100% deb olamiz va agarda suvlanganlik 25% ga teng bo'lsa, ma'lumki aylananing 90°ni tashkil qiladi.

Bu xaritalarda boshlang'ich va joriy neftilik chiziqlari ko'rsatiladi.

§ 2. Neft konlarini ishlash holati tahlili

Neft konini ishlash loyihasini amalga oshirishni birinchi davridanoq olingan kon-geologik ko'rsatgichlarni va ishlash ko'rsatgichlarini tahlil qilish boshlanadi.

Koni ishlash jarayonini boshlang'ich, har kunlik tahlil qilishni boshqarmaning geologik xizmati yoki markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi (SNIL) yoki ilmiy va ishlab chiqarish ishlari sexi (SNIPR) tomonidan amalga oshiriladi.

Ishlashni boshlang'ich tahlil qilishning vazifalari quyidagilar:

1. Quduqlar va qatlamlarni geofizik, gazogidrodinamik va maxsus tadqiqotlari natijalarini qayta ishlash va tahlil qilish.

2. Konni ishlashni nazorat qilish bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilish.

3. Neft olishni jadallashtirish bo'yicha olib borilgan ishlar natijalarini tahlil qilish.

4. Konni ishlash loyihasini alohida qismlariga tuzatish kiritish.

Quduqlar va qatlamlarni tadqiqot qilish natijalarini qayta ishlash quyidagilarga yordam beradi:

- qatlam ko'rsatgichlarini aniqlaydi;
- quduqqa neftni oqim tenglamasidagi sirqish qarshiligini aniqlaydi;

- yangi va ishlatilayotgan quduqlar uchun texnologik tartibni o'rnatish;

- qalinlik bo'yicha mahsuldor yotqiziqlarni sirqish darajasini – ishlovchi va ishlamaydigan oraliqlarini aniqlash;

- quduqlar va qatlamlarni joriy gazkondensat tasnifini o'rnatish.

§ 3. Ishlatilayotgan obyektidan chiqarilayotgan neft, gaz, suv o'zgarishi (dinamikasi)

Qazib olinayotgan obyektning asosiy ko'rsatgichlari undan olinayotgan neft, suv, gaz va umuman suyuqliklarning joriy (oylik, kvartal va yillik) ko'rsatgichlari hamda ularning jamlangan ko'rsatgichlaridan iboratdir. Qazib chiqarilayotgan obyektning ishlatilish jarayonidagi o'zgarishlarini qazib chiqarish ko'rsatgichlarining dinamikasi deb ataladi. Bunday ko'rsatgichlar olinishi mumkin bo'lgan zahiralariga va neft bera olish koeffitsiyentiga nisbati nuqtai nazaridan tahlil qilinadi va ishlatilish obyektlari turkumining qazib chiqarish tajribasi umumlashtiriladi hamda bu ishlarni bajarishda aksariyat yillik ko'rsatgichlardan foydalaniladi.

Qazib chiqarishning asosiy ko'rsatgichlari absolyut o'lchamlarda (neft, suv, suyuqlik ming t., gaz mln.m³) ko'rsatiladi. Ba'zan qazib chiqarish sur'atini yaxshiroq ko'rsatish uchun, uni qazib chiqarilishi lozim bo'lgan neft miqdoriga nisbatan % hisobida berilishi mumkin, xuddi shu kabi obyektidan olinayotgan suvning miqdorini chamalash uchun ham uni zahiralariga nisbatan % hisobida ko'rsatiladi. Gohida yillik qazib chiqarishning sur'atini chamalash maqsadida qoldiq zahiraga nisbatan % ko'rinishida ham ifodalanadi.

Neft bilan birga olinadigan suv miqdori esa ko'pincha qatlamdan olingan suyuqlikka nisbatan % ko'rinishida beriladi. Qazib chiqarish jarayonining boshidan boshlab olingan neft (gaz) miqdori jamlangan holda uning dastlabki balans zahiralariga nisbatan olinsa, bu ko'rsatgich joriy neft bera olishni ko'rsatuvchi son bo'lib qoladi va shu hisob vaqtiga qatlamdan mahsulot olinganlik darajasini belgilaydi.

Shu ko'rsatgichlarning o'zgarishini (dinamikasini) obyektini qazib chiqarish bosqichlariga qarab tahlil qilinsa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ma'lumki, neft (gaz) konining qazib chiqarish jarayoni to'rt bosqichdan iboratdir. Qatlam (uyum) qidiruv ishlari tugatilgach ishga tushadi va o'zining 1 bosqichini boshdan kechiradi. Adabiyotlarda bosqichlarning 1 va 2 ni olinadigan mahsulotning o'sish, 3 va 4 ni uning pasayish davri deb ham yuritiladi. Mahsulotning asosiy qismi 1-2-3 bosqichlarda olib bo'linadi, degan tushuncha ham mavjud, lekin 4, ya'ni yakunlovchi bosqichda ham uzoq yillar davomida salmoqli neft miqdori olinganligi tajribadan ma'lum.

Qazib chiqarish asosiy ko'rsatgichlarining o'zgarishi qatlamning geologik sharoitlariga hamda qo'llangan texnologiya­ning mukammalligi, shuningdek qazib chiqarish tarkibining samaradorligiga bog'liq.

