А.Ҳ. АГЗАМОВ
НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИИШЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШТИРИШ
Дарслик

622.24
А-23

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

19

А.Х. АГЗАМОВ

У 775-19 тг

НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШТИРИШ

ТОШКЕНТ 2005

БИБЛИОТЕКА
Във. ТНП и ЛП
№ У 775

Аваз Ҳамидиллаевич Агзамов. Нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш. Тошкент давлат техника университети, Тошкент, 2005, 283 б.

Дарсликда нефть ва газнинг физик- кимёвий хоссалари, қатламларининг табиий ишлаш режимлари, ишлаш системалари, қатламларни моделлаштириш ҳақида маълумотлар берилган, ҳамда нефть конларини ишлаш кўрсаткичларини башорат қилиш ва оқилона ишлаш вариантини танлаш усуллари келтирилган. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларини таркибий қисмлари ва уларга қўйиладиган талаблар ёритилган.

«Нефть ва газ конларини ишлаш ва ишлатиш» кафедраси

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий-методик кенгашининг қарорига кўра нашр қилинди.

Тақризчилар: «Ўзбекистон нефть ва газ саноати илмий тадқиқот ва лойиҳа қидирув» институти (ЎзЛИТИнефтгаз) бош илмий ходими, техника фанлари доктори Э.К. Ирматов

ТошДТУ нефть ва газ факультетининг декан муовини, техника фанлари номзоди, доцент Н.Н. Маҳмудов

© Тошкент давлат техника университети, 2005.

КИРИШ

Нефть конларини ишлаш тушунчаси остида нефть конлари майдонларида маълум бир системада жойлаштирилиши керак бўлган ишлатиш бурғ қудуқлари сонини ва уларни ишга тушириш навбатини белгилаш, бурғ қудуқлари томон қатламдаги суюқлик ва газларнинг ҳаракатини ва қатлам энергияси балансини тартибга солиш жараёнларини илмий асосланган бошқарилиши тушунилади.

Ушбу фаннинг мақсади талабаларни нефть уюмларини ишлаш жараёнларини физик асослари билан таништириш, турли режимлардаги нефть уюмларини ишлаш жараёнларини моделлаштириш усулларини ўргатиш, ишлаш кўрсаткичларини гидродинамик ҳисоблаш усулларини ўзлаштириш билан боғлиқ.

Ушбу фан нефть конларини самарали ишлаш муаммосининг айрим тарафини ўрганувчи кўплаб фанлар билан узвий боғлиқ. Улар қаторида «Олий математика», «Физика», «Термодинамика ва иссиқлик машиналари», «Нефть ва газ конлари геологияси», «Нефть ва газ қатламлари физикаси», «Ер ости гидравликаси», «Нефть қазиб чиқариш технологияси ва техникаси», «Нефть, газ ва сувни йиғиш ва тайёрлаш», «Кон геофизикаси», «Нефть ва газ саноати иқтисодиёти» ва бошқа фанларни кўрсатиш мумкин. Аммо, нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш нефть уюми ва унда рўй бераётган жараёнлар, ер остидан нефтни қазиб чиқариш технологияси ва техникаси, конларда нефтни, газни ва сувни тайёрлаш, конларни жиҳозлаш, нефть конларини ишлашни техник-иқтисодий самарадорлиги ҳақидаги ҳамма билимларимизни ягона мақсад учун узвий боғлашга қаратилган.

Юқори сифатли лойиҳалар – нефть қазиб олиш корхоналарини катта техник-иқтисодий кўрсаткичларга эришиши учун замин яратади. Агар, нефть олиш жараёнини кўп вариантлилигини ва ушбу жараён кўрсаткичларига бир вақтда кўплаб факторларни таъсир этишини инобатга олсак, лойиҳа ҳужжатларини тузиш сифатини ошириш кераклиги яна ҳам муҳим аҳамият касб этади. Бундан ташқари, нефть

олиш саноатни энг катта капитал ва энергия сарфини талаб этувчи тармоқларидан биридир. Шу сабабли, нефть конини илмий асосланган лойиҳасини тузишдан мақсад режалаштирилган нефть миқдорини энг кам харажатларни сарф этиб олишни таъминлаш ва нефть заҳираларидан самарали (иложи борича тўларок) фойдаланишдан иборат. Бу қўйилган мақсадга нефть конларини ишлаш билан боғлиқ ҳамма асосий ишларни илгаридан мукаммал ўйланган режа – ишлаш лойиҳаси асосида эришиш мумкин.

Ҳозирги кунга келиб нефть конларини ишлаш системаларини ва лойиҳалаштириш усулларини яратиш бўйича катта ютуқларга эришилган. Бу ютуқлар А.П. Крылов, И.М. Муравьев, Ф.А. Требин, М.М. Глаговский, Н.М. Николаев, М.Ф. Мирчинк, С.А. Христанович, И.А. Чарный, В.М. Щелкачев, Ш.К. Гиматудинов, Ю.П. Борисов, В.С. Орлов, М.Д. Розенберг, М.Л. Сургучев, М.М. Саттаров, Ю.П.Желтов, Ю.П. Донцов ва бошқа хорижий олимларнинг фундаментал ишлари билан боғлиқ.

Ўзбекистонда нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш муаммоларини ҳал этиш бўйича С.Н. Назаров, Ғ.А. Алижонов, Э.К. Ирматов, П.К. Азимов, А.А. Арсланов, А.Г. Посевич, Ф.Ш. Собиров, Н.В. Сипачев, У.С. Назаров, А.В. Мавлонов, Б.Ш. Акрамов, Р.К. Сидиқхўжаев, П.Э.Аллақулов, Н.Н.Маҳмудов, А.А.Зокиров, Н.Х.Эрматов ва бошқалар томонидан кўплаб назарий ва амалий изланишлар олиб борилган ва олиб борилмоқда.

Ушбу дарсликни ёзишда Ю.П.Желтовнинг «Разработка нефтяных месторождений» китоби асос қилиб олинди ва ҳозирги давр талабидан келиб чиқиб катта чуқурликдаги ва юқори қовушқоқли нефть конларини лойиҳалаштириш, бозор иқтисодиёти шароитида нефть конларини ишлаш иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш, лойиҳа ҳужжатларини тузиш ва уларга бўлган талаблар ёритилган боблар билан тўлдирилди.

Дарсликда нефть конларини табиий режимларда ишлаш ва лойиҳалаштириш масалалари кўриб чиқилган бўлиб, нефть ва газ иши йўналишида ўқиётган талабаларга мўлжалланган.

«Нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш» фани бўйича илк бор ёзилган ушбу дарслик камчиликлар-

дан албатта холи эмас. Шу сабабли дарсликдаги камчиликларни бартараф қилишга қаратилган барча фикр ва мулоҳазаларни муаллиф бажонудил қабул қилади ва ўз миннатдорчилигини изҳор этади.

Муаллиф «Нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш» дарслигини тақриз қилган ва унинг сифатини оширишга ёрдам берган техника фанлари доктори Э.К. Ирматовга ва техника фанлари номзоди, доцент Н.Н. Махмудовга ўзининг чуқур миннатдорлигини билдиради.

1-боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШ УСУЛЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

§ 1. Ишлаш объекти ва усули

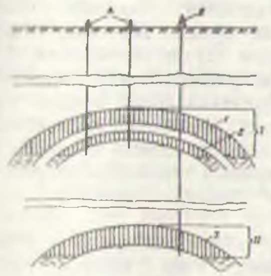
Нефть ва нефть-газ кони – ер пўстининг якка тектоник структурасида мужассамлашган нефть ва газ уюмлари мажмуи. Конларга кирувчи углеводород уюмлари, одатда ер остида турли тарқалганликка эга бўлган, кўп ҳолларда турли геологик-физик хоссали, қатлам ёки тоғ жинслари массивида жойлашган бўлади. Кўп ҳолатларда айрим нефть-газли қатламлар катта қалинликдаги ўтказувчанмас жинслар билан ажралган ёки коннинг айрим қисмларида жойлашган бўлади.

Бундай ажралган ёки хоссалари фарқ қилувчи қатламлар турли бурғ қудуқлари гуруҳи билан ишлатилади, айрим ҳолларда турли технологиялардан фойдаланилади.

Конни ишлаш объекти тушунчасини киритамиз. Ишлаш объекти - ишлашдаги кон чегараси ичида сунъий ажратилган геологик тузилма (қатлам, массив, тузилма, қатламлар мажмуи), саноат миқёсидаги углеводородлар захирасига эга, уларни ер остидан олиш муайян бурғ қудуқлари гуруҳи ёки бошқа тоғ-техник қурилмалари ёрдамида амалга оширилади. Конни ишлатувчи мутахассислар орасида кенг тарқалган атамага кўра, ҳар бир объект "ўзининг бурғ қудуқлари тўри" билан ишлашда бўлади. Шуни таъкидлаш лозимки, табиатнинг ўзи ишлаш объектини яратмайди - уларни конларни ишлатувчи мутахассислар ажратади. Ишлаш объектига бир, бир неча ёки конни ҳамма қатламлари киритилиши мумкин.

Ишлаш объектининг асосий хусусияти - унда саноат миқёсидаги нефть захираларининг борлиги, ушбу объектга таалуқли ва улар ёрдамида ишлатиладиган бурғ қудуқлари гуруҳидир.

Ишлаш объекти тушунчасини яхши ўзлаштириб олиш учун қуйидаги мисолни кўриб чиқамиз. Кесими 1.1-расмда келтирилган кон берилган. Бу кон қалинлиги, тўйинган углеводородларни тарқалганлик майдони ва физик хоссалари билан фарқ қилувчи учта қатламдан иборат.



1.1. - расм. Кўп қатламли нефть конининг кесими.

1.1-жадвалда кон майдонида ётувчи 1,2 ва 3-қатламларни асосий хоссалари келтирилган.

Қурилаётган конда иккита ишлаш объектини ажратиш мақсадга мувофиқ, 1 ва 2 қатламларни битта ишлаш объектига бирлаштириш (объект I), 3 - қатламни эса алоҳида ишлаш объекти сифатида ишлаш (объект II).

1.1-жадвал.

Геологик-физик хоссалар	Қатлам		
	1	2	3
Олинадиган нефть захиралари, млн.т	200,0	50,0	70,0
Қатламнинг самарали қалинлиги, м	10,0	5,0	15,0
Ўтказувчанлик, мкм^2	0,100	0,150	0,500
Нефтнинг қовушқоқлиги, мПа*с	50,0	60,0	3,0

1 ва 2 қатламларни бир ишлаш объектига киритиш учун уларнинг ўтказувчанлик ва нефть қовушқоқлиги катталикларини яқинлиги ва вертикал йўналиш бўйлаб бир-биридан кичик масофада жойлашганлиги асос бўлади. Бундан ташқари 2 қатламдаги олинадиган нефть захиралари нисбатан оз. 3 - қатламнинг 1 – қатламга нисбатан олинадиган захиралари кам, аммо нефти кам қовушқоқли ва юқори ўтказувчанли. Демак, бу қатламни очган бурғ қудуқлари нисбатан юқори маҳсулдорликка эга

бўлади. Бундан ташқари, кам қовушқоқ нефтли 3 - қатламни оддий сув бостириш усулини қўллаб ишлаш мумкин бўлса, юқори қовушқоқ нефтли 1 ва 2 қатламларни ишлашни бошланғич босқичидан бошлаб бошқа технологияларни қўллаш керак бўлади. Масалан, нефтни буғ, полиакриламид аралашмаси (сувни қуюқлаштирувчи) ёки қатлам ичра ёниш усуллари ёрдамида сиқиб чиқариш.

1, 2 ва 3-қатламлар кўрсаткичларини жиддий фарқ қилишига карамасдан, ишлаш объектларини ажратиш ҳақидаги якуний қарор қатламларни ишлаш объектларига турли вариантларда бирлаштиришни технологик ва техник-иқтисодий кўрсаткичларини таҳлили асосида қабул қилинади.

Ишлаш объектларини айрим ҳолларда қуйидаги турларга бўладилар: мустақил, яъни ҳозирги вақтда ишлашдаги ва қайтиш, яъни у келажакда ҳозирги вақтда бошқа объектда ишлаётган бурғ қудуқлари билан ишлатилиши мумкин.

Нефть конини ишлаш системаси деб, ишлаш объектини; уларни бурғулаш ва жиҳозлаш суръати тартибини; қатламлардан нефть ва газ олиш мақсадида таъсир этиш зарурлигини; ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари сонини, нисбатини ва жойлаштиришни; резерв бурғ қудуқлари сонини; конни ишлашни бошқаришни; ер остини ва атроф-муҳитни ҳимоя қилишни аниқловчи бир-бири билан боғлиқ муҳандислик қарорлари мажмуасига айтилади. Конни ишлаш системасини тузиш юқорида кўрсатилган муҳандислик қарорлари мажмуасини аниқлаш ва амалга оширишни билдиради.

Бундай системани тузишни муҳим таркибий қисми - ишлаш объектларини ажратиш. Шунинг учун ушбу саволни муфассал куриб чиқамиз. Олдиндан айтиш мумкинки, биринчи қарашда ҳамма вақт бир ишлаш объектига иложи борича кўп қатламларни бирлаштириш фойдали кўринади, чунки бундай бирлаштиришда конни тулиқ ишлаш учун кам бурғ қудуқлари керак бўлади. Бироқ, бир объектга ҳаддан зиёд қатламларни бирлаштириш нефть бера олишликда жиддий йўқотишларга ва якуний ҳисобда ишлашни техник-иқтисодий кўрсаткичларини ёмонлашувига олиб келади.

Ишлаш объектларини ажратишга қуйидаги кўрсаткичлар таъсир этади.

1. **Нефт ва газ коллекторлари** - жинсларининг геологик-физик хоссалари. Ўтказувчанлиги, умумий ва самарали қалинлиги, ҳамда ҳар хиллиги билан кескин фарқ қилувчи қатламларни кўп ҳолларда бир объект сифатида ишлаш мақсадга мувофиқ эмас, чунки улар маҳсулдорлиги, ишлаш жараёнидаги қатлам босими бўйича ва натижада қудуқларни ишлатиш усули, нефть заҳираларини олиш суръати, маҳсулот сувланганлигини ўзгариши бўйича жиддий фарқ қилиши мумкин.

Қатламларни майдонли ҳар хиллигида турли бурғ қудуқлари тўри самарали бўлиши мумкин, шунинг учун бундай қатламларни бир ишлаш объектига қўшилиш мақсадга мувофиқ эмас. Алоҳида кам ўтказувчанли ва юқори ўтказувчанли қатламчалар билан боғлиқ бўлган, вертикал йўналиш бўйича катта ҳар хил қатламларда горизонтни тик йўналишида қониқарли қамраб олиш қийин бўлади. Бундай ҳолларда фаол ишлашда фақат юқори ўтказувчанли қатламчалар иштирок этиб, кам ўтказувчанли қатламчаларга қатламга ҳайдалаётган омил (сув, газ) таъсир этмайди. Бундай қатламларни ишлаш билан қамраб олинганлигини ошириш мақсадида уларни бир неча объектларга бўлишга ҳаракат қилинади.

2. **Нефть ва газни физик-кимёвий хоссалари**. Ишлаш объектларини ажратишда нефтларнинг хоссалари муҳим аҳамиятга эга. Нефтнинг қовушқоқлиги жиддий фарқ қилувчи қатламларни бир ишлаш объектига қўшиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки уларни бурғ қудуқларини турли схемада ва зичликда жойлаштирилган, ҳамда ер остидан нефть олишни турли технологияларидан фойдаланиб ишлаш мумкин. Парафин, олтингугурт сувчил, қимматбаҳо углеводород компоненталари ва саноат миқёсидаги бошқа фойдали қазилмалар миқдорини кескин фарқ қилиши ҳам қатламларни бир объект сифатида ишлашга жалб қилиб бўлмаслигига сабаб бўлиши мумкин. Бунга сабаб қатламлардаги нефтни ва бошқа фойдали қазилмаларни олишда турли технологиялар қўлланилиши мумкин.

3. **Углеводородларни фазавий ҳолати ва қатламлар режими**. Вертикал йўналиш бўйича бир-бирига нисбатан яқин масофада ётган ва ўхшаш геологик-физик хоссали турли қатламларни айрим ҳолларда, қатлам углеводородларини фазавий ҳолати ва қатлам режимлари турли бўлганлиги натижасида бир ишлаш объектига қўшиб бўлмайди. Агар, бир қатламда йирик газ қалпоғи бўлса, бошқа қатлам табиий таранг сув тазйиқли режимда ишлашда бўлса, уларни бир ишлаш объектига бирлаштириш мақсадга мувофиқ бўлмаслиги мумкин, чунки уларни ишлаш учун бурғ қудуқларини турлича жойлаштириш схемаси ва сони, ҳамда нефть ва газ олишни турли технологияси керак бўлиши мумкин.

4. **Нефт конларини ишлаш жараёнини бошқариш шароити**. Бир ишлаш объектига қанча кўп қатлам ва қатламчалар бирлаштирилса, айрим қатлам ва қатламчаларда нефть ва сиқиб чиқарувчи омил чегарасини (сув-нефть ва газ-нефть туташ юзаларини) назорат қилиш, техник ва технологик амалга ошириш, шунча қийинлашади, қатламчаларга тақсимланган таъсир этиш ва улардан нефть ва газ олиш жараёни мураккаблашади. Конни ишлаш жараёнини бошқариш шароитларини ёмонлашуви эса, ўз навбатида нефть бера олишликни камайишига олиб келади.

5. **Бурғ қудуқларини ишлатиш техникаси ва технологияси**. Объектларни ажратишни айрим вариантларини қўллашни ёки қўлламасликни мақсадга мувофиқлигига кўплаб техник ва технологик сабаблар таъсир этиши мумкин.

Юқорида кўриб чиқилган ҳар бир кўрсаткичларни ишлаш объектларини танлашга таъсири албатта технологик ва техник-иқтисодий таҳлил этилиши ва ундан кейингина ишлаш объектларини ажратиш ҳақидаги қарор қабул қилиниши керак.

§ 2. Ишлаш системаларининг таснифи ва хусусиятлари

Юқорида келтирилган нефть конининг ишлаш системасига берилган таъриф умумий бўлиб, ер остидан

фойдани қазилмаларни самарали олишни таъминлаш учун уни тузишни, муҳандислик қарорлари мажмуини тўлиқ қамраб олган. Системанинг бу таърифига мувофиқ конларни турли ишлаш ситсемаларини таърифлаш учун кўп сонли кўрсаткичлардан фойдаланиш керак. Аммо, амалиётда нефть конларини ишлаш системалари иккита энг яққол ажралиб турувчи аломатлари орқали фарқланади:

1) ер остидан нефть олиш жараёнида қатламга таъсир этиш борлиги ёки йўқлиги;

2) конда бурғ қудуқларини жойлашиши.

Ушбу аломатлар асосида нефть конларини ишлаш системалари таснифлаштирилади. Турли ишлаш системасини таърифловчи тўртта асосий кўрсаткични кўрсатиш мумкин.

1. Қудуқлар тўрининг зичлиги $S_{кудк}$, олувчи ёки ҳайдаш бурғ қудуқлари бўлишидан қатъий назар, битта қудуққа тўғри келувчи нефтлик майдонига тенг. Агар нефтлилик майдони $S_н$га тенг, кондаги бурғ қудуқлари сони n бўлса

$$S_{куд} = S_н / n. \qquad (1.1)$$

Бурғ қудуқлари тўрининг зичлиги бирлиги $[S_{куд}]$=$м^2$/куд. Айрим ҳолларда битта олиш бурғ қудуғига тўғри келувчи нефтлилик майдонига тенг $S_{ол}$ кўрсаткичдан ҳам фойдаланилади.

2. А.П. Крылов кўрсаткичи $N_{кр}$, олинадиган нефть миқдорларини $N_{ол}$ кондаги бурғ қудуқларининг умумий сони нисбатига тенг:

$$N_{кр} = N_{ол} / n. \qquad (1.2)$$

Кўрсаткич бирлиги $[N_{кр}]$=т/қуд

3. ω кўрсаткичи, ҳайдаш бурғ қудуқлари сонини $n_х$ олиш бурғ қудуқлари сонига $n_{ол}$ нисбати:

$$\omega = n_х / n_{ол}.$$

4. $\omega_р$ кўрсаткичи, кондаги асосий бурғ қудуқлари фондига қўшимча бурғиланаётган резерв бурғ қудуқлари сонини умумий бурғ қудуқлари сони нисбатига тенг. Резерв бурғ қудуқлари илгари маълум бўлмаган, аммо эксплуата-

цион кудукларни бурғулаш жараёнида аникланган, қатламни геологик тузилиши хусусиятлари, нефтни ва жинсларни физик хоссалари (литологик ҳар хиллик, тектоник бузилишлар, нефтни ноньютонлик хоссалари ва ҳоказолар) натижасида, ишлаш билан қамраб олинмаган қатлам қисмларини жалб этиш мақсадида бурғиланади. Агар кондаги асосий бурғ қудуқлари фонди сони n га, резерв бурғ кудуқлари сони n_p га тенг десак

$$\omega_p = n_p / n. \qquad (1.4)$$

Бурғ қудуқларини жойлаштириш геометрияси нуқтаи назаридан нефть конларини ишлаш системаларини таърифловчи яна бир қатор кўрсаткичлар бор, улар бурғ кудуқлари қаторлари ёки тизимлари орасидаги масофа, қаторлардаги бурғ кудуқлари орасидаги масофа ва шу кабилар.

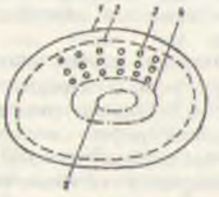
Юқорида кўрсатилган иккита кўрсаткич бўйича нефть конларини қуйидаги ишлаш системалари таснифи қўлланилади.

1. Қатламларга таъсир этиш бўлмагандаги ишлаш системалари. Агар конин асосий ишлаш даврида, сув-нефть туташ юзасини кичик кўчишини кузатилиши, яъни чегара ташқарисидаги сувларни кам фаоллигига хос бўлган эриган газ режимида ишлаши тахмин қилинаётган бўлса, бурғ қудуқларини тенг ўлчамли, тўрт нуқтали (1.2-расм) ва уч нуқтали (1.3-расм) тўғри геометрик тўр бўйича жойлаштириш қўлланилади. Сув-нефть ва газ-нефть туташ юзаларини маълум даражада кўчиши тахмин қилинган ҳолларда, бурғ қудуқлари ушбу туташ юзалар ҳолати инобатга олиб жойлаштирилади (1.4-расм)

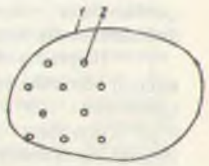
Қатламга таъсир этмасдан ишлаш системаларида бурғ қудуқлари тўри зичлиги кўрсаткичи жуда катта оралиқда ўзгариши мумкин. Ўта қовушқоқ нефтли (қовушқоқлиги бир неча юз мПа*с) конларни ишлашда $S_{кyд}$=(1-2)10^4 $м^2$/қуд бўлиши мумкин. Кичик ўтказувчан коллекторли конлар одатда $S_{кyл}$=(10-20)10^4 $м^2$/қуд билан ишлатилади. Ўта қовушқоқ нефтли ва кичик ўтказувчан коллекторли конлар $S_{кyд}$ нинг юқорида келтирилган катталиклари қалинлиги катта қатламларда, яъни

А.П.Крылов кўрсаткичи катта ёки ишлашдаги қатламларни этиш чуқурлиги кичик бўлганда, иқтисодий мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин. Оддий коллекторли конларни ишлашда $S_{куд}$=(25-64)*10^4 $м^2$/қуд.

2-расм. Бурғ кудукларини тўрт нуктали тўр бўйича жойлаштириш: 1-шартли нефтлилик чегараси; 2 – олувчи бурғ қудуқлари.



3-расм. Бурғ кудуқларини уч нуқтали тўр бўйича жойлаштириш: 1-шартли нефтлилик чегараси; 2-олувчи бурғ қудуқлари.



4-расм. Сув-нефт ва газ-нефт туташ юзаларини инобатга олиб бурғ қудуқларини жойлаштириш: 1-ташқи нефтлилик чегараси; 2-ички нефтлилик чегараси; 3-олиш қудуқлари; 4-ташқи газлилик чегараси; 5-ички нефтлилик чегараси.

Юқори маҳсулдор дарзли коллекторли конларни ишлашда $S_{кyл}$=(70-100)*10^4 $м^2$/қуд ва ундан ҳам катта бўлиши мумкин.

$N_{кр}$ кўрсаткичи ҳам жуда катта оралиқда ўзгаради Айрим ҳолларда $N_{кр}$ битта бурғ қудуғи учун бир ёки бир неча ўн минг тонна нефтга тенг, бошқа шароитларда эса битта бурғ қудуғи учун 1 миллион тонна нефтни ташкил этиши мумкин. Тенг ўлчамли бурғ қудуқлари тўри учун

қудуқлар орасидаги масофа қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\ell = \alpha\, S^{1/2}_{куд}, \qquad (1.5)$$

бу формулада l-м да; a-мутаносиблик коэффициенти; $S_{куд}$ - м²/қудуқда.

1.5 ифодадан бурғ қудуқларини ҳамма жойлаштириш схемаларида улар орасидаги масофани ҳисоблаш учун фойдаланса бўлади.

Нефть конларини қатламларига таъсир этмасдан ишлаш системалари учун ω кўрсаткичи нолга тенг, $\omega_{кр}$ кўрсаткичи эса 0,1-0,2 бўлиши мумкин, ваҳоланки резерв бурғ қудуқлари асосан нефть қатламларига таъсир этиб ишлаш системаларида назарда тутилади.

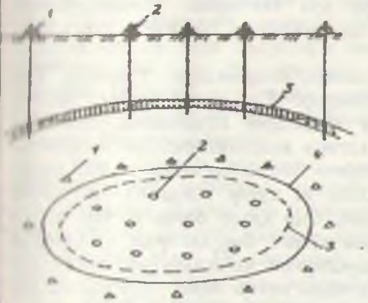
Нефть конларидаги қатламларга таъсир этмасдан ишлаш системалари Ўзбекистонда кам қўлланилади. Бундай системалар асосан узоқ муддат ишлатилиб заҳиралари жиддий камайган, чегара ташқарисидаги сувлар фаол ва нисбатан кичик ўлчамли, ўта ковушқоқ нефтли кичик чуқурликда ётувчи, кичик ўтказувчан гилли коллекторлардан ташкил топган ва ташқи сувлари юқори тазйиқли дарзли коллекторли конларда қўлланилади.

2. Қатламларга таъсир этиб ишлаш системалари

2.1. Чегара ташқарисидан таъсир этиш (сув бостириш) системалари. 1.5-расмда планда ва кесимда олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқларини нефть конига чегара ташидан сув бостириш қўллаб ишлашдаги жойлаштирилиши келтирилган. Бунда ички нефтлилик чегараси бўйлаб икки қатор олиш қудуқлари бурғуланган. Бундан ташқари, олиш қудуқларининг ўрта қатори бор.

Чегара ташқарисидан сув бостириш системаларини таърифлаш учун $S_{куд}$ кўрсаткичидан ташқари қуйидаги қўшимча кўрсаткичлардан фойдаланиш мумкин: нефтлилик чегараси билан олиш бурғ қудуқларининг биринчи қатори орасидаги масофа l_{01}, биринчи ва иккинчи олиш бурғ кудуқлари қатори орасидаги масофа l_{12} ва бошқалар, ҳамда олиш бурғ қудуқлари орасидаги масофа $2G_{ок}$. Ҳайдаш бурғ қудуқлари ташқи нефтлилик чегараси ташқарисида жойлаштирилган. 1.6-расмда кўрсатилган олиш бурғ

қудуқларини уч қаторли жойлаштириш кенглиги кичик бўлган конлар учун хосдир. Қаторлар орасидаги ҳамда нефтлилик чегарасига яқин ва нефтлилик чегараси орасидаги масофалар 500-600м га тенг бўлганда, коннинг кенглиги в=2-2,5км ни ташкил этади. Коннинг кенглиги катта бўлганда унинг нефтлилик майдонида беш қатор олиш бурғ қудуқлари қаторини жойлаштириш мумкин. Бироқ бурғ қудуқлари қаторларини бундан орттириш, нефть конларини ишлаш назарияси ва тажрибаси кўрсатишича, мақсадга мувофиқ эмас. Олиш бурғ қудуқлари қатори бештадан ортиқ бўлганда коннинг марказий қисмига чегара ташидан сув бостириш билан суст таъсир қилинади, бу қисмда босим пасаяди ва эриган газ режимида ишлашда бўлади, кейинчалик эса аввал бўлмаган газ дўпписи (иккиламчи) ҳосил бўлиши билан газ тазйиқли режимда давом этади. Табиийки, бундай ҳолатда чегара ташидан сув бостиришни қатламга таъсири самараси кичик бўлади.



1.5 - расм. Чегара ташидан сув бостиришда бурғ қудуқларини жойлашиши:

1 – ҳайдаш бурғ қудуқлар; 2 – олиш бурғ қудуқлари; 3 - нефтли қатлам; 4 – ташқи нефтлилик чегараси; 5 - ички нефтлилик чегараси.

Нефть конларини чегара ташидан сув бостириб ишлаш системалари, ҳамма қатламга таъсир этиш системалари каби, қатламга таъсир этилмайдиган системалардан, олдинда, $S_{куд}$ ва $N_{кр}$ кўрсаткичларини катталиги, яъни бурғ қудуқлари тўрининг сийраклилиги билан фарқ қилади. Қатламга таъсир этишдаги бу хусусият биринчидан, қатламга таъсир этмай ишлашга нисбатан бурғ қудуқларидан каттароқ дебит олишни ва кондан кам бурғ қудуқлари сони билан юқори нефть олиш суръатини таъминлайди.

Иккинчидан, қатламга таъсир этишда каттароқ нефть бера олишликка эришиш имконияти, яъни ҳар бир бурғ қудуғига тўғри келувчи каттароқ олинадиган нефть заҳираларини ўрнатиш имконияти билан изоҳлаш мумкин.

ω кўрсаткичи чегара ташидан сув бостириш системалари учун кенг оралиқда ўзгариб 1 дан 1/5 гача ва ундан кичик бўлиши мумкин.

$\omega_р$ кўрсаткичи қатламга таъсир этиб нефть конларини ҳамма ишлаш системалари учун одатда 0,1-0,3 оралиғида ўзгаради.

2.2. Нефть конларини ишлашда энг кенг ривожланган чегара ичра таъсир этиш системалари, фақат қатламга сув бостириш йўли билан таъсир этишдагина эмас, балки қатламларни нефть бера олишлигини ошириш мақсадида қўлланиладиган, бошқа ишлаш усулларида ҳам фойдаланилади.

Бу системалар қаторли ва аралаш (бир вақтда чегара ташига ва чегара ичра сув бостириш қўлланиладиган қаторли ва тизимли системалардан иборат) гуруҳларга ажратилади.

2.2.1. Қаторли ишлаш системалари. Уларнинг бир тури - бўлмали системалар. Бу системаларда, одатда конларнинг чўзиклигига кўндаланг йўналишда, олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқлари қатори жойлаштирилади. Амалиётда бир-бири билан алмашинувчи бир қатор олиш ва бир қатор ҳайдаш бурғ қудуқларидан, уч қатор олиш ва бир қатор ҳайдаш бурғ қудуқларидан, беш қатор олиш ва бир қатор ҳайдаш бурғ қудуқларидан иборат, бир қаторли, уч қаторли ва беш қаторли бурғ қудуқларини жойлаштириш схемалари қўлланилади. Одатда бештадан ортиқ олиш бурғ қудуқлари қаторлари қўлланилмайди, чунки чегара ташқарисига сув бостиришда, ҳайдаш бурғ қудуқлари оралиғидаги нефтлилик майдонининг марказий қисмида, қатламга сув бостиришни таъсири деярли сезилмайди, натижада қатлам босимини пасайиши юзага келади.

Марказий бурғ қудуқлари қаторини ўтказиш кераклиги сабабли қаторли системаларда қаторлар сони тоқ бўлади. Қатламни ишлаш жараёнида сув-нефть туташ юзасини марказий бурғ қудуқлари қаторига тортиш назарда

тутилади. Шу сабабли бу системаларда марказий бурғ қудуқлари қаторини кўпинча тортувчи қатор деб аталади.

Бир қаторли ишлаш системаси. Бундай системада бурғ қудуқларини жойлаштириш схемаси 1.6-расмда келтирилган. Ишлашни қаторли системаларини (кўрсатилган турга асосийсидан ташқари) айрим бошқа кўрсаткичлар билан таърифлаш керак. Масалан, ҳайдаш бурғ қудуқлари $2G_х$ ва олиш бурғ қудуқлари $2G_{ок}$ орасидаги масофадан ташқари бўлма ёки тасма кенглигини $L_т$ нисбатга олиш зарур.

Бурғ қудуқлари тўри зичлиги $S_{қуд}$ ва $N_{кр}$ кўрсаткичи бир қаторли, уч қаторли ва беш қаторли системалар учун тизимнинг чегара ташига сув бостиришдаги каби ёки каттароқ бўлиши мумкин. Қаторли системалар учун ω кўрсаткичи чегара ташига сув бостириш системаларига нисбатан яққолроқ ифодаланган. Аммо у баъзи оралиқларда ўзгариши мумкин. Масалан, қурилаётган бир қаторли система учун ω≈1. Бу дегани ҳайдаш бурғ қудуқлари сони олиш бурғ қудуқлари сонига (тахминан) тенг, чунки қаторлардаги бу бурғ қудуқлари сони ва улар орасидаги масофалар ($2G_{ог}$ ва $2G_х$) турлича бўлиши мумкин. Сув бостириш қўлланилганда тасма кенглиги 1-1,5 км га тенг нефть бера олишликни ошириш усуллари қўлланилганда эса кичикроқ бўлиши мумкин.

Бир қаторли системада олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқлари сони тахминан тенглиги сабабли, бу система жуда жадалдир. Қаттиқ сув тазйиқли режимда олиш бурғ қудуқларининг дебити ҳайдаш қудуқларига ҳайдалаётган сув сарфига тенг. Бу системани таъсир билан каттароқ қамраб олишни таъминлаш мақсадида кичик ўтказувчанлили бир турли бўлмаган қатламларни ишлашда фойдаланилади. Конларда қатламларни нефть бера олишлигини оширишнинг янги технологияларини синашда ҳам ушбу система кенг қўлланилади, чунки у тажриба ишларининг натижаларини тез олиш имкониятини таъминлайди. Бир қаторли системада, ҳамма қаторли системалардаги каби, қаторлардаги ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқларининг сонини турлича бўлиши сабабли, бир турли бўлмаган қатламни ишлаш билан қамраб олинганлигини ошириш мақсадида

БИБЛИОТЕКА ТИИ и ЛП 41745

ҳайдаш қудуқларини турли қатламчаларга таъсир этиш учун фойдаланиш мумкин.

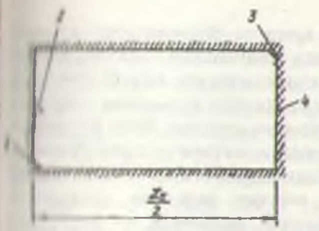
Бурғ қудуқлари геометрик тартибли жойлашган ҳамма системаларда, ушбу системаларга хос бўлган, элементар қисмни (элементни) ажратиш мумкин. Элементларни қўшиш натижасида тўлиқ ишлаш системаси ҳосил қилинади.

Қаторли системаларда ҳайдаш ва олиш қаторларда бурғ қудуқлари сони турлича бўлганлиги сабабли, уларда бурғ қудуқларини жойлашиши шартли равишда геометрик тартиблидир. Шунинг учун ажратилган элемент ҳам шартлидир.

Бир қаторли ишлаш системаси элементи 1.7-расмда келтирилган. Ушбу чизманинг чап қисмида кўрсатилган бурғ қудуқларини шахматли жойлашишига ҳайдаш 1 ва олиш бурғ қудуғи 3, ўнг қисмида кўрсатилган "чизиқли" жойлашишига эса ҳайдаш 2 ва олиш бурғ қудуғи 4 мос келади. Бурғ қудуқларини шахматли ва чизиқли жойлаштириш нафақат бир қаторли, балки кўп қаторли ишлаш системаларида қўлланилиши мумкин.

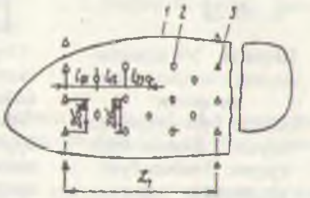
Конни ишлаш технологик кўрсаткичларини башорат қилишда битта элемент учун маълумотларни ҳисоблаш етарли, чунки кейин системани ҳамма элементлари кўрсаткичлари уларни ишлашга туширилиш вақти инобатга олиниб қўшиб топилади.

Уч қаторли ва беш қаторли системалар. Ишлашни уч қаторли ва беш қаторли системалари учун нафақат тасма кенглиги $L_т$, балки ҳайдаш ва биринчи қатор олиш бурғ қудуқлари орасидаги масофа L_{01} (1.8-расм), беш қаторли система учун эса иккинчи ва учинчи қатор олиш бурғ қудуқлари орасидаги масофа L_{23} (1.9-расм) ҳам аҳамиятга эга. Тасма кенглиги $L_т$ олиш бурғ қудуқлари қатори сонига ва улар орасидаги масофага боғлиқ. Масалан, агарда, беш қаторли система учун $L_{01}=L_{12}=L_{23}$=700м бўлса, $L_т$=4,2м.



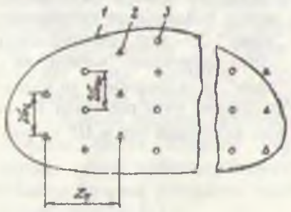
6-расм. Бир қаторли ишлаш системасида бурғ қудуқларини жойлашиши: 1-нефтлиликнинг шартли чегараси; 2-ҳайдаш бурғ қудуқлари; 3-олиш бурғ қудуқлари.

7-расм. Бир қаторли ишлаш системасининг элементи: 1-бурғ қудуқларини шахматли жойлаштиришда ҳайдаш бурғ қудуғининг "чораги"; 2-бурғ қудуқларини чизиқли жойлаштиришда ҳайдаш бурғ қудуғининг "ярми"; 3,4- мос равишда олиш бурғ қудуғининг "чораги" ва "ярми" ω кўрсаткичи уч қаторли система учун тахминан 1/3 га, беш қаторлида эса ≈ 1/5 га тенг.

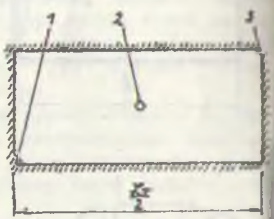


8-расм. Уч қаторли ишлаш системасида бурғ қудуқларини жойлашиши: 1-нефтлиликнинг шартли чегараси; 2-олиш бурғ қудуқлари; 3-ҳайдаш бурғ қудуқлари.	**9-расм.** Беш қаторли ишлаш системасида бурғ қудуқларини жойлашиши: 1, 2, 3 ларни 8-расмга қаранг.

Уч қаторли ва беш қаторли системаларда ҳайдаш қудуқлари катта қабул қила олишликка эга бўлганда, уларнинг сони олиш бурғ қудуқларидаги юқори суюқлик дебитини ва кон бўйича юқори ишлаш суръатини етарлича таъминлайди. Албатда, уч қаторли система беш қаторлига нисбатан жадалроқ бўлиб, алоҳида қатламча-ларга сувни ва бошқа омилларни бўлиб ҳайдаш ҳисобига қатламни таъсир билан қамраб олинишини маълум даражада оширишни таъминлайди. Аммо, беш қаторли системада, уч қаторлига нисбатан, алоҳида олиш бурғ қудуқларидан суюқлик олишни қайта тақсимлаш йўли билан қатламни ишлаш жараёнини бошқариш имкониятлари кўпроқ. Уч қаторли ва беш қаторли системаларни элементлари мос равишда 10 ва 11-расмларда берилган.