§ 4. Kam mahsulotli gorizontni ishlash va tugaguncha ishlash

Qatlamni tugaguncha ishlash loyihasini tuzishda quyidagilarni inobatga olish lozim:

1) qatlamni tugaguncha ishlash unga ta'sir qilish jarayonini zarurligi va imkonini hisobga olib tuzilishi lozim;

2) qatlamni tugaguncha ishlashni zaiflashgan quduqlarda ikkinchi stvolni ochish va burg'ilash bilan olib berish foydali;

3) ko'p qatlamli gorizontlarda tugaguncha ishlashda barcha gorizontlarda olib boriladigan ishlarni inobatga olish kerak;

4) yangi quduqlarni loyihalashtirishda, quduqlar to'rini zichlashda quduqlarni bir-biriga va so'ngi neft bera olish koeffitsiyentiga ta'siri inobatga olinishi lozim;

5) tugaguncha ishlashni loyihalashtirishda quduqlar mahsuldorligini oshirish tadbirlarini – gidravlik yorish, tuz kislotali ishlov berish, jadallashgan usulda neft olishini va b. hisobga olish kerak.

Qatlamni tugaguncha ishlash loyihasini tuzishda quyidagilar zarur hisoblanadi:

1) amaldagi ishlatuvchi quduqlar fondini saqlash va qum tiqini, muddatidan avval suvlangan, ishlatishdan chiqqan quduqlardagi muammolar bilan kurashish;

2) qatlamning litologok-fizik xususiyatlarini inobatga olib qoldiq neftni olish uchun zichlovchi quduqlarni qazish;

Mahsulot miqdori 7 t/sut dan kam bo'lgan quduqlar kam mahsulotli quduqlar fondiga kiradi. Uyumda kam mahsulotli quduqlarning bo'lishi, uning paydo bo'lishi, yotqiziq­larning zichlashish va metamorfizatsiya jarayoni bilan bog'liq. Ko'rsatilgan va boshqa tabiiy omillar ba'zi quduqlarni boshqalariga nisbatan ishlashning boshlang'ich davridayoq kam mahsuldorlikda ishlashiga sabab bo'ladi. Ba'zida sun'iy holatlarda va uyum ishlashining so'ngi davrlarida ham quduqlar kam mahsulot bilan ishlay boshlaydi.

Tabiiy omillarga ko'ra quduqlar kam mahsulotli bo'lganda ularning debitini oshirish uchun turli tadbirlar qo'llaniladi. Birinchi

navbatda shuni aytib o'tish kerakki, mahsuldor qatlamlarni ochishda ularning gillanishidan ehtiyot bo'lish kerak. Buning uchun ko'pincha qatlamni gilli aralashma o'rniga neftli aralashma bilan ochiladi yoki quduqni qatlam ostidan ham 20-30 m chuqurlikgacha (zumpf) qaziladi (qazilgan zumpfga neft o'zining og'irligi bilan oqib tushadi. u yerdan esa neft nasos orqali so'rib olinadi). Shuningdek, quduqlar mahsuldorligini oshirishda bir necha kam mahsulotli gorizontni bitta quduq orqali ishlatiladi.

Glossariy

Kon (uglevodorod konlari) – hududiy jihatdan bir maydonda joylashgan, tektonik tuzilma yoki boshqa turdagi tutqichlar bilan bog'liq bo'lgan bir yoki bir nechta uyumlar.

Neft koni – bir yoki bir nechta neft uyumlaridan tashkil topgan kon.

Gaz koni – bir yoki bir nechta gaz uyumlaridan tashkil topgan kon.

Neft (gaz) ishlatish obyekti (koni) ni ishlash – qatlamdagi suyuqlik va gazni oluvchi quduqlar tubiga harakati jarayonini quduqlarni joylashtirish yordamida boshqarish, ularning sonini va ishga tushirish tartibini, ishlash rejimi va qatlam energiyasi balansini o'rnatish.

Qatlamsimon uyumlar – kesimda qatlam turidagi neft uyumi, shuningdek usti va ostidan amalda o'tkazmaydigan jinslar bilan chegaralangan, u rezervuar hajnining katta qismini to'ldiruvchi suv bilan tutashgan.

Qatlamsimon litologik to'silgan uyum – qatlam – kollektorning egilishi yoki yuqoriga ko'tarilish bo'yicha kollektorlik xususiyatlari yomonlashgan uyum.

Qatlamsimon stratigrafik to'silgan uyum – stratigrafik nomuvofiqlik yuzasi bo'yicha o'tkazmas jinslar bilan chegaralangan uyum.

Qatlamsimon tektonik to'silgan uyum – uyumning yuqorisidan egilish bo'yicha qatlamni kam o'tkazuvchan jinslar bilan tutashishiga olib keluvchi buzilish bilan chegaralangan, qatlam ichidagi uyum.

Massiv uyum – tarkibiga ko'ra bir turdagi yoki har xil, lekin neft (gaz) uchun o'tkazuvchan bo'lgan, ko'pincha ohaktosh jinslarining qalin do'ngligidan iborat, tutqichdagi uglevodorod uyumlari; bunday uyum ustidan o'tkazmas jinslar bilan, ostidan esa tabiiy rezervuarining katta qismini to'ldirib turgan suv bilan chegaralangan bo'ladi. Bunda suv-neft va gaz-neft tutashmasi jinslarning qatlamlanishiga bog'liq bo'lmagan holda uyumni butun maydon bo'ylab massivni kesib o'tadi.