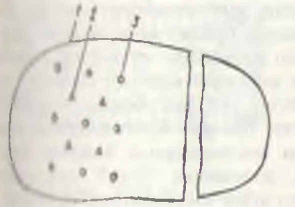
10-расм. Уч қаторли ишлаш системасининг элементи: 1-ҳайдаш бурғ қудуғининг "чораги"; 2-олиш бурғ қудуғи; 3-олиш бурғ қудуғининг "чораги.



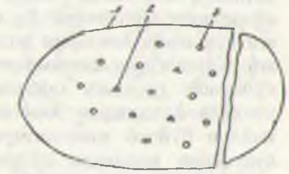
11-расм. Беш қаторли иш-лаш системасининг элементи: 1-ҳайдаш бурғ қудуғининг "ярми"; 2-биринчи қатор олиш бурғ қудуғининг"ярми", 3 - иккинчи қаторнинг олиш бурғ қудуғи; 4-учинчи қаторнинг олиш бурғ қудуғининг "чораги".

2.2.2. Бурғ қудуқларини майдон бўйлаб жойлаштириш системалари. Амалиётда беш нуқтали, етти нуқтали бурғ ва тўққиз нуқтали қудуқларини майдон бўйича жойлаштириш кўп қўлланиладиган ишлаш системаларини кўриб чиқамиз. Беш нуқтали система (12-расм). Системанинг элементи квадратдан иборат бўлиб, унинг бурчакларида олиш бурғ қудуқлари, марказида эса ҳайдаш бурғ қудуғи жойлашган. Ушбу система учун ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари нисбати 1:1 га, ω эса бирга тенг.

Етти нуқтали система (13-расм). Система элементи олти бурчак кўринишида бўлиб, унинг бурчакларида олиш бурғ қудуқлари ва марказида ҳайдаш бурғ қудуғи жойлашган бўлади. Ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари сони нисбати ω=1/2, яъни битта ҳайдаш бурғ қудуғига иккита олиш бурғ қудуғи тўғри келади.



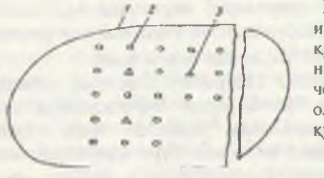
12-расм. Беш нуқтали ишлаш системасида бурғ қудуқларининг жойлашиши: 1-нефтлиликнинг шартли чегараси; 2 ва 3-мос равишда ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари.



13-расм. Етти нуқтали ишлаш системасида бурғ қудуқларининг жойлашиши: 1, 2, 3ларни 12-расмга қаранг.

Тўққиз нуқтали система (14-расм). Бу системада ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари нисбати 1:3 га тенг, шунинг учун ω=13.

Кўриб чиқилган бурғ қудуқларини майдон бўйлаб жойлаштириш система-ларидан энг жадали беш нуқтали, нисбатан сусти тўққиз нуқтали. Майдон бўйлаб бурғ қудуқларини ҳамма жойлаштириш системалари "қаттиқ" ҳисобланади.



14-расм. Тўққиз нуқтал ишлаш системасида бу қудуқларини жойлашиши нефтлиликнинг шарт чегараси; 2 ва 3-мос равиш олиш ва ҳайдаш бу қудуқлари.

Аммо бурғ қудуқларини майдон бўйлаб жойлаш тириш системаларидан фойдаланишда, қаторлига нисбатан қатламга жамланган таъсир этиш имконини берувчи, муҳи афзалликга эришилади. Бу майдон бўйлаб катта турлилик эга бўлган қатламларни ишлаш жараёнида муҳим аҳамиятг эга. Катта турли қатламларни ишлашда қаторли системала қўлланса, қатламга ҳайдалаётган сув ёки бошқа омилла алоҳида қаторларда жамланган бўлади. Бурғ қудуқларин майдон бўйлаб жойлаштириш системаларида ҳайдаш бур қудуқлари майдонда кўпроқ жамланган бўлиб қатлами айрим қисмларига катта таъсир этиш имкониятини яратади.

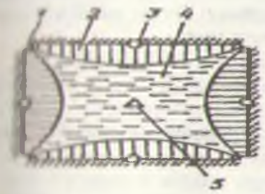
Қаторли системаларни бурғ қудуқларини майдо бўйлаб жойлаштиришга нисбатан, ўзгартириш осон бўлга лиги сабабли қатламни таъсир билан вертикал йўналиш қамраб олинганлигини оширишда устунликка эга. Шуни учун қаторли системаларни кесими бўйича катта турл бўлган қатламларда қўллаш мақсадга мувофиқ.

Охирги ишлаш босқичида қатламнинг асосий қисм нефтни сиқиб чиқарувчи омил (масалан, сув) били эгалланган бўлади. Аммо, сув, ҳайдаш бурғ қудуқларид олиш бурғ қудуқлари томон ҳаракатида, қатламн бошланғич нефтга тўйинганлигига яқин, юқори нефт тўйинган қатлам қисмларини қолдириб кетади. Беш нуқтал ишлаш системасидаги қатламдаги нефт қолдиқлари 1 расмда келтирилган. Улардан нефтни олиш учун резерв бу қудуқлари ҳисобидан олиш бурғ қудуқлари бурғуланади натижада тўққиз нуқтали системага ўтилади.

Кўрсатиб ўтилганлардан ташқари қуйидаги ишла системалари қўлланилади: бурғ қудуқларини тизимл жойлаштириш системаси (16-расм), юзаси айлана шаклдаг уюмларда қўлланилади; тўсиқли сув бостириш системас нефт-газ уюмларини ишлашда қўлланилади; кўрсатилга

ишлаш системаларини биргаликда қўлланилишидан иборат- ишлаш системалар, катта нефт уюмларини ва мураккаб геологик-физик хусусиятли конларни ишлашда қўлланилади.

Улардан ташқари, нефт конларини ишлашни тартиб- лаштириш учун қўлланиладиган, аввал бўлган системани ўзгартиришга асосланган, ўчоқсимон ва танлаб сув бостириш қўлланилади.



15-расм. Тўққиз нуқтали ишлаш системасига ўзгартирилган беш нуқтали система элементи: 1-беш нуқтали элементнинг асосий олиш бурғ қудуқларининг қатори, 2- нефт қолдиқлари; 3- қўшимча бурғуланган олиш қудуқлари; 4- элементни сув бостирилган қисми; 5-ҳайдаш қудуғи.

16-расм. Бурғ қудуқларини тизимли жойлаштириш схемаси: 1-ҳайдаш қудуқлари; 2- нефтлиликнинг шартли чегараси; 3-ва 4-мос равишда R_1 радиусли биринчи ва R_2 радиусли иккинчи олиш бурғ қудуқлари қатори.

§ 3. Нефт конини ишлашга тушириш

Нефт конларини ишлаш бир неча босқични ўтади: бошланғич, конда қудуқларни бурғулаш ва жиҳозлаш ишлари амалга оширилади; ўрта ёки асосий, конни ишлаш лойиҳа кўрсаткичларига чиқиш даврига мос келади; нефт олишни кескин пасайиш босқичи, суюқлик олишни ўзгармас ёки бир оз ўсишига қарамасдан нефт олиш тез камаяди ва сув бостиришда бурғ қудуқлари маҳсулотини сувланганлиги ортади; сўнгги босқич, унинг давомида нефт

олишни пасайиши нисбатан камаяди, аммо нефт олиш[illegible] камайиши ва маҳсулот сувланганлигини ортиши баркар[illegible] бўлади. Мос равишда нефт конини ишлаш системаси ҳа[illegible] дарҳол лойиҳалаштирилган кўринишга келмайди. Бун[illegible] унинг кўрсаткичларига конни ишлашга тушириш суръат[illegible] катта таъсир этади. Бу суръатни миқдоран таъсир этиш[illegible] баҳолаш учун $\Delta\tau$ вақт оралиғида ишлашга системани[illegible] маълум элементлари сони $\Delta n_э$ туширилади деб қабу[illegible] қиламиз. Агарда элементдаги олинадиган нефт захираларин[illegible] $N_э$, бурғ қудуқлари сони $n_э$ десак, битта элемент учу[illegible] А.П.Крылов кўрсаткичи қуйидагига тенг

$$N_{э,кр}=N_э/n_э. \quad (1.6)$$

Элементларни ишлашга тушириш суръатини ё[illegible] тезлиги $\omega(\tau)$ орқали белгиласак

$$\omega(\tau)=\Delta n_э/\Delta\tau. \quad (1.7)$$

(1.6) ва (1.7) формулалардан қуйидагини оламиз

$$\Delta N_э=N_{э\,кр}\Delta n_э=N_{э\,кр}\omega(\tau)\Delta\tau. \quad (1.8)$$

Элемент қудуқларидан жорий олинаётган нефт[illegible] ушбу элементдаги олинадиган нефт заҳиралари нисбат[illegible] тенг бўлган, элементни ишлаш суръати тушунчаси[illegible] киритамиз, яъни

$$Z_э(\tau)=q_{нэ}(\tau)/N_э. \quad (1.9)$$

Элементни ишлаш суръати вақт давомида ўзгара[illegible] Агарда, $\Delta\tau$ пайт давомида вақтнинг қайсидир t пайти[illegible] ишлашга $\Delta n_э$ элементлар ишлашга туширилган бўл[illegible] улардан нефт олиш учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$\Delta q_н=\Delta N_э Z_э(t-\tau)=N_{э\,кр}\omega(\tau)Z_э(t-\tau)\Delta\tau. \quad (1.10)$$

(1.10) формулада $Z_э$ элементини ишлаш суръати $t-\tau$ [illegible] оралиги учун ўртача олинади. Вақтнинг қайсидир t [illegible] учун кондан тўлиқ олинаётган нефтни аниқлаш учун, [illegible] формулада унинг ўзгаришини вақтни чексиз кичик [illegible] $d\tau$ кўриш, кейин эса $\tau=0$ дан $\tau=t$ гача бўлган [illegible] интегралига ўтиш зарур. Шундай қилиб, [illegible] t пайти учун кондан тўлиқ нефт олиш қуйидагича [illegible]:

$$q_н(t)=\int_0^t N_{э.кр}\omega(\tau)Z_э(t-\tau)d\tau=N_{э.кр}\int_0^t \omega(\tau)Z_э(t-\tau)d\tau. \quad (1.11)$$

Демак, кондан тўлиқ олинаётган нефтни башоратлаш [illegible] системанинг битта элементини ишлаш суръатини вақт [illegible] ўзгаришини, ундаги олинадиган нефт заҳираларини ва элементларни ишлатишга тушириш суръатини [illegible] зарур. Кондан тўлиқ олинаётган нефтга таъсир [illegible] элементни ишлаш суръати қатламни физик-геологик [illegible], унинг системаси ва технологияси билан [illegible]. Шу билан бирга, нефт олиш суръатига бурғ [illegible] бурғулаш, жиҳозлаш ва конни ишлатишга [illegible] тезлиги салмоқли таъсир этади.

§ 4. Қатлам режимлари, ишлаш технологиялари ва кўрсаткичлари

Нефть қатламларига таъсир этиш методлари ривож[illegible] қадар уларни нефть олиш мақсадида ишлатиш [illegible] энергияни сарфлаш ҳисобига амалга оширилар эди.

Ўша вақтда нефть қатламларининг режимлари [illegible] муҳим тушунча пайдо бўлиб улар нефтни [illegible] келтирувчи кучлар хусусиятига қараб таснифлаш[illegible].

Нефть конларини ишлаш амалиётида таранглик, [illegible] газ ва газ тазйиқли ёки газ қалпоғи режимлари энг [illegible] тарқалган эди.

Таранглик режимида нефть ғовак муҳитдан [illegible] (нефть ва сувни) қайишқоқли кенгайиши, [illegible] қатлам босимини пасайишида, тоғ жинсларини

деформацияси сабабли, ғовак ҳажмни камайиши ҳисоби... сиқиб чиқарилади.

Агар нефтли қатламни чегара ташқари қисм... тоғларда ер юзасига чиқишга эга бўлса ва у ерда қатлам с... билан доимий тўйиниб турса, ёки нефть уюмини суви... қисми жуда катта ва қатлам юқори ўтказувчан бўлса, ... ҳолларда бундай қатламларни режими **табиий таранг – су... тазйиқли** бўлади.

Эриган газ режимида нефть олиш қатлам босими... тўйиниш босимидан камайишида, нефтда эриган гази... ундан пуфакчалар кўринишида ажралишида ва улари... кенгайишида рўй беради. Эриган газ режими соф кўриниш... да катта қат-қатликдан иборат қатламларда, гравитаци... ҳисобига газни вертикал йўналишдаги миграцияси қийи... лашганлиги сабабли, учрайди.

Кўп ҳолларда нефтдан ажралаётган газ гравитацио... кучлар таъсирида юқорига кўтарилиб (иккиламчи) г... қалпоғини ҳосил қилади.

Таранглик энергияси ва нефтдан ажралаётган г... энергияси сарфланиб бўлгандан кейин, нефть қатламда... гравитация таъсирида бурғ қудуғи тубига сизиб келганда... сўнг чиқариб олинади. Қатламни бундай режим... **гравитацион** режим деб аталади.

Аммо, Ўзбекистон нефть саноатида нефть конлари... таъсир этиб ишлаш катта аҳамиятга эга. Бу шароитда... "қатлам режими" тушунчаси нефтни қазиб чиқари... жараёнини тўлиқ хусусиятламайди. Масалан, кон маълу... вақт давомида қатламга ишқор эритмаси ҳайдаб ишлати... ган, кейин эса ишқорли эритма ҳошиясини қатлам бўйл... суриш учун сув ҳайдалган бўлсин. Бу ҳолда қатла... режимини сунъий сув тазйиқли деб аташ мумкин. Амм... нефть олиш жараёнини таърифлаш учун бу тушунча жуд... камдир. Чунки, фақат режимни эмас, балки қатламдан неф... қазиб чиқариш жараёни механизми билан боғлиқ унин... ишлаш технологиясини ҳам ҳисобга олиш зарур.

Конларни ишлаш учун системадан ташқари ишлаш... технологиясини асослаш ва танлаш зарур.

Ер остидан нефтни қазиб чиқариш учун қўлланил... диган усуллар мажмуаси **нефть конларини ишлаш техноло... гияси** деб аталади. Юқорида берилган ишлаш системалари...

... уни аниқловчи кўрсаткичлардан бири сифатида ... таъсирини борлиги ёки йўқли кўрсатилган эди. Бу ... ҳайдаш қудуқларини бурғулаш зарурияти ... Қатламни ишлаш технологияси эса ишлаш ... тушунчасига кирмайди. Бир хил ишлаш система... турли ишлаш технологияларидан фойдаланиш ... Албатта, конни ишлашни лойиҳалашда қайси ... танланган технологияга яхши мос келишини ва ... кўрсаткичлар қайси ишлаш системасида осон ... ҳисобга олиш зарур.

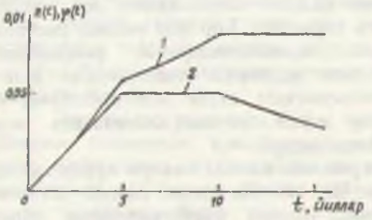
Ҳар бир нефть конини ишлаш маълум кўрсаткичлар ... хусусиятланади. Шу сабабли ҳамма ишлаш техноло... хос бўлган умумий кўрсаткичларни кўриб ... Улар қуйидаги кўрсаткичлардан иборат.

Конни ишлаш жараёнида ундан олинаётган нефть. Айтиб ўтилгандек, нефть конини ишлаш жараёнини шартли ... тўртга босқичга ажратиш мумкин. Биринчи ишлаш ... ишлаш объектида асосий фонд қудуқларини ... конни жиҳозлаш, қудуқларни ва кон иншоотла... (конни ишлаш элементларини) ишлатишга тушириш, ... системасини ўзлаштириш амалга оширилади. ... босқич маҳсулотни сувланганлиги катта бўлмаган нефть ... ўсиб бориши билан хусусиятланиб, кўп жиҳатдан ... бурғулаш ва кондаги жиҳозлаш ишларининг ..., яъни бурғулаш ва кон-қурилиш ташкилотла... ишига боғлиқ (I, 1.17 - расм).

Иккинчи ишлаш босқичи (II, 1.17 - расм) максимал ... олиш билан хусусиятланади. Конни лойиҳалашга ... техник вазифада кўп ҳолларда максимал нефть ... миқдори, қайси йилда максимал нефть олишга Эри... керaклиги, ҳамда иккинчи босқични неча йил давом ... кўрсатилади. Ушбу босқич охирида маҳсулотни ... ўсиши, бурғ қудуқлари фондининг бир ... (қатлам нефтини қовушқоқлиги кичик бўлганда) ... деярли ҳаммасини (нефтни қовушқоқлиги катта ...) механизациялашган ишлатишга ўтказиш ...

Учинчи босқич (III, 1.17 - расм) нефть олишни ... камайиши ва бурғ қудуқлари маҳсулоти

сувланганлигини катта суръатларда ўсиши (нефт қатламларига сув бостирилганда) билан хусусиятланади.



1.17–расм. Конд йиллик нефть $q_н$ суюқлик $q_{нс}$ олиши вақтга t боғлиқ лиги: 1 ва 2-мос равишда йиллик нефть $q_н$ ва суюқли $q_{нс}$ олиш.

Тўртинчи боски нефть олишнинг пастлиги ва секин камайиши, ҳаракатдаги бурғ қудуқлар сонининг секин-аста қисқариб бориши, бурғ қудуқлар маҳсулоти сувланганлигини паст суръатларда ортиши юқорилиги билан хусусиятланади. Тўртинчи босқичи ишлашни якуний ёки охирги босқичи деб ҳам аташади Шуни эслатиб ўтиш лозимки, конни ишлаш жараёни нефть олишни юқорида келтирилган ўзгариши кони ишлаш технологияси ва ишлаш системаси вақт давоми ўзгармаса юз беради. Қатламларни нефть бера олишлиги ошириш методларини ривожланиши сабабли конни қайс дир ишлаш босқичида, кўп ҳолларда учинчи ва тўртинч босқичида, ер остидан нефть олишни янги технологияс қўлланиши ва натижада кондан нефть олиш яна орти мумкин.

2. **Вақт t давомида ўзгарувчи, конни ишла суръати Z(t)**, жорий нефт олишни $q_н(t)$ конни олинадиг заҳирасига нисбатига тенг:

$$Z(t) = q_н(t) / N_{ол}. \quad (1.12)$$

Агарда конни ишлаш жараёнида унинг олинадиг заҳиралари ўзгаришсиз қолса, у ҳолда конни ишла суръатини вақт давомида ўзгариши нефт олишн ўзгаришига мос бўлади ва худди шундай босқичларни ўтади

Конни ишлаш, вақтнинг t=0 пайтида бошланиб, пайтида тугалланади. Бу пайтда олинадиган нефт

...ҳираларининг $N_{ол}$ ҳаммаси қатламдан олиб бўлинади. ...нинг учун

$$\int_0^t Z(t)dt = 1 \quad (1.13)$$

Нефть олишни ҳисоблашларда Z(t)ни аналитик ...лар билан ифодалаш мумкин. Интеграллашни ...лаштириш учун

$$\int_0^{\infty} Z(t)dt = 1 \quad (1.14)$$

деб олсак бўлади, чунки

$$t_я \le t \le \infty \text{ да } Z(t)=0$$

Конни ишлаш суръати $N_{э.кр}$ кўрсаткичини, система ...нинг ишлаш суръатидан $Z_э(\tau)$ ва система ...ментларини ишлатишга киритиш суръатидан $\omega(t)$, ...лигини олиш мумкин. (I.II.) ва (I.12) лардан ...иб, қуйидагини оламиз.

$$Z(t) = \frac{N_{э.кр.}}{N}\int_0^t \omega(\tau) Z_э(t-\tau)d\tau \quad (I.15)$$

Нефть конини ишлаш суръатини жорий нефть ...нини $q_н(t)$ коннинг геологик заҳираларига G нисбати ...ринишида ҳам ифодалаш мумкин.

Олинадиган ва геологик заҳиралар орасида ...даги боғлиқлик бор:

$$N_{ол} = \eta_я * G, \quad (1.16)$$

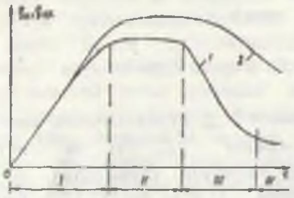
бу ерда: $\eta_я$ - якуний нефть бера олишлик коэффициенти.

(1.16) дан фойдаланиб конни ишлаш суръати аниқласа бўлади.

$$Z(t) = \frac{q_н(н)}{G}. \quad (1.1$$

(1.17), (1.16) ва (1.12) лардан фойдалан қуйидагини оламиз

$$\overline{Z}(t) = \eta_я Z(t) \quad (1.1$$



1.18 - расм. Конларни Z(t) и φ(t) ишлаш суръ ларини вақтдга бо лиқли-ги: 1 ва 2-м Ра-вишда қолган φ(t) ва бошланғич олинадиган нефт захираларидан Z(конни ишлаш суръати.

Ва ниҳоят, жорий нефть олишни $q_н(t)$ конни қолган олинадиган нефт захираларига $N_{қол}$ (t) нисба орқали аниқланадиган ишлаш суръати тушунчаси ҳам б яъни

$$\varphi(t) = \frac{q_н(t)}{N_{кол}(t)}. \quad (1.1$$

$N_{қол}$ (t) учун қуйидаги иборага эга бўламиз:

$$N_{кол}(t) = N_{ол} - \int_0^t q_н(t)dt. \quad (1.20$$

(1.19) иборани, (1.20) ни инобатга олиб, дифференциаллаш натижасида қуйидагини оламиз.

$$\frac{d\varphi}{dt} N_{кол} + \varphi \frac{dN_{кол}}{dt} = \frac{dq_н}{dt}. \quad (1.21)$$

$N_{кол} = q_н / \varphi$, $d N_{кол} / dt = - q_н$, $q_н = zN_{ол}$ тенгламани ҳисобга олиб, конни ишлаш суръатлари ўртасидаги якуний дифференциал боғлиқликни оламиз:

$$\frac{d\varphi}{dt}\frac{z}{\varphi} - \varphi z = \frac{dz}{dt}. \quad (1.22)$$

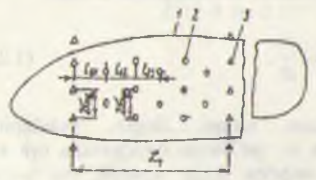
3. **Кондан суюқлик олиш.** Нефть конларини ишлашда қатламдан нефть ва газ билан биргаликда сув ҳам олинади. Бу ҳолларда нефтни унда эриган газ билан биргаликда ёки газсизлаштирилган нефть ҳолида кўриш мумкин. Суюқлик олиш - бу нефть ва сув олишни йиғиндисидир. Сув бостириш усули қўлланилганда конни ишлаш жараёнида нефть $q_н$ ва суюқлик $q_{нс}=q_н + q_с$ ($q_с$ - сув нинг олиниши ўзгариши 1.17-расмда келтирилган. Ундан кўриниб турибдики, суюқлик олиш ҳар доим нефть олишдан ортиқдир. Учинчи ва тўртинчи ишлаш босқичларида, кондан олинаётган суюқлик миқдори, олинаётган нефть миқдоридан бир неча маротаба ортиқ бўлади.

4. **Нефть бера олиш** - қатламдан чиқариб олинган нефть миқдорини унинг қатламдаги бошланғич геологик захираларига нисбати. Жорий ва якуний нефть бера олиш фарқ қилинади. **Жорий нефть бера олиш** деганда, қатламни маълум ишлаш пайтигача қатламдан чиқариб олинган нефть миқдорини унинг бошланғич геологик захираларига нисбати тушунилади. **Якуний нефть бера олиш** - қатламни ишлаш якунида чиқариб олинган нефть миқдорини унинг бошланғич геологик захираларига нисбати. "Нефть бера олиш" атамаси билан бирга "нефть бера олиш коэффициенти" атамасидан ҳам фойдаланилади.

Жорий нефть олишни юқорида келтирилган таърифидан кўриниб турибдики, у вақт давомида ўзгарувчан ва қатламдан чиқариб олинган нефть миқдорини ортиши билан

ўсиб боради. Шунинг учун "Нефть бера олиш коэффициенти" атамасини якуний нефть бера олишга нисбатан қўллаш мумкин.

Жорий нефть бера олишни одатда турли кўрсаткичлардан боғлиқ равишда кўрсатилади – сув бостиришда қатламга ҳайдалган сув миқдори, ҳайдалган сув миқдорини қатламни ғовак ҳажмига нисбати, қатламдан чиқариб олинган суюқлик миқдорини қатламни ғовак ҳажмига нисбати, суюқлик сувланганлигини вақтга боғлиқлиги ва бошқалар.



1.19 – расм. Нефть бера олишни η вақтдан t типик боғлиқлиги.

1.19 - расмда нефть бера олишни η вақтдан t типик боғлиқлиги кўрсатилган. Агарда $t_н$- қатламни ишлаш якуни вақти бўлса, у ҳолда $\eta_н$ - якуний нефть бера олишликдир. Фақат айрим қатламни, объектни, конни нефть бера олишдагидан ташқари, конлар гуруҳини, қандайдир геологик мажмуани, нефть олиш регионини ва мамлакат бўйича ўртача нефть олиш тушунчасидан ҳам фойдаланилади. Бунда жорий нефть бера олиш деганда, конлар гуруҳидаги, мажмуадаги, регионидаги ёки мамлакатдаги қатламлардан олинган нефть миқдорини уларнинг бошланғич геологик заҳираларига нисбати, якуний нефть бера олиш деганда - ишлаш якунида қатламлардан чиқариб олинган нефть миқдорини геологик заҳираларга нисбати тушунилади.

Нефть бера олиш умуман кўп кўрсаткичларга боғлиқ. Одатда қатламлардан нефтни чиқариб олиш механизми билан боғлиқ ва қатламни ишлаш билан қамраб олинганлик даражасини хусусиятловчи кўрсаткичлар ажратилади. Шу сабабли нефть бера олиш қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$\eta = \eta_1 * \eta_2. \tag{1.23}$$

бу ерда: η_1 - қатламдан нефтни сиқиб чиқариш коэффициенти; η_2 - қатламни ишлаш билан қамраб олинганлик коэффициенти. η_1, η_2 кўпайтмаси нефть конларини ҳамма ишлаш жараёнларини хусусиятлайди. Бу ифода биринчи маротаба, ишлашда сув бостириш қўлланилаётган қатламларни нефть бера олишлигини кўриб чиқишда, А.П. Крылов томонидан киритилган. η_1 кўрсаткичи қатламдан чиқариб олинган нефть миқдорини қатламни ишлаш билан қамраб олинган қисмидаги бошланғич заҳиралари нисбатига тенг. η_2 кўрсаткичи эса, ишлаш билан қамраб олинган заҳиралар миқдорини қатламдаги умумий геологик заҳиралари нисбатига тенг.

Якуний нефть бера олиш фақат нефть конларини ишлаш технологиялари имкониятлари билан аниқланмайди, у иқтисодий шартларга ҳам боғлиқ. Айрим ҳолларда янги технология, амалдагига нисбатан, юқорироқ нефть бера олишга эришишни таъминласа ҳам, у иқтисодий сабабларга кўра фойдасиз бўлиши мумкин.

5. **Нефть конини ишлаш жараёнида ундан газ олиш.** Бу катталик конларни табиий режимда ёки қатламга таъсир этиб ишлашда қатлам нефтидаги газ миқдорига, қатламда нефтни ҳаракатчанлигига нисбатан газ ҳаракатчанлигига, қатлам босимини тўйиниш босими нисбатига, нефть конини ишлаш системасига боғлиқ. Қатламга сув бостириб қатлам босимини тўйиниш босимидан юқори ушлаб туриш жараёнида вақт давомида газ олиш эгриси нефть олиш эгрисига ўхшаш бўлади. Нефть конини қатламларга таъсир этмасдан ишлашда, яъни қатлам босимини тушишида, ўртача қатлам босими $\bar{P}$ тўйиниш босимидан $P_т$ паст бўлганда, қатламни газли фаза билан тўйинганлиги жиддий ортади ва газ олиш кескин кўтарилади.

Бурғ қудуқлардан нефть ва газ олишни хусусиятлаш учун газ омили тушунчаси, яъни стандарт шароитга келтирилган бурғ қудуғидан олинаётган газ ҳажмини, вақт бирлигида олинган газсизлаштирилган нефть миқдорига (ҳажмига) нисбати, ишлатилади. Ўртача газ омили тушунчасини нефть конини ишлашни технологик кўрсаткичи

сифатида ҳам фойдаланса бўлади. Бунда ўртача газ омили кондан жорий олинаётган газ ва нефть нисбатига тенг.

6. **Қатламларга ҳайдалаётган моддалар сарфи ва уларни нефть ва газ билан бирга чиқариб олиш.** Қатламлардан нефтни ва газни чиқариб олишни технологик жараёнларини амалга оширишда қатламга оддий сув, турли кимёвий омиллар қўшилган сув, иссиқ сув ёки буғ углеводород газлари, ҳаво, углерод икки оксиди ва бошқа моддалар ҳайдалади. Конни ишлаш жараёнида бу моддалар сарфи ўзгариши мумкин. Бу моддалар қатламдан нефть билан бирга чиқариб олиш мумкинлиги сабабли, уларни чиқариб олиш суръати ҳам технологик кўрсаткичларга киритилади.

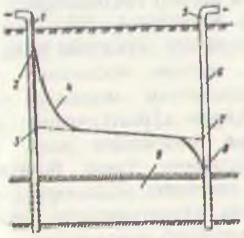
7. **Қатламда босимни тақсимланганлиги**. Нефть конини ишлаш жараёнида қатламдаги босим бошланғич ҳолатига нисбатан ўзгаради. Табиийки, қатламнинг турли қисмларида босим ҳар хил бўлади. Ҳайдаш бурғ қудуқлари атрофида босим юқорироқ, олиш бурғ қудуқлари атрофида эса - пастроқ. Шунинг учун, қатлам босими тўғрисида гапирилганда, одатда майдон ёки ҳажм бўйлаб ўрта меъёрли қатлам босими тушунилади.

Нефть конини ишлашни лойиҳалашда босим тақсимланганлигини қатлам бўйича ёки ишлаш системаси элементида ҳисоблаш муҳимдир. Ишлашдаги қатламни хусусиятловчи нуқталаридаги (ҳайдаш бурғ қудуқлари тубидаги $P_х$, ҳайдаш чизиғи ёки чегараларидаги $P'_х$, маҳсулот олиш чизиғи ёки чегараларидаги $P_{ол}$, маҳсулот олиш бурғ қудуқларидаги $P_{ол}$, 1.20-расм.) босимлардан ҳам ишлаш кўрсаткичлари сифатида фойдаланилади.

Улардан ташқари ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқларидаги босимлар фарқини аниқлаш ҳам муҳим аҳамиятга эгадир.

8. **Олиш бурғ қудуқлари усти босими $P_у$.** Олиш бурғ қудуқлари усти босими қатламдан чиқариб олинаётган нефтни, газни ва сувни қудуқ устидан кондаги газни ажратиш, сувсизлантириш ва тузсизлантириш қурилмаларига қувурлар орқали узатиш, ҳамда олиш бурғ қудуқларини ишлатишни технологик режимларига қўйилган талаблардан келиб чиқиб ўрнатилади.

9. **Бурғ қудуқларини тубидан ер сатҳигача суюқликларни кўтариб чиқариш усуллари бўйича тақсимланиши**. Нефть қатламларининг ўтказувчанлиги, уларнинг турлилиги сабабли, конларни айрим қисмларида ҳар хилдир. Бу фарқ нефть қатламларини бурғ қудуқлари билан очиш, уларни мустаҳкамлаш ва ўзлаштириш жараёнларида ортиши мумкин. Натижада конда бурғиланган қудуқларнинг маҳсулдорлиги кескин фарқ қилади. Бундай конларда, ҳайдаш ва олиш чизиғи орасидаги бир хил босимлар фарқида ва олиш қудуқлари усти босими бир хил бўлганда, қудуқларнинг дебити турлича бўлади ёки бурғ қудуқларидан бир хил дебит олиш учун улар тубидаги босим ҳар хил бўлиши керак. Бундай шароитларда қатламдан чиқариб олинаётган маҳсулотни ер сатҳигача кўтариш учун бурғ қудуқларида турли усулларни қўллашга тўғри келади. Агар, бурғ қудуқлари маҳсулдорлиги катта (бурғ қудуқлари тубидаги босимлар юқори) ва маҳсулот кам сувланган бўлса, бурғ қудуқларини фаввора усулида ишлатиш мумкин. Бурғ қудуқларини маҳсулдорлиги кичик ва маҳсулотни сувланганлиги катта бўлса, суюқликни ер сатҳига чиқариш учун механизациялаштирилган усуллардан фойдаланиш керак бўлади.



1.20-расм. Қатламни ва бурғ қудуқларини хусусиятловчи нуқтларда босимни тақсимланиши: 1-ҳайдаш бурғ қудуғи; 2-босим $P_х$; 3-босим $P'_х$; 4-қатлам босими эпюраси; 5-босим $P_у$; 6-олиш бурғ қудуғи; 7-босим $P_{ол}$; 8-босим $P_{ол}$; 9-қатлам.

10. **Қатлам температураси**. Нефть конларини ишлаш жараёнида қатлам температураси суюқлик ва газларни бурғ қудуғи туби атрофидаги ҳаракатида кузатиладиган дросселли самаралар; қатламга ҳайдалаётган сув температурасини қатлам температурасидан фарқлиги; қатламга иссиқлик ташувчи омиллар киритиш ёки қатлам ичра ёнишни омалга ошириш ва бошқа сабаблар билан ўзгаради. Шундай қилиб,

табиий кўрсаткич бўлган, бошланғич қатлам температураси ишлаш жараёнида ўзгартирилиши мумкин ва қатлам босими каби ишлаш кўрсаткичи бўлиб қолади. Нефть конларини ишлаш жараёнларини лойиҳалашда қатлам бўйлаб ёки ишлаш системаси элементида температурани тақсимланганлигини ҳисоблаш керак, чунки ишлаш жараёнларида қатлам температурасини катта ўзгаришлари юз беради. Бундан ташқари ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари туби атрофидаги, ҳамда ишлатилаётган қатламга қўшни бошқа қатламлардаги температурани ўзгаришини башорат қилиш ҳам зарурдир.

Кўрсатиб ўтилган нефть конларини асосий ишлаш кўрсаткичларидан ташқари, қатламлардан нефть қазиб олишнинг турли технологиялари қўлланилганда, уларга хос айрим кўрсаткичлардан ҳам фойдаланилади. Масалан, қатламлардан нефтни сирт-фаол моддали сув аралашмалари, полимерлар ёки углерод икки оксиди билан сиқиб чиқаришда омилларни ютилишини ва қатламдаги ҳаракат тезлигини миқдоран башорат қилиш керак. Қатлам ичра намли ёниш қўлланилганда - сув - ҳаво нисбатини, қатлам бўйлаб ёниш кўламини ҳаракат тезлигини ва бошқа кўрсаткичларни аниқлаш керак бўлади.

Нефть конини маълум ишлаш системасидаги қатламлардан нефть қазиб олиш технологияларига хос ҳамма кўрсаткичларни ўзаро боғлиқлигини таъкидлаб ўтиш зарур. Масалан, босим фарқини, қатлам босимини, суюқлик олишни ва қатламга ҳайдалаётган моддалар сарфини ихтиёрий олиб бўлмайди. Айрим кўрсаткичларни ўзгартириш бошқа кўрсаткичларни ўзгаришига олиб келиши мумкин. Ишлаш кўрсаткичларини ўзаро боғлиқлигини нефть конларини ишлашни ҳисоблаш моделларида албатда инобатга олиш керак, агарда кўрсаткичларни айримлари берилган бўлса, қолганлари ҳисоблаб аниқланади.

Назорат саволлари

1. Нефть конининг ишлаш объекти деганда нимани тушунасиз?
2. Нефть конининг ишлаш системаси деганда нимани тушунасиз?
3. Нефть конининг ишлаш системасини хусусиятловчи асосий кўрсаткичларини тушунтириб беринг?
4. Нефть конларини ишлаш системалари таснифи ҳақида тушунча беринг?
5. Нефть конида ишлаш объектларини ажратишга қандай кўрсаткичлар таъсир этади?
6. Нефть конларини ишлаш босқичлари ҳақида тушунча беринг.
7. Нефть конини ишлаш элементи деганда нимани тушунасиз?
8. Нефть конини ишлаш суръатини хусусиятловчи формулаларни келтириб чиқаринг.
9. Нефть қатламларининг ишлаш режимлари ҳақида тушунча беринг.
10. Нефть конларини ишлаш технологиялари ва асосий кўрсаткичлари ҳақида тушунча беринг.

II-боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

§ 1. Қатлам ва ишлаш жараёнлари моделлари

Кенг илмий мазмунда модель сўзи остида ўрганилаётган объектни акс эттирувчи реал ёки фикран яратилган структураси тушунилади. Модель номи лотинча *modulus* сўзидан келиб чиққан бўлиб, "ўлчов, намуна, меъёр" сўзини англатади. **Моделлаштириш** деганда мавжуд нарса ва ҳодисалар (жонли ва жонсиз системалар, муҳандислик конструкциялари, физик, кимёвий, биологик, социал жараёнлар, лойиҳаланаётган объектлар ва бошқалар) нинг нусхаларини (моделларини) ясаш ва ўрганиш тушунилади. Моделлаштириш асосида ўрганилаётган объект билан унинг нусхаси ўртасида ўхшашлик, мувофиқлик ётади. Моделлаштириш усулидан ҳозирги замон фанида кенг фойдаланилмоқда, у илмий тадқиқотни енгиллаштиради, баъзи ҳолларда мураккаб объектларни ўрганишнинг ягона воситасига айланади.

Фанда ҳажми ҳаддан ташқари катталиги ёки кичиклиги, ёҳуд анча олисдалиги туфайли объектни бевосита ўрганиш қийин бўлган ҳоллар тез-тез учраб туради. Ана шунда нусхалар ёрдамга келади. Улар объект ҳақида аниқ тасаввур олишга имкон беради ва объект хусусиятларини, унда содир бўладиган жараёнларни тушунтириб бериш учун қўлланилади.

Моделлаштириш усулидан турли фанларда объектнинг фақат маълум хусусият ва муносабатларинигина эмас, балки янги хусусият ва муносабатларини аниқлаш учун ҳам фойдаланилади.

Нефть конларини моделларини яратиш ва улар асосида конларни ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблашни амалга ошириш муҳандислар ва тадқиқотчилар фаолиятининг йўналишларидан биридир.

Нефть, газ ёки газконденсат конларини хоссалари ҳақидаги геологик-физик маълумотлар ва келажакда амалга ошириладиган ишлаш системаси ва технологияси асосида уларнинг ишлаш кўрсаткичларини миқдорий тушунчалари яратилади. Конни ишлаш ҳақидаги ўзаро миқдоран боғлиқ система унинг ишлаш модели, у қатлам моделидан ва конни ишлаш жараёни моделидан ташкил топган бўлади.

Қатлам модели - нефть конини ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблашда фойдаланиладиган, қатламнинг геологик - физик хоссалари ҳақидаги миқдорий тасаввурлар системаси. **Конни ишлаш жараёни модели** - ер тагидан нефтни чиқариб олиш ҳақидаги миқдорий тасаввурлар системаси. Умуман, нефть конининг ишлаш моделида қатлам ва ишлаш жараёнлари моделларининг турли комбинацияларидан фойдаланиш мумкин, фақат комбинация қатлам ва жараён хоссаларини энг катта аниқликда акс эттириши керак. Шу билан бирга қатламни у ёки бу моделини танлаш жараён моделида унинг қўшимча хусусиятларини ҳисобга олиш ёки олмаслик кераклигини келтириб чиқариши мумкин.

Қатлам моделини, албатта, унинг ҳисоблаш схемасидан фарқ қилиши керак, чунки ҳисоблаш схемаси фақат қатламни геометрик шаклини ҳисобга олади. Масалан, қатлам модели қат-қат ҳар хил қатлам бўлиши мумкин. Ҳисоблаш схемасида эса ушбу қатлам модели доира шаклида, тўғри чизиқли қатлам ва бошқа кўринишларда бўлиши мумкин.

Қатламлар ва улардан нефтни чиқариб олиш жараёнлари моделлари ҳар доим математик кўриниш билан ифодаланган, яъни маълум математик муносабатлар билан хусусиятланади.

Математик моделни тузиш нефть конини ишлашни лойиҳалашда энг мураккаб ва масъулиятли босқич ҳисобланади. Ушбу босқичнинг мураккаблиги шундан иборатки, унда мутахассисдан математик ва махсус фанлардаги билимларини узвий боғлаш талаб этилади.

Нефть конини ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш билан шуғулланаётган мутахассиснинг асосий вазифаси, конни геологик-геофизик ўрганиш, ҳамда қудуқларда ўтказилган гидродинамик тадқиқотлар натижасида олинган,

айрим тасаввурлар асосида ҳисоблаш моделини тузишдан иборат. Ҳисоблаш моделида олинган маълумотларни тартиблаштириш, моделлаштирилаётган қатламларни асосий хусусиятларини ажратиш ва уларни миқдоран тавсифлаш керак бўлади.

Одатда нефть ва газ қатламлари коллекторларининг ҳамма ҳар хил кўринишларини қатламлар моделларини маълум турларига келтирилади.

§ 2. Қатламлар моделларини турлари

Нефть конлари табиат объектлари сифатида жуда хилма хил хоссаларга эга. Нефть нафақат ғовак қумтошларни тўйинтириши, бундан ташқари оҳактошлардаги, доломитлардаги ва ҳаттоки магматик (отқинди) жинслардаги микроскопик дарзликларда, ковакларда бўлиши мумкин.

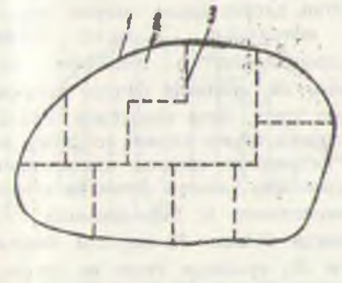
Нефть ва газ билан тўйинган жинсларнинг асосий хусусиятларидан бири - қатламларни турли қисмларида коллекторлик хоссаларини (ғовакликнинг, ўтказувчанликнинг) ҳар хиллигидир. Нефт ва газ конлари жинслари хоссаларининг қатлам ҳажмида ўзгарувчанлиги **қатламларни литологик ҳар хиллиги** деб аталади.

Нефть-газли коллекторларнинг иккинчи асосий хусусияти - уларда дарзликларнинг борлиги, яъни **қатламларнинг дарзликлиги.**

Нефть конларини ишлашда нефть-газли жинсларнинг ушбу хусусиятлари нефть ва газни чиқариб олиш жараёнларига энг катта таъсир кўрсатади. Қатлам моделлари маълум даражадаги' шарт билан детерминлашган ва эҳтимолли-статистик турларга бўлинади.

Детерминлашган моделлар - бу шундай моделларки уларда қатламларни тузилишини ва хоссаларини иложи борича аниқ ўрнатишга ҳаракат қилинади. Бошқача қилиб айтганда, детерминлашган модель қатлам хусусиятларини ҳисобга олиш муфассаллашган сари қатламни "расмига" ўхшаш бўлиб бориши керак. Масалан, 2.1-расмда реал қатламнинг алоҳида ғовакликли m_i ва ўтказувчанли k_i қисмлардан иборат схемаси кўрсатилган. Ҳақиқатда эса ушбу расмда кўрсатилган қатламни тузилиши анча

мураккаброқ. Аммо маълум даражадаги аниқлик билан ушбу қатлам схемасини унинг ҳисоблаш модели деб ҳисобласа бўлади. Қатламларни детерминлашган моделларини амалда қўллаш тезкор ҳисоблаш техникаларини ва уларга мос келувчи математик методларни кенг ривожланиши эвазига мумкин бўлди. Детерминлашган моделдан фойдаланиб нефть конини ишлаш жараёнлари кўрсаткичларини ҳисоблашда қатламни ҳамма майдони ёки унинг ҳажми берилган ҳисоблаш аниқлигига, ишлаш жараёнини мураккаблигига ва электрон ҳисоблаш машиналари (ЭҲМ) қувватига боғлиқ равишда маълум сонли катакчаларга бўлинади. Ҳар бир катакчада, қатламни ушбу қисмига хос, унинг ҳолатига мос келувчи хоссалари берилади.



2.1 - расм. Турли ғовакли ва ўтказувчан қисмлардан иборат қатламни детерминлашган модели схемаси: 1-шартли нефтлилик чегараси; 2-қатламдаги жинсларни ғоваклиги m_i ва ўтказувчанлиги k_i бўлган қисми; 3-турли ғовакликли ва ўтказувчанли қатлам қисмларининг чегараси.

Нефть конини ишлаш жараёнини ифодаловчи дифференциал тенгламалар якуний-турли муносабатлар билан алмаштирилади, кейин эса ЭҲМда ҳисоблаш амалга оширилади.

Эҳтимолли-статистик моделлар қатламларни ҳақиқий тузилишини ва хоссаларини ҳар бир хусусиятини тўлиқ акс эттирмайди. Улардан фойдаланилганда реал қатламга, худди шундай эҳтимолли-статистик хусусиятларга эга қандайдир гипотетик қатлам мос келади деб қабул қилинади.

Нефть конларини ишлаш назариясида ва амалиётида энг кўп фойдаланиладиган қатламларни эҳтимоллистатистик моделларига қуйидагиларни киритиш мумкин.

1. **Қатламни бир-турли модели**. Бу моделда, бир нуқтадан иккинчи нуқтага ўзгарувчи, реал қатламнинг асосий кўрсаткичларини (ғоваклик, ўтказувчанлик) ўрта қиймати олинади. Кўп ҳолларда, қатламни бундай моделидан фойдаланилганда, унинг изотроплиги ҳақидаги гипотеза қабул қилинади, яъни кўрилаётган қатлам нуқтасидан чиқаётган турли йўналишларда ўтказувчанлик тенг деб олинади. Айрим ҳолларда қатлам анизотроп деб ҳам қабул қилинади. Бундай ҳолларда қатламни вертикал йўналишдаги ўтказувчанлиги (асосан қатламланиш туфайли) унинг горизонтал йўналишдаги ўтказувчанлигидан фарқ қилади деб қабул қилинади. Қатламни эҳтимолли-статистик маънодаги бир-турли модели ҳақиқатда ҳар хиллиги катта бўлмаган қатламлар учун фойдаланилади.

2. **Қат-қатли қатлам модели**. Бу модел ғоваклиги m_i ва ўтказувчанлиги k_i бўлган қатламлардан ташкил топган структурани (қатламни) ифодалайди (2.2-расм). Бунда қатламнинг умумий қалинлигининг h ғоваклиги Δm_i оралиқда ва ўтказувчанлиги Δk_i оралиқда бўлган қатлари унинг Δh_i қисмини ташкил этади. Агар қандайдир усулда, масалан намуна маълумотларини таҳлил қилиш, геофизик ва бошқа методлар билан, қатламнинг алоҳида қатларининг ўтказувчанлиги турли қатламларда ўлчанса, ўлчанган ҳамма қатларнинг умумий қалинлигининг h, бир қисмини Δh_1 ўтказувчанлиги Δk_1 оралиқда бўлади. Қатларнинг бошқа қисми Δh_2 ўтказувчанлиги Δk_2 оралиқда ётади ва ҳақозо. Реал қатлам учун қуйидаги боғлиқликни тузиш мумкин

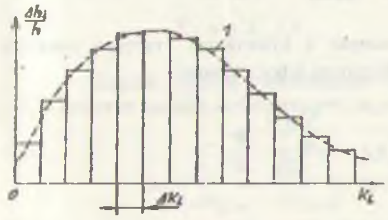
$$\Delta h_i/h=f(k_i)\cdot \Delta k_i \qquad (2.1)$$

ва унинг асосида қат-қатли қатлам моделини яратиш мумкин. Ушбу модел турли ўтказувчанли қатлар йиғиндисидан ташкил топган ва реал қатламни (2.1)-функция билан хусусиятловчи структурани ифодалайди.

(2.1) кўринишдаги боғлиқлик ёрдамида 2.3 - расмда келтирилган, гистограмма қурилган (2.4-расм), унда зиналар билан қатламни умумий қалинлигининг улушлари келтирилган бўлиб, уларга ўтказувчанлиги мос қатлар жойлаштирилган.

2.2 - расм. Қат-қатли қатлам модели.

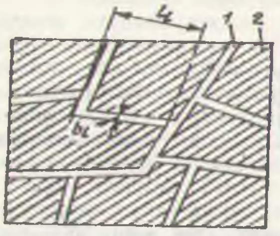
3. **Дарзли қатлам модели**. Агар нефть қатламида, ғоваксиз ва ўтказувчанмас жинс блокларини ажратувчи, дарзликларда бўлса, бундай қатлам моделини, ёнлари b_i дарзликлар билан ажратилган, ўтказувчанмас кублар йиғин-



2.3 - расм. Ўтказувчанлик гистограммаси: 1-гистограммани аппроксимация қилиш эгриси.

диси кўринишида ифодаланиши мумкин. Бунда реал қатлам турли ўлчамдаги ва шаклдаги жинс блокларига, ҳамда кенглиги ҳар хил дарзликларга эга бўлиши мумкин. ΔS юзали реал қатламни кесими 2.4-расмда келтирилган, унда i дарзликнинг узулиги l_i ва кенглиги b_i.

2.5 - расмда ΔS юзали ушбу қатлам моделини кесими берилган бўлиб, томонлари l_i ва дарзлик кенглиги b_i бўлган квадратлар тўпламини ифода этади. Дарзли қатламни асосий эҳтимолли-статистик хусусиятларини кўриб чиқамиз.



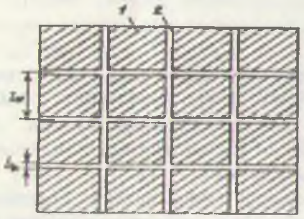
2.4 - расм. Дарзли қатламнинг кесими: 1- дарзликлар, 2-жинслар блоклари.

Маълумки, қовушқоқ суюқликнинг ягона дарзликдаги, юзага перпендикуляр йўналишдаги оқими тезлиги υ_i қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади:

$$\upsilon_i = \frac{b_i^2}{12\mu} \frac{\Delta P}{\Delta X_{\Delta x \to 0}} = -\frac{b_i^2}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial x}. \qquad (2.2)$$

ΔS юза кесимидан х йўналишда ўтаётган суюқлик оқими сарфи Δq қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta q = \sum_{\Delta S} \vartheta_i b_i l_i = -\frac{\sum_{\Delta S} b_i^3 l_i}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \qquad (2.3)$$



2.5 - расм.

ΔS юзали дарзли қатлам моделининг кесими: 1 - жинс блоклари; 2 - дарзликлар.

Дарзликлар зичлиги $\Gamma_д$

$$\Gamma_д = \frac{\sum_{\Delta S} l_i}{2\Delta S_{\Delta S \to 0}}. \qquad (2.4)$$

ва дарзликларни ўртача кенглиги $в_•$ тушунчасини киритамиз. Ундан (2.3) ва (2.4) боғлиқликлардан дарзли қатламдаги сизиш тезлиги учун қуйидаги ифодани оламиз

$$\vartheta_д = \frac{\Delta q}{\Delta S_{\Delta S \to 0}} = -\frac{b_•^3}{12\mu} \frac{\sum_{\Delta S} l_i}{\Delta S} \frac{\partial P}{\partial x_{\Delta x \to 0}} = \frac{b_•^3 \Gamma_д}{6\mu} \frac{\partial P}{\partial x}. \qquad (2.5)$$

(2.5) ифода - дарзли қатламлар учун Дарси қонуни формуласига ўхшаш. Бунда дарзли қатлам ўтказувчанлиги

$$K_д = в_•^3 \Gamma_д / 6. \qquad (2.6)$$

Дарзли қатлам кесимидаги "юза ғовакликка" тенг деб олинган дарзли ғовакликнинг $m_д$ ифодасини оламиз

$$m_д = \frac{\sum_{\Delta S} b_i l_i}{\Delta S_{\Delta S \to 0}} = \frac{b_• \sum_{\Delta S} l_i}{\Delta S_{\Delta S \to 0}} = 2 b_• \Gamma_д. \qquad (2.7)$$

4. **Дарзли - ғовакли қатлам модели.** Бу модел мос келувчи реал қатламда саноат миқёсидаги нефть заҳиралари дарзликларда, ва шунингдек, ғовакли ва ўтказувчан, блокларда бўлади. Ушбу модель ҳам қирраси узунлиги $l_•$ булган кублар йиғмасидан иборат қилиб тасвирланиши мумкин. Дарзли - ғовакли қатламни тўйинтирувчи суюқлик ва газларни сизиши ҳам дарзликлар, ҳам блоклар орқали юз беради. Бунда блоклардаги ўтказувчанликка нисбатан дарзликлар ўтказувчанлигининг анча катталиги сабабли босимни ҳар қандай ўзгариши, блокларга нисбатан, дарзликларда тез тарқалади. Натижада дарзли – ғовакли қатламларни ишлаш жараёни суюқликларни ва газларни блоклардан дарзликларга ва тескари оқиб ўтиши билан хусусиятланади.

Кўрсатиб ўтилган ҳамма (бир-турли, қат-қатли, дарзли, дарзли-ғовакли қатламларни) моделлари эҳтимолли - статистик туркумга киритилган. Агар реал қатлам ҳақиқатан жуда бир - турли бўлса, мос колувчи бир турли қатлам моделини детерминлашган деб ҳисобласа бўлади. Аммо табиатда мукаммал бир - турли қатламлар жуда кам учрайди.

§ 3. Геологик-физик ва кон маълумотлари бўйича қатламлар моделларини қуришни методик асослари

Қатлам ҳақидаги турли, айрим ҳолларда етарли бўлмаган, геологик-физик ва кон маълумотлари асосида унинг моделини яратиш конни ишлаш билан шуғулланувчи мутахассислардан чуқур билимни, илмий ва ижодий ёндашишни талаб этади. Нефть-газли қатламлар бир-бирига ўхшамаган. Моделлаштиришда конни ишлаш билан шуғулланувчи мутахассис фақат тахминан ўхшаш шароитлардаги қатламларни моделларини яратишни умумий тажрибасидан фойдаланади, аммо унда ҳар бир конкрет ҳолат учун қатлам моделини яратиш методикаси йўқ ва бўлиши ҳам мумкин эмас. Қатлам моделини яратиш ҳар доим илмий изланиш билан боғлиқ.

Қатлам моделини яратиш учун унинг геологик тузилиши, маҳсулдор қатламни бурғулашда олинган жинс намуналарини тадқиқоти натижалари; кон-геофизик ишлар ва қудуқларни бурғулаш маълумотлари; индикатор эгри чизиқлари ва қудуқларда босимни тиклаш эгри чизиқлари; қатламни бошланғич ишлаш босқичидаги маълумотларидан фойдаланилади.

Қатламни бир-турли моделини қуриш. Қатламни бир-турли моделининг асосий кўрсаткичлари - ғоваклик, мутлоқ ўтказувчанлик ва самарали қалинлик. Бу кўрсаткичларни аниқлаш учун қатламларда ва бурғ қудуқларида кон-геофизик тадқиқотлари ўтказилади (нефть-газли жинсларнинг заҳирий электр қаршилиги; ўз-ўзидан қутбланиш потенциали; тоғ жинсларини, нефтни ва газни акустик ва радиактив кўрсаткичлари; қатлам температураси ва бошқалар). Бир вақтнинг ўзида худди шу бурғ қудуқларидан олинган маҳсулдор қатлам намуналарининг ғоваклиги ва мутлақ ўтказувчанлиги, ҳамда ўтказувчанликни пастки чегараси, яъни саноат миқёсида нефть оқими олиб бўлмайдиган ёки фойдаланилаётган қатламни ишлаш технологияларида саноат миқёсида нефть чиқариб бўлмайдиган, айрим қатламларни ўтказувчанлик миқдори аниқланади. Шундан сўнг ғоваклик ва мутлақ ўтказувчанликни бевосита лабораторияда ўлчанган маълумотлари билан кон-геофизик кўрсаткичлари орасидаги боғлиқлик ўрнатилади. Агар шундай боғлиқлик тасдиғини топса, кейинчалик ғоваклик ва мутлоқ ўтказувчанлик фақат кон-геофизикаси маълумотлари асосида аниқланади, уларнинг натижасида қудуқлардаги нефтга тўйинган қалинлиги ўрнатилади. Қатламни умумий нефтга тўйинган қалинлигидан, ўтказувчанликни пастки чегарасига тенг ёки кичик, қатлам қалинлиги қисми айрилади, ва шундай қилиб қатламни самарали қалинлиги аниқланади.

Алоҳида бурғ қудуқларида аниқланган ғоваклик, мутлақ ўтказувчанлик ва самарали қалинлик ҳақидаги маълумотлар асосида бутун қатлам учун ушбу катталикларни ўртача қиймати ҳисобланади. Қатламни бир-турли модели учун махсус усул билан нисбий ўтказувчанликлар ўрнатилади. Қатламни бир-турли эҳтимолли-статистик модели учун нисбий ўтказувчанликларни қуриш методикаси кейинги қисмларда кўриб чиқилади.

Қатламни қат-қат-ҳар хил моделини тузиш. Бу модель қатламни бир-турли моделини қуришда фойдаланиладиган умумий тартибга асосланган. Аммо бу моделда қатлам кесимидаги айрим қатламлар, ёки қатлам майдонининг алоҳида қисмларида бўлган литологик қўшилмалар хоссаларини ҳисобга олиш кераклигини инобатга олиш керак.

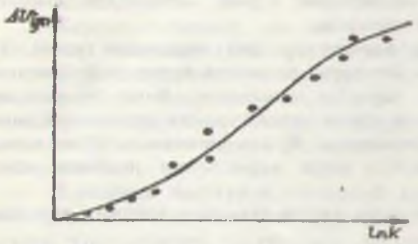
Бундай моделни қуриш тахминан қуйидаги тартибда бажарилади.

1. Моделлаштирилаётган объектни очган ва конни турли қисмларида жойлашган алоҳида бурғ қудуқларида кон-геофизика тадқиқотлари ўтказилади. Масалан, бурғ қудуғи билан қатламни ҳамма очилган кесими бўйлаб заҳирий электр қаршиликни $\rho_к$ ва ўз - ўзидан қутбланиш потенциалини $U_{ўп}$ стандарт ўлчаш.

2.6-расм да текширилаётган қатлам оралиғидаги бурғ қудуғи танасида ўтказилган кон-геофизикаси тадқиқоти асосида $\rho_к$ ва $U_{ўп}$ ларни ўзига хос эгрилари кўрсатилган.

2. Худди шу бурғ қудуқларидан ўрганилаётган қатламни ташкил этувчи жинслар намунаси олинади. Лаборатория тадқиқотлари ўтказилиб, унинг натижасида жинсларнинг ғоваклиги, ўтказувчанлиги ва сув-нефтга тўйинганлиги аниқланади.

3. Ўрганилаётган жинсларнинг физик кўрсаткичлари (ғоваклиги, ўтказувчанлиги, нефт-сувга тўйинганлиги) билан кон-геофизик кўрсаткичлари (заҳирий электр қаршилиги, ўз-ўзидан қутбланиш потенциали ва бошқалар) орасидаги боғлиқлик қурилади. Агар бундай боғлиқликлар тақкосланса, у ҳолда алоҳида қатламчалар жинсларининг физик кўрсаткичлари фақат кон-геофизикаси маълумотлари асосида аниқланади. 2.7. расмда ўз-ўзидан қутбланиш потенциали орттирмаси $\Delta U_{ўп}$ ybyu ℓn K дан боғлиқлиги келтирилган. Кон-геофизикасини бурғ қудуқларидаги ўлчашлари бўйича $\Delta U_{ўп}$ билсак, қатламни алоҳида қатламчалари жинсларини мутлақ ўтказувчанлигини аниқласа бўлади.



2.7 – расм. $\Delta U_{уп}=U_{ўп}-U_{ўпо}$ ва ℓn K оралиғидаги боғлиқлик ($U_{упо}$-$U_{ўп}$ нинг қандайдир шартли катталиги).

4. ΔK_i оралиқдаги ўтказувчанликка эга бўлган алоҳида қатламчалар қалинлиги Δh_i белгилаб чиқиладиган жадвал тўлғазилади.

5. Жадвалда келтирилган маълумотлар асосида ҳамма ўрганилган қатламчаларни n умумий қалинлиги топилади $h=\sum_{i=1}^{n}\Delta h_i$.

6. Ўтказувчанлиги K_i га тенг ҳамма қатламчаларни $\sum_{i=1}^{n}\Delta h_i$ ёки ўтказувчанлиги қандайдир нисбатан кичик оралиқда ΔK_i ўзгарувчан қатламларни умумий қалинликдаги улуши аниқланади.

7. Ўтказувчанлик гистограммаси қуйидаги кўринишда қурилади.

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

8. Гистограммани эҳтимолли-статистик зичликни тақсимланиши сифатида қабул қилинади ва унинг учун мос келувчи аналитик боғлиқлик танланади.

Тақсимланиш зичлиги графиги кўринишида тасвирланадиган ва аналитик аппроксимация қилинадиган, кон маълумотлари асосида қурилган, гистограммаларни берилиш зарурияти, биринчидан, ҳар бир қатлам тури ўзига мос эҳтимолли-статистик тақсимланиш зичлигини кўринишига эга эканлиги билан боғлиқ. Масалан, ўрганилаётган қатламни қайсидир маълум турга мансублигини билган ҳолда, бир неча нуқталар орқали ўтказувчанликни тарқалиш зичлиги графигини қуриш мумкин. Бу айниқса қатламни бошланғич ўрганиш босқичида, унинг кўрсаткичларини амалда ўлчаш ҳали етарли бўлмаганда, қатлам моделини яратиш жараёнини тезлаштиради.

Иккинчидан, қатлам кўрсаткичларини тақсимланиш зичлигини аналитик ифода этиш, қатламлардан нефть чиқариб олиш жараёнларини нисбатан оддий моделларидан фойдаланиб, унинг ишлаш кўрсаткичларини аналитик аниқлаш имконини беради.

Ниҳоят, кон кўрсаткичларини тақсимланиш зичлигини аналитик ифода этиш математиканинг эҳтимоллар

назариясидаги мухим тушунчалардан фойдаланиш ва улар орқали қатламларни таърифлаш имконини беради.

9. Қатламни ишлаш моделига қатламни қат-қат ҳар хил моделининг эҳтимолли-статистик хусусиятлари киритилади ва қатламлардан нефть чиқариб олишни ҳисобланган кўрсаткичлари унинг бошланғич ишлаш босқичида олинган амалдаги кўрсаткичлари билан таққосланади. Назарий ва амалий ишлаш маълумотлари мос келмаган ҳолларда эҳтимолли-статистик хусусиятлар қатламни назарий ва амалий ишлаш кўрсаткичлари мос келгунча ўзгартирилади, яъни қатлам модели амалдаги ишлаш кўрсаткичларига мувофиқлаштирилади.

Қатламларни дарзли ва дарзли-ғовакли моделларини қуриш

Қатламдаги дарзликларни унинг ишлаш жараёнига жиддий таъсири бир қатор кўрсаткичлар орқали исботини топган. Уларнинг энг муҳимларидан бири, индикатор эгри чизиқлари ёки босимни тиклаш билан аниқланган, қатламни ҳақиқий ўтказувчанлиги билан маҳсулдор қатламни бурғулаш вақтида ундан чиқариб олинган жинс намуналари ўтказувчанлигини мос келмаслигидир. Агар қатламни ҳақиқий ўтказувчанлиги ундан олинган жинслар намунаси ўтказувчанлигидан катта бўлса, у ҳолда, ўтказувчанликни ортиши қатламда дарзликларни борлиги билан боғлиқ деб ҳисобланади. Аммо бундай ҳолларда ўрганилаётган қатламни жинс намуналари билан қанчалик тўлиқ ифодаланганлигини ҳисобга олиш зарур, чунки жинс намуналари энг ўтказувчан қатламчалардан олинмаган бўлиши мумкин. Қатламнинг дарзлиги, қатламни ташкил этувчи жинсларнинг юқори ўтказувчанлигида яъни қатлам бутунлай дарзли-ғовакли бўлган шароитларда, унинг ишлаш жараёнларига катта таъсир кўрсатади.

Бир хил суюқликни дарзли ва дарзли-ғовакли қатламлардаги муайян оқими хусусиятларини билиш учун фақат, кон тадқиқотлари асосида аниқланган, қатлам ўтказувчанлиги ва унинг самарали қалинлигини билиш етарли. Бундай ҳолларда қатлам модели жуда оддий қурилади. Аммо дарзли қатламдаги бир турли суюқликнинг номуайян оқимида дарзликни деформацияланишини, дарзли-ғовакли қатлам учун эса жинс блокларини ўртача ўлчамини ёки дарзлар зичлигини, хусусиятловчи кўрсаткичларни билиш зарур. Ушбу кўрсаткичлар қатламлардан турли омиллар билан нефтни сиқиб чиқариш жараёнини ҳисоблашларда ҳам инобатга олинади. Дарзлар зичлиги - дарзли ва дарзли-ғовакли қатламларнинг қийин аниқланадиган кўрсаткичидир. Уни аниқлаш учун бурғ қудуғи кесимларини кон-геофизик тадқиқотларидан (электр, ядро ва температура ўлчашлардан), чуқурлик миқдор ўлчашлардан) ва фото суръатларидан олинган маълумотлардан фойдаланилади.

Масалан, бурғ қудуқларини чуқурлик миқдор ўлчагич билан тадқиқотлашда маҳсулдор қатлам кесимида суюқлик оқимини кескин ортиши кузатилган қисмлари белгиланади ва улар бурғ қудуғига суюқлик оқими кириб келаётган очиқ дарзлар сонига тенг деб ҳисобланади. Дебитни кескин ортиши рўй берган "ҳолатлар сонини" маҳсулдор қатламни тадқиқ қилинган умумий қалинлигига бўлиб ўртача дарзлар зичлигини баҳолаш мумкин.

Ва ниҳоят, дарзли ва дарзли-ғовакли қатламларни моделини тузишда конни бошланғич ишлаш босқичидаги маълумотлардан фойдаланилади.

§ 4. Қат-қат ва майдон бўйлаб ҳар хил қатламларни эҳтимолли-статистик моделини тасвирлаш

Юқоридаги параграфда қалинлиги ва майдони бўйлаб ҳар хил қатламларни моделларини миқдоран тасвирлаш жараёнида эҳтимоллар назариясидан фойдаланиб олиниши мумкин бўлган имкониятлар ҳақида айтиб ўтилган эди. Қатламларни эҳтимолли-статистик тасвирлашда эҳтимоллар назариясини қуйидаги тушунчалари муҳим аҳамиятга эга.

1. Қатлам кўрсаткичларини статистик тақсимот зичлиги ёки содда қилиб айтганда тақсимот зичлиги. Қат-қат қатламни тасвирлашда унинг бирон-бир кўрсаткичи (масалан, мутлоқ ўтказувчанлиги), x дан $x+\Delta x$ (Δx - кичик катталик) чегарада ўзгарувчи, қатни (қатламни ёки қатламчани) пайдо бўлиш эҳтимолини акс эттиради. Қат-қат қатлам моделида тақсимот зичлиги $\Delta h_i \to 0$ оралиғида

гистограммани, (2.1) ибора билан аниқланадиган, аналитик ифодасидир.

Майдон бўйлаб ҳар хил қатлам ҳолида эса ўтказувчанлик гистограммаси (2.1) га ўхшаш кўринишга эга

$$\frac{\Delta S_i}{S} = f(K_i)\Delta K_i, \tag{2.8}$$

бу ерда: ΔS_i- умумий нефтлилик майдонининг S ўтказувчанлиги K_i бўлган қисми. Қатламнинг бирон-бир кўрсаткичини x тақсимот зичлигини f (x) орқали белгилаймиз.

2. Қатлам кўрсаткичи x тақсимот функцияси ёки қонуни қуйидаги ибoрадан аниқланади

$$F(x) = \int f(x)dx + C. \tag{2.9}$$

Шунинг учун $f(x) = F'(x)$

Узлуксиз тасодифий катталик x математик кутилиши

$$M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x)dx \tag{2.10}$$

Эҳтимоллар назариясини тасодифий дисперсияси ва бошқа тушунчаларидан ҳам фойдаланилади.

Қат-қат ва майдон бўйлаб ҳар хил қатламларни моделларида мутлақ ўтказувчанликни K тақсимотини эҳтимолли-статистик тасвирлаш учун асосан қуйидаги қонунлар қўлланилади.

1. **Тақсимотни нормал қонуни (Гаусс қонуни).**

Бу қонун учун ўтказувчанликни тақсимот зичлиги қуйидаги боғлиқлик билан ифодаланади

$$f(к) = \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(к-\bar{к})^2}{2G^2}}, \tag{2.11}$$

бу ердаги G кўрсаткичи кейинроқ аниқланади.

Тақсимотни нормал қонунида K ўзгариш чегараси $-\infty \le к \ge \infty$. Қатламни мутлақ ўтказувчанлиги к, уни содда қилиб ўтказувчанлик деб атаймиз, албатта, манфий қийматларни қабул қила олмайди, шунингдек, чексиз катта бўлиши ҳам мумкин эмас. Бироқ тақсимотни нормал қонунида шартли равишда ўтказувчанлик манфий ва чексиз бўлиши мумкин деб ҳисобланади, бироқ ушбу қабул қилиш маълум хатоликларни келтириб чиқариши мумкин.

Айтилганларни инобатга олиб, ўтказувчанликни тақсимот қонуни учун қуйидаги иборани оламиз

$$F(к) = \int_{-\infty}^{к} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(к-\bar{к})^2}{2Gк^2}} dk \tag{2.12}$$

(2.12) интегралини ҳисоблаш жараёнини кўриб чиқамиз. Бунинг учун (2.12) қуйидагича бўлакларга бўлиб чиқамиз

$$F(к) = \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(к-\bar{к})^2}{2G^2}} dk + \int_{0}^{k} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(к-\bar{к})^2}{2G^2}} dk. \tag{2.13}$$

Кейин $к-\bar{к}=-\xi$ деб, (2.13) қуйидагини оламиз

$$F_1(h) = -\int_{-\infty}^{0} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_{0}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi. \tag{2.14}$$

$$\frac{\xi}{G\sqrt{2}} = \lambda, \quad \frac{d\xi}{G\sqrt{2}} = d\lambda, \tag{2.14}$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\xi^2}{2G^2}} d\xi = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{1}{2};$$

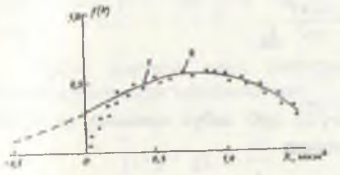
$$F_2(\kappa) = \int_0^{\kappa} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-\bar{\kappa})^2}{2G^2}} d\kappa = \frac{1}{2}\operatorname{erf}\left(\frac{\kappa-\bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right), \tag{2.15}$$

$$\operatorname{erf}\left(\frac{\kappa-\bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right) = \frac{2}{G\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{\kappa-\bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}} e^{-\frac{(\kappa-\bar{\kappa})^2}{2G^2}} d\kappa \tag{2.16}$$

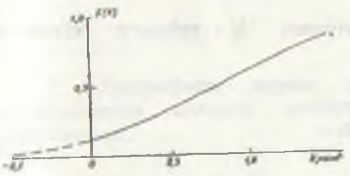
Натижада эга буламиз

$$F(\kappa) = \frac{1}{2}\left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\kappa-\bar{\kappa}}{G\sqrt{2}}\right)\right]. \tag{2.17}$$

2.8 - расмда (2.11) - ибора билан аниқланган тақсимот зичлигининг f(к) графиги, 2.9 - расмда эса, тақсимот зичлиги қонунининг (2.17) - ибораси асосида қурилган эгриси келтирилган. Ушбу ҳолда ҳақиқий ўтказувчанлик тақсимотини нормал тақсимот қонуни билан ўтказувчанликни К катта қийматларида етарли даражада яхши тасвирланишига қарамасдан, ўтказувчанликни К кичик қийматли зонасида назарий ва амалий ўтказувчанлик тақсимоти, нормал тақсимот қонунида қабул қилинган, ўтказувчанликни манфий қийматларини таъсири оқибатида яққол фарқ қилади.



2.8–расм. G=0,7, K=0,8мкм² бўлганда ўтказувчанликни нормал тақсимот зичлиги графиги: 1-назарий эгри: 2-ҳақиқий нуқталар.



2.9-расм. G=0,7 ва K=0,8мкм² бўлганда ўтказувчанликни нормал тақсимот қонуни ибораси бўйича қурилган эгриси.

erf(∝)=1 бўлгани учун, (2.17) биноан, F(∝)=1. (2.10) асосида ўтказувчанликни математик кутилиши ўртача ўтказувчанликка к тенг. Буни тасдиқлаш учун (2.11) иборани (2.10) қўямиз

$$M(\kappa) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-\bar{\kappa})^2}{2G^2}} d\kappa \,. \tag{2.18}$$

(2.18) - интегрални ҳисоблаш учун уни қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$M(\kappa) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{K-\bar{K}}{G\sqrt{2\pi}} + \frac{\bar{K}}{G\sqrt{2\pi}}\right) Ъ^{-\frac{(\kappa-\bar{\kappa}^2)}{2G^2}} d\kappa = J_1 + J_2.$$

Биринчи интеграл J_1 учун қуйидаги иборага эга бўламиз:

$$J_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K-\overline{K}}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-\overline{\kappa})^2}{2G^2}} d\kappa \cdot \qquad (2.20)$$

$\lambda = (K-\overline{K})/(G\sqrt{2})$ деб қабул қиламиз ва (2.20) - иборадан қуйидагини оламиз

$$J_1 = \frac{G\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \lambda e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{G\sqrt{2}}{2\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} -e^{-\lambda^2} = 0 \cdot \qquad (2.21)$$

Иккинчи интегрални J_2 қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$J_2 = \overline{K} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-\overline{K})^2}{2G^2}} d\kappa = \qquad (2.22)$$

$$= \overline{K} \left[\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-\overline{K})^2}{2G^2}} d\kappa + \int_{0}^{\infty} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa-\overline{\kappa})^2}{2G^2}} d\kappa \right]$$

(2.14) ва (2.15) ўхшаш равишда, (2.22) кирувчи, ҳар бир интеграл 1/2 тенг. Шунинг учун, (2.21) асосан $J_1=0$, $J_2=\overline{K}$, (2.19) - ибора айниятга айланади.

Нормал тақсимот қонунида дисперсия нимага тенглигини аниқлаймиз

$$Д(\kappa) = \int_{-\infty}^{\infty} (K-\overline{K})^2 f(\kappa) d\kappa = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(K-\overline{K})^2}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K-\overline{K})^2}{2G^2}} d\kappa \cdot \qquad (2.23)$$

(2.23) ҳисоблаш учун, аввалгидек, $\lambda = (K-\overline{K})/(G\sqrt{2})$ деб кабул қиламиз. Унда (2.23) қуйидагини оламиз

$$Д(\kappa) = \frac{2G^2}{\sqrt{\pi}} \left(\int_{-\infty}^{0} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda + \int_{0}^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda \right) = \frac{4G^2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda \cdot \qquad (2.24)$$

(2.24) кирувчи аниқ интеграл жадвали бўлиб у, қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$\int_{0}^{\infty} \lambda^2 e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{\sqrt{\pi}}{4}. \qquad (2.25)$$

(2.24) ва (2.25) қуйидагини оламиз

$$Д(K) = G^2. \qquad (2.26)$$

2. **Логарифмик нормал қонун**. Бу қонунда ўтказувчанликни тақсимот зичлиги ибораси қуйидаги кўринишга эга:

$$f(K) = \frac{1}{GK\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln \kappa - \ln \overline{\kappa})^2}{2G^2}}, 0 \le K \le \infty \cdot \qquad (2.27)$$

Логарифмик нормал тақсимот зичлиги 2.9 - расмда кўрсатилган. F(K)ни топамиз. (2.27) иборани (2.9) қўйиб, қуйидагини оламиз

$$F(K) = \int_{0}^{K} \frac{1}{GK\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln K - \ln \overline{K})^2}{2G^2}} dK. \qquad (2.28)$$

d(ln K)=dK/K бўлгани учун, (2.28) қуйидагига эга бўламиз

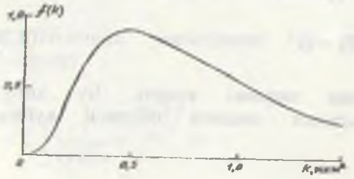
$$F(K) = \int_{-\infty}^{\ln K} \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln K - \ln \overline{K})^2}{2G^2}} d(\ln K). \qquad (2.29)$$

(2.17) ўхшаш иборага эга бўламиз

$$F(K) = \frac{1}{2}\left[1 + \mathrm{erf}\left(\frac{\ln K - \ln \overline{K}}{G\sqrt{2}}\right)\right]. \qquad (2.30)$$

Логарифмик нормал тақсимот қонунида ўтказувчанликни математик кутилишини (2.10) - ибордан оламиз. Бунда

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



2.10 – расм. G=0,7 ва K=0,8мкм² бўлганда логарифмик нормал тақсимот зичлиги графиги.

3. **Гамма - тақсимот.** Мутлақ ўтказувчанликни гамма – тақсимот зичлиги умумий кўринишда қуйидагича ифодаланади:

$$(K) = \frac{K^{\alpha-1}e^{-K/\overline{K}}}{\Gamma(\alpha)\overline{K}^{\alpha}}, \quad 0 \le K \le \infty. \qquad (2.31)$$

Бунда

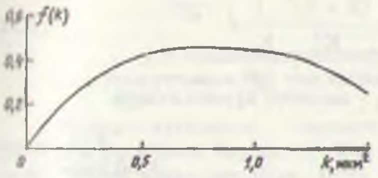
$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-x}x^{\alpha-1}dx, \quad \alpha > 0, \quad x > 0.$$

Гамма - тақсимот зичлиги 2.10- расмда кўрсатилган. Ўтказувчанликни тақсимот қонуни ибораси қуйидаги кўринишга эга

$$F(K) = \int_0^{K} \frac{K^{\alpha-1}e^{-K/\overline{K}}dK}{\Gamma(\alpha)\overline{K}^{\alpha}}. \qquad (2.32)$$

Ҳамма ҳолдаги каби

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



2.11–расм. α=2, K=0,8мкм² бўлганда гамма-тақсимот зичлиги графиги.

Ўтказувчанликни математик кутилиши гамма-тақсимотда қуйидагича аниқланади:

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

4. **Максвелл тақсимот қонуни.** Нефть конларини ишлаш жараёнлари маълумотларини ҳисоблашда, тезлик бўйлаб газ молекулалари тақсимотини таърифлаш учун олинган, Максвеллнинг тақсимот қонуни ибораcидан фойдаланилади. Реал қатламлар ўтказувчанлигини таърифлаш учун ушбу қонун иборасини ёзилиш шакли М.М. Саттаров ва Б.Т. Баишев томонидан ўзгартирилган.