Tog' bosimi – geostatik va geotektonik bosimlarning yig'indisi bo'lgan, qatlamga beriladigan bosim.

Geostatik bosim – yuqorida yotgan tog' jinslarining og'irligi bilan qatlamga beriladigan bosim. Uning qiymati jinslarning qalinligi va zichligiga bog'liq.

Geotektonik bosim – qatlamlarda uzluksiz va uzlukli tektonik jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan, asosan tektonik faol hududlar uchun xususiyatli bo'lgan bosim (kuchlanish).

Gidrostatik qatlam bosimi – qatlamning regional cho'kishi tomon siljiydigan va chuqurlikka mutanosib holda o'sadigan (1m chuqurlikka 0,01 MPa ga yaqin bosim gradiyenti), qatlam suvlarining gidrostatik bosimi

natijasida hosil bo'ladigan, infratsion suv tazyiqi tizimlar uchun xususiyatli bo'lgan qatlam bosimi.

Bosim gradiyenti – yo'lining uzunlik birligida, neftni g'ovak muhit orqali harakatlanishidagi qarshilikni yengish uchun kerak bo'ladigan bosim tushishi.

Qatlam bosimi – bosim, qaysiki kollektor-qatlamda neft, gaz, suv uning ta'siri ostida turadi.

Uyum tarzi – qatlamda oluvchi quduqlar tomonga suyuqlik va gaz oqimini yuzaga keltiruvchi, harakatlantiruvchi kuchning namoyon bo'lishi.

Suv tazyiqi tarzi – uyumning tarzi, unda neft yoki gaz qatlamda quduqlar tubiga suvning gidrostatik tazyiqi ta'siri ostida, olingan suyuqlik yoki gazni tabiiy (tabiiy tarz) yoki qatlarga haydaladigan suv (sun'iy rejim) bilan jadal to'ldirilishi sharoitida ko'chadi.

Gaz tarzi – gaz uyumi tarzi, unda harakatlantiruvchi kuch gazning tarangligi hisoblanadi.

Gaz tazyiqi tarzi – neftgaz uyumi tarzi, unda neft gaz do'ppisi gazining tazyiqi ta'siri ostida qatlamdan siqib chiqariladi.

Gravitatsion tarz – neft uyumi tarzi, unda neft quduqlarga o'zining og'irilik kuchi ta'siri ostida surib chiqariladi.

Erigan gaz tarzi – neft uyumi tarzi, unda neftda erigan va bosim tushishi bilan undan ajraladigan gazning taranglik kuchi qatlamning yagona harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi.

Aralash tarz – uyum tarzi, neft yoki gaz qatlamdan quduqlarga ikki yoki bir nechta energiya turlari hisobiga harakatlanadi.

Tarang-suv tazyiqi tarzi – neft uyumi tarzi, unda uglevodorodlar quduqlarga chekka suvlar tazyiqi ostida siqib chiqariladi; suv tazyiqi rejimidan farqli o'laroq suv tazyiqi energiyasining asosiy manbai suyuqlikning tarangligi hisoblanadi, shuning bilan birga jinsning o'z tarangligi ham.

Yakuniy neft bera olish koeffitsiyenti – ishlashi tugatilgan qatlam (uyum, ishlatish obyekti) bo'yicha erishilgan neft bera olish koeffitsiyenti.

Yakuniy kondensat bera olish koeffitsiyenti – ishlashning oxirigacha qatlamdan olingan jami kondensatni potensial (balans) zahiraga nisbati.

Gaz omili – olingan neftdan ajratilgan gaz hajmini gasizlantirilgan neft miqdoriga nisbati.

Bo'linish koeffitsiyenti – ishlatilayotgan obyektning barcha quduqlarida jamlangan qatlam (qatlancha)lar sonining quduqlarning umumiy soniga nisbati.

Qumlilik koeffitsiyenti – mahsuldor qatlam yoki ishlatilayotgan obyektning samarali qalinligini umumiy qalinlikka nisbati.

Neftning barakatchanligi – ishlatishning boshlang'ich (suvsiz) davridagi qatlamning samarali o'tkazuvchanligini qatlam sharoitidagi neftning qovushqoqligiga nisbati.

Quduqlar majmui – ishlatish obyekti (kon, korxona)da qazilgan, hisobot davri (kvartal, yil) oxirida neftgaz qazib chiqarish korxonasi hisobiga birlashtirilgan umumiy quduqlar soni.

Haydovchi quduqlar majmui – ishlatish obyektni ishlash samaradorligini oshirish maqsadida ishchi agentni qatlarga haydash uchun mo'ljallangan quduqlar.

Quduqlarni ishlatish koeffitsiyenti – biror bir davr (kvartal, yil)da quduqning jami ishlagan kunlarini shu davr kunlariga nisbati.

Quduqlar majmuasidan foydalanish koeffitsiyenti – ma'lum sanada harakatdagi majmua quduqlari sonini ishlatish majmuasi quduqlari soniga nisbati.

Ishlatish quduqlari majmuasi – ishlatish obyekti (kon, korxona) quduqlar majmuasining asosiy qismi, unga harakatdagi va harakatsiz majmuadagi, shuning bilan birga, o'zlashtirishdagi yoki burg'ilashdan keyin o'zlashtirishni kutayotgan quduqlar ham kiradi.