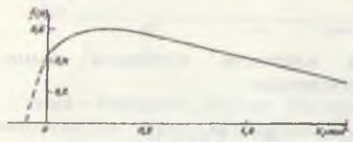
М.М. Саттаров томонидан кўриниши ўзгартирилган, Максвелл қонунига мос ўтказувчанликни тақсимот зичлиги, ибораси қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$f(K)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{K+a}{K_0}}\,\frac{1}{K_0}\,e^{\frac{K+a}{K_0}},\quad -a\le K\le\infty. \qquad (2.33)$$

бу ерда: а, K_0 - қатламнн геологик-физик хоссалари ҳақидаги маълумотларни қайта ишлаш асосида аниқланадиган, тақсимот кўрсаткичлари. Ўтказувчанликни тақсимот зичлиги ибораси, Б.Т. Баишев бўйича, қуйидаги кўринишга эга

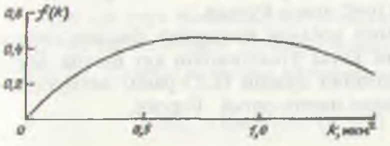
$$f_1(K)=\frac{4}{\sqrt{\pi}}\,\frac{(K+a)^2}{K_1^2}\,\frac{1}{K_1}\,e^{-\frac{(K+a)^2}{K_1^2}}, \qquad (2.34)$$

бу ерда а, K_1 - тақсимот кўрсаткичлари.



2.12 - расм. K_0=0,8мкм^2 ва а=0,1мкм^2 бўлганда, М.М. Саттаров томонидан кўриниши ўзгартирилган, Максвелл бўйича тақсимот зичлигининг графиги.

2.12-расмда (2.33) ибора бўйича қурилган f(K) графиги келтирилган. Кўриниб турибдики, қонун ўтказувчанликни нореал манфий қийматлари борлигини инобатга олади. Бироқ, нормал қонун ҳолидаги каби, ўтказувчанликни 0<K<∞ оралиқда ўзгаради деб қабул қилса бўлади. Шуни ҳисобга олиш кераккки, қатламда, нолдан фарқли, бир қанча ўтказувчанлиги нол бўлган қатлар улуши бўлиши мумкин.



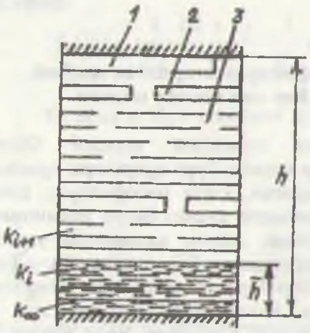
2.10 - расм. α=2 ва K=0,8мкм^2 бўлганда гамма - тақсимот зичлиги графиги.

§ 5. Модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанли бир хил қатлам модели

Нефть қатламини тузилиши шундай бўлиши мумкинки, унда баъзи бир қатлар, бурғ қудуқлари орасидаги масофа билан таққосланадиган, катта масофаларга, қийиқланиши ёки бошқа ўтказувчанли қатлар билан алмашиниши туфайли, тарқалмаган бўлади. Айрим қатларнинг узунлиги қатламнинг қалинлиги даражасида бўлиши мумкин. Бунда қатлар ҳар доим ҳам бир-биридан ажралган бўлмаслиги мумкин. Бундай турдаги қатламларни қат-қат ҳар хил қатлам модели билан тасвирлаб бўлмайди. Улар кўпроқ бир хил қатламларга ўхшаш. Шунга қарамасдан уларнинг қат-қат ҳар хиллиги қатламлардан чиқариб олинган коллектор жинсларни тажрибахонада ўтказилган тадқиқотлари маълумотларини қайта ишлашда ва бурғ қудуқларини кон-геофизик тадқиқотлари маълумотларини изоҳлашда кузатилади. Бундай қатламларни ўртача мутлақ ўтказувчанли ва уларни тўйинтирувчи моддалар учун модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанли бир хил қатлам сифатида моделлаштириш мумкин. Бундай моделни қуриш учун, тўғри чизиқли қатламда узунлиги Δx, қалинлиги h ва кенглиги в элементар ҳажмни ажратамиз (2.13-расм). Ҳар бир элементар ҳажмда турли мутлақ ўтказувчанли қатлар йиғилган деб ҳисоблаймиз, уларни пайдо бўлиш частотаси эса маълум эҳтимолли - статистик ибора билан таърифланади.

Нефтни қатламдан чиқариб олиш уни сув билан сиқиб чиқариш йўли орқали юз бераяпти деб қабул қиламиз ва қатламни модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанли моделини қурамиз. Нефтни бошқа чиқариб олиш жараёнларини ҳам кўриб чиқса бўлади.

Қатламни алоҳида қатларини фикран шундай йиғиб чиқамизни, энг катта ўтказувчанли қат пастда, энг кичиги юқорида жойлашган бўлсин (2.13-расм) ва мутлоқ ўтказувчанлик юқоридан пастга ортиб борсин.



2.13 - расм. Модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликни аниқлаш учун қатламни ажратилган элементар ҳажмининг схемаси: 1 - қийиқланувчи қатлар; 2 - узилувчан қатлар; 3 - бошқа қатлар билан бирлашиб кетувчи қатлар.

Сув бир зумда поршен каби нефтни i қатламдан сиқиб чиқараяпти деб қабул қиламиз. Шундай қилиб, вақтнинг қандайдир пайтида сув босган $\bar{h}$ қалинликдаги қатларда фақат сув, қалинлиги $h-\bar{h}$ қатларда эса фақат нефть сизиши юз беради. Сув босган қатларда қолдиқ нефтга тўйинганлиги $S_{нқ}$ нефть қолади. Вақтнинг бошлангич пайтида қатлам қатлари нефть ва тўйинганлиги $S_{бс}$ бўлган боғлиқ сув билан тўйинган эдилар. $S_{нқ}$ ва $S_{бс}$ қатларни мутлақ ўтказувчанлигига боғлиқ деб ҳисобласа бўлади. Қатлам элементидаги қалинлиги Δh қатларга кириб келаётган сув сарфини Δq_c қуйидаги ибора билан аниқлаймиз

$$\Delta q_c = \frac{R(1 - S_{нк} - S_{бс})в\Delta h\Delta P}{\mu_c \Delta x}.$$

Бу ерда сув учун фазавий ўтказувчанлик $K_{фс}=K(1-S_{нк}-S_{бс})$. Агарда Δh қалинликдаги қатларда фақат сув бўлганда, сув сарфини Δq_c ибораси қуйидаги кўринишда бўлар эди:

$$\Delta\bar{q}_c = K в\Delta p\Delta h / (\mu_c \Delta x).$$

Ҳамма сув босган қалинлиги $\bar{h}$ қатларга қуйилаётган умумий сув сарфи

$$q_c = \frac{в\Delta P}{\mu_c \Delta x}\int_0^{\bar{h}} K(1 - S_{нк} - S_{бс})dh\,.$$

Агар қатлам тўлиқ сув билан тўйинган бўлганда

$$\bar{q}_c = \frac{в\Delta p}{\mu_c \Delta x}\int_0^{h} k dh\,.$$

Сув учун модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликни K_c деб белгилаймиз ва уни нисбат кўринишида аниқлаймиз

$$\bar{K}_c = q_c / \bar{q}_c = \frac{\int_0^{\bar{h}} K(1 - S_{нк} - S_{бс})dh}{\int_0^{h} k dh}.$$

Ушбу қатламга хос мутлақ ўтказувчанликни эҳтимолли-статистик тақсимотидан фойдаланиб, ва $K=K_i$ - берилган пайт учун сув босган қат ўтказувчанлиги деб қабул қилиб, қуйидаги иборани оламиз

$$K_c = \frac{\int\limits_{K_*}^{\infty}(1 - S_{нк} - S_{бс})\kappa f(\kappa)d\kappa}{\int\limits_{0}^{\infty}\kappa f(\kappa)d\kappa}, \qquad (2.35)$$

бу ерда: f(к) - мутлақ ўтказувчанликни эхтимолли - статистик тақсимоти зичлиги.

Нефть учун модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанлик

$$\overline{K}_н = \frac{\int\limits_{0}^{K_*}Kf(K)dK}{\int\limits_{0}^{\infty}Kf(K)dK}. \qquad (2.36)$$

Нефть ва сув учун модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликлар модифицирлаштирилган сувга тўйинганликка $\overline{S}$ боғлиқ бўлишлари керак. Қурилаётган вақт пайтида сув қатлам элементида, сув босмаган қатларда, боғлиқ сув кўринишида ва элементга ҳайдалган сув кўринишида бўлади. Катлам элементидаги боғлиқ сув ҳажмини қуйидаги кўринишда таърифласа бўлади

$$\Delta V_{бс} = m\Delta x в \int\limits_{h}^{h} S_{бс} dh = m\Delta x в h \int\limits_{0}^{K_*} S_{бс} f(K)dK.$$

Сув босган қатлардаги сув ҳажми қуйидагига тенг бўлади

$$\Delta V_c = m в в \Delta x \int\limits_{K_*}^{\infty}(1 - S_{нк})f(K)dK.$$

Қатлам элементидаги умумий сув ҳажми

$$\Delta V_ж = \Delta V_c + \Delta V_{бс} = m в в \Delta x \left[\int\limits_{0}^{K_*} S_{бс} f(K)dK + \int\limits_{K_*}^{\infty}(1 - S_{нк})f(K)dK\right] =$$

$$= m в в \Delta x \left[\int\limits_{0}^{\infty} S_{бс} f(K)dK + \int\limits_{K_*}^{\infty}(1 - S_{нк} - S_{бс})f(K)dK\right]$$

Қатламни ғовак ҳажми

$$\Delta V_г = m в в \Delta x.$$

Модифицирлаштирилган сувга тўйинганлик қуйидагини ташкил этади

$$\overline{S} = \frac{\Delta V_c}{\Delta V_г} = \int\limits_{0}^{\infty} S_{бс} f(K)dK + \int\limits_{K_*}^{\infty}(1 - S_{нк} - S_{бс})f(K)dK. \qquad (2.37)$$

Агар f(K), $S_{нк}$ ва $S_{бс}$ мутлақ ўтказувчанликдан боғлиқлиги маълум бўлса, у ҳолда K_* берилган қийматлари учун $\overline{S}, \overline{K}_c$ ва $\overline{K}_н$ аниқласа бўлади.

Таърифланган қатламни модифицирлаштирилган ўтказувчанли моделини кўриб чиқишда, ҳар бир қатдаги сув учун фазавий ўтказувчанлик мутлақ ўтказувчанлик билан қатламни сувга тўйинганлиги кўпайтмасига мутаносиб деган, энг содда гипотеза қабул қилинган эди. Бунда боғлиқ сув, сув сизиши бўлмайдиган, ёпиқ ғовакларни эгаллайди деб ҳисобланади. Нефть ҳар бир қатдан бир лаҳзада сиқиб чиқарилмайди, балки қат узунлиги бўйича ўзгармас, аммо сувга тўйинганликни вақт давомида ўзгаришида секин-аста сиқиб чиқарилади деб ҳисобласа ҳам бўлади. Шундай қилиб, бундай моделни қуришда бир вақтнинг ўзида жинслар намуналарининг физик нисбий ўтказувчанлигини ва қатлам элементидаги мутлақ ўтказувчанлик бўйича ҳар хилликни инобатга олса бўлади.

Кўриб чиқилган модифицирлаштирилган ўтказувчанли қатлам модели қатламни қатлар бўйича ҳар хиллиги

ва нефтни сув билан ҳар бир қатдан поршенли сиқиб чиқариш механизми инобатга олиб қурилган.

Бироқ кўп ҳолларда модифицирлаштирилган ўтказувчанлик деб, нефть қатламларини сув бостириш жараёни ҳақидаги ҳисобланган ва ҳақиқий маълумотларни таққослаш натижасида, яъни нефть конларини ишлашни тескари масалаларини ечиш орқали олинган, нисбий ўтказувчанлик ҳам аталади. Бундай ҳолларда модифицирлаштирилган ўтказувчанликлар нафақат ишлашдаги қатламлар ҳар хиллигига, балки билвосита конларни ишлаш системасига, бурғ қудуқларини ишлатиш хусусиятларига ва бошқа кўрсаткичларга боғлиқ бўлади.

§ 6. Ишлаш жараёнларини моделлаштириш

Нефть конларини ишлашни ҳар бир янги илмий асосланган жараёнини қўллаш уни тажрибахона шароитида экспериментал ўрганишдан бошланади. Ер тагидан нефть ва газни чиқариб олишни ҳамма мавжуд жараёнлари дастлаб тажрибахона тадқиқотларида ўрганилган. Ўз вақтида бундай босқични нефть қатламларига таъсир этишни амалиётда энг кенг тарқалган сув бостириш усули ҳам ўтган. Тажрибахона тадқиқотлари босқичидан сўнг жараёнларни биринчи саноат синовлари ўтказилади.

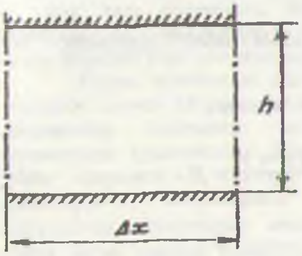
Технологик жараёнларни бу ривожланиш босқичида уларни миқдорий ифодалаш, яъни моделларини яратиш, жуда муҳим ҳисобланади.

Моделлаштиришни марказий босқичи – дифференциал тенгламалар, бошланғич ва чегаравий шартлар киритилган, нефть конини ишлаш жараёнига мос келувчи математик масалани қўйишдир. Моделлар асосида ҳисоблашларни амалга ошириш-ҳисоблаш методикалари деб аталади.

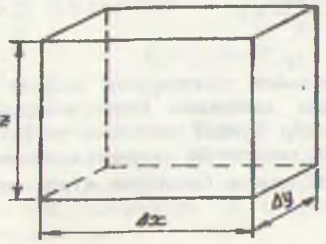
Нефть конларини ишлаш жараёнларини таърифловчи дифференциал тенгламалар иккита фундаментал табиат қонунларига моддани сақланиш қонуни ва энергияни сақланиш қонуни, ҳамда бир қатор физик, физик-кимёвий қонунлар ва сизишни махсус қонунларига асосланади.

Дифференциал тенгламалар ер тагидан нефть ва газни чиқариб олишни мос технологияларини таърифлашда кўриб чиқилади. Бу ерда фақат фундаментал қонунларни ҳамда турли даражада нефть конларини ҳамма ишлаш жараёнларини моделлаштириш вақтида фойдаланиладиган сизиш қонунларини кўриб чиқамиз.

Нефть конларини ишлаш жараёнларини моделларида моддани сақланиш қонуни, кўпинча содда қилиб узлуксизлик тенгламаси деб аталади. Модда массасининг узлуксизлик тенгламаси дифференциал кўринишда ёки бутун қатламдаги модданинг моддий балансини таърифловчи ибора кўринишида ёзилади. Охирги ҳолда, моддани сақланиш қонуни бевосита нефть конларини ишлаш жараёнлари маълумотларини ҳисоблаш учун фойдаланилади, унга мос ҳисоблаш методи эса моддий баланс методи деб ном олди.



2.14 - расм. Тўғри чизиқли қатламни элементар ҳажми схемаси.



2.15 - расм. Қатламни уч ўлчамли элементар ҳажми схемаси.

Дастлаб модда массасининг узлуксизлик тенгламасини уни бир ўлчамли тўғри

чизиқли қатламдаги ҳаракати учун келтириб чиқарамиз.

Қатлам ғоваклиги m юзага перпендикуляр йўналишда ўлчанган узунлиги Δx, қалинлиги h ва эни в қатлам элементидаги (2.15-расм) зичлиги ρ модданинг массаси ΔM қуйидагига тенг

$$\Delta M = \rho\, m\, h\, в\, \Delta x. \qquad (2.38)$$

Агар, қатлам элементининг чап қирраси томонидан унга модда $\rho\upsilon_x$ массали тезлик билан кириб келаётган ва элементдан $\rho\upsilon_x + \frac{\partial \rho\upsilon_x}{\partial_x x}\Delta x$ массали тезлик билан сиқиб чиқарилаётган бўлса, унинг Δt вақт давомида жамғарма ҳажмини SΔM, элементга кирган модда ундан чиққанидан кам эканлигини инобатга олиб аниқлаймиз:

$$\rho\upsilon_x вh\Delta x\Delta t - (\rho\upsilon_x + \frac{\partial \rho\upsilon_x}{\partial x})вh\Delta x\Delta t = \delta\dot{\Delta M} = \Delta(\rho m)вh\Delta x. \qquad (2.39)$$

(2.39) қуйидагига эга бўламиз.

$$\frac{\partial(\rho V_x)}{\partial x} + \frac{\Delta(\rho m)}{\Delta t} = 0. \qquad (2.40)$$

$\Delta t \to 0$ да

$$\frac{\partial(\rho\upsilon_x)}{\partial_x} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \qquad (2.41)$$

(2.41) ибора қатламни тўйинтирувчи моддани бир ўлчамли тўғри чизиқли қатламдаги модда массасининг узлуксизлик тенгламасидир. Бундай тенгламани уч ўлчамли ҳолат учун келтириб чиқаришда, қатламни элементар ҳажмидаги ΔV=ΔxΔУΔZ масса балансини кўриб чиқиш лозим (2.15 - расм).

(2.42) Кубга моддани кириб келишини массали фарқини ва ундан сиқиб чиқаришни, ҳамда унинг кубдаги ғоварак ҳажмини кўриб чиқиб, қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial(\rho\upsilon_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho\vartheta_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho\vartheta_z)}{\partial z} + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \qquad (2.42)$$

(2.42) тенгламани қуйидаги умумий кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$\operatorname{div}(\rho\upsilon) + \frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = 0. \qquad (2.43)$$

(2.42) ва (2.43) тенгламалар - модданинг ҳаракат вектори учун уч ўлчамли ўлчашдаги модда массасининг узлуксизлик тенгламаларидир. Агар қатламда бир вақтда, газ ва суюқ фаза ҳолатидаги, бир неча моддалар ҳаракат қилаётган бўлса, массанинг узлуксизлик тенгламаси ҳар бир модда (таркиб) учун мос фазаларда тузилади.

Нефть конларини ишлаш моделларида энергияни сақланиш қонуни қатламларда ҳаракат қилаётган моддалар энергиясини сақланиш дифференциал тенгламалари кўринишида қўлланилади. Қатламни бирлик массасининг тўлиқ энергияси $E_к$ қатлам жинсларининг ва уларни тўйинтирувчи моддаларнинг $U_к$ бирлик массасига келтирилган, солиштирма ички энергиясидан, қатламда ω тезлик билан ҳаракат қилаётган, моддаларнинг солиштирма потенциал ва кинетик энергияларидан иборат бўлади.

Шунинг учун

$$E_к = U_к + Z + \omega^2/(2g). \qquad (2.44)$$

Энергияни сақланиш қонунидан ёки, аниқроқ, термодинамиканинг биринчи бошланишидан, қатламдаги энергиянинг ўзгариши $\Delta E_к$ ва бажарилган солиштирма иш δW, қатламга келтирилган иссиқлик $\delta Q_н$, билан иссиқликни механик эквиваленти A кўпайтмасига тенглиги келиб чиқади, яъни

$$\Delta E_к + \delta W = A\delta Q_н \qquad (2.45)$$

ёки (2.44) инобатга олиниб

$$\Delta\left(U_к + Z + \frac{\omega^2}{2g}\right) + \delta W = A\delta Q_н. \qquad (2.46)$$

(2.46) - иборага кирувчи катталикларга миқдорий баҳо берамиз. Қатламни солиштирма ички энергияси $U_к$, унда моддаларни кимёвий ва ядро ўзгаришлари бўлмаганда, қатламни бирлик массасидаги иссиқлик энергиясини ифодалайди, шунинг учун

$$\Delta U_к = A\ c\ \Delta T, \qquad (2.47)$$

бу ерда: c - солиштирма иссиқлик сиғими; T - температура. Ғовакли қатлам сув билан тўйинган деб ҳисоблаймиз. Унда $C=C_ж(1-m)+C_c m$ ($C_ж$- қатлам жинсларини солиштирма иссиқлик сиғими; C_c - сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими; m - ғоваклик). $C_ж$ = 1,046 кДж / (кг*К), C_c = 4,184 кДж / (кг*К), ΔT=1K, m=0,2 бўлсин. Унда C=1,046 * (1-0,2) + 4,184 * 0,2 = 1,67 кДж / (кг*К), $\Delta U_к$ = 102 * 1,67 * 1 = 170 м.

Солиштирма потенциал энергия Z қатламларда ҳаракат қилаётган моддалар сатҳини ўзгариш имкониятига мос равишда ўзгариши мумкин. Одатда бу ўнлаб, айрим ҳолларда юзлаб метрни ташкил этади.

Солиштирма кинетик энергияни ўзгариш имкониятларини баҳолаймиз. Қатламда уни тўйинтирувчи суюқликларни ҳаракат тезлиги ω катта оралиқда - 0 дан 10 м/кун = 3650 м/йил = $1{,}16\cdot10^{-4}$ м/с гача ўзгаради. Қатламни солиштирма потенциал ва кинетик энергияларини унинг солиштирма ички энергияси билан таққослашда, юқорида келтирилган қатламни умумий, яъни жинсларни ва уларни тўйинтирувчи моддаларни солиштирма ички энергияси ҳисобланганлигини эътиборга олиш керак. Солиштирма потенциал ва солиштирма кинетик энергиялар фақат қатламни тўйинтирувчи моддаларга алоқадор. Шу сабабли, кўрсатилган таққослаш учун

$$\varepsilon = (\rho_в m) / [\rho_c m + \rho_ж(1-m)]$$

коэффициентини киритиш керак ($\rho_ж$- тоғ жинсларининг зичлиги, ρ_c- қатламни тўйинтирувчи моддаларнинг зичлиги), ва ички энергиядан ташқари, ҳамма солиштирма энергия турларини ε кўпайтириш лозим. $\rho_c=10^3$ кг/м³, $\rho_ж=2{,}25\cdot10^3$ кг/м³, m=0,2, ε=0,1 бўлсин. Унда солиштирма кинетик энергияни ўзгариши учун қуйидагини оламиз

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

Баҳолаш натижасидан кўриниб турибдики, қатламда ҳаракат қилаётган моддаларни солиштирма кинетик энергиясини ҳар доим, айрим моддаларни бурғ қудуғи туби атрофи зоналаридаги ҳаракатидан ташқари ҳолатларда, инобатга олмаса бўлади.

Агар қатламда ҳаракат қилаётган модданинг солиштирма потенциал энергиясининг ўзгариши 100 м бўлса ҳам, бу катталикни ε кўпайтириб 10м оламиз. Қатлам температурасини атиги бир градусга ўзгартириш солиштирма ички энергияни деярли 200 м ўзгартиради. Агар қатламни ишлаш иссиқлик методлари қўлланилиб амалга оширилаётган бўлса, қатлам температураси юзлаб градусга ўзгариши мумкин ва унинг солиштирма ички энергияси бошқа энергия турларидан ортиқ бўлади. Қатламни тўйинтирувчи моддалар амалга ошириши мумкин бўлган иш катталигини баҳолаймиз. Қатламни тўйинтирувчи модда амалга оширган солиштирма ишни δW, бирлик модда массасига келтириб, қуйидагича аниқлаймиз:

$$\delta W = p\ \delta\ \Delta V\ /\ (\rho\ g\ \Delta V), \qquad (2.48)$$

бу ерда: P - босим; ΔV - қатламни элементар ҳажмида қатламни тўйинтирувчи модда ҳажми; ρ - ушбу модда зичлиги; g - эркин тушиш тезланиши.

Қатламни ғовак ҳажмини ўзгармас деб ҳисобласа бўлади, чунки қатлам ўлчамлари ва унинг ғоваклари ўзгармайди. Қатламда модданинг иш бажариши ҳар доим унинг кенгайиши билан боғлиқ. Шу сабабли (2.48) - иборага модда кенгайишини хусусиятловчи $\delta\Delta V$ катталик киритилган. Бунда, шартли равишда, қатламни тўйинтирувчи модда кенгайиб қатламни элементар ҳажмидан ташқарига чиқиб кетмоқда деб ҳисобласа бўлади. Қатламни элементар ҳажмидаги модда массасини $\Delta M=\rho\Delta V$, модданинг чексиз кичик кенгайишида, ўзгармас бўлиб қолади деб ҳисоблаймиз.

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

Демак, $\delta\,\Delta V/\,\Delta V = -\delta\,\rho/\rho.$ (2.49)

(2.49) ва (2.48) ибораларидан қуйидагини оламиз

$$\delta W = -\frac{p\delta\rho}{\rho^2 g} = \frac{p}{g}\delta\left(\frac{1}{\rho}\right). \qquad (2.50)$$

Қатламни тўйинтирувчи модда ишини баҳолаймиз. Маълумки, қатламда энг катта ишни газ бажариши мумкин. Баҳолашни соддалаштириш учун газни идеал деб ҳисоблаймиз, унинг учун $p/\rho=p_0/\rho_0$ (p_0, ρ_0 - бошланғич шароитдаги газни босими ва зичлиги). Бундан идеал газ учун

$$\varepsilon\delta W = -\frac{\varepsilon P_0}{\rho_0 g}\frac{\delta P}{P}. \qquad (2.51)$$

Босим пасайишида $\delta p=-10*10^5$ Па, $P=100*10^5$ Па, $P_0=10^5$ Па, $\rho_0=1$кг/м^3, $\varepsilon=0{,}1$ бўлсин.
Унда

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

Бажарилган баҳолашни кўрсатишича, қатламни тўйинтирувчи модда иши нефть конларини иссиқлик

методлари билан ишлашдаги солиштирма ички энергияни ўзгаришидан кам бўлишига қарамасдан, тажриба кўрсатишича, маълум шароитларда анча катта бўлиши мумкин.

(2.45) ва (2.46) - ибораларга кирувчи δQ_u катталикни нимага тенглигини кўриб чиқамиз. Қатлам элементида иссиқлик ажралиши экзотермик кимёвий реакциялар, гидравлик ишқаланиш ва иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига юз бериши мумкин. Қатлам элементидан иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига иссиқликни чиқиб кетишини қатламни ички энергиясини $U_к$ ўзгариши орқали ҳисобга оламиз. Қатламдан иссиқликни шипига ва тагига кўчишини эса чегаравий шартлар орқали инобатга оламиз ва шунинг учун қатламни элементар ҳажмидаги энергия балансида уни ҳисобга олмаймиз. Ғовак муҳитда ҳаракат қилаётган модданинг гидравлик ишқаланишидаги энергияси иссиқликка айланади. Қатлам элементида ҳаракат қилаётган модданинг бирлик массасига келтирилган гидравлик ишқаланиш қуввати учун қуйидаги иборага эга бўламиз:

$$\frac{\Delta N}{\rho g \Delta V к} = \frac{1}{m\rho g}\upsilon \text{grad}P = \frac{\mu\upsilon^2}{m\rho g к}. \qquad (2.52)$$

Қатламда қовушқоқлиги $\mu=0{,}02*10^{-3}$ Па*с газ $\upsilon=10^{-6}$ м/с = $86{,}4*10^{-3}$ м/кун тезлик билан ҳаракат қилаётган бўлсин. Қатлам ўтказувчанлиги $к\approx0{,}1$ мкм^2, ғоваклиги $m=0{,}2$, босим $P=100$ МПа бўлганда газнинг зичлиги $\rho=100$ кг/м^3 тенг.

Бунда

$$\frac{\mu\upsilon^2}{m\rho g к} = \frac{0{,}02*10^{-3}*10^{-12}}{0{,}2*10^{-13}*981} = 1{,}02*10^{-6}\,\text{м/с}.$$

Бир кунда қатламда ҳаракат қилаётган килограмм газдан $1{,}02*10^{-6}*0{,}864*10^5=0{,}088$м энергия ажралади. Бу албатта, катта бўлмаган миқдор. Бироқ, бурғ қудуқларини туби атрофида ушбу газнинг сизилиш тезлиги 10^{-4}м/с га етиши, айрим ҳолларда эса ундан ҳам ортиқ бўлиши мумкин. Бундан юқоридаги шартлар ўзгармаганда

$\mu\upsilon^2/(m\rho g k)\approx 10^{-2}$м/с га тенг бўлади. Бир кунда қатламда сизилаётган газдан деярли 9 кДж энергия ажралади. Шундай қилиб, қатлам элементидаги энергиянинг нисбатан катта ўзгариши, иссиқлик ўтказувчанлик ва конвекция ҳисобига иссиқликни кўчиши билан боғлиқ деган хулосага келамиз. Қатламни энергетик балансига, айниқса уни тўйинтирувчи моддаларни юқори ҳаракат тезлигида, моддаларни кенгайиши - сиқилиш иши ва гидравлик ишқаланиш маълум ҳисса қўшади.

Қатламдаги энергия сақланиш тенгламасини, иссиқлик ўтказувчанликни ва конвекцияни, ҳамда кенгайиш-сиқилиш ишини ва гидравлик ишқаланишни инобатга олиб ёзамиз.

(2.48) ва (2.49) ибораларга мос равишда қатламни элементар ҳажмида ҳаракат қилаётган модданинг умумий ишини қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\delta W' = m\delta W = mp\frac{\delta\Delta V}{\rho g\Delta V} = -mp\frac{\delta\rho}{\rho^2}. \qquad (2.53)$$

W' ишни сиқилиш энергиясига тенглаштирса бўлади, шунинг учун

$$\delta W' = -m\delta E_p = m\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{p\delta\rho}{\rho^2}, \qquad (2.54)$$

бу ерда: ρ_1 ва ρ_2 - зичликлар.

Қатламда сизилаётган модда массасининг узлуксизлик тенгламасини келтириб чиқаришдаги каби, ички энергия оқими $U=c\rho T$ ва сиқилиш энергияси E_p, ҳамда элементар ҳажмга иссиқлик фақат гидравлик ишқаланиш ҳисобига кириб келмоқда деб, яъни $A\delta Q_н=\upsilon \text{grad } P$, қуйидаги иборани оламиз

$$A\left(\frac{\partial u}{\partial t} + \text{div}\upsilon_e u\right) = m\left(\frac{\partial\rho E_p}{\partial t} + \text{div}E_p\rho\upsilon\right) = \upsilon\,\text{grad}P \qquad (2.55)$$

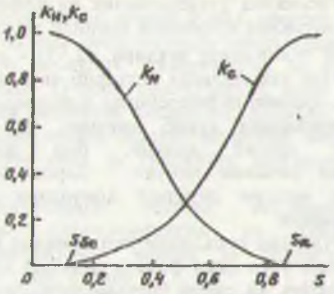
Бу ерда: $\upsilon_в$ - иссиқлик ўтказувчанлик ва конвекция ҳисобига қатламдаги иссиқлик кўчишини йиғинди тезлигини вектори, υ - сизилиш тезлигининг вектори. (2.55) - ибора, юқорида қабул қилинган тахминларда келтириб чиқарилган, қатламда энергияни сақланиш дифференциал тенгламаси.

Сизилиш <u>қонунларини кўриб</u> чиқамиз. Ер ости гидрогазодинамикасининг асосий қонуни, бир жинсли суюқликни ёки газни сизилиш қонуни - Дарси қонуни ҳисобланади. Ҳамма маълум сизилиш қонунлари ушбу Дарси қонунига асосланади.

Бир жинсли бўлмаган суюқликни ёки суюқлик ва газ аралашмалари сизилиши учун икки фазали сизилиш қонуни тўғридир. Масалан, нефть ва сувни биргаликдаги сизилиш ҳолатидаги тўғри чизиқли ҳаракати учун сизилиш қонуни қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\upsilon_н = -\frac{KK_н(S)}{\mu_н}\frac{\partial P_н}{\partial x},$$
$$\upsilon_c = -\frac{KK_c(S)}{\mu_c}\frac{\partial P_c}{\partial x}, \qquad (2.56)$$

бу ерда: $\upsilon_н$ - нефтни сизилиш тезлиги вектори; υ_c - сувни сизилиш тезлиги вектори; $K_н(S)$, $K_c(S)$ - нефть ва сув учун мос равишда, сувга тўйинганликка S боғлиқ, нисбий ўтказувчанлик; $P_н$ ва P_c - нефть ва сувдаги босимлар. Нефть ва сув учун нисбий ўтказувчанлик графиклари 2.16 - расмдаги кўринишга эга, унинг абсцисса ўқидаги иккита махсус нуқталари $S_{бс}$ ва S. белгиланган.



2.16 – расм. Нефть ва сув учун нисбий ўтказувчанликни сувга тўйинганликдан боғлиқлиги.

$S=S_{бс}$ нуқтада сув учун нисбий ўтказувчанлик нолга тенг, шунинг учун $K_с(S_{бс})=0$. $S=S_*$ нуқтада нефть учун нисбий ўтказувчанлик $K_н(S_*)=0$, $S=S_{бс}$ нуқтада қатламда сув ва $S=S_*$ нуқтада нефть борлигига қарамасдан. Бироқ $S=S_{бс}$ бўлганда, қатламни ғовак муҳитидаги сув тарқоқ, майда ёки, агар у боғлиқ сув бўлса, асосан жинс зарралари орасидаги бурчакларни, берк ғовакларни эгаллайди. $S=S_*$ бўлганда, қатламдаги нефть ҳам тарқоқ, ғовак муҳитдаги берк жойларни эгаллайди ва қатламдан сиқиб чиқариб бўлмайди. Шунга ўхшаш боғлиқликларни нефть ва газни икки фазали сизилиши учун ҳам қуриш мумкин. Нефть, сувни ва газни бир вақтдаги сизилиши, ушбу моддаларни иккитасини баравар сизилишга нисбатан, камроқ даражада ўрганилган. Нефть конларини ишлаш жараёнларини ҳисоблашда, нефтни, сувни ва газни бир вақтдаги сизилиши (уч фазали сизилиши) рўй берса, қуйидаги усулдан фойдаланса бўлади. Аввал икки фазали суюқликни (нефть ва сув) ва газни сизилиш нисбий ўтказувчанлиги олинади, улар учун газ $K_г(S_г)$ ва суюқликни $K_{нс}(S_{нс})$ нисбий ўтказувчанликларини ғовак муҳитни газга $S_г$ ва суюқликка $S_{нс}$ тўйинганликдан боғлиқлиги маълум. Чунки

$$S_г + S_{нс} = 1; \quad S_{нс} = S_с + S_н, \qquad (2.57)$$

бу ерда: $S_с$, $S_н$ - мос равишда қатламни сувга ва нефтга тўйинганлиги.

Қуйидаги ибораларни ёзиш мумкин:

$$\frac{S}{S} + \frac{S}{S} = 1, \quad S = \frac{S}{S}. \qquad (2.58)$$

Шундан сўнг нефтни $K_н(S)$ ва сувни $K_с(S)$ нисбий ўтказувчанликлари, (2.58) аниқланиб, инобатга олинади. Шундай қилиб газни, нефтни ва сувни биргаликдаги сизилиш (кўп фазавий сизилиш) қонуни ибораси қуйидаги кўринишни олади:

$$\upsilon_г = -\frac{KK_г(S_г)}{\mu_г}\frac{\partial P_г}{\partial x};$$

$$\upsilon_н = -\frac{KK_{нс}(S_{нс})K_н(S)}{\mu_н}\frac{\partial P_н}{\partial x}; \qquad (2.59)$$

$$\upsilon_с = -\frac{KK_{нс}(S_{нс})K_с(S)}{\mu_с}\frac{\partial P_с}{\partial x}.$$

Бу ерда: $P_г$, $P_н$, $P_с$ - газдаги, нефтдаги ва сувдаги босим. Кўп ҳолларда қатламдаги моддаларни ҳаракатига ернинг гравитацион майдони - оғирлик кучи катта таъсир кўрсатади. Конларни ишлашга бу куч таъсирини қуйидаги ҳолларда инобатга олиш керак: қатламда ҳар турли, зичлиги бўйича катта фарқ қилувчи (масалан, нефть ва газ), моддалар ҳаракатида; қатламларни катта қиялигида ва қалинлигида; сув тўшалган нефть уюмларида; сув-нефтли ва газ-нефтли конусларни ҳосил бўлишида ва шунга ўхшаш ҳолатларда. Оғирлик кучи вертикал йўналишда бўлгани учун, у сизилиш тезлигининг горизонтал таркибларига таъсир қилмайди, фақат вертикал таркибларига таъсир этади. Гравитация инобатга олинган нефть ва газни икки фазали сизилишида нефть ва газни сизиш тезлигининг вертикал таркиблари учун қуйидаги иборадан фойдаланилади:

$$\upsilon_{z г} = -\frac{KK_г(S_г)}{\mu_г}\left(\frac{\partial P}{\partial Z} - \Delta\rho g\right);$$

$$\upsilon_{z н} = -\frac{KK_н(S_н)}{\mu_н}\left(\frac{\partial P}{\partial Z} + \Delta\rho g\right), \qquad (2.60)$$

бу ерда: $\Delta\rho=\rho_н-\rho_г$; Р - нефть ва газ фазаларида бир хил деб олинган, босим.

Ҳамма кўрилган ҳолатларда сизиш тезлиги босим градиентига мутаносиб, яъни у босим градиентидан тўғри чизиқли боғлиқ. Сизиш тезлигини босим градиентидан тўғри чизиқсиз боғлиқликлари ҳам маълум. Бундай сизилиш қонунларини тўғри чизиқсиз сизилиш қонунлари деб аталади. Сизилиш қонунларини тўғри чизиқсизлиги одатда учта сабаб билан боғланади: юқори сизилиш тезликларида инерцион кучларни юзага келиши, тоғ жинсларини деформацияси ва унинг натижасида қатлам жинслари ўтказувчанлигини босимдан тўғри чизиқсиз ўзгариши, ҳамда қатламда ҳаракат қилаётган моддаларни ноньютон хоссалари. Бунда сизилиш тезлигини ва босим градиентини тўғри чизиқсиз боғлиқлиги фақат инерцион кучлар таъсирига ва қатламни тўйинтирувчи моддаларни ноньютон хоссаларини юзага келишига хосдир. Тоғ жинси деформацияси келтириб чиқарувчи, сизилишни тўғри чизиқсиз қонуни жинс ўтказувчанлигини босимдан тўғри чизиқсиз боғлиқлигини кўринишидир. Аввал, инерцион кучларни юзага келиши билан боғлиқ, сизилиш қонунини тўғри чизиқсизлигини кўриб чиқамиз. Бир жинсли суюқликни юқори Рейнольдс сонларида $N_{RR}=\upsilon d_z\rho/\mu$ (υ - сизилишни мутлақ тезлиги; ρ, μ - мос равишда сизилувчи моддани зичлиги ва қовушқоқлиги, d_z - ғовак муҳитни "ички" чизиқли ўлчами хусусияти, масалан, ғовакларни ўртача диаметри) сизилишни Дарси қонунидан четга чиқиши экспериментал аниқланган. Дарси қонунини бузилиши юз берадиган ғовак муҳит учун Рейнольдсни критик сонлари Н.Н. Павловский бўйича 7,5 дан 9,0 гача, М.Д. Миллионщиков бўйича 0,22 дан 0,29 гача ва В.Н. Щелкачев бўйича 1 дан 12 гача ўзгаради. Бу Рейнольдсни

критик сонларини фарқланишига сабаб, кўрсатилган муаллифлар томонидан d_z турли қийматларидан фойдаланганликларидир. Экспериментларни кўрсатишича, Рейнольдс сонлари критикдан катта бўлганда, босим градиенти сизилиш тезлиги квадратига мутаносибдир. Агар, Рейнолдс сонлари критикдан кичик бўлса, Дарси қонуни ўринли, босим градиенти сизилиш тезлигидан тўғри чизиқли боғлиқликка эга. Табиийки, Дарси қонунини ва босим градиентини сизилиш тезлигидан квадратли боғлиқлигини бирлаштириш фикри юзага келди. Ушбу бирлаштирилган қонун икки ҳадли сизилиш қонуни номини олди ва қуйидаги кўринишдаги ибора билан ифодаланади:

$$-\frac{K}{\mu}\upsilon + a\upsilon^2 = \frac{\partial P}{\partial x},$$

бу ерда: а- экспериментал йўл билан аниқланадиган коэффициент.

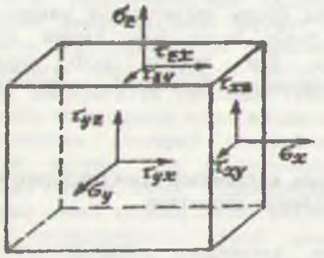
Сизилиш тезлигини босим градиентидан квадратли боғлиқлиги амалиётда фақат газни бурғ қудуғи туби атрофидаги сизилишида ёки нефтни соф дарзли ғовакликдан иборат жинсларда сизилишда кузатилиши мумкин.

§ 7. Тоғ жинсларини, қатламдаги суюқликларни ва газларни хоссалари

Тоғ жинсларини, қатламдаги суюқликларни ва газларни хоссаларини аввалам бор қудуқларни бурғулаш вақтида қатламлардан олинган жинсларни-кернларни кўтариш намуналарини, ҳамда қудуқ тубидан кўтариб олинган суюқликларни ва газларни тадқиқот қилиш йўли билан аниқланади. Бироқ бу хоссаларни, қатламларни ишлашда юз юз берадиган физикавий, физик-кимёвий, гидродинамик ва механик жараёнлар, ҳамда геофизик, гидродинамик ва бошқа тадқиқотларда олинган маълумотларни қайта ишлаш йўли билан ҳам аниқлаш мумкин. Нефть конларини ишлаш жараёнларини

ҳисоблашда тоғ жинсларини, суюқликларни ва газларни фақат улар қатламни бошланғич ҳолатида эга бўлган хоссаларигина эмас, балки ер тагидан углеводородларни чиқариб олиш методлари амалга оширилиб, ўзгарган шароитда қандай бўлиши ҳам талаб этилади. Шунинг учун тоғ жинсларини, суюқликларни ва газларни хоссалари оддий "аниқлаш" ишларини бажариш йўли билан эмас, тадқиқот натижаларида ўрганилади.

Ер пўстида ётувчи тоғ жинслари, шу жумладан, нефть-газли қатламларни ташкил этувчи жинслар, кучланиш ҳолатида бўлади. Агар тоғ жинслари қатламида қирралари dx, dy, dz бўлган куб кўринишидаги элементар ҳажмини фикран ажратсак (2.17-расм), у ҳолда жинсларни ушбу элементар ҳажмини кучланиш ҳолати олти таркибли G_x, G_y, G_z, τ_{yz}, τ_{xy}, τ_{xz}, (G_x, G_y, G_z -нормал, τ_{yz}, τ_{xy}, τ_{xz}, - уринма кучланиш таркиблари) кучланиш тензори билан хусусиятланади.



2.17 - расм. Тоғ жинсларининг элементар ҳажмидаги кучланиш тензори таркиблари.

Агар z ўқи вертикал бўйича, х ва у ўқлари горизонтал йўналишда йўналган бўлса, нормал кучланиш G_z = $P_т$ вертикал бўйича тоғ ёки геостатик босимни хусусиятлайди. G_x ва G_y таркиблар ёнлама тоғ босимини P∞ акс эттиради. Ёнлама тоғ босимини тенг ўлчамли тақсимланишида G_x=G_y=P∞. Нисбатан ясси ётиқли қатламларнинг вертикал тоғ босими

$$P_т=\gamma H, \qquad (2.61)$$

бу ерда: γ - юқорида ётувчи тоғ жинсларини солиштирма оғирлиги, Н/м^3; Н- қатламни ётиш чуқурлиги.

Ёнлама тоғ босими учун

$$P\infty = \alpha P_т, \qquad (2.62)$$

бу ерда: α - ёнлама тоғ босими коэффициенти.

Ушбу коэффициент катта оралиқда ўзгариши мумкин (одатда $0 \le \alpha \le 1$), аммо, ёнлама йўналишда таъсир этувчи кучли тектоник кучланишлар бўлганда, бирмунча катта бўлади. Кўриб чиқилган кучланиш ҳолати пластик ва ўтказувчансиз жинсларга хосдир. Нефть-газли қатламларда тоғ жинсларини кучланиш ҳолати анча мураккаб бўлади. Бунга сабаб, нефть-газли қатламлар говакли, нефть ёки газга тўйинган, юқоридан ва пастдан ўтказувчанмас жинслар билан чегараланган. Қатламда тоғ жинсидаги кучланишдан ташқари суюқлик ва газ ҳосил қилувчи, говак ичра босим мавжуд. Кучланиш ҳолати ўртача нормал кучланиш G билан ҳусусиятланиб, қуйидаги ифодадан аниқланади

$$G = \frac{G_x + G_y + G_z}{3}. \qquad (2.63)$$

Вертикал тоғ босими $P_т$, ўртача нормал кучланиш G ва говак ичра босим Р орасида қуйидаги боғлиқлик бор

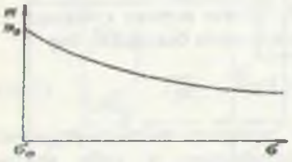
$$Pт = G+P. \qquad (2.64)$$

Нефтли ва газли тоғ жинслари-коллекторларнинг говаклик m ва мутлақ ўтказувчанлик к каби муҳим хоссаларини ўртача нормал кучланишдан боғлиқлиги, бу боғлиқларни G кенг ўзгариши оралиғида тўғри чизиқсиз эканлиги, экспериментал тасдиқланган. 2.17 - расмда говакликни m ўртача нормал кучланишдан G, 2.18 - расмда эса ўтказувчанликни К нормал кучланишдан G боғлиқлиги кўрсатилган. Расмлардан кўриниб турибдики, G ортиши билан говаклик ҳам, ўтказувчанлик ҳам жиддий камаяди. Бунда, агар G=G_o десак, m=m_o ва K=K_o (m_o, k_o - мос равишда говакликни ва ўтказувчанликни бошланғич қийматлари) деб қабул қиламиз. 2.18 ва 2.19 - расмлардан,

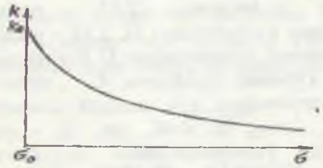
G ортиши билан аввал ғоваклик ва ўтказувчанликни кескин камайиши, кейин эса уларни камайишини секинлашиши келиб чиқади. m ва k бундай тўғри чизиқсиз жиддий ўзгариши тоғ жинсларида $\Delta G = G_o - G$ бўлганда, ўртача нормал кучланишни одатда бир неча ўнлаб мегапаскал билан ўлчанишида юз беради. Кўплаб қатлам ичра жараёнларда эса ўртача нормал кучланишни ўзгариши бирлаб мегапаскал билан ўлчанади, масалан, таранглик режимида бурғ қудуқлари туби атрофидан узоқ масофаларда ўлчанади.

Бошқа шароитларда, масалан бурғ қудуғи туби атрофига кучли таъсир этилганда, кучланиш ҳақиқатан катта оралиқда ўзгариши мумкин ва бунда ғоваклик ва ўтказувчанликни ўртача нормал кучланишдан тўғри чизиқсиз боғлиқлик хусусиятларини ҳисобга олиш зарур.

Катта чуқурликларда (4000 м катта) ва қатламларни аномал юқори босимларида ($P \sim P_т$) тоғ жинсларини қайишқоқлик, қовушқоқ-таранглик ёки бошқа реологик хоссаларини жиддий намоён бўлиши кузатилиши мумкин. Тоғ жинсларини таранглик хоссаларини намоён бўлиш шароитларидаги қатлам режимини реологик режим деб атаса бўлади.



2.18 - расм. Ғовакликни ўртача нормал кучланишдан боғлиқлиги.



2.19 - расм. Ўтказувчанликни ўртача нормал кучланишдан боғлиқлиги.

Тоғ жинсларини тўғри чизиқсиз тарангли ва [illegible] хоссалари ажратилади. Биринчи ҳолда деформациянинг қайта тикланиши юз беради, иккинчи ҳолда эса тоғ жинслари "оқади" ёки улардаги кучланиш вақт давомида ўзгаради, релаксация қилади, аввалги кучланиш ёки деформация ҳолатига қайтарилса, жинсларни деформацияси ва кучланиши дастлабки ҳолатига қайтмайди. Ғоваклигин ўртача нормал кучланишдан боғлиқлиги тоғ жинсларини тўғри чизиқли таранглигида қуйидаги кўринишга эга

$$m = m_o\left[1 - \beta_ж (G - G_o)\right], \qquad (2.65)$$

бу ерда: m_o–$G = G_o$ бўлгандаги ғоваклик; $\beta_ж$ - қатлам жинсларининг сиқилувчанлиги; G_o-бошланғич ўртача нормал кучланиш.

Ғовакликни ўртача нормал кучланишидан боғлиқлиги тўғри чизиқсиз таранглик ҳолида қуйидагича ифодаланади:

$$m = m_o e^{-\beta_ж (G - G_o)}. \qquad (2.66)$$

Реологик режимларда ғоваклик, ўртача нормал кучланишдан G ташқари, вақтдан t ҳам боғлиқ бўлади. Масалан, агар тоғ жинслари Максвеллнинг реологик жисми бўлса, яъни қовушқоқ-тарангли жисмнинг ғоваклигини G вақтдан t боғлиқлигини қуйидагича тасаввур қилса бўлади

$$\frac{dm}{dt} = -\beta_{см} \frac{dG}{dt} + \frac{G}{\mu_м}, \qquad (2.67)$$

бу ерда: $\beta_{см}$ ва $\mu_и$ - мос равишда жинсларни "максвелл" сиқилувчанлиги ва қовушқоқлиги. Тоғ жинсларини мутлақ ўтказувчанлигини ўртача нормал кучланишдан ва вақтдан боғлиқлиги, кўрсатилганларга ўхшаш, аммо, яна ҳам нисбатан катта бўлиши мумкин.

Қатламдаги суюқликларни ва газларни хоссаларини кўриб чиқамиз. Қатламдаги нефть ва газ -

асосан углеводородлар аралашмасидан иборат мураккаб моддалар. Нефть конларини ишлаш жараёнларида, қатламларни ғовак муҳитида бўлган, сув муҳим аҳамият касб этади. Нефть бера олишни ошириш методлари қўлланилганда, аввал қатламларда бўлмаган, турли моддалар қатламга ҳайдалади (карбонат ангидрид гази, кислород, азот ва бошқалар). Кондан нефть ва газ олишда қатламни тўйинтирувчи углеводородларни фазавий ҳолати ўзгаради - нефтдан газ ажралади. Қатлам босимини ва температурасини ўзгариши ҳам, қатламни тўйинтирувчи, моддаларни фазавий ҳолатини ўзгаришига олиб келади. Конларни ишлашда ушбу фазавий ҳолатни, кондан нефтни, газини ва сувни олишни миқдорий башорат қилиш ва уни ишлаш жараёнини бошқариш учун билиш зарур.

Моддаларни фазавий ҳолатини ҳисоблашда, қатламни тўйинтирувчи нефть чегараланган сонли шартли компонентлар аралашмаси, якка моддаларни бирлаштирувчи бир неча гуруҳ, сифатида тасаввур қилинади. Нефтни бундай тасаввур қилишни энг оддий ва кенг тарқалган усули уни шартли равишда иккита компонентга "нефть"га ва "газ"га ажратиш. Бунда амалиётда тасдиқланган аниқликда, изотермик шароитда (T=const) газ шартли компонент сифатида шартли нефтда Генри қонунига мос эрийди деб ҳисобланади, яъни

$$V_{гэ} / V_{нг} = \alpha P \qquad (2.68)$$

бу ерда: $V_{гэ}$ - вақтнинг қайсидир пайтидаги эриган газ ҳажми; $V_{нг}$ - газсизлаштирилган нефть ҳажми; α - мутаносиблик коэффициенти; P - босим.

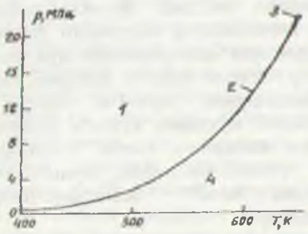
Агар қатлам углеводородларини бошланғич таркибида, газсизлаштирилган нефть ҳажмига $V_{нг}$ унда эриган чегараланган газ ҳажми $V_{гэо}$ тўғри келса, қайсидир босимда $P_т$ ҳамма газ нефтда эриган бўлади. Бу босимни тўйиниш босими деб аталади.

Шундай қилиб

$$P_т = V_{гэо} / (\alpha V_{нг}). \qquad (2.69)$$

Қатламдаги моддаларни фазавий ҳолатини ҳисоблаш жараёни изотермик шароитларда ва қатламга углеводородли моддаларни ҳайдашда жиддий мураккаблашади. Ҳақиқатан, ҳар қандай кўп компонентли системани фазавий ҳолатини тажрибахона шароитида экспериментал йўл билан аниқлаш мумкин. Бироқ ер тагидан нефтни чиқариб олиш жараёнларида қатлам моддаларини таркиби, босим ва температура қатламлар бўйлаб, нуқтадан нуқтага ўзгаради. Аммо қатламларда юзага келадиган ҳамма ҳолатларни эксперимент йўли билан ўрганиб бўлмайди, шунинг учун фазавий ҳолатларни, айрим "асос" экспериментларга таяниб, ҳисоблашни билиш керак.

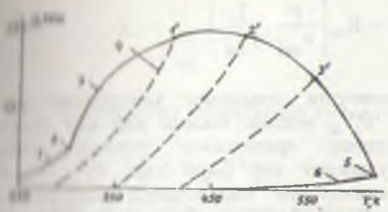
Изотермик шароитларда нефть қатламини тўйинтирувчи, кўп компонентли моддаларни фазавий ҳолатини ҳисоблашни умумий методик асосларини кўриб чиқамиз. Кўп ҳолларда ишлашдаги қатламларни ғовак муҳитида иккита фаза суюқ ва буғ (газ) бўлади. Маълум шароитларда [illegible] қаттиқ фаза ҳам пайдо бўлиши мумкин - масалан парафин ва ноорганик тузлар. Қуйида қатламни тўйинтирувчи, моддаларни фақат икки фазали (суюқлик ва буғ) ҳолатини кўриб чиқамиз. Буни алоҳида, индивидуал моддаларнинг бошлаймиз. Модда (газ, суюқлик ёки бир вақтда бирвар) ҳолатини ушбу модда учун босим - температура диаграммаси (РТ-диаграмма) ёрдамида аниқланади. 2.20 - расмда сув учун шандай диаграмма кўрсатилган, ундан кўриниб турибдики, тўйиниш чизиғи деб аталувчи 1-эгрини юқоридаги зонада сув суюқ, ундан пастда эса-буғ фазада бўлади. 1-эгридаги нуқта 2 критик деб аталади. Унга критик босим $P_{кр}$ ва критик температура $T_{кр}$ мос келади. Диаграммада критик нуқтадан ўтувчи, вертикал чизиқнинг ўнг тарафида модда критик ҳолатдан ташқарида бўлади. Агар босим ва температура тўйиниш чизиғидаги босим ва температурага мос келса, модда бир вақтда суюқ ва буғ фазаларда бўлади.



2.20 – расм. Сув учун босим - температура диаграммаси: 1 - суюқ ҳолатли зона; 2 - тўйиниш чизиғи; 3 - критик нуқта; 4 - буғ ҳолатли зона.

Қандайдир қайд қилинган ҳажмда V, иккита индивидуал моддалардан ташкил топган аралашма бўл-син, у ҳолда рТ - диаграмма, 2.21 - расмда кўрсатилган кўринишга эга, унда этан-декан системаси учун РТ-диаграмма схематик акс эттирилган. 1-эгри - соф этан учун тўйиниш чизиғи, 2-нуқта - унинг критик нуқтаси. 6-эгри - соф деканни тўйиниш чизиғи, 5-нуқта эса унинг критик нуқтаси. Юқоридаги эгри 3 этан-декан системаси учун, бу компонентларни турли миқдорларида, сохта критик босим-лар чизиғини бирлаштиради. Масалан, 1′ нуқта, 2′ нуқтага нисбатан, системада этанни кўпроқ миқдорига, 2′ нуқта эса - 3′ нуқтага нисбатан этанни кўпроқ миқдорига мос келади. 4 пунктир чизиқлар - этан-декан системаси учун, ушбу компонентларни турли миқдорларида, сохта тўйиниш чизиғи. Ушбу чизиқлар ёрдамида икки компонентли аралашмани, икки компонентли аралашма билан бир хил критик босим ва температурага эга, қандайдир бир гепотетик компонент билан алмаштирса булади.

Икки компонентли системалар учун, тўйиниш сохта чизиқлари, сохта критик босим ва температура суюқ ва буғ фазалар мавжуд зоналарни, худди бир индивидуал компонентли система каби ажратади.



2.21 - расм. Этанни деканли аралашмаси учун босим - температура диаграммаси.

Ҳажмдаги компонентларнинг умумий таркиби ва температура берилганда, босимни, ҳажмни фазалар билан ўзгарувчанлигини, фазалардаги компонентлар миқдорини ҳисоблаш учун фақат РТ- диараммасидан фойдаланиш старли эмас. Буниҳг учун, экспериментал маълумотлари, фазаларда компонентларни тақсимланиш коэффициентларини билиш керак. Бу коэффициентлар физикавий мувозанатлар назариясида "мувозанат доимийлари" номи билан маълум, ваҳоланки, улар моҳиятига кўра реал эритмалар учун доимий эмасдирлар. N компонентли аралашмадаги i - компонентнинг мувозанат константаси $K_{iм}$ деб қуйидаги нисбатга айтидади.

$$K_{iм} = У_i / x_i, \qquad (2.70)$$

Бу ерда: $У_i$ ва x_i - i компонентанинг буғ ва суюқ фазадаги моляр қисми. Сохта критик нуқтада буғ ва суюқлик орасидаги фарқ йўқолади. Шунинг учун $K_{iм}$ ($P_{c\ кр}$, $T_{c\ кр}$)=1 бу ерда: $P_{c\ кр}$, $T_{c\ кр}$ - сохта критик босим ва температура. Бинар аралашма учун рТ-диаграммадан (2.21-расм) кўриниб турибдики, сохта критик босим ва температура аралашмани умумий таркибига ва температурага Т боғлиқ.

Мувозанат доимийлари, яъни буғ ва суюқ фаза-ларидаги компонентларни тақсимланганлик коэффициент-лари, босимни сохта критик босим нисбатига ва температу-рани сохта критик температура нисбатига боғлиқ, шунинг учун

$$K_{iм} = K_{iм}\left(\frac{P}{P_{скр}}, \frac{T}{T_{скр}}\right). \quad (2.71)$$

Кўп компонентли аралашма ҳолатларида сохта критик босимни $P_{с\ кр}$ мослик босими деб ҳам аталади. Кўрилаётган моддалар аралашмаси углеводородлардан ташкил топган, уларнинг ҳар бири учун буғ ва суюқ фазалардаги компонентларни тақсимланиш коэффициентлари $K_{iм}$ маълум деб ҳисоблаймиз. Фазавий концентрациялар тенгламаларини тузамиз.

V - ҳажмдаги ҳамма компонентлар массаси - N, буғ фазасидаги ҳамма компонентлар массаси - $N_г$ ва суюқликдаги ҳамма компонентлар массаси $N_{нс}$ бўлсин. Бунда

$$N = N_г + N_{нс}. \quad (2.72)$$

Агар (2.72) ибoрадаги чап ва ўнг қисмини V ҳажмда бўлган ҳамма компонентларни молекуляр массалари йиғиндисига бўлиб юборсак, қуйидаги иборани оламиз

$$n_м = n_{мг} + n_{м\ нс}. \quad (2.73)$$

бу ерда: $n_м$ - ҳажмдаги компонентларни моллари сони; $n_{мг}$ ва $n_{м\ нс}$ - мос равишда газдаги ва суюқликдаги моллари сони.

Газдаги y_i ва суюқликдаги x_i компонентларни моляр қисмлари учун қуйидаги иборани оламиз.

$$y_i = \frac{\frac{N_{гi}}{M_i}}{\sum \frac{N_{гi}}{M_i}}; \quad x_i = \frac{\frac{N_{нсi}}{M_i}}{\sum \frac{N_{нсi}}{M_i}} \quad (2.74)$$

Ҳажмдаги i компонентанинг моляр қисмини қуйидагича аниқлаш мумкин

$$v_i = \frac{\frac{N_i}{M_i}}{\sum \frac{N_i}{M_i}} = \frac{\frac{N_i}{M_i}}{n_м}. \quad (2.75)$$

Келтирилган ибoралардан қуйидагини оламиз

$$v_i n_м = y_i n_{мг} + x_i n_{мнс} \quad (2.76)$$

$y_i = K_{iм}x_i$ эканлигини инобатга олиб, $n_{мг}/n_м = У$ ва $n_{мнс}/n_м = X$ деб (2.76) қуйидаги иборани оламиз

$$x_i = \frac{v_i}{V(K_{iм} - 1) + 1}; \; Yi = \frac{Y_i K_{iм}}{Y(K_{iм} - 1) + 1}. \quad (2.77)$$

Олинган (2.77)- тенглама фазовий концентрациялар тенгламалари деб аталади.

Фазовий ҳолатни аниқлашда турли масалаларни ечиш мумкин. Масалан, агар Y_i, P, T ва У берилган бўлса, x_i ва y_i бевосита (2.77) аниқланади. Агар v_i, p ва T берилган ва У ва X аниқлаш керак бўлса, $\sum x_i = 1$ эканлигини инобатга олиб

$$\sum \frac{v_i}{У(K_{iм} - 1) + 1} = 1. \quad (2.78)$$

У қиймати (2.77) тенгламалар системасини итерация методи билан ечиб аниқланади.

Фақат v_i ва T берилган, ҳамда x_i, y_i, У ва P аниқлаш керак бўлган ҳолатларда, (2.77) тенгламаларга яна газ ҳолати тенгламасини қўшиш керак. Нормал ҳолатга яқин босимларда ва температураларда углеводородли компонентлар учун, газ ҳолати тенгламалари сифатида, Редлих-Квонг, Пенг-Робинсон ва бошқаларни тенгламаларидан, юқори температураларда эса идеал газнинг ҳолат тенгламасидан, фойдаланиш мумкин. Умумий кўринишда газ ҳолати тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин

$$F(p, V, T) = 0. \quad (2.79)$$

(2.77) - (2.79) тенгламалар системаси босимни Р, газ ва суюқ фазалар таркибини аниқлаш имконини беради. Тенгламаларни тўғри чизиқсизлиги сабабли уларни ечими одатда итерация методи билан олинади.

Қатламларни ғовак муҳитида углеводородсиз моддалар бўлган ҳолатларда, ушбу моддаларни углеводородлар билан мувозанатлик доимийларини ҳисобга олиш зарур. Бундай маълумотлар бўлмаганда, тахминий ҳисоблашлар учун газ фазасидаги моддалар аралашмасини идеал газ деган тасаввурдан фойдаланиш, ҳамда суюқ фазада углеводородли компонентлар углеводородсизларда эримайди деб ҳисоблаш мумкин. X_i, $У_i$ Y ва P аниқлашни асосий вазифасини ҳал этиб, келтирилган ибоpалардан суюқ фазадаги ҳар бир компонент массасини $L_{нei}$ аниқлаш мумкин. Кўрилаётган ҳажмни V суюқ фаза билан тўйинганлигини аниқлаш учун ҳар бир компонентларни заҳирий зичликлари қийматларидан фойдаланиш зарур.

Заҳирий зичлик $P_{iз}$ - суюқ фазада эриган компонентнинг зичлигидир

$$SV = \sum \frac{L_{нei}}{\rho_{iз}} \qquad (2.80)$$

Босим ва температура ўзгариши билан модда зичлиги ўзгаради.

§ 8. Ноньютон нефтларни реологик ва сизилиш хоссалари

Ньютон суюқликлари

Нефт конларини ишлаш жараёнларининг самарадорлиги кўп даражада қатлам суюқликларини ғовак муҳитда сизилиш хусусиятлари билан аниқланади. Эриган тузлар таркибида бўлган, қатлам сувлари ҳамда ҳайдаш бурғ қудуқлари орқали ҳайдалаётган чучук сувлар молекуляр эритмалар ҳисобланади ва ҳақиқий суюқликларга мансубдир.

Бундай ҳақиқий суюқликлар оқими Ньютоннинг қовушқоқли оқим қонунига бўйсунади. Ушбу қонунни тушуниш учун иккита параллел пластинкалар орасидаги жойлашган суюқликни юпқа қатламини тасаввур қиламиз. Пластинкаларнинг ҳар бирининг юзаси S ва улар орасидаги масофа dx. Битта пластинка қўзғалмас, иккинчисига эса таъсир этувчи F куч берилган. Барқарор ҳаракатда берилган куч суюқлик тарафдан, қовушқоқлик билан боғлиқ, куч билан тенглашиши, қўзғалувчан пластинка эса тенг ўлчамли тезлик билан ҳаракатланиши керак. Бундай ҳолат учун Ньютоннинг қовушқоқли оқим тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{du}{dx}, \qquad (2.81)$$

Бу ерда: τ - суюқлик оқимини сақлаб турувчи кучланиш кучланиши, яъни бир-биридан dx масофада турган ва улар орасидаги тезлик фарқи du бўлган суюқлик қатламларининг бирлик майдонига берилган уринма кучланиш, du/dx - қўзғалиш тезлиги градиенти; μ - динамик қовушқоқлик деб аталувчи мутаносиблик коэффициенти.

Ҳақиқий эритмалар қовушқоқлиги суюқлик табиатига, температурага ва босимга боғлиқ.

Ньютоннинг қовушқоқли оқим қонунига бўйсунувчи суюқликлар **Ньютон суюқликлари** деб аталади. Шундай қилиб, ҳақиқий ёки молекуляр эритмалар Ньютон суюқликлари ҳисобланади. Бундай суюқликларга, сувдан ташқари, углерод атоми сони 17 гача бўлган индивидуал суюқ углеводородлар, спирт, бензол ва шу кабилар мисол бўлади.

Шуни эслатиб ўтиш лозимки, Ньютон қонуни фақат ҳақиқий суюқликларни барқарор ломинар оқими шарти бажарилганда тўғри бўлади.

Суюқлик қовушқоқлиги қўзғалиш кучланиши ва қўзғалиш тезлиги орасидаги боғлиқлик графиги – консистентлик чизиғи бўлганда нисбатан аниқроқ аниқланади. Ньютон суюқлигини консистентлик чизиғи, координата бошидан чиқувчи, тўғри чизиқдан иборат. Бу эса ҳақиқий

суюқликларни ҳар қандай кичик қўзғалиш кучланишида оқишини кўрсатади.

Моддалар оқишини таърифлаш учун фойдаланиладиган кўрсаткичлар, **реологик кўрсаткичлар** деб аталади.

Шундай қилиб, ньютон суюқлиги оқишини хусусиятловчи, ягона реологик кўрсаткич, динамик ковушқоқлик ҳисобланади.

Аралаш бирликлар системасида қўзғалиш кучланиши дин/см^2, қўзғалиш тезлиги градиенти С$^{-1}$ ўлчанади. Динамик қовушқоқликни ўлчам бирлиги, суюқликларни капиллярлардаги ҳаракатини биринчи ўрганган, Франгистон олими Пуазейл шарафига Пуаз деб аталган (П).

Ноньютон суюқликлар

Баъзи бир суюқликлар (коллоид эритмалари, таркибида катта миқдорда асфальтенлар ва парафинлар бўлган нефтлар, полимер эритмалари ва ш.к.) Ньютон қонунига бўйсунмайдилар. Реологияда бундай суюқликларни **ноньютон ёки аномал** деб аталади.

Ньютон қонуни одатда, кучланиш майдонида ва структуралашган системаларда деформацияланиш қобилиятига эга бўлган, дисперсли фазасининг заррачалари учун коллоид эритмаларининг оқишида бузилади. Бундай коллоид системалар маълум механик хоссаларга эга - пластиклик, қайишқоқлик, мустаҳкамлик ва қовушқоқлик.

Ушбу хоссалар кўп ҳолларда суюқликда структура ҳосил қилиш билан боғлиқ ва уларни шунинг учун баъзида **структурали - механик ёки реологик хоссалар** деб аталади.

Коллоид эритмаларни реологик асослари биринчи бўлиб Ф.Н.Шведов, Бингам ва Грин томонидан ўрганилган. 1889 йилда Ф.Н.Шведов кейинроқ 1916 йилда Бингам фазовий структурали системаларни оқишни фақат қўзғалиш кучланиши τ, суюқликда структура тўрини бузиш учун зарур бўлган, τ_o маълум критик катталигидан юқори бўлганда, бошланишини ўрнатдилар. Бундай оқиш пластикли, критик қўзғалиш кучланиши-оқувчанлик чегараси ёки қўзғалишни кучланиш чегараси деб аталди.

Оқиши бундай идеаллаштирилган схемага бўйсунувчи системалар реологияда Бингам жинси ёки Бингам

пластиклари деб аталади. Улар Бингам-Шведовни қуйидаги реологик тенгламалари орқали таърифланади:

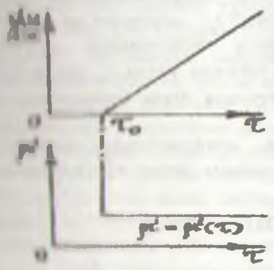
$$\tau - \tau_0 = \mu' \frac{du}{dx}, \qquad (2.82)$$

Бу ерда: μ^1- системани пластикли қовушқоқлиги.

Ньютон суюқликлари учун қўзғалишни кучланиш чегараси нолга тенг, шу сабабли 2.81 тенглама Ньютон қонунига, пластикли қовушқоқлиги эса ҳақиқий қовушқоқлиги бўлади. (2.81) тенгламадан система τ_o қайишқоқ деформацияланиши, шундан сўнг ўзгармас пластикли ковушқоқлик билан $\mu^1 = (\tau - \tau_o)/(du/dx)$ оқиши келиб чиқади.

Қайишқоқ деформацияланиш областида Бингам пластигининг қовушқоқлиги жуда катта. Бу ерда дисперс фаза заррачали структуранинг "каркас" и қайишқоқ деформацияланиши. τ_o орттирилганда, Бингам - Шведов тенгламасига кўра, структурали тўр бир зумда бузилади ва система ковушқоқлиги ўзгармас катталикни қабул қилади.

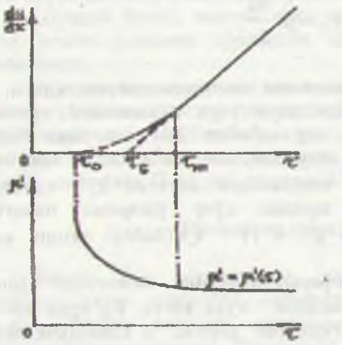
Бингам жинсининг консистентлик чизиғи τ_o тенг, координата бошидан абсцисса ўқида кесма кесувчи тўғри чизиқ билан ифодаланади (2.22 - расм).



2.22 – расм. Пластик суюқликлар учун консистентлик чизиғи ва пластик қовушқоқликни μ′ қўзғалиш кучланишидан τ боғлиқлиги.

2.82 - тенгламага яхши бўйсунувчи системаларга, температураси кристалланиш температурасидан паст, таркибида парафин миқдори юқори бўлган нефт мисол бўла олади. Аммо кўп ҳақиқий структуралашган каллоид

системалар учун консистентлик чизиғи тўғри бўлмай, қўзғалиш кучланиши ўқида кесма кесувчи, эгридан иборат (2.23 - расм).



2.23 – расм. Ҳақиқий қайишқоқ пластик система учун консистентлик чизиғи ва пластик қовушқоқликни μ' қўзғалиш кучланишидан τ боғлиқлиги.

Бундай ҳолларда, оқувчанлик чегарасига эришилганда, структура бир зумда бузилмасдан аста-секин қўзғалиш тезлиги ортиб бориши билан бузилади.

Бундай ҳолларда структурани механик хоссаларини хусусиятлаш учун учта кўрсаткич киритилади: суюқлик оқишини бошланишига мос келувчи τ_o, минимал оқувчанлик чегараси (силжишнинг статик кучланиши);

Бингам бўйича оқувчанлик чегараси (Бингам бўйича силжишнинг динамик кучланиши) $\tau_в$; максимал оқувчанлик чегараси (структурани бузилиш чегарасининг қўзғалиш кучланиши), бунда эгри тўғри чизиққа ўтади τ_m (расм 2.23), τ_m катталиги суюқликда структурани тўлиқ бузилишига мос келувчи кучланишга тенг.

Қайишқоқ - пластик суюқликларни математик модели қуйидаги даражали боғлиқлик билан ифодаланади:

$$\tau - \tau_0 = к(du / dx)^n , \qquad (2.83)$$

бу ерда К- суюқликни консистентлик ўлчови. Суюқликни қовушқоқлиги ортиши билан консистентлик ўлчови ўсади; n - системани ноньютонлик ҳаракатининг

даражаси n катталиги ҳар доим бирдан кичик бўлади. n катталик бирдан фарқланса, суюқликни ноньютон хоссалари шунчалик кучли намоён бўлади.

Системанинг заҳирий қовушқоқлиги қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$\mu' = к\left(\frac{du}{dx}\right)^{n-1} \quad ёки \quad \mu' = \frac{\tau - \tau_0}{du / dx}, \qquad (2.84)$$

Қайишқоқ-пластик суюқликларга мисол тариқасида ёғли бўёқларни, бурғулаш эритмаларини, температураси парафин билан тўйиниш температурасидан паст юқори парафинли газсизлантирилган нефтларни (Сурхондарё вилоятидаги конларнинг нефтларини) кўрсатиш мумкин.

Амалиётда суюқликларда қўзғалишни статик кучланишини борлиги баъзи ҳолларда ижобий хизмат ҳам қилади. Вертикал юзаларга суртилгандан сўнг қолган бўёқ қатлами қалинлиги τ_o катталиги билан аниқланади. Демак, τ_o катталигини ўзгартириб юзаларни бўёқлаш учун сарф бўлаётган бўёқ миқдорини ўзгартириш мумкин.

Қудуқларни бурғулашда кавлаб ўтиш жараёни тез-тез тўхтатиб турилади. Сифатли бурғулаш эритмаларидан фойдаланиш бурғиланган жинс шламларини бир қисмини муаллақ ҳолатда ушлаб туриш имкониятини беради ва бурғулаш асбобларини тутилиб қолишини бартараф этади. Ушбу ҳолда ҳам муаллақ ҳолатда сақлаб турилган бурғулаш эритмаси шламидаги зарралар сони ва ўлчамлари τ_o катталигини танлаш орқали амалга оширилади.

Бундай ҳолатлар юқори молекуляр бирикмали эритмаларни ва сувларни полимерли эритмаларини оқимида ҳам кузатилади. Бунда қовушқоқликни камайиши молекулаларни ўзини тутиши ва оқим бўйича йўналиши билан боғлиқ. Система оқиш вақтида ўзини суюқлик каби тутади, унинг муаллақ зарралар эса йўналишни танлаш ёки деформацияланиш қобилиятига эга.

Ушбу ҳамма ҳолатларда гап заҳирий ёки самарали қовушқоқлик ҳақида бормоқда, чунки суюқликни ҳақиқий қовушқоқлиги оқиш тезлигига боғлиқ эмас.

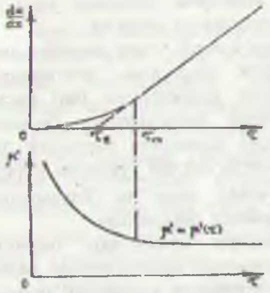
Сохта пластик суюқликнинг механик хоссалари иккита кўрсаткич билан хусусиятланади: Бингам бўйича силжишнинг динамик кучланиши $\tau_в$ ва структурани чегаравий бузилиши силжиш кучланиши ёки оқимда заррачаларни йўналтириш τ_m (2.24 - расм).

Бундай системаларни реологик тенгламаси даражали боғлиқлик кўринишида ифодаланади

$$\tau = к\left(\frac{du}{dx}\right)^n . \qquad (2.85)$$

Қовушқоқ - пластик суюқликнинг заҳирий қовушқоқлиги қуйидагича ифодаланади.

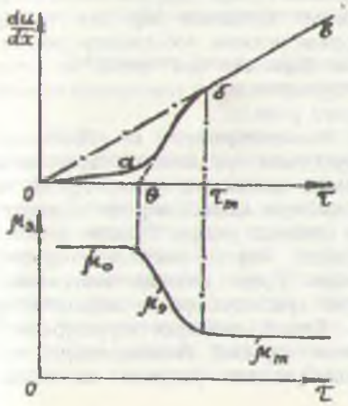
$$\mu' = к\left(\frac{du}{dx}\right)^{n-1} \quad ёки \quad \mu' = \frac{\tau}{du/dx} . \qquad (2.86)$$



2.24 – расм. Қовушқоқ-пластик система учун консистентлик чизиғи ва пластик қовушқоқликни μ' кўзғалиш кучланишидан τ боғлиқлиги.

Бу ердаги ва юқоридаги ҳолларда ҳақиқий суюқликлар учун n, силжиш кучланишидан боғлиқ, ўзгарувчан эканлигини инобатга олиш керак. Шунинг учун амалий масалаларни ечишда n қийматини силжиш тезлигининг чегараланган оралиғида аниқлаш керак. Бундан ташқари, даражали қонундан фойдаланишнинг ноқулайлиги консистентлик ўлчами бирлигини даража кўрсаткичидан боғлиқлиги билан белгиланади.

Ҳозирги вақтда қатламларни нефть бера олишлигини ошириш мақсадида, қудуқ туби атрофига таъсир этишда ва ажратиш ишларини ўтказишда полимер эритмалари қўлланилади. Баъзи бир шароитларда улар ғовак муҳитда дилатант суюқликлар хоссасаларини намоён этади. "Дилатант" атамасини силжиш кучланишини ортиши билан заҳирий қовушқоқлиги ўсувчи суюқликлар учун ҳам қўлласа бўлади (2.25 - расм). Бундай оқим биринчи маротаба Рейнольдс томонидан таркибида катта миқдорда қаттиқ фаза бўлган суспензиялар оқимида аниқланган эди. Рейнольдс суспензиянинг дилатант хоссаларини тушунтиришда қуйидаги тахминни айтган, тинч ҳолатда қаттиқ заррачалар энг зич жойлашишга эга, улар орасидаги бўшлиқ эса суюқлик билан тўлдирилган. Суспензияни кичик тезликдаги оқишида (силжиш кучланиши кичиклигида) суюқлик, заррачалар орасидаги ишқаланишни камайтирувчи, мой вазифасини ўтайди. Катта силжиш тезликларида заррачаларни зич жойлашиши бузилади, суспензия ҳажми ортади ва суюқликнинг янги структурасида у бир-бирига ишқаланувчи заррачаларни мойлаш учун етарли бўлмайди. Бунда таъсир этувчи силжиш кучланиши силжиш тезлигига нисбатан салмоқли тез ортади.



2.25 – расм. Дилатант суюқликлар учун консистентлик чизиғи ва заҳирий қовушқоқликни $\mu_э$ кўзғалиш кучланишидан τ боғлиқлиги.

Дилатант суюқликни реологик хусусиятини таъриф-аш учун ҳам даражали қонундан фойдаланилади, бироқ даража кўрсаткичи бирдан катта бўлади.

Аномал нефтларни реологик хусусиятларига таъсир этувчи кўрсаткичлар

Турли конларнинг катлам нефтлари температура, босим, эриган газ миқдори ва таркиби билан фарқ қилади. Ушбу омиллар мажмуаси структурлашган нефтни реологик кўрсаткичларини белгилайди.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, улардан энг муҳими дисперс фазанинг концентрацияси экан. Парафинларни нефтда тўлиқ эриган ҳолатларда дисперс фаза асфальтен заррачалари билан ифодаланган. Асфальтен заррачаларининг концентрацияси бошқа омилларни кенг ўзгариш кўламида ўзгармас бўлади. Таркибида асфальтенларни миқдори ортиши билан нефтларнинг реологик кўрсаткичлари ёмонлашади.