Quduqlarning mahsuldorlik koeffitsiyenti – quduqning mahsulot berish imkoniyatlarini tavsiflovchi koeffitsiyent – uning mahsuldorligini aynan o'sha vaqtda qatlam va quduq tubi orasidagi bosimlar farqiga nisbati.

Quduqning mahsulot (neft, gaz, suyuqlik) miqdori – quduqlarni mahsuldorligini – suyuqlikni vaqt birligida (asosan sutkada) olinishini tavsiflovchi ko'rsatgich.

Quduqlarni tadqiqot qilish – quduqni ishlash sharoitini, shuningdek, qatlamning kollektorlik xususiyatlarini va qatlamni quduq tomonidan sizdirilayotgan hududida sirqish sharoitlarini aniqlash uchun quduqni geologik, geofizik, gidrodinamik va boshqa usullar bilan o'rganish.

Vertikal turlilik – mahsuldor gorizontni o'tkazmas jinslar bilan kollektor qatlamlarga bo'linishida, shuningdek kollektorlarning fizik xususiyatlarini o'zgarishida nomoyon bo'lishidagi turlilik.

Gorizontal turlilik – qatlam (qatlamcha) ning cho'ziqligi bo'yicha turliligi, qalinlikni o'zgarishida, fatsial aralashuv va egilish bilan bog'liq bo'lgan kollektorlarning uzilishida, shuningdek kollektorlarning fizik xususiyatlarini o'zgarishida namoyon bo'lishi.

Flyuidlarning turliligi – neft, suv va gaz xususiyatlarining (zichlik, qovushqoqlik, sirt taranglik va b.) o'zgaruvchanligi, shuningdek kollektor qatlamlarining tuzilish xususiyatiga va qatlamlarning vujudga kelish sharoitlariga asoslangan, uyumning kesimi va maydoni bo'yicha neft, gaz va suvga to'yinlanlik.

Quduq tubi bosimi – harakatdagi quduq ishining barqaror rejimida quduq tubidagi qatlam bosimi.

Suvneft omili – ishlatish obyektni ishlashning har qanday sanasida jami olingan suvning va neftning nisbati.

Aralash tarz – qatlamda neft va gaz quduqlariga bir vaqtda ikki yoki undan ko'p energiya turlari ta'sirida harakatlanadigan uyum tarzi.

Asosiy fondlar – bir ishlab chiqarish siklidan ko'proq xizmat qiluvchi va asta-sekin o'z narxini hosil qiluvchi mahsulot tannarxiga o'tkazuvchi, ishlab chiqarish vositalari.

Asosiy ishlab chiqarish fondlari – faqat ishlab chiqarish uchun ajratilgan, shuningdek mahsulot ishlab chiqarishda qatnashuvchi (neft, gaz, kondensat olish; quduqlar qazish va b.) asosiy fondlar.

Kapital xarajatlar – ishlab chiqarish va ishlab chiqarishda bo'lmagan asosiy fondlarni yangisini yaratish va harakatdakisini qayta tiklash uchun pul xarajatlari.

Kapital sig'im – bir birlikdagi mahsulotni ishlab chiqarishni ta'minlash uchun kapital xarajatlar hajmi.

Balans (umumiy) foyda – buxgalterlik balansida korxonaning asosiy faoliyati bo'yicha ko'rsatiladigan foyda miqdori.

Sof foyda – qazib olingan tovar hajmidagi mahsulotni sotishdan olingan foyda va barcha soliqlar qo'shilgan holda uni qazib chiqarish uchun qilingan xarajatlar orasidagi farq.

Asosiy fondlar amortizatsiyasi – asosiy fondlar narxini ishlab chiqarilayotgan mahsulot tannarxiga asta-sekin o'tish jarayoni.

Amortizatsiya ajratmalari – ishlab chiqarilgan mahsulot, bajarilgan ish yoki xizmatning tannarxiga tegishli asosiy fondlar balans narxining ulushi.

Amortizatsiya davri – asosiy fondlarning iqtisodiy maqsadga muvofiq xizmat davri.

Rentabellik – foydalilik. rentabellik – vaqtning belgilangan davrida korxonaning xo'jalik faoliyatini iqtisodiy samaradorligini ko'rsatuvchi ko'rsatkichlardan biri.

Neft (gaz) olish sur'ati – ishlatish obyekti (qatlam, uyum, kon)dan olinayotgan yillik neft (gaz)ning boshlang'ich olinadigan zahiralarga foiz munosabati.

Sinov ishlatish rejasi – uyum (kon)ni sinov ishlatishni vazifalarini, o'tkazish ketma-ketligini va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini belgilovchi hujjat.

Olinadigan zahiralar – zamonaviy texnika va texnologiyadan to'la va oqilona foydalanilgandagi zahiralar.

Uyum – neft, gaz, gazkondensatning o'tkazmas jinsdan tashkil topgan tutqich ostidagi kollektor jinsda tabiiy yig'ilishi

Qatlam neftining hajmiy koeffitsiyenti – qatlam nefti hajmini standart sharoitlarda separatsiyalangan neftning hajmiga nisbati. Bu koeffitsiyent tovar (separatsiyalangan) neft hajmini qatlam sharoitiga o'tkazish uchun qo'llaniladi.

Qayta hisoblash ko'effitsiyenti – neftning hajmiy ko'effitsiyentiga teskari bo'lgan kattalik (standart sharoitlarda separatsiyalangan neft hajmini mazkur neftni qatlam sharoitidagi hajmiga nisbati).

Gazning siqilish ko'effitsiyenti – qatlam bosimiga bog'liq holda qatlam gazini hajmini o'rganish uchun foydalaniladigan ko'effitsiyent (bir xil sharoitlardagi, shuningdek bir xil bosim va haroratdagi qatlam real gazi hajmini ideal gaz hajmiga nisbati).

Neftni siqilish ko'effitsiyenti – neft tarkibidagi yengil fraksiyalarni va erigan gaz miqdorini ko'payishi, haroratni oshishi, bosimni tushishi bilan o'suvchi, bosim 0,1 MPa ga o'zgarganda bir birlik hajmdagi qatlam neftini o'zgarishini ko'rsatuvchi ko'effitsiyent.

Gazni neftda erish ko'effitsiyenti – tabiiy uglevodorod gazini neftda erish xususiyatini tavsiflovchi ko'rsatgich – qatlam bosimi 1 MPa ga ko'payganda neftning bir birlikdagi massasi yoki hajmida eriydigan gaz miqdori (haroratni ko'tarilishi bilan gazning erish ko'effitsiyenti pasayadi, bosimni ko'payishi o'sadi).

Kondensat – gazkondensat uyumida gaz holatida bo'luvchi va uyumni ishlash jarayonida qatlam bosimini kondensatsiyalanish bosimigacha yoki undan ham past tushishidan suyuqlik ko'rinishiga o'tuvchi C_5 va C_{6+} yuqori uglevodorodlar.

Teskari kondensatsiyalanish – qatlam bosimini kondensatsiyalanishni boshlanish bosimidan tushishi natijasida va gaz tarkibidagi uglevodorodlarning bir qismini suyuq faza (kondensat)ga o'tishi bilan xulosalanadigan, gazkondensat konida bo'ladigan fazaviy o'zgarish.

Kondensatsiyalanishning boshlanish bosimi – uyum kondensati bug'simon holatdan suyuq holatga o'ta boshlaydigan qatlam bosimi. Bu esa bir fazali tizimni ikki fazaliga o'tkazadi.

Joriy gaz beraolishlik ko'effitsiyenti – hozirgi davrgacha olingan gaz hajmini uyumning qatlamdagi boshlang'ich zahirasiga nisbati.

Yakuniy gaz beraolishlik ko'effitsiyenti – gidrodimik va texnik-iqtisodiy hisoblar natijasida konni ishlash mumkin bo'lgan doiralarda aniqlangan jami qazib olinadigan gaz miqdorini boshlang'ich gaz zahirasiga nisbati.

Hisoblangan kondensat beraolishlik ko'effitsiyenti – qatlam tizimini differensial kondensatsiyalanish egri chizig'i bo'yicha hisoblangan ishlashning so'ngigigacha qatlamdan olinadigan jami kondensat miqdorini, potensial (balans) zahiraga nisbati.

Saykling-jarayon – qatlamdan qazib olingan va kondensati ajratib olingan gazni, teskari kondensatsiyalanishni oldini olishda qatlam bosimini tushish sur'atini kamaytirish maqsadida va bu yo'l bilan kondensatni to'laroq qazib olish uchun, qisman yoki to'liq qatlamga haydash.

Chekka suv – uyum joylashgan qatlamdagi, uni yuqoridan qoplovchi (yuqori chekka), yoki pastdan siqib turuvchi (pastki chekka) suv.

Quduqdagi bosimlar farqi – qatlamdagi barqaror nisbatan statik muvozanatda oluvchi quduqlarda dinamik qatlam va quduq tubi bosimi orasidagi, haydovchi quduqdagi quduq tubi va dinamik qatlam bosimi orasidagi farq.

To'sma suv bostirish – neftgaz va neftgazkondensat uyumiga ta'sir qilish usuli – uyumdagi barcha komponentlarni qazib olish samaradorligini oshirish maqsadida, uning neftli va gazli (gazkondensatli) qismlarini o'zaro ajratish uchun gazneft hududida joylashtirilgan quduqlar qatori orqali qatlarga suv haydash.

Bo'lmali suv bostirish – chegara ichra suv bostirishning bir ko'rinishi bo'lib, neft uyumini (haydovchi quduqlar qatori bilan), oqilona o'lchamlardagi "bo'lmalar"ga "kesish"ni ko'zda tutadi. Bu esa haydash frontini ko'chirmasdan bir bosqichda uyumni ishlash imkonini beradi va neft zahiralari uyumning ichki hududlarida qazib olishni vaqtinchalik to'xtashiga yo'l qo'ymaydi.

Chegara ichra suv bostirish – suv bostirish usullaridan biri bo'lib, unda suv bevosita neft uyumining maydonida joylashtirilgan haydovchi quduqlardan qatlarga haydaladi (uyumni "kesish", maydoniy, tanlab, o'choqsimon va b.).

Chegara tashqarisiga suv bostirish – suv bostirish usullaridan biri bo'lib, unda haydovchi quduqlar neftlikning tashqi chegarasidan qandaydir masofada, mahsuldor qatlarning neftli qismi chegarasidan tashqarida joylashtiriladi.