Нефтдаги асфальтенлар смолалар молекулалари ва қисман бошқа углеводородли бирикмаларнинг молекулалари билан барқарорлашган. Асфальтенлар заррачаларини барқарорлаштирувчи смолалар молекулаларини ортиши нефтни структурали - механик хоссаларини сусайишига олиб келади. Аксинча, нефтга барқарорлик шароитини бузувчи таркибларни қўшиш унинг структурали механик хоссаларини кучайишига сабаб бўлади. Нефтни ҳамма газли таркиблари структура ҳосил бўлишига бир хил таъсир этмайди. Нефтни структурали механик хоссаларига азот энг катта таъсир, кичикроқ даражада эса метан ва этан ўтказади. Бошқа газ кўринишидаги углеводородларнинг структура ҳосил бўлишидаги роли оз.

Юқори қатлам температуралари ва босимлари шароитида нефтнинг структурали - механик хоссалари анча суст намоён бўлади. Демак, қатламдаги температурани ва босимни ошириш баъзи ҳолларда аномал нефтли конларни ишлаш кўрсаткичларини яхшилаш резерви бўлиши мумкин. Температурани пасайишида нефть ҳажмида парафин кристаллари пайдо бўлади. Бунда коллоид системанинг дисперсли фазаси парафин кристалчалари ва асфальтенлар мицеллари ҳисобланади. Бундай ҳолларда структурали - механик хоссалар нисбатан мураккаб боғлиқликларга эга. Дисперс фазанинг концентрацияси ўзгармас ва бошқа

кристалларини ўзгаришига боғлиқ бўлмайди. Парафин кристалларининг концентрацияси уларни умумий таркиби, ҳамда эриган газ миқдори ва нефтни углеводород таркиби билан аниқланади. Ушбу кўрсаткичлардан ҳар бирини ўзгариши нефтни структурали механик хоссаларига катта таъсир этади.

Нефтни реологик кўрсаткичлари кўплаб омилларни таъсир этиши сабабли, катта оралиқларда ўзгаради. Масалан, силжишнинг динамик кучланиш чегараси 0,01 дан 0,5 дин/см^2 гача ўзгаради.

§ 9. Нефть конларини ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблашда математик методларини қўллаш

Нефть конини ишлаш модели одатда, алгебраик дифференциал, интеграл тенгламалардан ёки ўзаро муносабатлардан ташкил топган, системалар кўринишида математик ифодаланади.

Конларини ишлашни яратилган модели асосида ҳисоб-китобларини бажариш учун аввал мос математик масалаларни ечиш керак. Бундай масалаларни ечими олингандан кейин ҳисоблашни сонларда амалга ошириш мумкин. Қуйида нефть конларини ишлаш масалаларини ечишда қўлланилаётган, асосий математик методларни кўриб чиқамиз.

Математик физика масалаларини аниқ ечимини олиш методлари

Нефть ва газ конларини ишлашни кўп масалалари математик физиканинг классик тенгламаларини ечиш билан боғлиқ. Айрим ҳолларда бошланғич тенгламаларни, бошланғич ва чегаравий шартларни, қониқтирувчи математик физика масалаларининг аниқ ечимини олиш мумкин. Бундай ечимлар аниқ ечимлар деб аталади. Нефть конларини ишлаш масалаларини аниқ ечимини берувчи методлар қаторига, математика курсидан яхши маълум, ўзгарувчиларни бўлиш методи (Фурье методи), комплекс ўзгарувчини функциялари методи, интегрални қайта қуриш методи, автомодел ечимларни олиш ва бошқа методлар киради.

Комплекс ўзгарувчини функциялари методи текис қатламда сиқилувчанмас суюқликни барқарор сизилиш масалаларини ҳал этишни классик методи ҳисобланади. Ушбу методларни манбага (бурғ қудуғига) суюқликни барқарорлашган оқимида кўриб чиқамиз.

1. Текис қатламда сизилаётган, суюқлик массасининг узлуксизлик тенгламаси, (2.42) асосан, қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}+\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}=0. \qquad (2.90)$$

Ушбу тенгламага Дарси қонуни иборасини қўйиб

$$\upsilon_к=-\frac{к}{\mu}\frac{\partial P}{\partial x};\ \upsilon_y=-\frac{к}{\mu}\frac{\partial P}{\partial y}, \qquad (2.91)$$

Лаплас тенгламасини оламиз

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}=0. \qquad (2.92)$$

Қуйидаги кўринишдаги сизилиш потенциалини киритамиз

$$Ф=KP/\mu.$$

Бу ҳолда (2.92) тенглама ўрнига қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2}=0. \qquad (2.93)$$

Потенциал комплексини киритамиз

$$(z)=\phi+i\psi; \quad z=x+iy. \qquad (2.94)$$

(2.94) иборага кирувчи ψ=ψ (x,y) функцияси - ток чизиқлари функциясидир. Текис потенциал назариясида,

потенциал комплекси F(z) ва ток чизиқлари функцияси Коши-Риман шартларини қаноатлантириши исботланади

$$\frac{\partial \phi}{\partial x}=\frac{\partial \psi}{\partial y};\quad \frac{\partial \phi}{\partial y}=-\frac{\partial \psi}{\partial x}. \qquad (2.95)$$

Шундай қилиб, ҳар қандай комплекс ўзгарувчини ҳар бир аналитик функцияси қатламдаги айрим текис оқимни тасвирлайди. Масалан,

$$F(z)=\phi+i\psi=\frac{q}{2\pi h}\ln Z \text{ бўлсин.} \qquad (2.96)$$

$Z=re^{i\theta}\,(\theta=\mathrm{arctg}\ y/x)$ деб, (2.96) қуйидагини оламиз

$$F(z)=\phi+i\psi=\frac{q}{2\pi h}(\ln r+i\theta)=\frac{q}{2\pi h}\left(\ln r+i\,\mathrm{arctg}\frac{y}{x}\right), \qquad (2.97)$$

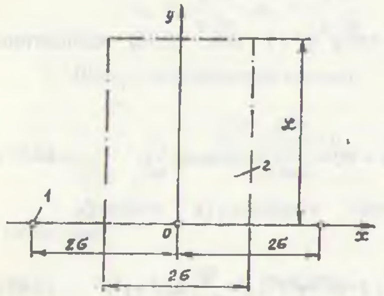
бундан

$$\phi=\frac{q}{2\pi h}\ln r,\ \psi=\frac{q}{2\pi h}\mathrm{arctg}\frac{y}{x};\ r=(x^2+y^2)^{1/2};\ P=\frac{q\mu}{2\pi kh}\ln(x^2+y^2)^{1/2}. \qquad (2.98)$$

Келтирилган иборалардан, потенциал комплексини (2.96) ибораси суюқликни чегараланмаган текис қатламда битта манба нуқтасига барқарор сизилиши масаласи ечимини ифодалаши келиб чиқади. (2.98) кўриниб турибдики, босим r=0 да P→ ∝ интилади, r → ∝ да эса у чегарасиз ўсади. Шунга қарамасдан, бу ечимни текис қатламдаги якуний радиусга эга бир неча манбалар (бурғ қудуқлари) учун, босим тақсимотини тахминий ҳисоблашда фойдаланиса бўлади. Бунда Лапласни (2.90) тенгламаси (2.98) кўринишидаги чизиқли ва бир неча ечимларни йиғиндиси бўлиб, у ҳам (2.90) тенгламани ечимидир.

Чегараланмаган текис қатламда (2.26-расм) х ўқи бўйича охири йўқ манбалар (бурғ қудуқлари) занжири жойлашган бўлсин. Ҳар бир бурғ қудуғи қўшнисидан 2G масофада жойлашган. Қатламдаги суюқлик оқими масаласини ечиш учун, у ўқининг икки тарафида жойлашган кенглиги 2G бўлган фақат битта тасмадаги суюқлик оқимини кўриб чиқиш етарли.

Ягона манбага келаётган суюқлик оқими иборасини, координаталар бошида жойлашган, кўрилаётган манбадан 2Gп (п=1,2,3...) масофадаги, манбалар учун (2.98) турдаги чексиз сонли ечимларни қўшиш йўли билан олиш мумкин эди.



2.26 – расм. Текис қатламдаги чексиз бурғ қудуқлари занжирининг схемаси: 1- бурғ қудуқлари; 2- кенглиги 2G бўлган тасма.

Бироқ бу вазифани, z =x + iy (2.26-расм) текислигида жойлашган, тасмага конформли қайта қуришни қўллаб, комплекс ўзгарувчини чегараланмаган текислигига ρ=ξ+iη ўтиш орқали, ихчам ҳал этиш мумкин.

Бундай қайта қуришни қуйидаги функция беради

$$\xi = \sin\frac{\pi Z}{G}. \qquad (2.99)$$

Агар $Z_1 = \pi Z/G$ деб белгиласак, у ҳолда

$$\sin\zeta = \sin(x_1 + iy_1) = \sin x_1 \cos iy_1 + \cos x_1 \sin iy_1 = \sin x_1 \operatorname{ch} y_1 + i\cos x_1 \operatorname{sh} y_1; \qquad (2.100)$$

$$\operatorname{sh} y_1 = \frac{e^{y_1} - e^{-y_1}}{2};\ \operatorname{ch} y_1 = \frac{e^{y_1} + e^{-y_1}}{2};\ x_1 = \pi x/G,\ y_1 = \pi y/G$$

Шундай қилиб, ζ= ξ+iη текислигида қуйидагига эга бўламиз:

$$\xi = \sin x_1 \operatorname{ch} y_1;\ \ \eta = \cos x_1 \operatorname{sh} y_1;\ \rho = (\xi^2 + \eta^2)^{1/2}. \qquad (2.101)$$

(2.99) функция орқали амалга ошириладиган конформли қайта қуришда, тасмадаги ҳар бир $-G \le x \le G$ нуқтага, ξ текислигидаги маълум нуқта мос келади.

ξ текислигида, ушбу текисликда манбага оқимни тарқатувчи, потенциал комплексини F (ξ) кўриб чиқамиз. Бу ҳолда

$$F(\xi) = \frac{q}{2\pi h}\ln\xi,\quad \phi = \frac{q}{2\pi h}\ln\rho. \qquad (2.102)$$

Етарли даражадаги яқинлашувда, ξ текисликдаги нуқтали манба ўрнида радиуси Pқ, потенциали $\Phi_к$ тенг, бурғ қудуғи бор деб қабул қилса бўлади. Бунда бурғ қудуғи марказидан $P_т$ масофада потенциал $\Phi_т$ тенг деб оламиз. ξ текислигидаги бурғ қудуғи учун Дюпюн иборасини ёзамиз.

$$q = \frac{2\pi h(\phi_т - \phi_к)}{\ln(\rho_т / \rho_к)}. \qquad (2.103)$$

Энди z текислигига ўтамиз. Унинг катта қийматларида $0 \le x \le G$ тасмада оқим у ўқига параллел бўлади. Бу ўқ учун (2.101) қуйидагига эга бўламиз.

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

Шунинг учун, 2.23 - расмга мос равишда

$$\rho_т \approx sh\frac{\pi h}{G} \approx \frac{1}{2}e^{\frac{\pi L}{G}}.$$

Ушбу иборадан мос равишда қуйидагини оламиз

$$\ln\rho_т = \pi L / G - \ln 2.$$

У ўқидан катта масофаларда πZ>>G эга бўламиз. Шунинг учун $\ln\rho_т \approx \pi L / G$. У ўқидан кичик масофаларда πy/G

$$\frac{e^{\frac{\pi y}{G}} - e^{-\frac{\pi y}{G}}}{2} \approx \frac{\pi y}{G} \approx \frac{\pi r_к}{G},$$

Натижада $\ln\rho_к = \ln(\pi r_к / G)$.

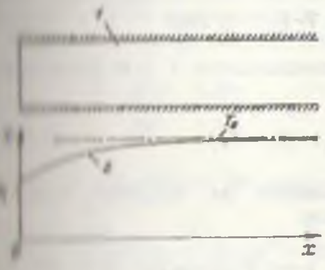
$\ln\rho_т$ ва $\ln\rho_к$ келтирилган қийматларини (2.103) иборага қўйиб қуйидагини оламиз

$$q = \frac{2\pi kh(P_т - P_к)}{\mu(\ln\rho_т - \ln\rho_к)} = \frac{2\pi kh(P_т - P_к)}{\mu\left(\frac{\pi L}{G} - \ln\frac{\pi r_к}{G}\right)} = \frac{2\pi kh(P_т - P_к)}{\mu\left(L + \frac{G}{\pi}\ln\frac{G}{\pi r_к}\right)}. \qquad (2.104)$$

(2.104) ибора билан чегараланмаган қатламда жойлаштирилган, бурғ қудуқларининг чексиз занжиридаги битта бурғ қудуғининг дебитини аниқласа бўлади, бунинг учун, x ўқидан етарли катта масофада L босим $P_т$ тенг, кичик радиусли $r_к$ бурғ қудуқларида эса у $P_к$ ташкил этиши керак, деган шарт бажарилиши керак.

2. Нефть конларини ишлашда иссиқлик методларини ҳисоблаш учун жуда зарур, иссиқлик ўтказувчанлик назариясининг асосий масалаларидан бирини ечишни кўриб чиқамиз. Атроф-муҳитдан тўлиқ иссиқлик изоляцияси қилинган, юза кесими S ярим чексиз стерженга эга бўлайлик. Бошланғич температура t=0 бугун стерженда T_0 тенг, t>o - стерженни x=o чегарасида (2.27-расм) у T тенг,

[illegible] T_0 тенг бўлиб қолаверади. Вақтни турли [illegible] t учун x координати бўйлаб температурани [illegible] аниқлаш керак бўлсин. Стержендаги иссиқлик [illegible] фақат иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига деб, [illegible] сақланиш тенгламасига асосланамиз.



2.27 - расм. Ярим чексиз стерженда иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига температурани тақсимот схемаси:
1- юза кесими S бўлган ярим чексиз стержен;
2- вақтнинг t пайтида стерженда температуранинг тақсимланиши.

Иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига иссиқлик [illegible] тезлиги υ_u учун қуйидаги тенгламага эгамиз:

$$\frac{\partial\upsilon_u}{\partial x} + c\rho\frac{\partial T}{\partial t} = 0. \qquad (2.105)$$

Бу ерда: C - стержендаги модданинг солиштирма [illegible] сиғими; ρ-модданинг зичлиги.

Иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига иссиқлик кўчиш [illegible] Фурье қонуни ибораси билан аниқласа бўлади

$$\upsilon_u = -\lambda_u\frac{\partial T}{\partial x}. \qquad (2.106)$$

Бу ерда λ_u-иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти.
(2.106) иборани (2.105) қўйиб қуйидагини оламиз

$$x_u\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}, \quad x_u = \frac{\lambda_u}{c\rho}. \qquad (2.107)$$

(2.107) тенглама иссиқликни тўғри чизиқли тарқалишидаги иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасидир, унга кирувчи χ коэффициент эса температура ўтказувчанлик коэффициенти деб аталади. Масала шартларига кўра

$x > 0$, $t = 0$; $t > 0$, $x \to \infty$ бўлганда $T=T_0$, $x=0$, $t>0$

бўлганда $T=T_1$. (2.108)

Қуйидаги тарзда аниқланадиган f (x,t) функцияни кўриб чиқамиз:

$$f(x,t) = (T - T_0) / (T_1 - T_0). \quad (2.109)$$

Унда (2.108) бошланғич ва чегаравий шартлар қуйидаги кўринишда ёзилади:

$x>0$, $t=0$; $t>0$, $x\to\infty$ бўлганда $f=0$; $x=0$, $t>0$ бўлганда $f=1$. (2.110)

Шубҳасиз f(x,t) функция ҳам (2.107) ибородаги иссиқлик ўтказувчанлик тенгламасини, T(x,t) каби қониқтиради, яъни

$$\chi_u \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial t}. \quad (2.111)$$

Кўрилаётган масала ечимини олиш учун Лаплас ўзгартиришини қўллаймиз, бунинг учун (2.III) чап ва ўнг тарафини e^{-st} (S-бирор кўрсаткич) кўпайтирамиз ва уларни нолдан чексизлик оралиғида интеграллаймиз.

Натижада қуйидагини оламиз.

$$\chi_u \int_0^\infty \frac{\partial^2 f}{\partial x} e^{-St} dt = \int_0^\infty \frac{\partial f}{\partial t} e^{-St} dt. \quad (2.112)$$

f (x,t) функцияни Лаплас ўзгартириш F(x,S) функция деб ҳисоблаймиз, бунда

$$F(x,S) = \int_0^\infty f(x,t) e^{-St} dt. \quad (2.113)$$

x ва t ўзгарувчиларни эркинлигини ҳисобга олиб, f (2.111) функцияни интеграл белгиси остида дифференциялаш мумкин, (2.113) тенгламадан, S - бирор кўрсаткичлигини [illegible] ҳолда, қуйидагини оламиз

$$\frac{d^2F}{dx^2} = \int_0^\infty \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} e^{-St} dt. \quad (2.114)$$

(2.112) иборани ўнг тарафини интеграллашдан сўнг

$$\int_0^\infty \frac{\partial f}{\partial t} e^{-St} dt = \int_0^\infty - f(x,t) e^{-St} + \int_0^\infty f(x,t) e^{-St} dt = SF(x,S). \quad (2.115)$$

(2.115) тенгламадаги биринчи ҳад нолга тенг, чунки юқори чегарада экспонентани нолга интилиши сабабли, пастки чегарада эса масала шарти f(x,0)=0 бўлгани учун у нолга тенг.

(2.112) тенгламани (2.115) қўямиз

$$\chi_u \frac{d^2F}{dx^2} - SF = 0. \quad (2.116)$$

(2.116) тенгламанинг ечими қуйидагича кўриниш олади

$$F = Ce^{-\sqrt{\frac{S^x}{\chi_u}}}. \quad (2.117)$$

Интеграллаш ўзгармасини C аниқлаш учун (2.110) тенгламадаги чегаравий шартни бажарамиз. Аввал F (0,S) нинг тенглигини аниқлаймиз. (2.110) чегаравий шартидан

$$F(0,S)=\int_0^{\infty} f(0,t)e^{-St}dt=\int_0^{\infty} e^{-St}dt=\frac{1}{S}. \qquad (2.118)$$

Бунда

$$F(x,S)=\frac{e^{-\sqrt{\frac{S}{\chi}}x}}{S}. \qquad (2.119)$$

f (x, t) функциясини уни F(x, s) кўриниши орқали оригинал функциялар жадвалларидан ва уларни Лаплас бўйича тасвирларидан топамиз:

$$f(x,t)=1-\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\frac{x}{2\sqrt{\chi t}}} e-Z^2dZ=1-\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\chi t}}\right). \qquad (2.120)$$

Ниҳоят, x=0 чегарада иссиқликни кўчириш тезлиги учун иборани оламиз. Келтирилган ечимдан (2.106) инобатга олиб топамиз

$$q_u|_{x=0}=-\lambda_u\frac{\partial T}{\partial x|_{x=0}}=-\lambda_u\Delta T_1\frac{\partial f}{dx|_{x=0}}=\lambda_u\Delta T_1\frac{e^{-\frac{x^2}{4\chi_u t}}}{\sqrt{\pi\chi_u t}|_{x=0}}=\frac{\lambda_u\Delta T_1}{\sqrt{\pi\chi_u t}};\ \Delta T_1=T_1-T_0 \qquad (2.121)$$

x=o чегарада стерженни S кесим юзасидан ўтаётган иссиқлик оқими q_u

$$q_u=\frac{\lambda_u\Delta T_1 S}{\sqrt{\pi\chi_u t}}. \qquad (2.122)$$

3. Бир хил чексиз ёйилган, қалинлиги h, текис қатламда жойлашган нуқтали сарфга таранглик режимида ўзгармас дебит q билан суюқлик (нефть) оқимини кўриб чиқамиз. Сарф координатлар марказида жойлашган ва унга қатламдаги оқим радиал. Вақтнинг бошланғич пайтида t = o , қатлам босими ўзгармас ва $P_т$ тенг. t>o бўлганда нуқтали сарф орқали қатламдан дебити q=const нефть олинмоқда, қатлам босими $P_т$ тенг ва фақат r→∞ бўлганда сақланиб қолади. Қатламдаги босимни хоҳлаган вақт пайти учун тақсимотини аниқлаш керак.

Кўрилаётган ҳолат учун қатламда сизилаётган модда массасининг узлуксизлик тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\partial(\rho\upsilon)}{\partial r}+\frac{\rho\upsilon}{r}+\frac{\partial(m\rho)}{\partial t}=0. \qquad (2.123)$$

Дарси қонунини ва қатлам сиқилувчанлигини (қатлам коллекторини ва уларни тўйинтирувчи суюқликларни сиқилувчанлигини) инобатга олиб, (2.123) фойдаланиб таранглик режими тенгламасини қуйидаги кўринишда оламиз:

$$\frac{k}{\mu}\left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial r}\right)=\beta\frac{\partial p}{\partial t};$$

$$\beta=\beta_*+m\beta_{нс}, \qquad (2.124)$$

бу ерда: β_* ва $\beta_{нс}$ - мос равишда қатлам коллекторининг ва қатламни тўйинтирувчи суюқликнинг сиқилувчанлиги. Қолган шартли белгилар юқорида Дарси қонуни иборасида қабул қилинганлар билан бир хил. f(r,t) функциясини қуйидаги кўринишда киритамиз:

$$f=\frac{2\pi kh(\rho_т-p)}{q\mu} \qquad (2.125)$$

ва уни (2.124) иборага қўямиз. Натижада қуйидагини оламиз:

$$\chi\left(\frac{\partial^2 f}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial r}\right)=\frac{\partial f}{\partial t}. \qquad (2.126)$$

Бу ерда: χ - қатламни пьезоўтказувчанлиги. Сарф нуқтали (r→o) бўлгани сабабли, унинг учун қуйидаги чегаравий шартга эгамиз:

$$q = \frac{2\pi kh}{\mu}\left(r\frac{\partial p}{\partial r}\right)_{r\to 0} = -q\left(r\frac{\partial f}{\partial r}\right)_{r\to 0}.$$

Натижада, чегаравий ва бошланғич шарт қуйидагича бўлади.

$$\left(r\frac{\partial f}{\partial r}\right)_{r\to 0} = -1;\ f(r,0) = 0. \quad (2.127)$$

Масалани кўрилаётган ечими фақат битта ўзгарувчига $\xi = r/\sqrt{\chi t}$

боғлиқлиги маълум. Бундай ҳолларда ечим автомоделли, яъни ўзига ўзи ўхшаш, деб ҳисоблашади. Шунинг учун f = f (ξ).

Демак,

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -f'\frac{r}{2t\sqrt{\chi t}};\quad \frac{\partial t}{\partial r} = f'\frac{1}{\sqrt{\chi t}},\quad \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} = f''\frac{1}{\chi t'}. \quad (2.128)$$

Ҳосилаларни ушбу қийматларини (2.126) асосий иборага қўямиз.

$$U' + \frac{U\xi}{2} = 0,\ U = f'\xi. \quad (2.129)$$

(2.127) фойдаланиб қуйидаги шартларга эга бўламиз. $\xi \to \infty$ бўлганда f=0;

$$\left(\xi\frac{df}{d\xi}\right)_{\xi\to 0} = -1. \quad (2.130)$$

(2.129) тенгламани ечими (2.130) шартлар бажарилганда

$$f(\xi) = \int_{\xi}^{\infty}\frac{e^{-\frac{\xi^2}{4}}}{\xi}d\xi = \frac{1}{2}\int_{z}^{\infty}\frac{e^{-z}dZ}{Z},\ Z = \frac{\xi^2}{4}. \quad (2.131)$$

(2.131) иборани (2.135) қўйиб якуний натижани оламиз.

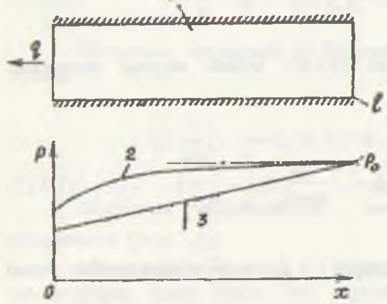
$$P_1 - P = -\frac{q\mu}{4\pi kh}\int_{z}^{\infty}\frac{e^{-z}}{z}dz = -\frac{q\mu}{4\pi kh}E_i\left(-\frac{r^2}{4\chi t}\right). \quad (2.132)$$

$-E_i\left(-\frac{r^2}{4\chi t}\right)$ функцияси $0 \le Z \le \infty$ бўлганда мусбат, аммо $z \to 0$ у чексиз ўсиб боради. Ушбу функцияни таранглик режимида ва якуний радиуси $r = r_к$ бўлган кичик манбага, яъни бурғ қудуқларига, суюқлик оқими ҳолатида босимни тахминий ҳисоблашда фойдаланиш мумкин. $-E_i\left(\frac{r^2}{4\chi t}\right)$ функция қийматларини мос жадваллардан аниқлаш мумкин.

4. Қалинлиги h ва кенглиги в, иккита бурғ қудуқлари қатори билан чегараланган тўғри чизикли бир хил қатламга (2.28–расм) эга бўлайлик. Бурғ қудуқлари қаторининг бири x=0 вертикал кесимда, иккинчиси - қатламни x=l кесимида жойлашган бўлсин. Вақтнинг бошланғич пайтида (t=0) босим қатламнинг ҳамма қисмида бир хил, P_o тенг.

Бу босим x=l қаторда t > 0 бўлганда ўзгармас ушлаб турилади. Вақтнинг t=0 пайтида қатламдан (x=0 қатордан) ўзгармас дебит q билан нефт олиш бошланади. Қатлам таранглик режимида ишлайди. Ушбу чегараланган қатламда, t>0 бўлганда, босимни тақсимотини аниқлаш талаб этилади.

Бу масалани ечишга киришишдан олдин, қатламдаги босимни қайта тақсимот моҳияти бўйича, олдинги масаладаги, таранглик режими тенгламаси билан таърифланишини эслатиб ўтамиз. Аммо, кўрилаётган ҳолатда у қуйидаги, нисбатан содда кўринишга эга:



2.28 - расм. Узунлиги ℓ тўғри чизикли қатламда таранглик режимида босимни қайта тақсимот графиги: 1-қатлам; 2-босимни барқарорлашмаган тақсимоти; 3- босимни барқарорлашган тақсимоти.

$$\chi \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{\partial p}{\partial t}. \qquad (2.133)$$

Масалани ечишни қулайлаштириш учун ўлчамсиз координаталарни киритамиз:

$$\xi = x/\lambda, \; \tau = \chi t/\lambda^2. \qquad (2.134)$$

(2.134) ва (2.133) фойдаланиб қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial^2 p}{\partial \xi^2} = \frac{\partial p}{\partial \tau}. \qquad (2.135)$$

Масала шартларига кўра (2.135) тенглама учун бошланғич ва чегаравий шартлар қуйидаги кўринишга эга

$$P(\xi,0) = P(\lambda,\tau) = P_0; \qquad (2.136)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \xi}\Big|_{\xi=0} = \frac{q\mu l}{kbh}$$

Масалани қўйилишидан, $t \to \infty$ қатламдаги босим тақсимоти барқарорлашишга интилади

$$P_0 - P = \frac{q\mu\lambda}{kbh}(1-\xi) \qquad (2.137)$$

$\xi = 0$ бўлганда

(2.137) ибoрадан $\frac{q\mu\lambda}{kbh} = P_0 - P_1$.

Келтирилган мулоҳазага кўра масала ечимини қуйидаги кўринишда тониш қулайроқ

$$P_0 - P(\xi,\tau) = (P_0 - P_1)(1-\xi) - (P_0 - P_1) f(\xi,\tau). \qquad (2.138)$$

Бунда $f(\xi,0) = 1 - \xi$; $f(1,\tau) = 0$;

$$\frac{\partial f}{\partial \xi}\Big|_{\xi=0} = 0. \qquad (2.139)$$

Масалани ечиш учун Фурье методини қўллаймиз, унга кўра

$$f(\xi,\tau) = \varphi(\tau)\psi(\xi). \qquad (2.140)$$

(2.140) иборани (2.138) ва кейин бошланғич (2.135) - тенгламага қўйиб, қуйидагини оламиз.

$$\varphi'\psi = \psi''\varphi. \qquad (2.141)$$

(2.141) қуйидаги келиб чиқади

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\psi''}{\psi} = c = \text{const}\,. \qquad (2.142)$$

(2.142) тенгламани ечиб, бошланғич ва чегаравий шартларни бажариб, масалани қуйидаги ечимига келамиз.

$$P_0 - P(\xi,\tau) = (P_0 - P_1)(1-\xi) - \frac{8(P_0 - P_1)}{\pi^2}\sum_0^{\infty}\frac{1}{(2n+1)^2}e^{-\left[\frac{(2n+1)^2\pi^2}{4}\tau\right]}\cos\frac{2n+1}{2}\pi\xi, \qquad (2.143)$$

$n=0,\ 1,\ 2...$

Бунда Фурьенинг машҳур қаторга ёйишидан фойдаланилди:

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

(2.143) ибордан, бири ҳайдовчи, иккинчиси-олувчи, иккита бурғ қудуқлари орасида қатламда босимни барқарор тақсимотини ҳосил бўлиш вақтини аниқлаш мумкин.

Тақрибий методлар

Тақрибий ҳисоблаш методларидан нефть конларини ишлаш назариясида Ю.П.Борисовнинг эквивалент сизилиш қаршиликлари ва Г.И. Баренблаттнинг интеграли нисбатлар методлари кенг тарқалган. Ю.П.Борисов методини бурғ қудуқлари бўлган текис қатламларда барқарорлашган суюқлик оқимини ҳисоблашда фойдаланилади. Г.И.Баренблатт методини эса таранглик режимида суюқлик босимини қайта тақсимотини ва нисбатан камдан-кам ҳолларда диффузия, иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция масалаларини ечишда фойдаланилади. Интеграли нисбатлар методи фақат бир ўлчамли масалаларни ҳал этиш учун яхши ишлаб чиқилган.

Аввал эквивалент сизилиш қаршиликлари методини кўриб чиқамиз. (2.104) иборани қуйидаги кўринишда ёзиб оламиз:

$$P_т - P_к = \frac{q\mu\left(L + \frac{G}{\pi}\ln\frac{G}{\pi r_к}\right)}{2Gkh} = q\left(\frac{\mu L}{2Gkh} + \frac{\mu\ln\frac{G}{\pi r_к}}{2\pi kh}\right) \qquad (2.144)$$

(2.144) иборанинг қавс ичидаги, биринчи ҳади суюқликни кенглиги 2G тасмада 0 дан L гача масофадаги ҳаракатидаги сизилиш қаршилигини хусусиятлайди, иккинчи ҳади - суюқликни чегараси $r_т=G/\pi$ айланадан радиуси $r_к$ доирагача радиал ҳаракатидаги сизилиш қаршилигини таърифлайди. Ю.П.Борисов $\rho_т = \frac{\mu L}{2Gkh}$ - ташқи ва $r_к = \mu\ln\frac{G}{\pi r_к}(2\pi kh)$ - ички сизилиш қаршилиги деб атади ҳамда барқарорлашган текис сизилиш оқимларининг нисбатан мураккаб ҳолатларида ҳақиқий сизилиш қаршилигини ташқи ва ички эквивалентларга бўлиш мумкин деб тахмин қилди.

Эквивалент сизилиш қаршиликлари методи турли ишлаш системаларида амалиёт учун етарли даражадаги аниқлик билан қатламлардаги дебит ва босимни ҳисоблаш имконини беради.

Бурғ қудуқларини жойлашиши 2.29-расмда келтирилган схемаси учун бир қаторли ишлаш системасини кўриб чиқамиз. Бунда қалинлиги h бўлган қатламдан нефтни сув поршенли сиқиб чиқармоқда. Қатлам шароитидаги нефтнинг қовушқоқлиги $\mu_н$, сувники - $\mu_с$. Қатламни мутлақ ўтказувчанлиги K, нефть ва сув учун нисбий ўтказувчанликлар мос равишда $K_н$ ва $K_с$ тенг, ва нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш моделига асосан ўзгармас, олиш бурғ қудуғи радиуси $r_{ок}$, ҳайдаш бурғ қудуғи радиуси $r_{ҳк}$. Сув нефтни сиқиб чиқариш жараёнининг $t=t_1$ вақти пайтида ҳайдаш бурғ қудуғидан G/π масофага етиб борди (2.29 - расм). Бунда олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқлари орасидаги масофа бир хил. Битта олиш бурғ қудуғининг дебити битта ҳайдаш бурғ қудуғининг сарфи билан баробар, ўзгармас ва q тенг. Олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқлари орасидаги босим фарқини аниқлаш керак бўлсин.

2.29 - расмда штрих билан ажратилган, кенглиги в=2G, қатламни битта элементидаги оқимни кўриб чиқамиз. Ҳайдаш бурғ қудуғидан $r_т=G/\pi$ масофадаги босимни $P'_х$ билан белгилаймиз. Масала шарти ва Дюпюи иборасидан келиб чиқиб

$$q=\frac{2\pi k K_c h(P_б - P'_х)}{\mu_c \ln\frac{G}{\pi r_{хк}}}.$$

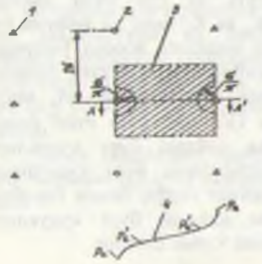
Эквивалент сизилиш қаршиликлари методига асосан кўраётган элементдаги оқим учта қисмдан иборат: радиуси $r_{х.к}$. ҳайдаш бурғ қудуғидан радиуси G/π πчегарагача радиал (сув) оқими; босим $P'_х$ бўлган, x=0 қудуқлар қаторидан, босим $P'_к$ бўлган, x=ℓ қудуқлар қаторига тўғри чизиқли (нефть) оқими; босим $P'_х$ бўлган радиуси G/π чегарадан радиуси $r_{ок}$ олиш қудуқларига радиал (нефть) оқими.

Симметрияни инобатга олиб тўғри чизиқли оқим q/2 сарфга тенг (ҳайдаш бурғ қудуғидан суюқлик чап ва ўнг тарафга q/2 сарф билан кетаяпти) деб, қуйидагини оламиз.

$$\frac{q}{2}=\frac{2GKK_н h(P'_к-P'_{ок})}{\mu_н\lambda}.$$

Олиш бурғ қудуғи дебити учун ибора қуйидаги кўринишда бўлади

$$q=\frac{2\pi KK_н h(P'_х-P_{ок})}{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_{ок}}}.$$



2.29 - расм. Бир қаторли ишлаш системаси элементида босимни тақсимот схемаси: 1 - ҳайдаш бурғ қудуқлари; 2- олиш бурғ қудуқлари; 3-бир қаторли ишлаш системаси элементи; 4-АА′ кесимидаги қатлам босими эпюраси.

Юқорида келтирилган ибораларни босимлар фар-

қига нисбатан қуйидаги кўринишда ёзиб чиқамиз

$$P_б-P'_к=\frac{q\mu_c \ln\frac{G}{\pi r_{хк}}}{2\pi KK_c h};$$

$$P'_к-P'_{ок}=\frac{q\mu_н\lambda}{4GKK_н h};$$

$$P'_{ок}-P_{ок}=\frac{q\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_{ок}}}{2\pi KK_c h}.$$

Ушбу ибораларни қўшиб керакли жавобни оламиз

$$P_б-P_{ок}=\frac{q}{2kh}\left(\frac{\mu_c \ln\frac{G}{\pi r_{хк}}}{\pi K_c}+\frac{\mu_н\lambda}{2GK_н}+\frac{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_{ок}}}{\pi K_н}\right). \quad (2.145)$$

Юқорида ечилган иссиқлик ўтказувчанлик назарияси масаласини Г.И.Баренблаттнинг интегралли нисбатлар методи билан ечамиз, унга кўра масалани тақрибий ечими кўп ҳад кўринишига эга. Кейин, тақрибий тақсимот бошланғич дифференциал тенгламани эмас, балки тенгламани чап ва ўнг қисмларини даражаси n бўлган координатага кўпайтириш ва уларни интеғраллаш натижасида олинган, интегралли нисбатларни қониқтиради деб ҳисоблаймиз. Ушбу тақрибий методдан фойдаланилганда, иссиқлик ўтказувчанлик ҳолида температурани ёки таранглик режимида босимни ҳар қандай кичик ўзгариши бир онда тақсимланмайди, балки чегараланган "туғёнланган" зонада юз беради деб қабул қилинади. Кўрилаётган масала учун интегралли нисбат қуйидаги кўринишга эга

$$\chi_u \int_{l_1(t)}^{l_2(t)} x^n \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx = \int_{l_1(t)}^{l_2(t)} x^n \frac{\partial T}{\partial t} dx, \qquad (2.146)$$

бу ерда: n - нолдан бошланган, ҳар қандай, одатда бутун сон.

Биринчи яқинлашиш сифатида n = 0 деб оламиз ва ечимни қуйидаги кўринишда ёзамиз

$$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = A_0 - A_1 \frac{x}{l(t)} + A_2 \frac{x^2}{l^2(t)}. \qquad (2.147)$$

Чегаравий ва бошланғич шартларни бажарамиз, улар масалани тақрибий ечишда, аниқ ечишга нисбатан, бир оз бошқа кўринишга эга, яъни

$$x = \lambda(t) \quad \text{бўлганда} \quad T = T_0; \qquad (2.148)$$
$$x = 0 \quad \text{бўлганда} \quad T = T_1.$$

Ҳар доим $\ell(0)$=0 шарти ҳам бажарилиши керак.

Масалани тақрибий метод билан ечишда қўшимча қуйидаги шарт ҳам бажарилиши керак.

$$\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{x=\lambda(t)} = 0. \qquad (2.149)$$

Келтирилган шартларга амал қилиб, қуйидагини оламиз

$$A_0 = T_1 - T_0 = \Delta T_1;$$

$$A_1 = -2\Delta T_1;$$

$$A_2 = \Delta T_1.$$

Шундай қилиб

$$T - T_0 = \Delta T_1 \left[1 - 2\frac{x}{\lambda(t)} + \frac{x^2}{\lambda^2(t)}\right]. \qquad (2.150)$$

$\ell(t)$ аниқлаш учун n=0, $\ell_1 \to (t)=0$ деб ҳисоблаб (2.150) иборани (2.146) қўямиз. Натижада ушбу тенгламани оламиз

$$G\chi_u dt = \lambda d\lambda.$$

Бундан

$$\lambda = 2\sqrt{3x_u t}, \qquad (2.151)$$

яъни масала ечилди.

x=0 бўлганда иссиқликни олиб кетилиш тезлигини аниқлаймиз

$$\upsilon_u|_{x=0} = -\lambda_u \frac{\partial T}{\partial x|_{x=0}} = \frac{\lambda_u \Delta T_1}{\sqrt{3\chi_u t}}. \qquad (2.152)$$

Келтирилган тақрибий иборани аниқ ечиш ибораси (2.122) билан таққослаймиз ва тақрибий метод билан аниқланган иссиқликни олиб кетилиш тезлиги, аниқ ечимдан $\sqrt{\pi / 3}$ марта, яъни тақрибан 2%, катта эканлигини топамиз.