O'choqsimon suv bostirish – suv bostirishning asosiy turini rivojlantirish uchun ishlash obyektini kam sizdirilayotgan qismlarida ta'sirni oshirish uchun asosan, neft oluvchi quduqlar fondidan o'tkazilgan alohida quduqlarga suv haydash.

Maydoniy suv bostirish – chegara ichra suv bostirishning bir turi bo'lib, unda oluvchi va haydovchi quduqlar neft uyumi hududida ma'lum bir tartiblashtirilgan holatda joylashtiriladi.

Chegara bo'ylab suv bostirish – suv bostirish usullaridan biri bo'lib, unda suv uyumning chegara yoni hududida joylashtirilgan haydovchi quduqlar orqali qatlarga haydaladi.

Geotermik pog'ona – haroratni 1°C ga o'zgarishiga to'g'ri keladigan yer bag'ri chuqurligidagi metrlik soni.

Geotermik gradiyent – yer bag'ridagi har 100 m chuqurlikda haroratni $^{\circ}\text{C}$ o'zgarishi.

Quduqlarni ishlashni texnologik tartibi – ishlash obyektining holatidan kelib chiqib, ishlatish quduqlarini ko'rsatgichlari (neft va gazning sutkalik debiti, quduq tubi bosimi, mahsulotning suvlanganlik

foizi, gaz omili va b.), shuningdek quduq jihozini suyuqlikni ko'tarishi va uni ishlash texnologik parametrlarini ma'lum davr uchun o'rnatish.

Suv yorib o'tishi – uyumni sun'iy suv bostirishda yoki uyumni suv siquvi tarzida ishlashida yuzaga keladigan hodisa, unda suv o'tkazuvchanligi yaxshi qatlamchalardan oluvchi quduqlarga yorib o'tadi va ular suvlanadi.

Jadallashgan usulda suyuqlik olish – yuqori suvlangan quduqlardan past sur'atda suyuqlik olishdan o'z vaqtida jadallashgan sur'atda suyuqlik olishga o'tish, bu joriy neft olishni ko'paytirish imkonini beradi, neft uyumini so'nggi ishlash muddatini qisqartiradi.

Uyunning sizdirilayotgan hajmi – uyum hajmining barcha energiya turlari hisobiga sizdirish jarayoniga kirgazilgan bir qismi.

Uyumni (ishlatish obyekti)ni ishlashning umumiy davri – birinchi neft (gaz) bergan quduqni ishga qo'shgan vaqtdan toki oxirgi quduqni ishlash tugaguncha uyumni ishlashning davomiyligi.

Qatlamdan neft (gaz)ni siqish – uyumni ishlashda kollektordagi neft, gazni qatlam suvi (gazi) yoki qatlama haydaladigan ishchi agent bilan almashtirish.

Qatlamlarni bir yo'la-ayrim ishlash – ishlash obyekti ishlash bilan qamrashni oshirish va qatlamni qazib chiqarish tezligini tenglashtirish uchun, sirqish xususiyati har xil bo'lgan qatlamlarni turli quduq tubi bosimlarida maxsus jihozlar yordamida alohida ishlash.

Ishlash tizimining eng ma'qul varianti – ishlatish obyekti (kon)ning, oqilona ishlash talablariga to'la javob beruvchi, ishlash tizimi varianti.

Ishlashning asos obyekti – neft (gaz) ishlash qavatining birinchi navbatda ishlanadigan, mahsuldorligi va zahiralari nisbatan yuqoriroq, eng pastki ishlash obyekti.

Ishlash tizimi varianti – ishlatish obyekti (kon)ning ma'lum texnologik yechimlar va texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlar bilan tavsiflanadigan, loyihalanadigan ishlash tizimlarining turli ko'rinishlaridan biri.

Qaytish ishlash obyekti – alohida quduqlar bilan ishlash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmagan, ishlatish avval ishlashga kirgazilgan obyektlarning va ularda o'z vazifalarini bajargan quduqlari bilan olib borilayotgan kam mahsuldorlik obyektlar.

Quduqni boshqa ishlash obyektiga qaytarish – bir ishlatish obyekti o'z vazifasini bajargan, ikkinchi ishlash obyekti asosiy ishlash obyekti izolyatsiya ishlarini va qaytish obyekti perforatsiya ishlarini o'tkazish orqali quduqlarni qaytarish.

Qatlam neftining gaz miqdori – qatlam neftining massa yoki hajm birligida erigan gaz miqdori. U to'yinish bosimiga teng yoki undan yuqori qatlam bosimlarida doimiyligini saqlaydi va uyumni ishlash jarayonida qatlam bosimini to'yinish bosimidan tushishi natijasida kamayadi.

Gazsizlantirilgan neft – qatlam sharoitida yoki yuqorida bosimni tushishi natijasida gazi ajralgan neft.

Neftda erigan gaz – neft, gazneft va neftgaz uyumlarida erigan holatda bo'lgan va ularda bosimning to'yinish bosimidan tushishi natijasida ajraladigan gaz.

Suv bostirish koeffitsiyenti – siqib chiqarish jarayoni bilan qamralgan mahsuldor qatlam g'ovak muhitining yuvilgan qismi hajmini, boshlang'ich neft bilan to'yingan shu muhit bo'shliqlarining umumiy hajmiga nisbati.

Olinadigan zahiradan foydalanish koeffitsiyenti – qatlam (uyum, ishlatish obyekti)dan ma'lum sanada olingan jami neft (gaz)ni boshlang'ich olinadigan zahiraga nisbati, shuningdek ma'lum sanada obyektidan olingan olinadigan zahiraning ulushi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Агзамов А.Х. Нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш. Тошкент давлат техника университети. – Тошкент. 2005, 283б.
2. Абидов А.А., Эргашев Й., Қодиров М. Нефть ва газ геологияси. Русча-Ўзбекча изоҳли лугат. – Т.: Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2000, 528 б.
3. Агзамов А.Х., Хайитов О.Г. Введение в специальность. Т.: ТашГУ. 2002, 200 б.
4. Арсланов А.А. Ер ости гидродинамикаси бўйича қисқача маърузалар. – Т.: ФТДК ДИТАФ, 2002, 105 б.
5. Девликамов В.В., Хабибуллин З.А., Кабиров М.М. Аномально-вязкие нефти. – Уфа: Башкирский государственный университет, 1977, 110б.
6. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов. – М.: Недра, 1998, 365с.
7. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. – М.М: Наука, 2000, 414б.
8. Лебединец Н.П. Изучение и разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. – М.: Наука, 1997, 337 б.
9. Мавлонов А.В. Нефть – газ қони геологияси. – Т.: Фац. 1992, 273 б.
10. Мищенко И.Т., Кондратюк А.Т. Особенности разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. – М.: Нефть и газ, 1996, 190 б.
11. Наджимитдинов А.Х., Посевич А.Г., Садуллаев Р., Абилкасимов Б. Математические модели и алгоритмы расчетов показателей разработки нефтяных залежей при упруговодонапорном, упругом и замкнуто-пругом режимах. – Т.: НПО “Кибернетика”, 1995, 88 б.
12. Нефть ва газ соҳаларининг русча – ўзбекча атамалар лугати // З.С. Иброҳимовнинг умумий таҳрири остида // Т.: “Нур”, 1992- 230 б.
13. Правила разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: Миннефтепром, 1987, 61 б.
14. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: 1996, 202 б.
15. Сидикхўжаев Р.К., Акрамов Б.Ш. Нефть ва газ қатлами физикаси – Т.: ДИТАФ, 1994, 203 б.
16. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Проектирование разработки. Ш.К. Гиматулинов, Ю.П. Борисов, М.Д. Розенберг и др. – М.: Недра, 1983. 463 б.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I-bob. Neft va neftgaz konlarini ishlash davomida bo'ladigan jarayonlar haqida umumiy tushuncha.....	5
§ 1. Neft va gazning yer bag'rida yotish xususiyatlari	5
§2. Tog' jinslari haqida umumiy tushunchalar.....	9
§3. Qatlarning suv tazyiqli tizimlari ..	11
II-hob. Neft qatlamlarini ishlash rejimlari.....	14
§ 1. Neft qatlamlarini ishlash rejimlari.....	14
§2. Qatlamlarni ishlash rejimlarini paydo bo'lishining geologik sharoitlari.	
Rejimlar samaradorligini taqqoslash.....	20
III-bob. Neft konlarini ishlash usullari va texnologiyalari.....	22
§ 1. Ishlash obyekti va usuli	22
§ 2. Ishlash tizimlari haqida tushuncha.....	26
§ 3. Ishlash tizimlarining tasnifi va xususiyatlari	27
§ 4. Qatlarga ta'sir qilish bo'lmagan ishlash tizimlari.....	29
§ 5. Qatlarga ta'sir qilish qo'llaniladigan ishlash tizimlari.....	31
§5.1. Chegara tashqari suv haydaladigan tizimlar.....	31
§5.2. Chegara ichiga suv haydaladigan tizimlar.....	33
§5.3. Maydon bo'ylab joylashadigan quduqlar ishlash tizimlar.....	37
§6. Ishlash texnologiyasi va ko'rsatkichlari.....	40
IV-bob. Neft konlarini ishlashni modellashtirish.....	51
§ 1. Qatlam va ishlash jarayonlari modellari.....	51
§ 2. Qatlamlar modellarini turlari.....	52
§ 3. Geologik-fizik va kon ma'lumotlari bo'yicha qatlamlar modellarini qurishni metodik asoslari.....	58
4. Qat-qat va maydon bo'ylab har xil qatlamlarni ehtimolli-statistik modelini tasvirlash.....	63
§ 5. Modifikatsiyalashirilgan nisbiy o'tkazuvchanli bir xil qatlam modeli.....	72
§ 5. Ishlash jarayonlarini modellashtirish.....	76
§ 7. Neft konlarini ishlash ko'rsatkichlarini hisoblashda matematik metodlarini qo'llash.....	89
V-bob. Neft konlarini tabiiy rejimlarda ishlash.....	114
§ 1. Taranglik rejimini namoyon bo'lishi.....	114

§ 2. Qatlamni chegara tashqari hududidagi taranglik rejimida neft koni chegarasidagi bosim o'zgarishini bashoratlash	123
§ 3. Neft konlarini erigan gaz va gaz bosimli rejimlarda ishlash.....	133
§4. Erigan gaz rejimidagi neft uyumining asosiy ishlash ko'rsatkichlarini aniqlash.....	146