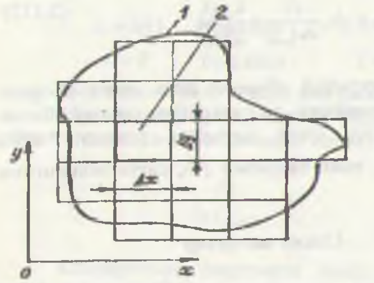
Сонли методлар

Нефт конларини ишлашни ҳисоблашларида кўп ҳолларда якуний фарқли методлар қўлланилади. Бу методлардан фойдаланилганда, нефть конларини ишлаш жараёнларини таърифловчи, дифференциал тенгламалар якуний - фарқли шаклда тасаввур этилади. Якуний фарқли тенгламалар тезкор электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида ҳал этилади. Нефть конларини ишлаш масалаларини аниқ ечимини аниқлаш одатда фақат бир ўлчамли ҳолатлар (тўғри чизиқли ва радиал оқимлар) учун олинади. Қатламларни ишлаш жараёнларини уларни мураккаб геометрик шаклини инобатга олиб ҳисоблаш заруриятида аниқ ва ҳатто тақрибий ечимини топиш имконияти йўқ. Бундай ҳолатларда масала ечимини саноқли методларни

қўллаб ҳал этиш мумкин. Масалан, таранглик режимида босимни қайта тақсимотини мураккаб шаклдаги зонада ҳисоблаш керак бўлсин (2.27-расм). Ушбу икки ўлчамли ҳолатда таранглик режими тенгламаси қуйидагича

$$\chi\left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}\right)=\frac{\partial P}{\partial t}. \qquad (2.153)$$

Текис қатламдаги нефть оқими области x,y, ва z ўқлари бўйлаб ўлчамлари Δx, Δy ва h кўплаб мос катакларга бўлинади. А катакни кўриб чиқамиз, у чексиз бўлинганда (Δx→0, Δy→0) А нуқтага айланади. Бу катакда босим P_{ij} га тенг деб ҳисоблаймиз.



2.30 - расм. Мураккаб шаклли областни якуний - фарқли катакларга бўлиш схемаси: 1-област чегараси; 2-А ячейка

(2.153) тенгламадаги чексиз кичик орттирмаларни якунийлар билан алмаштириш оқибатида ҳосилалар учун ифодалар қуйидагича ўзгартирилади.

$$\frac{\partial P}{\partial x}\to\frac{P_{i+1,j}-P_{ij}}{\Delta x};$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}\to\frac{1}{\Delta x}\left(\frac{P_{i+1,j}-P_{ij}}{\Delta x}-\frac{P_{ij}-P_{i-1,j}}{\Delta x}\right); \qquad (2.154)$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}\to\frac{1}{\Delta y}\left(\frac{P_{i,j+1}-P_{ij}}{\Delta y}-\frac{P_{ij}-P_{i,j-1}}{\Delta y}\right).$$

(2.154) иборани (2.153) тенгламага қўйиб, қуйидаги натижани оламиз

$$\chi\left[\frac{1}{\Delta x}\left(\frac{P_{i+1,j}-P_{ij}}{\Delta x}-\frac{P_{ij}-P_{i-1,j}}{\Delta x}\right)+\frac{1}{\Delta y}\left(\frac{P_{i,j+1}-P_{ij}}{\Delta y}-\frac{P_{ij}-P_{i,j-1}}{\Delta y}\right)\right]=\frac{P^{k+1}_{ij}-P^{k}_{ij}}{\Delta t}. \qquad (2.155)$$

Бу ерда: P^{k}_{ij} - вақтнинг t пайти учун А катакдаги босим; P^{k+1}_{ij} - вақтнинг t+Δt пайти учун А (ўша) катакдаги босим.

Масалани сонли методлар билан ечишда чегаравий ва бошланғич шартлар ҳам мос якуний-фарқли шаклга олиб келади. (2.155) нисбат алгебраик тенгламани ифодалайди. Шундай қилиб, якуний-фарқли методлардан фойдаланилганда дифференциал тенгламалар ўрнига алгебраик тенгламалар ечилади.

Ўхшашлик методлари

2.30 - расмдан олинган, А катакни бир неча марта катталаштирилган ҳолда кўриб чиқамиз. Электрогидродинамик ўхшашлик асосида сизилиш қаршиликларини, 2.31 - расмда кўрсатилгандек, электр қаршиликлари билан алмаштириш мумкин. Ом қонунига биноан, x ва y йўналишларида ток кучи i_x ва i_y учун қуйидаги иборага эга бўламиз.

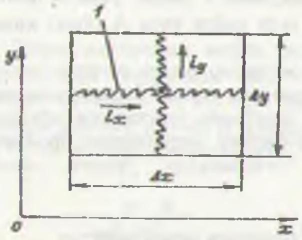
$$i_x=-\frac{S}{\rho}\frac{\Delta U}{\Delta x};\quad i_y=-\frac{S}{\rho}\frac{\Delta U}{\Delta y}, \qquad (2.156)$$

бу ерда: S - электр ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзаси; ρ - солиштирма электр қаршилиги; ΔU - электр кучланиш орттирмаси.

Якуний - фарқли кўринишда берилган, (2.156) иборани Дарси қонуни ибораси билан таққослаймиз

$$\upsilon_x=-\frac{k}{\mu}\frac{\Delta P}{\Delta x};\quad \upsilon_y=-\frac{k}{\mu}\frac{\Delta P}{\Delta y}. \qquad (2.157)$$

Агар суюқлик босимини электр кучланиш, сизилиш тезлигини - электр токи кучи, ҳамда K/μ - S/ρ катталик билан алмаштирсак, (2.156) ва (2.157) иборалар мос келади. Кўрсатилган ўзаро алмашинувчи катталиклар - бир-бирига ўхшашдир. Шундай қилиб, ток кучи сизилиш тезлигига ўхшаш, электр кучланиши U - босимга ўхшаш, электр ўтказувчанлик S/ρ - сизилиш ўтказувчанлигига ўхшаш.



2.31 – расм. А ячейкаси: 1 – электр қаршиликлари.

Таранглик режими ҳолатида қатламни сиқилувчанлигига β электр сиғими C ўхшаш ҳисобланади. Демак, қуйидагини ёзиш мумкин

$$\rho = \bar{a}U; \quad \frac{k}{\mu} = \bar{в}\frac{S}{\rho}; \quad \beta = \bar{c}C, \qquad (2.158)$$

бу ерда: $\bar{a}$, $\bar{в}$ ва $\bar{c}$-мутаносиблик коэффициентлари.

(2.158) иборани таранглик режими тенгламасига қўйиб қуйидагини оламиз

$$\frac{\bar{в}\bar{c}S}{\rho C}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right) = \frac{\partial U}{\partial t}. \qquad (2.159)$$

(2.159) тенглама билан таърифланувчи жараёнларни, электрогенераторлар деб аталувчи, махсус қурилмаларда моделлаштириш мумкин. Бунда ҳар бир катакка мос электр қаршилиги ва электр сиғими уланади. (2.158) иборалар билан, электрогенераторларда экспериментал аниқланган, электр кўрсаткичлари мос сизилиш кўрсаткичларига қайта ҳисобланади.

Назорат саволлари

1. Қатламлар моделларини таснифи ҳақида сўзлаб беринг.
2. Дарзли қатламни дарзли ўтказувчанлигини аниқловчи иборани келтириб чиқаринг.
3. Дарзли ўтказувчанлик, дарзлар зичлиги ва дарзли ғоваклик орасидаги боғлиқликни топинг.
4. Геологик - геофизик тадқикотлар маълумотлари асосида қат-қат ҳар хил қатлам моделини қуриш методикасини тушунтириб беринг.
5. Мутлоқ ўтказувчанликни зичлик ва логарифмик нормал тақсимот қонуни ибораларини ёзинг ва тушунтириб беринг.
6. Мутлоқ ўтказувчанликни зичлик ва гамма-тақсимот қонуни ибораларини ёзинг ва тушунтириб беринг.
7. Нефть ва газ конларини ишлаш жараёнларини моделлаштиришда табиатнинг қайси фундаментал қонунларидан фойдаланилади. Улар қандай тенгламалар кўринишида ифодаланади?
8. Газ ва суюқ фазалар учун моддаларни тақсимот коэффициентини (“ўзгармас тенглик”) тушунтириб беринг.
9. Қатлам жинси ғоваклигини ўртача нормал кучланишдан боғлиқлик иборасини ёзинг. Бу боғлиқликдан қайси назарияда фойдаланилади?
10. Кучланишни вертикал таркиби (вертикал тоғ босими), ўртача нормал кучланиш ва қатлам босими орасидаги боғлиқлик ҳақида сўзлаб беринг. Бу боғлиқликдан қайси назарияда фойдаланилади?
11. Бир хил чексиз қатламда нуқтали сарфга суюқлик оқими ҳолатида қатлам босимини тақсимоти учун иборани келтириб чиқаринг.
12. Бир қаторли ишлаш системаси элементидаги бурғ қудуғи дебити иборасини эквивалент сизилиш қаршиликлари методи билан келтириб чиқаринг.

III боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ТАБИИЙ РЕЖИМЛАРДА ИШЛАШ

§ 1. Таранглик режимини намоён бўлиши

Нефть конини таранглик режимида ишлаш - ер тагидан нефтни чиқариб олиш жараёни, қатлам босими тўйиниш босимидан катта бўлган, босим майдонлари ва нефть ва сув ҳаракат тезлиги, қатламни тўйинтирувчи, ҳамда чегара ташқарисидаги сувлар беқарор, вақт давомида қатламни ҳар бир нуқтасида ўзгарувчан, шароитларда амалга оширилади.

Таранглик режими, нефть олиш бурғ қудуқларини дебити ёки ҳайдаш бурғ қудуқларига ҳайдалаётган сув сарфи ўзгарувчан, ҳамма ҳолатларда намоён бўлади. Бироқ қатламни нефтли қисми майдонида барқарор режим бўлганда ҳам, масалан, конни чегара ташқарисига сув бостиришни қўлланилиб ишлаш жараёнида, чегара ташқарисидаги зонада таранглик режими ҳисобига босимни қайта тақсимланиши юз беради. Физик нуқтаи назаридан таранглик режими жинсларни ва уларни тўйинтирувчи суюқликларни сиқилувчанлиги ҳисобига юз берувчи, қатламни таранглик энергиясини сарф бўлиши ёки тўлдирилишидир.

Олиш бурғ қудуғини ишлатишга туширилганда ундаги босим қатламдагига нисбатан камаяди. Нефть олиш давом этган сари бурғ қудуғи туби атрофида таранглик энергиясининг заҳираси камаяди, яъни нефть ва жинслар аввалдагидан камроқ сиқилган бўлиб боради. Қатламдан нефть олишни давом эттирилиши таранглик энергияси заҳирасининг яна ҳам сарфланишига ва натижада, қудуқ атрофидаги депрессия воронкасининг кенгайишига олиб келади.

Қатлам босимини тўйиниш босимигача камайишида нефтдан унда эриган газ ажралиб чиқа бошлайди ва қатлам режими ўзгаради - таранглик режими эриган газ ёки газ босими режими билан алмашади.

Таранглик режими назариясидан нефть конларини [illegible] билан боғлиқ бўлган қуйидаги асосий масалаларни [illegible] фойдаланилади.

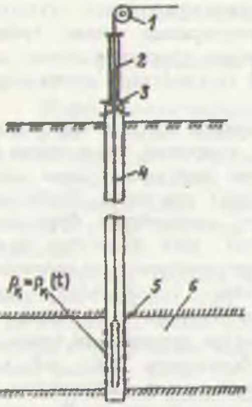
1. Бурғ қудуғини ишлатишга туширишда, тўхтатишда [illegible] режимини ўзгартиришда унинг тубидаги [illegible] аниқлашда, ҳамда қатлам кўрсаткичларини аниқ-[illegible] бурғ қудуқлари тадқиқотлари натижаларини [illegible].

Таранглик режими назарияси асосида нефть конла-[illegible] амалиётида кенг тарқалган, тўхтатилган бурғ [illegible] босимни тикланиш эгрилари бўйича қатлам [illegible] аниқлаш методи яратилган. Ушбу метод [illegible] бўйича тадқиқот қилинаётган бурғ қудуғи [illegible] дебит q билан, унга келаётган оқимни [illegible] ёки барқарорлашишига яқинллашишга [illegible] ишлатилади. Кейин, унинг тубига вақт t [illegible] бурғ қудуғи тубидаги босимни ўзгаришини қайд [illegible], чуқурлик манометри туширилади (расм 3.1). [illegible], шартли равишда бошланғич (t=0) деб қабул қилинувчи, қандайдир пайтида тадқиқот қилинаётган бурғ [illegible]. Унинг тубидаги босимни $P_к$, шартли [illegible] қабул қилинган қатлам $P_ч$ (чегара) босимигача [illegible] ортиши бошланади. Шартли қатлам $P_ч$ (чегара) [illegible] сифатида икки бурғ қудуғи орасидаги масофанинг [illegible] қатлам босими қабул қилинади. Бунда ҳар бир [illegible] қилинаётган бурғ қудуғида босим ўзига хос тарзда [illegible] мумкин. Қатлам босимини тикланиш эгриси $P_к = P_к(t)$ олингандан сўнг, таранглик режими назариясининг [illegible] масаласини ечиш асосида қатламни ўтказувчанлиги ва [illegible] аниқланади. 3.2-расмда қудуқ туби [illegible] тикланиш эгрисини, $P_к = P_к(\lg t)$ боғлиқ кўрини-[illegible], амалиётда учрайдиган типик тасвири келтирилган.

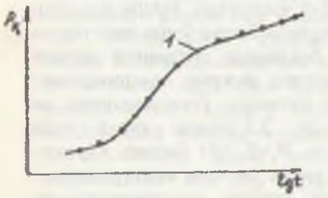
2. Қатламдаги босимни қайта тақсимотини ва [illegible] ишлатилаётган бошқа бурғ қудуқларини ишла-[illegible] тушириш - тўхтатиш ёки иш режимини ўзгартириш [illegible], тадқиқот бурғ қудуқлари тубидаги босимни мос [illegible] ҳисоблашда.

Ушбу ҳисоблашлар, қисман қатламни "гидроэши-[illegible]" маълумотларини изоҳлашда фойдаланилади. Қатламни "[illegible]" қуйидагича амалга оширилади. Вақтнинг t=0

пайтида А бурғ қудуғи q_A дебит билан ишга туширилиши амалга оширилади (3.3 - расм).



3.1 - расм. Бурғ қудуғини босимни тикланиш методи билан тадқиқотлашдаги схемаси: ер ости қурилмасининг ролиги; 2-арқон (кабел); 3-сурма зулфин (задвижка); 4-бурғ қудуғи; 5-чуқурлик манометри; 6-қатлам.



3.2 – расм. Бурғ қудуғи туб босимининг тикланиш эгриси: 1 – чуқурлик монометри билан ўлчанган бурғ қудуғи тубидаги босим нуқталари.

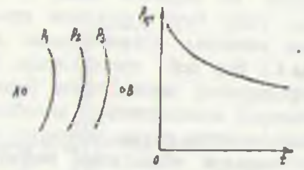
Дастлаб тубига чуқурлик манометри туширилган. тўхтатилган В бурғ қудуғи тубидаги босими ўзгариши $P_{кт}$-$P_{кт}(t)$ қайд этилади. 3.3 - расмнинг чап тарафида қатлам босимини пасайиш “тўлқинлари” ($P_1<P_2<P_3$), ўнг тарафида эса эшитилаётган бурғ қудуғида, амалиётда учрайдиган типик босимни пасайиш эгриси келтирилган. Босимни пасайиш $P_{кт}=P_{кт}(t)$ тезлиги ва амплитудаси орқали А ва В бурғ қудуқлари

орасидаги қатлам қисмини ўртача ўтказувчанлигини ва пьезоўтказувчанлигини баҳолаш мумкин. Агар В бурғ қудуғида босимни ўзгариши юз бермаса, яъни А бурғ қудуғидан етиб келмаса, ушбу бурғ қудуқлари орасида ўтказмас тўсиқ (тектоник силжима, ўтказувчанмас жинс ётқизиқлари зонаси ва ш.к.) бор деб ҳисобланади. Бурғ қудуқлари орасидаги гидродинамик боғлиқликни ўрнатиш таъсир билан қатламни қамраб олинганлигини ҳисоблашда ва уни ишлашини тартиблаштиришда муҳим аҳамиятга эга.

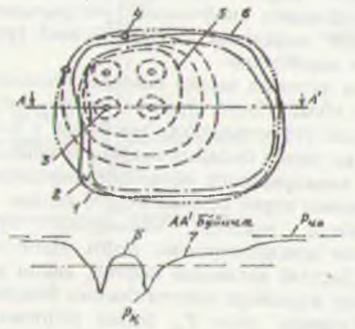
3. Конни чегара ташқари областидан нефтлилик қисмига вақт давомида кириб келаётган сув ҳажми берилганда конни бошланғич нефтлилик чегарасидаги босимни ўзгаришини ёки нефтлилик майдони бўйлаб ўрта меъёр қатлам босимини ҳисоблашда.

Агар нефть кони қатламга таъсир этмасдан ишлашда ва бу кон кенг сувли област билан ўралган, ҳамда сувли областдаги жинслар яхши ўтказувчанликка эга бўлса, у ҳолда конда нефть олиш ва ундаги босимни пасайиши ишлашдаги қатламга чегара ташқарисидаги областдан нефтлилик қисмига жадал сув оқимини кириб келишига олиб келади.

3.4-расмда табиий режимда ишлашдаги, бурғ қудуқлари тенг ўлчамли жойлаштирилган, нефть конининг схемаси кўрсатилган. Дастлаб қатламдан нефтни, кейин эса нефтни сув билан олиш жараёнида қатлам босими бошланғичга $P_{чо}$ нисбатан ўзгаради, аммо $P_{чо}$ босим нефтлилик чегарасидан доимо узоқлашиб борувчи қандайдир масофадаги сувли қисмда сақланиб қолади. Ушбу расмнинг пастки қисмида қатламни АА′ чизиғи бўйлаб кесимидаги қатлам босимининг эпюраси кўрсатилган. Эпюрадан кўриниб турибдики, ташқи 1 ва ички 2 нефтлилик чегаралари атрофида, нефть ва сувни бирга сизишида, сизиш қаршилигининг ортиши натижасида қатлам босими кескин камаяди, кейин эса майдон бўйлаб текис ўзгаради. Бурғ қудуқлари 3 атрофида, табиийки, депрессия воронкалари ҳосил бўлади ва бурғ қудуқларидаги туб босим $P_к$ тенг. Изобараларни 5 (тенг қатлам босими чизиқлари) тузиб, ўрта меъёр қатлам босимини (3.4 - расм) аниқлаш мумкин. Ўрта меъёр қатлам босими Р конни табиий режимда ишлаш жараёнида вақт давомида камайиб беради. Агар нефтлилик чегараси атрофида кузатувчи (пьезометрик) қудуқлар 4



3.3 - расм. Эшитилаётган бурғ қудуғида босимни пасайиш эгриси

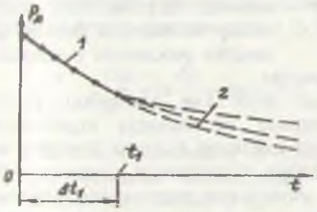


3.4 - расм. Нефть конини ва қатлам босимини ўзгариш схемаси: 1-нефтлиликни ташқи чегараси; 2-нефтлиликни ички чегараси; 3-олиш бурғ қудуқлари; 4-пьезометрик бурғ қудуқлари; 5-изобаралар; 6 – нефтлиликни шартли чегараси; 7-конни АА' кесими бўйлаб қатлам босимининг эпюраси.

бўлса, пьезометрик бурғ қудуқлари қандайдир шартли нефтлилик чегарасида 6, деб ҳисоблаб, бу қудуқларда чегарадаги босимни $P_ч$ ўзгариши ўлчанади. Шундай қилиб, ўрта қатлам $\bar{P}=P(t)$ ёки чегара босимини $P_ч=P_ч(t)$ вақт давомида ўзгаришини қараб чиқиш мумкин. Нефть уюмидан суюқлик олиш асосида, таранглик заҳирасининг ўзгаришига тузатишлар киритиб, қатламни чегара ташқарисидаги қисмидан олинаётган сув ҳажмини $q_{сч}$ вақт давомида ўзгаришини аниқлаш мумкин. Кейин тақрибан қатламни чегара ташқарисидаги областдан сув олиш суръати нефть уюмидан суюқлик олиш суръатига $q_{нс}=q_{нс}(t)$ тенг деб ҳисобласа бўлади.

Масалан, конда пьезометрик бурғ қудуқлари бўлсин ва конни бошланғич ишлаш даврида Δt_1 чуқурлик ўлчашлари орқали улардаги босимни ўзгариши $P_я=P_я(t)$ аниқланган. $P_я=P_я(t)$ амалдаги ўзгариши 3.5 - расм, $q_{нс}=q_{нс}(t)$ бошланғич даврда Δt_1 ва конни тўлиқ ишлаш давридаги ўзгариши 3.6 - расмда, кўрсатилган. Табиийки, ишлашни бошланғич даврида Δt_1 кондан олинаётган суюқлик, уни бурғулаш ва бурғ қудуқларини ишлатишга тушириш натижасида ортиб боради. Ушбу давр учун чегарадаги босимни $P_я$ ҳақиқий ўзгариши аниқланган. $t>t_1$ бўлганда кондан суюқлик олиш, бошланғич даврга нисбатан бошқача ўзгаради: у аввал барқарорлашади, ишлашни охирги даврида эса пасайди.

Шунинг учун ишлашни бошланғич даврида Δt_1 олинган $P_я=P_я(t)$ боғлиқликни эктрополяция қилиб $P_я(t)$ ўзгаришини олиш мумкин эмас, чунки $t>t_1$ суюқлик олиш суръати ўзгаради. $P_я=P_я(t)$ ўзгаришини таранглик режими назариясининг мос масаларини ечиш асосида башорат қилинади.



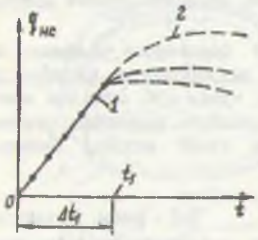
3.5 - расм. $P_я$ вақтга t боғлиқлиги: 1-Δt_1 даврда ҳақиқий (пьезометрик бурғ қудуқларида ўлчанган) чегаравий босим $P_я$; 2 - $q_{нс}(t>t_1)$ турлича бўлганда $P_я$ ўзгаришини эҳтимолли вариантлари.

4. Конни сув бостириш усули билан ишлашга ўтилганда ёки, агар нефтлилик чегарасидаги босим берилганда, чегара ташқарисига оқиб кетаётган сувни ҳисоблашда, қатламни нефтлилик чегарасидаги босимни тикланишини аниқлашда.

Агар нефть кони вақтнинг қандайдир пайтида чегара ташига сув бостириб ишлашга ўтилса, у ҳолда чегара ташқари областидан нефтлилик қисмга кириб келаётган сув оқими камаяди, чунки нефтни қатламдан сиқиб чиқариш қатламга ҳайдалаётган сув ҳисобига амалга оширилади.

Ҳайдаш чизиғида босимни кўтариш натижасида чегара ташқари областидан конни нефтга тўйинган қисмига кириб келаётган сув оқими аввал тўхтайди, кейин эса қатламга ҳайдалаётган сув чегара ташқари областига чиқиб кета бошлайди.

Чегара ташқари областига сувни чиқиб кетишини ҳисоблашда таранглик режимини масаласини ечиш керак бўлиши мумкин. Бунда, ҳайдовчи бурғ қудуқлари чегарасидаги (3.7-расм.) босим $P_в$ берилган бўлиб қатламни чегара ташқари областига чиқиб катаётган сув сарфини аниқлаш талаб этилади.

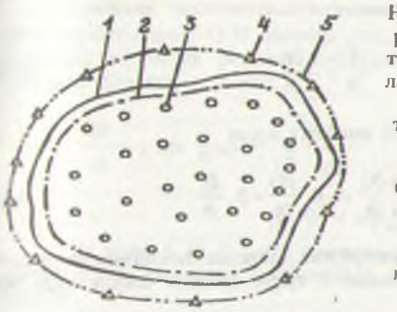


3.6 - расм. $q_{нс}$ вақтга t боғлиқлиги: 1-Δt_1 даврда $q_{нс}$ ҳақиқий ўзгариши; 2- $t>t_1$ бўлганда $q_{нс}$ эхтимолли ўзгариш вариантлари.

5. Қатламга сув бостириш билан таъсир этишда ишлаш системасининг қайсидир элементида барқарорлашган режимини бошланишигача бўлган вақтни аниқлашда.

Нефть кони қатлам ичра сув бостириш усули қўлланиб бир қаторли ишлаш системасида ишлатишга киритилган бўлсин. Вақтнинг қайсидир пайтида биринчи ва иккинчи ҳайдаш бурғ қудуқлари тўхтатилсин, вақтнинг t=0 пайтида эса улар яна қайта ишлатишга туширилсин. Одатда, нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнлари, таранглик режимида босимни қайта тақсимланиш жараёнларига нисбатан, секинроқ юз беради.

Шунинг учун, ҳайдаш қаторлари ишга туширилгандан кейин ўтган қандайдир вақтдан сўнг олиш ва ҳайдаш қаторлари орасида қатламда босимни секин ўзгарувчан тақсимланиши бошланади (қатламга ҳайдалаётган сув сарфи ва ундан олинаётган суюқлик олиш ўзгармас бўлганда), яъни таранглик режими тамом бўлади ва деярли барқарорлашган режим яратилади, деб ҳисобласа бўлади.



3.7 – расм. Нефть конини чегара ташига сув бостириш усулини қўллаб ишлаш схемаси: 1 - нефтлиликни ташқи чегараси; 2 - нефтлиликни ички чегараси; 3 - олиш бурғ қудуқлари; 4 - ҳайдаш бурғ қудуқлари; 5 - ҳайдаш бурғ қудуқлари чегараси.

Таранглик режимини мавжудлик вақти ҳам таранглик режими назарияси асосида аниқланади.

Нефть конларини таранглик режимида ишлаш жараёнлари кўрсаткичларини ҳисоблаш учун, дастлаб ушбу режим учун дифференциал тенгламаларни олиш керак, уларни келтириб чиқаришда сизилишдаги модда массаси-нинг узлуксизлик тенгламасидан фойдаланилади

$$\rho\frac{\partial m}{\partial t}+m\frac{\partial\rho}{\partial t}+\operatorname{div}\rho\upsilon=0\cdot \qquad (3.1)$$

Қатлам ғоваклигини m ўртача нормал кучланишдан G тўғри чизиқсиз боғлиқликка эга эканлиги 2 бобда таъкидланган эди. Бироқ G катталиги 10МПа гача бўлганда ғовакликни ўртача нормал кучланишдан боғлиқлигини тўғри чизиқли деб қабул қилса бўлади

$$m=m_0-\beta_z(G-G_0)\,. \qquad (3.2)$$

Бу ерда: β_z - қатламдаги ғовак муҳит сиқилувчанлиги; G_0 - бошланғич ўртача нормал кучланиш.

Вертикал йўналиш бўйлаб тоғ босими $P_т$, ўртача нормал кучланиш G ва (ғоваклик ичидаги) қатлам босими

орасидаги боғлиқликлардан фойдаланиб, P_r=const бўлганда, қуйидаги иборани оламиз

$$\frac{\partial G}{\partial t}=-\frac{\partial P}{\partial t}. \qquad (3.3)$$

(3.2) ва (3.3) инобатга олсак

$$\frac{\partial m}{\partial t}=\frac{\partial m}{\partial G}\frac{\partial G}{\partial t}=-\beta_z\frac{\partial G}{\partial t}=\beta_z\frac{\partial P}{\partial t}. \qquad (3.4)$$

Қатламда сизилаётган суюқлик зичлигини бирламчи яқинлашишида босимдан P тўғри чизиқли боғлиқликда деб олса бўлади, яъни

$$\rho=\rho_0\left[1+\beta_{нс}(P-P_0)\right],$$

бу ерда: $\beta_{нс}$ - суюқликни сиқилувчанлиги; ρ_0 - суюқликни бошланғич босимдаги P_0 зичлиги.

(3.5) қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}=\frac{\partial\rho}{\partial P}\frac{\partial P}{\partial t}=\rho_0\rho_{нс}\frac{\partial P}{\partial t}. \qquad (3.6)$$

Дарси қонунидан фойдалансак ва ўтказувчанликни K ва суюқлик қовушқоқлигини μ координаталарга боғлиқ эмас деб ҳисобласак

$$\operatorname{div}\rho\upsilon=-\frac{K}{\mu}\operatorname{div}\rho\ \operatorname{grad}P. \qquad (3.7)$$

(3.4), (3.6) ва (3.7) ибораларни (3.1) қўйиб қуйидагига эга бўламиз

$$\rho\beta_z\frac{\partial P}{\partial t}+m\rho_0\beta_{нс}\frac{\partial P}{\partial t}=\frac{\kappa}{\mu}\operatorname{div}\rho\ \operatorname{grad}P. \qquad (3.8)$$

Суюқлик сиқилувчанлигини кичик катталик эканлигини инобатга олиб (3.8) иборада $\rho\approx\rho_0$ деб қабул қиламиз. Натижада таранглик режими дифференциал тенгламасини қуйидаги кўринишда оламиз:

$$\frac{\partial P}{\partial t}=\chi\ \operatorname{div}\ \operatorname{grad}P;\quad \chi=\frac{\kappa}{\mu\beta}; \qquad (3.3)$$

$$\beta=\beta_z+m\beta_{нс}.$$

Бу ерда: χ ва β - мос равишда қатламни пьезоўтказувчанлиги ва таранглик сиғими (В.Н. Щелкачев таклифига биноан).

Таранглик режими тенгламасини ечиш қатламни ҳар бир нуқтасидаги босимни вақт давомида ўзгаришини ҳисоблаш имкониятини беради. Бироқ нефть конларини таранглик режимида ишлаш имкониятларини тахминий баҳолашда конни, унинг қисмини ёки чегара ташқарисидаги областни таранглик захираси тушунчасидан фойдаланилади. Таранглик захираси - конни ишлаш ва ишлатиш шароитларидан келиб чиқиб берилган, чегаравий, қатлам босимини ўзгаришида қатламни ғовак ҳажмини умумий ўзгариш имконияти. Таранглик захираси одатда қатлам сиқилувчанлигини тўғри чизиқли қонуни иборасидан аниқланади

$$\frac{\Delta V_z}{V}=\beta\Delta P;\quad \beta=\beta_z+m\beta_{нс}, \qquad (3.10)$$

бу ерда: ΔV_z - ғовак ҳажмни ўзгариши, яъни ҳажми V бўлган қатламнинг бевосита таранглик захираси; ΔV_z ва ΔP - мутлақ катталиклар.

§ 2. Қатламни чегара ташқари областидаги таранглик режимида нефть кони чегарасидаги босим ўзгаришини башоратлаш

Конларни ишлашда нефтлиликнинг шартли чегарасидаги босимни вақт давомида ўзгаришини ёки нефть

уюмини майдони бўйлаб ўрта меъёрли қатлам босимини P билиш муҳимдир. У фаввора усулда ишлаётган бурғ қудуқларини механизациялашган усулга ўтказиш вақтини башорат қилиш, қатлам босимини тўйиниш босимигача пасайиш вақтини, қатламдаги нефтни газсизланишини бошланиш ва эриган газ режимини, кейин эса газ босимли режимни юзага келишини, аниқлаш имконини беради.

Конларни таранглик режимини эриган газ ва газ босимли режимларга ўтиш вақтини башорат қилиш, бундай ўтишга йўл қўйиб бўлмайдиган конларни ишлашда, жуда муҳим аҳамиятта эга. Масалан, нефтида катта миқдорда парафин (15-20 % юқори) бўлган конларда қатлам нефтини газсизланиши унинг фазавий ҳолатини ўзгаришига ва парафинни қаттиқ фаза кўринишида ажралишига (у эса ўз навбатида нефтни қовушқоқлигини ортишига ва унинг ноньютонлик хоссаларини юзага келишига), қатламни ғовак муҳитида қаттиқ парафинни чўкишига ва якуний натижада нефть бера олишликни камайишига олиб келади.

Ишлашдаги қатламларга сув бостириш ёки бошқа методлар билан таъсир этиш кўп сабабларга кўра конни ишлашга туширилган пайтдан бошланмайди, одатда қандай-дир вақт ўтгандан сўнг “кечикиб” амалга оширилади. Шу сабабли нефть конини таранглик' режимида қатламларга таъсир этмай, эриган газ ва газ босимли режимларни юзага келишига олиб келмасдан, қанча вақт давомида ишлаш мумкинлигини билиш зарур.

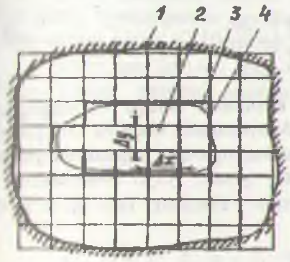
Нефтлилик чегарасининг мураккаб геометрик конфи-гурациясида кондаги бурғ қудуқларини реал жойлашишини инобатга олиб вақт давомидаги ўрта меъёр қатлам босимини ёки чегара босимини ўзгаришини фақат сонли методларни қўллаб ва ЭҲМ ёки ўхшашлик қурилмаларидан фойдаланиб ҳисоблаш мумкин.

Масалан, агар, конни чегара ташқарисидаги сувли қисмини қийикланиш чегараси маълум бўлса (3.8-расм), у ҳолда бутун сувли областни томонлари Δx ва Δy ўлчамли бир қанча катакларга бўлиш мумкин. Коннинг чегара ташқарисида босимни қайта тақсимоти, табиийки, одатда етарли даражада аниқ бўлмаган, чегара ташқарисидаги қисмни кўрсаткичларига катта боғлиқ. Одатда кон чегара-сидаги босимни ўзгаришини башоратлаш учун ҳисобланган

босим ўзгаришини, конни бошланғич ишлаш даврида кейинги. ҳақиқийсига мувофиқлаштирилади.

Шунинг учун ҳисоблашларда, қатламни чегара таш-қарисидаги областни майда катталарга бўлишга интилиш керак эмас, чунки бу областдаги кўрсаткичлар ҳақидаги маълумотлар аниқ бўлмай, чегарадаги босимни ўзгаришини башорати фақат ҳисобланган ўзгаришни ҳақиқийсига адап-тация қилингандан сўнг қониқарли натижалар беради.

Конни конфигурацияси доирага яқин бўлган ҳол-ларда чегарадаги босим ўзгаришини, нефть уюмига қатлам-ни чегара ташқарисидаги областдан сув оқимини кириб келиши ҳақидаги, таранглик режими масаласини ечиш ечимида етарли даражадаги аниқлик билан аналитик башорат қилиш мумкин (3.9 - расм). Шуни эслатиб ўтиш лозимки, чегара ташқарисидаги областдан нефть уюмларига келаётган сув оқими хусусияти кўп ҳолларда ҳақиқатан, ичида доира шаклдаги уюмда юз берувчи радиал оқимга яқин.



3.8 - расм. Нефть кони ва унинг чегара ташқарисидаги сувли области майдонини катакларга (ячейкалар-га) бўлиш схемаси: 1- конни сувли областини қийикланиш чегараси; 2- майдони Δx, Δy бўл-ган катак; 3- нефтли-ликни шартли чегараси; 4-нефтлилик чегарасини аппроксимацияси.

Кон табиий режимида ишлашда бўлсин ва нефть уюмидаги таранглик заҳирасини нисбатан кичик катталик эканлиги сабабли, кондан олинаётган суюқлик миқдори $q_{нс}$ (t) қатламни чегара ташқари областидан нефть уюмига кириб келаётган сув оқими миқдорига $q_{чс}$ (t) тенг, яъни $q_{нс}(t) \approx q_{чс}(t)$, деб ҳисоблаймиз.

3.9 - расм. Планда доира шаклидаги нефть конининг схемаси: 1 – нефтлиликнинг шартли чегараси; 2 – нефтлилик чегарасини радиуси R айланага аппроксимацияси.

Нефть конларини ишлашда суюклик олиш $q_{нс}$ (t), одатда 3.6-расмда кўрсатилгандек ўзгаради. $P_я$ (t) ҳисоблаш учун чегара ташқаридаги областни чегараланмаган ($R \le r \le \infty$) деб ҳисоблаймиз. Ушбу областдаги сувнинг радиал сизилиши таранглик режими тенгламаси билан таърифланади

$$\chi\left(\frac{\partial^2 P}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial r}\right)=\frac{\partial P}{\partial t}, \qquad (3.11)$$

бу ерда: P (r, t) - қатламни чегара ташқарисидаги областдаги r координатали A нуқтанинг босими (3.9-расм).

Дастлаб бир оз соддалаштирилган таранглик режими масаласини кўриб чиқамиз, унинг учун бошланғич ва чегаравий шартлар қуйидагича ёзилади: t=0, $R \le r \le \infty$ бўлганда $P=P_\infty$

$$q_{нс}=-2\pi\frac{kh}{\mu}\left(r\frac{\partial P}{\partial r}\right)_{r=R}=\text{const}. \qquad (3.12)$$

Бу масала ечимини босимни P(r,t) Лаплас бўйича ўзгартиришдан фойдаланиб оламиз

$$\overline{P}(r,S)=\int_0^\infty P(r,t)e^{-St}\,dt, \qquad (3.13)$$

бу ерда: P(r,S) -ўзгартирилган босим; S - ўзгартириш кўрсаткичи.

Умумий кўринишда бу ечим Ван Эвердинген ва Херст бўйича қуйидаги кўринишга эга:

$$P_\infty-P(P,\tau)=\frac{q_{чс}\mu}{2\pi kh}f(P,\tau); \qquad (3.14)$$

$$f(P,\tau)=\frac{2}{\pi}\int_0^\infty\frac{\left(1-e^{-u^2\tau}\right)\left[J_1(U)Y_0(UP)-Y_1(U)J_0(UP)\right]dU}{U^2\left[J_1^2(U)+Y_1^2(U)\right]},$$

$$P=r/R,\quad \tau=\chi t/R^2.$$

Бу ерда: $J_o(UP)$, $J_1(U)$, $У_o(UP)$, $У_1(U)$ - Бессел функциялари. f(p,τ) функцияси Ван Эвердинген ва Херстлар томонидан ҳисобланган.

Вақт давомида босим $P_я(t)$ ўзгаришини ҳисоблаш учун ушбу функциянинг p=r/R=1 бўлгандаги қийматларидан фойдаланиш керак (2.10-расм).

f(1,τ) ни lg(1+τ) дан боғлиқлигини қуйидаги сода ибора билан етарли аниқликда аппроксимация қилиш мумкин:

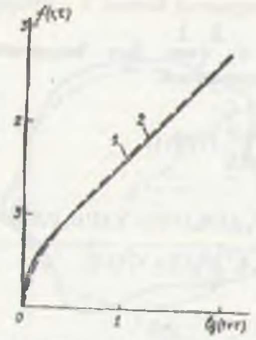
$$f(1,\tau)=0{,}5\left[1-e^{-8{,}77\,\lg(1+\tau)}\right]+1{,}12\,\lg(1+\tau). \qquad (3.15)$$

ёки

$$f(1,\tau)=0{,}5\left[1-(1+\tau)^{-3{,}81}\right]+0{,}487\,\ln(1+\tau).$$

Шундай қилиб, $q_{нс}$=const бўлганда $P_я(t)$ босимни, (3.14) ва (3.15) иборалардан келиб чиқадиган, қуйидаги ибора билан ҳисоблаш мумкин:

$$P_я(t)=P_\infty-\frac{q_{чс}\mu}{2\pi kh}f(1,\tau). \qquad (3.16)$$



3.10 - расм. f (1,τ) ни lg (1+τ) дан боғлиқлиги:

1-f(1,τ) функциясини Ван Эвердинген ва Херст бўйича аниқ қийматлари; 2- функцияни (3.15) ибора билан аппроксимацияси.