VI-bob. Neft konlarini suv bostirish usullarini qo'llab ishlash.....160

§ 1. Neft qazib chiqarishning ikkilamchi usullari.....	160
§ 2. Respublikamizda qatlam bosimini saqlash usullarini qo'llanilish tarixi.....	163
§ 3. Qatlamlarga suv haydash texnika va texnologiyasi.....	165
§ 4. Neft konlarida qatlam bosimini saqlashda suv ta'minoti	168
§ 5. Ishlashni asosiy ko'rsatkichlari.....	170
§ 6. Qat-qatli qatlamni ishlash ko'rsatkichlarini neftni suv bilan porshenli siqib chiqarish modeli asosida hisoblash.....	178
§ 7. Bir xil qatlamni ishlash ko'rsatkichlarini neftni suv bilan porshensiz siqib chiqarish modeli asosida hisoblash.....	188
§ 8. Darzli-g'ovakli qatlamlarni neftni suv bilan siqib chiqarishda ishlash.....	201
§ 9. Suv bostirish usuli qo'llanilib ishlashdagi neft konlarni texnologik ko'rsatkichlarini hisoblash metodikalari.....	207
§ 10. Qatlam bosimini va ishlatish quduqlari debitini hisoblash.....	214

VII-bob. Anomal xossali neft konlarini ishlash loyihalashtirish.....221

§ 1. Katta chuqirlikda yotgan va anomal katta qatlam bosimli neft uyumlarini ishlash va loyihalashtirish.....	221
§ 2. Anomal-qovushqoq neftli uyumlarni ishlash va loyihalashtirish.....	225
2.1. Anomal-qovushqoq neftli uyumlarni ishlash xususiyatlari.....	225
2.2. Anomal neftni tekis-radial sizishini sxemalashtirish.....	227
2.3. Anomal neftlarni sizishini gidrodinamik hisoblash.....	230

VIII-bob. Oqilona ishlatish quduqlari to'ri zichligini asoslash.....234

§ 1. Ishlatish quduqlari to'ri zichligini yakuniy neft bera olishga ta'siri haqidagi ilmiy tadqiqotlarni umumlashtirish.....	234
§ 2. Oqilona ishlatish quduqlari zichligini aniqlash va joylashtirish usuli. Ishlatish quduqlarini asosiy fondini qo'llanilayotgan joylashtirish usuli.....	246
§ 3. Eng oqilona ishlatish quduqlari to'ri muammosini yechish yo'llari.....	254

XI-bob. Neft konlarini ishlash texnologik ko'rsatkichlarini iqtisodiy baholash.....256

§ 1. Umumiy talablar.....	256
§ 2. Asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlar.....	257

§ 3. Iqtisodiy baholash ko'rsatkichlari amalga oshirishga tavsiya etilgan variantni tanlash.....	259
§ 4. Amalga oshirishga tavsiya etilgan variantni tanlash.....	265
§ 5. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash algoritmi.....	266
X-bob. Neft konlarini ishga tushirish loyiha hujjatlari	278
§ 1. Neft konlarini ishlash bo'yicha loyixaviy hujjatlar.....	278
§ 2. Loyihaviy ishlarni bajarilish ketma-ketligi va tarkibi.....	279
§ 3. Konlarni ishlashni loyihalashtirishning umumiy tamoyillar.....	281
§ 4. Neft konlarini razvedkasiga qo'yiladigan asosiy talablar	282
§ 5. Neft konlarini ishga tushirish loyiha hujjatlariga umumiy talablar	284
XI-bob. Neftgaz uyumlarini ishlashni loyihalashtirish.....	287
§ 1. Neftgaz konlarini tabiiy tarzlarda ishlash.....	287
§ 2. Neftgaz konlarini qatlarga ta'sir qilish bilan ishlash.....	288
XII-bob. Ko'p qatlamli konlarni ishlatish.....	294
§ 1. Ko'p qatlamli konlarni ishlashni loyihalashtirishni ba'zi masalalari	294
§ 2. Qaytish obyektlarini ishlashni loyihalashtirish masalalari.....	296
§ 3. Ko'p qatlamli konlarni ishlatish tizimlari.....	298
XIII-bob. Neft konlarini ishlash holati taxlili.....	303
§ 1. Ishlash jarayonini kon-geologik nazorat qilish.	303
§ 2. Neft konlarini ishlash holati taxlili.....	304
§ 3. Ishlatilayotgan obyektidan chiqarilayotgan neft, gaz, suv o'zgarishi (dinamikasi).....	305
§ 4. Kam mahsulotli gorizontni ishlash va tugaguncha ishlash.....	306
Glossariy.....	308
Foydalanilgan adabiyotlar.....	316

A.X. AGZAMOV, N.X. ERMATOV,
N.M. AVLAYAROVA, B.Y. NOMOZOV

NEFT KONLARINI ISHLATISH

Muharrir Olim Jumaboyev
Badiiy muharrir Husan Safaraliyev
Kompyuterda sahifalovchi Husan Safaraliyev

2020-yil 25-oktabrda chop etishga ruxsat berildi.
Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» garniturası.
Bosma tabog'i 20. Adadi 100 dona. Buyurtma № 8/19.

«Excellent Polygraphy» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
100190, Toshkent shahri, Shayxontoxur tumani, Jangox
ko'chasi 12 uy, 13 xonadon.

978-9943-6248-5-6