Бироқ конни ишлаш жараёнида, табиийки суюқлик олиш вақт давомида ўзгармас бўлиб қололмайди. $R_в$ (t) ўзгаришини вақт давомида ўзгарувчан $q_{чс}=q_{чс}$ (t) Дюамел интеграли ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

Ушбу интегрални олиш учун $q_{чс}=q_{чс}$ (t) кўриб чиқамиз ва $q_{чс}$ вақт давомида узлуксиз эмас балки поғонали ўзгаради, ҳамда ҳар бир поғона $\Delta q_{чс}$ вақтнинг λ_i пайтида бошланади деб ҳисоблаймиз.

Икки вақт тушунчасидан фойдаланамиз: Конни ишлаш бошланган пайтдан ҳисобланадиган τ, ва λ вақтнинг $q_{чсi}$ =const поғоналарига мос келувчи алоҳида пайтлари λ_i.

Шундай қилиб, суюқлик дебити $q_{чс}$ энди τ эмас, λ_i ёки λ боғлиқ бўлиб қолади (3.11-расм).

(3.16) ибора ва 2.11 - расм асосида қуйидаги иборани ёзиш мумкин:

$$R_в(\tau)=P_\infty-\frac{\mu}{2\pi kh}\sum_0^{q_{чс}}\left[\Delta q_{чс0}f(l,\tau)+\Delta q_{чс1}f(l,\tau-\lambda_1)+\Delta q_{чс2}f(l,\tau-\lambda_2)+\ldots\ldots\right]= \quad (3.17)$$

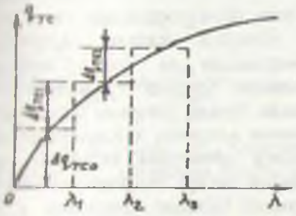
$$=P_\infty-\frac{\mu}{2\pi kh}\sum_0^{q_{чс}}\Delta q_{чсi}f(l,\tau-\lambda_i).$$

Йиғинди белгиси остидаги ўнг қисми Δλ бўламиз ва кўпайтирамиз. Натижада ушбу иборани оламиз

$$P_в(\tau)=P_\infty-\frac{\mu}{2\pi kh}\sum_0^{\tau}\frac{\Delta q_{чс}}{\Delta\lambda}f(l,\tau-\lambda)=P_\infty-\frac{\mu}{2\pi kh}\int_0^{\tau}\frac{\partial q_{чс}}{\partial\lambda}f(l,\tau-\lambda)d\lambda. \quad (3.19)$$

(3.19) интеграли - Дюамел интегралидир.

Нефть конларини ишлашда қатламлардан суюқлик олиш вақт давомида одатда қуйидагича ўзгаради: дастлаб конни бурғулаш ва олиш бурғ қудуқлари сонини ортиб бориши сабабли у ортиб боради; кейин маълум вақт давомида барқарорлашади; охирги ишлаш даврида камаяди.



3.11-расм. $q_{чс}$ (λ) ни λ дан боғлиқлиги.

Агар сув оқимини қатламни чегара таш қарисидаги област-дан келаётганлигини инобатга олсак, у ҳолда унинг уюмга кириб келаётган ҳаж мини камайиши, конни охирги ишлаш даврида суюқлик олишни умумий камайишидан аввалроқ, юз беради. Бу чегара ташқарисидан сув бостиришга ўтиш, олинаётган суюқликни бир қисми ўрнини қатламга ҳайдалаётган сув билан тўлдириш, натижасида юз беради.

Айтганларни инобатга олиб, қатламни чегара ташқарисидаги областдан жорий сув олишни вақт давомида ўзгариш схемасини умумий ҳолда қуйидаги кўринишда тузамиз:

1) $0 \le \lambda \le \lambda_1 = \tau_1$ бўлганда $q_{чс} = \alpha\lambda;$

2) $\lambda_1 \le \lambda \le \lambda_* = \tau_*$ бўлганда $q_{чс} = q_{чс1};$

3) $\lambda_* \le \lambda \le \lambda_{**} = \tau_{**}$ бўлганда $q_{чс} = q_{чс1} - \alpha_1\lambda;$ (3.20)

4) $\lambda \ge \lambda_{**}$ бўлганда $q_{чс} = q_{чс} = const.$

Бунда вақт $\lambda_*=\tau_*$ чегара ташқарисидаги областга сув ҳайдашни бошланишига мос келади. Вақтнинг $\lambda_1=\tau_1$ пайтида кон тўлиқ бурғуланган бўлади ва чегара ташқари-си-даги областдан сув олиш барқарорлашади. $\tau=\tau_*$ пайтда чегара ташқарисидаги областда ҳайдаш қудуқларини ишлатишга киритиш бошланади ва конни нефтлилик қисмидан олинаётган суюқлик ўрнини тўлдиришга сарф бўлаётган сув оқими камаяди. Бунда, ўзгармас бўлиб қолган, жорий суюқлик олиш қисман қатламга ҳайдалаётган сув ва унинг чегара ташқарисидаги областдан келаётган оқими билан тўлдирилади. Қатламни чегара ташқарисидаги облас-тига ҳайдалаётган сув шундай бўлиши мумкинки, у фақат нефть конидан олинаётган суюқлик ўрнини тўлдириб қолмай, якуний натижада нефть кони чегарасидаги босимни бошланғич босимга нисбатан ортишига олиб келади. Вақтнинг $\tau=\tau_{**}$ пайтида нефтни сиқиб чиқариш тўлиқ чегара ташқарисига ҳайдалаётган сув ҳисобига амалга оширилади, бунда ҳайдалаётган сувни бир қисми чегара ташқарисидаги областга кетади.

Чегарадаги босимни $P_я=P_я(R, \tau)$ ўзгаришини юқо-рида кўрсатилган биринчи ҳолат, яъни $0 \le \lambda \le \lambda_1$ бўлганда кўриб чиқамиз. (3.20) қуйидагига эга бўламиз

$$\frac{\partial q_{чс}}{\partial\lambda} = \alpha = const$$

Демак,

$$P_я(\tau) = P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\int_0^\tau f(1, \tau-\lambda)d\lambda = q_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\int_0^\tau \left\{0{,}5\left[1 - \frac{1}{[1+(\tau-\lambda)]^{0{,}81}}\right] + \right.$$

$$\left. + 0{,}487\ln[1+(\tau-\lambda)]\right\}d\lambda = P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\left\{0{,}5\tau - 0{,}5\int_0^\tau \frac{d\lambda}{[1+(\tau-\lambda)]^{0{,}81}} + 0{,}487\int_0^\tau \ln[1+(\tau-\lambda)]d\lambda\right\} = \quad (3.21)$$

$$= P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}J(\tau);$$

$$J(\tau) = 0{,}5\tau - 0{,}178\left[1 - \frac{1}{(1+\tau)^{0{,}81}}\right] + 0{,}487\{(1+\tau)\ln(1+\tau) - \tau\}$$

$\lambda \ge \lambda_1$ бўлганда $P_я=P_я(\tau)$ ўзгаришини олиш учун, $q_{чс}=\alpha\lambda$ мос келувчи, $\tau > \tau_1$ бўлгандаги $P_я = P_я(\tau)$ (3.21) иборадан олиш керак. Натижада $\tau=\tau_1$ бўлганда қуйидагини оламиз

$$P_я(\tau) = P_\infty - \left[\frac{\alpha\mu}{2\pi kh}J(\tau) - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}J(\tau-\tau_1)\right] = P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\left[J(\tau) - J(\tau-\tau_1)\right]. \quad (3.22)$$

$\tau=\tau_*$ бўлганда, $q_{чс}$ ўзгаришига мос учинчи ҳолдаги ечимни (3.22) иборадаги Ря=Ря (t) олиш керак

$$P_я(\tau) = P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\left[J(\tau) - J(\tau-\tau_1)\right] - \frac{\alpha_1\mu}{2\pi kh}J(\tau-\tau_*). \quad (3.23)$$

$\lambda>\tau_{**}$ бўлгандаги тўртинчи ҳол учун қуйидагини оламиз

$$P_я(\tau) = P_\infty - \frac{\alpha\mu}{2\pi kh}\left[J(\tau) - J(\tau-\tau_1)\right] - \frac{\alpha_1\mu}{2\pi kh}\left[J(\tau-\tau_*) - J(\tau-\tau_{**})\right] \quad (3.24)$$

Қўйилган масала бошқача қўйилиши ҳам мумкин. Берилган босим $P_я(\lambda)$ бўйича $q_{чс}=q_{чс}(\tau)$ аниқланади.

Замонавий математик методларни ва ҳисоблаш воситаларини қўлланилиши чегара ташқарисидаги областда кўрсаткичларни ўзгаришини, унинг чегараланганлигини ва

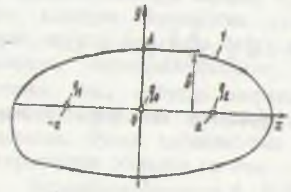
бошқа мураккаблаштирувчи омилларни инобатга олиш имконини беради.

Аммо, мураккаб математик методларни ва ҳисоблаш техникасини ҳар доим ҳам қўллаб бўлмайди. Жавобни тез олиш керак бўлган ҳолатларда оддий, бир оз кичик аниқликдаги ҳисоблаш схемаларидан фойдаланилади.

Босим ўзгаришини $P_в=P_в(t)$ тахминий ҳисоблаш учун кон вақтнинг t=0 пайтида, ўзгармас дебит $q_{нс}$ билан, ишлашга киритилади деб ҳисобласа бўлади. Нефтнинг ковушқоқлиги сувнинг ковушқоқлигига яқин, қатламни нефтга тўйинган қисмида ва шартли ўрта нефтлилик чегараси ташқарисида ўтказувчанлик ва қалинлик бир хил бўлсин (3.12-расм). Чегарадаги босим $P_в(t)$ сифатида, x ўқидан B масофада жойлашган, A нуқтадаги босимни шартли қабул қиламиз.

Вақт давомида босим ўзгаришини $P_в(t)$ тахминий ҳисоблаш учун қуйидаги усулни қўллаймиз: нефть конидаги ҳамма бурғ қудуқларидан олинаётган суюқлик $q_{нс}$ уч, беш ёки бошқа нуқтали дебити q бўлган сарфлар сони n билан алмаштирилади, яъни

$$q_{нс} = \sum_{i}^{n} q_i \qquad (3.25)$$



3.12 - расм. Уч нуқтали сарфдан иборат нефть конининг схемаси: 1-нефтлиликни шартли чегараси.

3.12- расм асосида

$$q_{нс}=q_o+q_1+q_2. \qquad (3.26)$$

q_o нуқтали сарф координата бошида жойлашган, q_1 ва q_2 сарфлари эса ундан чап ва ўнг томонда мос равишда -a ва a масофаларда жойлашган. 2-бобдаги мос иборадан фойдаланиб, координата бошидан $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ масофа

жойлашган қатламни хоҳлаган нуқтаси учун босим ўзгаришининг тахминан аниқлаш иборасини оламиз:

$$\Delta P(t) = P_{п} - P(t) = -\frac{q_0\mu}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{r^2}{4\chi t}\right) - \frac{q_1\mu}{4\pi kh} E_i\left[-\frac{(x-a)^2+y^2}{4\chi t}\right] - \qquad (3.27)$$

$$-\frac{q_2\mu}{4\pi kh} E_i\left[-\frac{(x+a)^2+y^2}{4\chi t}\right]$$

(3.27) иборадан A нуқтадаги босим ўзгаришини аниқлаш учун қуйидаги иборага эга бўламиз

$$\Delta P_в(t) = P_{п} - P_в(t) = -\frac{q_0\mu}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{в^2}{4\chi t}\right) - \frac{(q_1+q_2)\mu}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{a^2+в^2}{4\chi t}\right). \qquad (3.28)$$

§ 3. Нефть конларини эриган газ ва газ босимли режимларда ишлаш

Босим тўйиниш босимидан камайгандан сўнг ишлашдаги қатламда эриган газ режими ривожлана бошлайди. Нефтдан ажралган озод газ билан ғовак муҳитни тўйинганлиги кам бўлса, газ нефтда пуфаклар кўринишида бўлади. Қатлам босимини камайишини ўсиб боришига боғлиқ равишда газга тўйинганликни ортиши билан газ пуфаклари гравитация кучи таъсирида сузиб чиқади ва қатламни юқори қисмида газ тўпламини-газ қалпоғини, агар унинг юзага келишига қатли ёки бошқа ҳар хиллик халақит бермаса, ҳосил қилади.

Нефть-газ конларидаги, уларни ишлаш бошлангунча бўлган, бирламчи газ қалпоғларидан фарқли, ишлаш жараёнида ҳосил бўлган газ қалпоғи-иккиламчи деб аталади.

Нефтдан ажралган газ, босим пасайиши билан кенгайиб, қатламдан нефтни сиқиб чиқаришга ёрдам беради. Нефтни бундай сиқиб чиқарилиши юз бераётган қатлам режими - **эриган газ режими** деб аталади. Агар қатламда газни нефтдан тўлиқ ажралиши юз берса ва газ қалпоғи

ҳосил бўлса, эриган газ режими **газ-босимли** билан алмашинади.

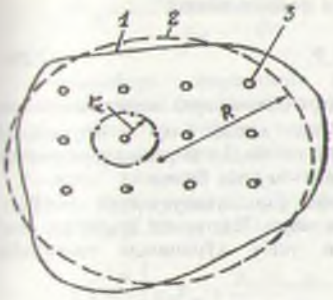
Нефть конларини ишлаш тажрибасини умумлаштириш ва гравитация кучлари инобатга олинган газ-нефтли аралашмаларни сизилиш назарияси, деярли ҳар доим, эриган газ режими жуда тез газ-босимлига алмашинишини кўрсатмоқда. Кўп ҳолларда нефть қатламида эриган газ режими чегара ташқари областидаги таранглик режими ёки сув босимли режим билан, қатлам босими тўйиниш босимига яқин бўлганда, биргаликда мавжуд бўлиши мумкин. Бунда олиш бурғ қудуқлари атрофида эриган газ режими, сув ҳайдаш бурғ қудуқлари атрофида эса сув босимли режим юзага келади. Қатламларни бундай режимлари **аралаш режимлар** деб аталади.

Қатламни чегара ташқари областида таранглик ва қатламни нефтга тўйинган қисмида-эриган газ аралаш режимида ишлашни кўриб чиқамиз. Ишлашдаги қатлам айланага яқин шаклга эга бўлсин (3.13 - расм). Унинг ташқи сувлилик области етарли даражада яхши ўтказувчанликка эга ва жуда узоққа ("чексизликгача") чўзилиб кетган. У таранглик режимида ишлайди. Қатламни нефтга тўйинган чегарасидаги босимни юқорида келтирилган метод асосида аниқлаш мумкин.

Нефть қатлами тенг ўлчамли олиш бурғ қудуқлари туридан фойдаланиб ишлатилаётган бўлсин.

Хар бир олиш бурғ қудуғининг тўйиниш чегараси радиусини $r_ч$ қудуқлар орасидаги масофанинг ярмига тенг деб ҳисобласа бўлади. Агар $r=r_ч$ бўлса, қатлам босими $P=P_ч<P_т$ ($P_т$ - тўйиниш босими). Олиш бурғ қудуқлари дебитини тахмииний ҳисоблашда $P_ч=aP_н(\tau)$ деб қабул қилиш мумкин, бу ерда: a - бирор ўзгармас коэффициент.

Шундай қилиб, аралаш режимда олиш бурғ қудуқлари чегарасидаги босим нефть уюми чегарасидаги босим инобатга олиб аниқланади. Бунда нефть уюми чегарасидаги босим, қатламни нефтга тўйинган қисмига чегара ташқарисидаги областдан жорий кириб келаётган сувнинг вақт давомида ўзгариши берилганда $q_{чс}=q(t)$, таранглик режими назарияси асосида ҳисобланади.



3.13 -расм. Планда доира шаклида бўлган, аралаш режимда ишлатилаётган, нефть конининг схемаси: 1-шартли нефтилик чегараси; 2- шартли нефтлилик чегарасини радиуси R айлана билан аппроксимацияси; 3 - олиш бурғ қудуқлари.

Агар $P_ч$ тўйиниш босимига яқин, аммо кичик ва натижада қатламни озод газга тўйинганлиги оз бўлса, чегара ташқарисидаги областдан қатламни нефтга тўйинган қисмига кириб келаётган сув ҳажмини тахминан жорий олинаётган қатлам нефтига тенг деб ҳисобласа бўлади, яъни $q_{чс}=q_н$.

Нефть уюмидан умумий олинаётган жорий қатлам нефти маълум бўлса, ушбу жорий олинаётган нефтни таъминловчи нечта қудуқни уюмда бурғулаш кераклигини аниқлаш учун бурғ қудуқлари дебитини ҳисоблаш керак.

Эриган газ режимида бурғ қудуқлари дебитини аниқлаймиз. Бурғ қудуқлари атрофида босимни қайта тақсимотини ўзгариши, нефть уюми чегарасидаи $P_н(\tau)$ ва қудуқларни тўйиниш чегарасидаги $P_ч=P_ч(t)$ босимларни ўзгаришига нисбатан, анча тез юз беради. Шунинг учун $r_к \leq r \leq r_ч$ бўлганда, босим тақсимотини вақтнинг ҳар бир пайти учун барқарор, яъни квазистационар деб ҳисобласа бўлади.

Газли нефтни ғовак муҳитдаги оқими хусусиятларига унда газни эрувчанлиги таъсир этади. Нефть конларини ишлаш назариясида нефтни газда эрувчанлигини миқдорий аниқлаш учун одатда Генри қонунидан фойдаланилади. Бироқ реал нефтларни ва газларни хоссаларига боғлиқ равишда бу қонун турли кўринишда тасаввур этилади. Эриган газ режимидаги қатламларни ишлаш

кўрсаткичларини ҳисоблашда Генри қонуни иборасининг қуйидаги кўринишидан кўп фойдаланилади

$$V_{гэ} = \alpha_o \, V_н P, \tag{3.29}$$

бу ерда: $V_{гэ}$ - стандарт (атмосфера) шароитига келтирилган, нефтда эриган газ ҳажми; α_o - эрувчанлик коэффициенти; $V_н$ - эриган газ билан биргаликдаги қатлам шароитидаги нефть ҳажми; р - мутлақ босим.

Реал газ учун унинг ўта сиқилувчанлик коэффициентини z=z(P,T) ҳисобга олиш. Изотермик жараёнда реал газ ҳолати тенгламасини ушбу кўринишда тасвирлаш мумкин

$$\frac{P}{\rho_г z} = \frac{P_{ат}}{\rho_{гат} z_{ат}}, \tag{3.30}$$

бу ерда: $\rho_г$, z, $\rho_{гат}$, $z_{ат}$ - мос равишда қатлам Р ва атмосфера $P_{ат}$ босимларидаги газнинг зичлиги ва ўта сиқилувчанлик коэффициенти.

Газ сизишини массавий тезлиги учун Дарсининг умумлаштирилган қонуни асосида қуйидаги иборага эга бўламиз

$$V_г = -\frac{KK_г(S)P\rho_{гат}}{\mu_т P_{ат}}\frac{\partial p}{\partial r}; \quad \varphi = \frac{z}{z_{ат}} \tag{3.31}$$

Нефтда эриган газ сизишини массавий тезлиги учун эса

$$V_{гэ} = -\frac{KK_н(S_{нс})\alpha_0 P\rho_{гат}}{\mu_н}\frac{\partial p}{\partial r}. \tag{3.32}$$

Ниҳоят, нефтни сизиш тезлиги $V_н$ қуйидаги кўринишда ифодаланади.

$$V_{гэ} = -\frac{KK_н(S_{нс})}{\mu_н}\frac{\partial p}{\partial r}. \tag{3.33}$$

Атмосфера шароитига келтирилган, қатламда [illegible] газни жами сарфини (эркин ва нефтда эриган [illegible]) сизилаётган нефтни ҳажмий тезлигига нисбатини, қатламдаги газ омилини Г, аниқлаймиз. Барқарор сизилишда Г миқдори, қатламни ҳар қандай цилиндрик кесимида [illegible] ($r_с$ - бурғ қудуғи радиуси) бўлганда ўзгармас бўлади. (3.31), (3.32) ва (3.33) қуйидагини оламиз

$$Г = \frac{P}{P_{ат}}\left[\alpha_0 P_{ат} + \frac{K_г(S_{нс})\mu_н}{K_н(S_{нс})\mu_г\varphi}\right] = const \tag{3.34}$$

(3.34) иборадан босим Р ва қатламни нефтга (суюқ углеводородли фазага) тўйинганлиги $S_{нс}$ орасида боғлиқлиги борлиги келиб чиқади. Шундай қилиб, газли суюқликни барқарор ҳаракатида

$$P = P(S_{нс}). \tag{3.35}$$

Дарсининг умумлаштирилган қонунига асосан нефть учун нисбий ўтказувчанлик

$$K_н = K_н(S_{нс}). \tag{3.36}$$

(3.35) ва (3.36) асосида, нефть учун нисбий ўтказувчанликни босимдан боғлиқлиги бор деган хулосага келамиз

$$K_н = K_н(P). \tag{3.37}$$

Энди дебити $q_н$ бўлган бурғ қудуғига келаётган газли нефт оқими учун Дюпюи иборасига ўхшаш боғлиқликка эга бўламиз

$$q_{нк} = -\frac{2\pi K\,h\,K_н(P)}{\mu_н}\frac{\partial p}{\partial r} \tag{3.38}$$

(3.38) интеграллаш учун Христанович функциясини H киритиш керак

$$H = \int K_н(P)dP + C; \quad dH = K_н(P)dp. \qquad (3.39)$$

(3.39) инобатга олиниб (3.38) интеграллаш натижасида нефт дебитини аниқлаш учун иборага эга бўламиз

$$q_н = \frac{2\pi kh\ \Delta H}{\mu_н \ell n \frac{r_ч}{r_к}}; \qquad \Delta H = H_ч - H_к, \qquad (3.40)$$

бу ерда: $H_ч$, $H_к$ - Христанович функциясини мос равишда тўйиниш чегарасидаги ($r=r_ч$) ва бурғ қудуғидаги ($r=r_к$) қиймати.

Конкрет қатламнинг нефти ва гази учун нисбий ўтказувчанлик боғлиқликлари, нефть қовушқоқлиги ва газни нефтда эрувчанлиги ҳақидаги маълумотлар бўлганда, H=H(P) боғлиқлигини қуриш кейин эса, бурғ қудуғи тубидаги босим қийматини бериб, (3.40) ибораданбурғ қудуғи дебитини аниқлаш мумкин. Қатламни чегара ташқарисидаги областда таранглик режими масаласини ечиш асосида нефт уюмидан умумий жорий олишни ва бир бурғ қудуғи дебитининн билган ҳолда, қатламни аралаш режимда ишлаш учун керак бўладиган бурғ қудуқлари сонини аниқлаймиз.

Келтирилган ҳисоблашларда қатламни чегара ташқарисидаги области етарли даражада юқори сизиш хоссаларига эга деб тахмин қилинган эди. Бу тахминга қарамасдан қатламни айлана чегарасида босим жуда жадал пасаяди. Агар чегара ташқарисидаги областда ўтказувчанлик, қатламдагига, нисбатан бир неча баробар кичик бўлса, ёки қатлам нефтлилик чегараси ташқарисида қийиқланса (одатда кўп учрайдиган ҳолат), қатламни нефтга тўйинган қисмига келаётган сув оқими оз бўлади ва нефть уюмини ёпиқ, чегара ташқарисидаги сув фаол эмас деб ҳисобласа бўлади.

Қатламни қат-қатлиги туфайли нефтдан газ пуфакчаларини ажралиши қийинлашади деб ҳисоблаймиз. Бу ҳолда қатламда эриган газ режими соф кўринишда юзага келади.

Бу режимда қатламни ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблашни соддалаштириш учун газ оқими радиуси $r_ч$ чегара билан чегараланган ҳар бир бурғ қудуғида юз берадиди. Ҳамма ток чизиқларида квазистационар-барқарор, вақт давомида ўзгарувчан деб қабул қилса бўлади.

Ҳар бир бурғ қудуғига нефтни массавий оқимини кўриб чиқишда, қатламни ҳар бир нуқтасидаги суюқ углеводородли фаза билан тўйинганликни $S_{нс}$ нисбий ўтказувчанлик эгрилари орқали инобатга оламиз. Қатлам элементини ишлашни тўлиқ кўриб чиқишда ($r_к \le r \le r_ч$ бўлганда) $\bar{S}_{нс}$ тенг, қатламни ўртача суюқ углеводородли фазага тўйинганлиги тушунчасини киритамиз. Бу тўйинганлик қатламни чегарага яқин бирон кесимида мавжуд ва кесимдаги босим $\bar{P}$ тенг бўлсин.

Бунда бурғ қудуғига келаётган нефтни массавий дебити учун ушбу иборага эга бўламиз

$$q_{нк} = \frac{2\pi rhP_н K_н(S_{нс})}{\mu_н}\frac{\partial P}{\partial r}. \qquad (3.41)$$

Газни массавий дебити

$$q_{гк} = 2\pi\left[\frac{K_г(S_{нс})P_г}{\mu_г} + \frac{K_н(S_{нс})\alpha_0 P\rho_н}{\mu_н}\right] r\frac{\partial p}{\partial p} \qquad (3.42)$$

Қатлам элементидаги газ омили учун қуйидаги иборани оламиз

$$\Gamma = \frac{\bar{P}}{\rho_н}\left[\psi(\bar{S}_{нс})\mu_0 + \alpha_0\right],$$

(3.43)

$$\psi(\bar{S}_{нс}) = \frac{K_г(\bar{S}_{нс})}{K_н(\bar{S}_{нс})}; \quad \mu_0 = \frac{\mu_н}{\mu_г}.$$

Радиуси $r_ч$ қатламдаги нефть ва газ массалари қуйидагиларга тенг

$$M_н = \rho_н V_н; \quad M_г = \alpha_0 \bar{P} V_н \rho_н + \rho_г V_г; \quad V = V_н + V_г, \tag{3.44}$$

бу ерда: $V_н$ ва $V_г$ - мос равишда нефть ва газ ҳажмлари.

(3.44) иборадан оламиз

$$\Delta M_г = \alpha_0 \Delta\bar{P} V_н \rho_н + \alpha_0 \bar{P} \Delta V_н \rho_н + \Delta(\rho_г V_г); \quad M_н = \rho_н \Delta V_н. \tag{3.45}$$

Газ омили учун материал баланс тенгламаси асосида қуйидаги иборага эга бўламиз

$$\Gamma = \frac{\Delta M_г}{\Delta M_н} = \Delta\bar{P}\frac{V_н}{\Delta V_н} + \alpha_0 P + \frac{\Delta(\rho_г V_г)}{\rho_н \Delta V_н}. \tag{3.46}$$

Ушбуларни инобатга оламиз

$$\bar{S}_{нс} = V_н / V; \quad \Delta\bar{S}_{нс} = \Delta V_{нс} / V; \quad 1 - \bar{S}_{нс} = V_г / V, \tag{3.47}$$

ва қуйидаги иборага эга бўламиз

$$\Gamma = \alpha_0 \bar{S}_{нс}\frac{\Delta\bar{P}}{\Delta\bar{S}_{нс}} + \alpha_0 \bar{P} + \frac{\Delta(\rho_г V_г)}{\rho_н \Delta\bar{S}_{нс} V}. \tag{3.48}$$

Қатламни ишлаш жараёни изотермик деб ҳисобланади. Чунки газни ўта сиқилувчанлиги инобатга [illegible], (3.30) иборадан

$$\rho_г = c\bar{P}. \tag{3.43}$$

ΔP ва $\Delta\bar{S}_{нс}$ нолга интилганда (3.48) ва (3.49) қуйидагини оламиз

$$\frac{d\bar{S}_{нс}}{d\bar{P}} = \frac{\alpha_0 \bar{S}_{нс}\rho_н + C(1 - \bar{S}_{нс})}{C\bar{P}\left[\psi(\bar{S}_{нс})\mu_0 + 1\right]}. \tag{3.50}$$

(3.50) дифференциал тенглама К.А.Царевичнинг эриган газ режими шароитида ишлатилаётган бурғ қудуғи чегарасидаги босим ва суюқликка тўйинганлик орасидаги боғлиқликни ифодаловчи тенгламасига мос келади.

(3.50) тенгламани ечиб ўрта суюқликка тўйинганликни $\bar{S}_{нс}$ ўрта босимдан $\bar{P}$ боғлиқлигини оламиз ва кейин - қолган ҳамма ишлаш кўрсаткичларини аниқлаймиз. Бунда, эриган газ режимида ишлаш жараёнида нефть зичлигини қатлам шароитида катта ортишини (нефтнинг газни ажралиши сабабли) нефть бера олишликни ҳисоблашда инобатга олиш зарур.

Газсизланган нефть массаси L_2, нефтда эриган газ массаси L_1 бўлсин. Нефтни ҳажми қатлам шароитида $V_н$ тенг. Демак

$$\frac{L_1}{\rho_{13}} + \frac{L_2}{\rho_2} = V_н; \quad \frac{L_1}{L_2} = \alpha\bar{p}, \tag{3.51}$$

бу ерда: ρ_{13} - нефтда эриган газни зоҳирий зичлиги; ρ_2 - газсизланган нефть зичлиги.

Қатлам шароитидаги нефтнинг зичлиги

$$\rho_н = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{\rho_{13}} + \frac{L_2}{\rho_2}} = \frac{1 + \alpha\overline{P}}{\frac{1}{\rho_2} + \frac{\alpha\overline{P}}{\rho_{13}}}. \qquad (3.52)$$

Ишлаш билан қамраб олинган қатлам қисмидаги бошланғич нефть заҳиралари

$$G_{нк} = \rho_{нт} m(1 - S_{бс})V_к, \qquad (3.53)$$

бу ерда: $\rho_{нт}$ - тўйиниш босимидаги нефтнинг зичлиги; m - ғоваклик; $S_{бс}$ - боғлиқ сув билан тўйинганлик; $V_к$ - қатлам ҳажми.

Ишлаш билан қамраб олинган қатлам қисмидаги қолдиқ нефть заҳиралари

$$G_к = \rho_н m(\overline{S}_{нс} - S_{бс})V_к. \qquad (3.54)$$

(3.53) ва (3.54) иборалардан жорий сиқиб чиқариш коэффициенти учун қуйидаги иборани оламиз

$$\eta_1 = \frac{G_{нк} - G_к}{G_{нк}} = 1 - \frac{\rho_н(\overline{S}_{нс} - S_{бс})}{\rho_{нт}(1 - S_{бс})}. \qquad (3.55)$$

η_1 ишлаш билан қамраб олинганлик коэффициентига кўпайтириб, бир бурғ қудуғига тўғри келувчи зонадаги нефть бера олиш коэффициентини аниқлаймиз. Бурғ қудуқлари сонини билган ҳолда, вақтнинг ҳар бир пайти учун кон учун жорий нефть бера олиш коэффициентини, ҳамда ўртача қатлам босимини $\overline{P}$ ҳисоблаш мумкин.

Газ қалпоғи ҳосил бўлишидаги қатламни ишлаш хусусиятини кўриб чиқамиз.

Бундай қатламни ишлаш жараёнида газ, нефтдан ажралиб, гравитация кучи таъсирида газ қалпоғига сузиб чиқади (3.14–расм). Шундай қилиб, нефть қатлами газ босимли режимда ишлатилади. Кон тенг ўлчамли олиш бурғ қудуқлари тўри билан бурғуланган. Уларнинг ҳар бири атрофида ишлаш жараёнида депрессия воронкалари ҳосил

бўлади. Аммо бурғ қудуқларини шартли тўйиниш чегарасини тег$_ч$ (3.14 - расм) босим $P_ч$ тенг. Ўртача қатлам босими $\overline{P}$ тушунчасини киритамиз, уни тўйиниш чегарасидаги босимига $P_ч$ яқин деб ҳисоблаймиз, чунки қатламдаги босим тақсимотида депрессия воронкалари кичик қисмни ташкил этади. Қатламни ишлаш билан қамраб олинган ҳажми:

$$V_{ко} = m(1 - S_{бс})\eta_2 V_к, \qquad (3.56)$$

бу ерда: $V_к$ - қатламнинг умумий ҳажми.

Қатламни ишлаш вақтнинг шундай пайтида бошланганки, бунда ўртача қатлам босими $\overline{P}$ тўйиниш босимига тенг бўлган деб ҳисоблаймиз.

Алоҳида бурғ қудуқларига келаётган нефть ва газ оқимини Дюпюи ибораси ёки босимсиз радиал сизиш ибораси билан ҳисоблаш мумкин. Ўртача қатлам босимини $\overline{P}$ эса, бутун қатламдаги моддаларнинг моддий баланс тенгламасидан келиб чиқувчи, нисбатдан фойдаланиб аниқланади.

Бунинг учун қуйидаги шартли белгиларни қабул қиламиз: N_1 - эркин газ ва нефтда эриган газ қўшилган, қатламдаги газнинг тўлиқ массаси; N_2 - газсизлаштирилган нефтни қатламдаги тўлиқ массаси; L_1 - нефтда эриган газнинг массаси; G_1 - эркин газни тўлиқ массаси.

Моддий балансни қуйидаги нисбатларига эга бўламиз:

$$N_1 = G_1 + L_1; \quad N_2 = L_2, \qquad (3.57)$$

бу ерда: L_2, N_2 каби - газсизлаштирилган нефтнинг тўлиқ массаси. Генри қонуни иборасини, газли нефтни сизилиши кўриб чиқилган кўринишидаги каби, қабул қиламиз, яъни

$$L_1 / L_2 = \alpha\overline{P}. \qquad (3.58)$$

Моддий баланс нисбатларини ёпиқ системасини олиш учун қатламдаги компонентлар ҳажмини йиғиндиси учун қуйидаги кўринишдаги нисбатдан фойдаланамиз

$$\frac{G_1}{\rho_1}+\frac{L_2}{\rho_2}+\frac{L_1}{\rho_{1c}}=V_*, \qquad (3.59)$$

бу ерда: ρ_1 ва ρ_2 - мос равишда қатламдаги газнинг ва газсизлаштирилган нефтнинг зичлиги; ρ_{1c} - нефтда эриган газни сохта зичлиги. (3.57) - (3.58) нисбатларга реал газни ҳолат тенгламасини қўшиш керак, у қурилаётган ҳол учун қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$\frac{\overline{P}}{\rho_1}=\frac{P_{ат}\varphi}{P_{1ат}}. \qquad (3.60)$$

Натижада $\overline{P}$ аниқлаш учун нисбатларни тўлиқ системасига эга бўламиз. Қатламни газ босимли режимдаги ишлаш жараёнини изотермик деб ҳисоблаймиз. Масалани бир оз соддалаштириш учун газни ўта сиқилувчанлик коэффициентлари нисбатини φ ҳам ўртача қийматидан $\varphi=\varphi_{ўр}$ фойдаланамиз.

Вақтнинг t ҳар бир пайтида N_1 ва N_2 маълум деб ҳисоблаймиз. Бу катталиклар қуйидагича аниқланади:

$$N_1 = N_{01} - \int_0^t P_{1ат}\, q_{1ат}\, dt;$$

$$N_2 = N_{02} - \int_0^t \rho_2 q_2\, dt,$$

бу ерда: N_{01}, N_{02} - мос равишда қатламдаги газ ва газсизлаштирилган нефтни бошланғич массаси; $q_{1ат}$ - атмосфера шароитида ўлчанган, жорий газ олиш ҳажми; q_2 - газсизлаштирилган жорий нефть олиш ҳажми.

(3.57), (3.58) ва (3.60) ибораларни (3.59) қўйиб, P аниқлаш учун квадрат тенглама оламиз:

$$a\overline{P}-в\overline{P}+C=0;\quad a=\frac{N_2\alpha}{\rho_{1c}};$$

$$в=V_*+\frac{N_2\alpha P_{ат}\varphi}{\rho_{1ат}}-\frac{N_2}{\rho_2}; \qquad (3.61)$$

$$c=\frac{N_1P_{ат}\varphi}{\rho_{1ат}}.$$

3.14 - расм.
Иккиламчи газ қалпоғли нефть конининг схемаси: 1 - нефть; 2 - газ қалпоғи; 3 - чегара ташқарисидаги сув.

Ушбу тенглама ечими иккита илдизга эга, яъни

$$\overline{P}_{1,2}=\frac{в\pm\sqrt{в^2-4ac}}{2a}. \qquad (3.62)$$

Қайси бир илдиз тўғри эканлигини билиш учун квадрат тенгламани кўриб чиқамиз. Уни қуйидагича белгилаймиз

$$y=aP^2-вP+C. \qquad (3.63)$$

а катталиги ҳар доим мусбат бўлгани учун, парабола-нинг томонлари У ўсиш тарафига йўналган бўлади. В ва С катталиклари ҳам ҳар доим мусбатдир. Шунинг учун (3.61) тенгламанинг иккала илдизи ҳам мусбат. Ҳақиқатда эса, (3.62) иборанинг илдиз остидаги қиймати в ҳар доим кичик ва хоҳланган ҳолат учун мусбат. Қайси бир илдизни (кичиги ёки каттаси) тўғрилигини билиш учун (3.63) дифференция-лаймиз

$$\frac{dy}{d\overline{P}} = 2a\overline{P} - в \cdot \qquad (3.6[illegible])$$

Агар $2a\overline{P}-в<0$ бўлса, dy/dp - ҳосила манфий ва функция у камаювчи. Бундай ҳолатда кичик илдиз $\overline{P}_1$ тўғри. $2a\overline{P}-в>0$ бўлса, мос равишда катта илдиз $\overline{P}_2$ тўғри. Шундай қилиб, ҳар бир конкрет ҳолатда, (3.61) тенгламанинг тўғри илдизини топиш учун, $2a\overline{P}-в$ катталикни сонли қийматини аниқлаш керак.

Қатламдаги эркин газ массаси

$$G_1 = N_1 - N_2\alpha\overline{P}. \qquad (3.65)$$

Қатламни ишлаш вақтини ҳар бир пайтидаги газ қалпоғи ҳажми

$$V_1 = \frac{P_{at}\varphi}{P_{lat}}\left(\frac{N_1}{\overline{P}} - N_2\alpha\right). \qquad (3.66)$$

Нефть конларини табиий режимларда ишлашни кўриб чиқилган асосий қонуниятларидан, бундай ишлаш кўп ҳолларда самарали бўлмаслиги келиб чиқади. Нефть конларини таранглик режимида ишлаш кўпинча қатлам босимини катта пасайишига ва, натижада, босимлар фарқини ва бурғ қудуқлари дебитини камайишига олиб келади. Қатлам босимини пасайиш шароитида ишлашни юқори суръатларини ушлаб туриш учун жуда кўп қудуқларни бурғулашни талаб этади. Шу сабабли, фақат кичик, чегара ташқарисидаги сувлар жуда "фаол" конларни заҳираларини босимни мумкин бўлган пасайишида самарали олиш мумкин.

Нефть конларини эриган газ ва иккиламчи газ қалпоғи режимларида ишлаш бурғ қудуқларида ва кон бўйича газ омилини кескин катталашишига ва якуний натижада нефть бера олишни камайишига олиб келади. Эриган газ ва иккиламчи газ қалпоғи режимларида нефтни қовушқоқлиги $1\text{-}5 \cdot 10^{-3}$ Па*с бўлган конларда ҳам нефть

[illegible] 35% ошмайди. Бундан ташқари, нефть конларини бу режимларда ишлаш, одатда, бурғ қудуқларини [illegible] дебитлари билан юз беради.

Ушбу қонуниятлардан четга чиқиш дарзли коллекторлардан иборат, нефть жуда катта чегара ташқарисидаги сув ҳавзаларига туташган ҳолатларда юз беради. Бундай ҳолатлар Эронни, Қувайтни ва баъзи бир бошқа давлатларнинг айрим конларига хосдир.

Нефть конларини табиий режимда ишлашни кўрсатилган камчиликлари 1930-1940 йилларда аниқланган эди. Шу сабабли 1940-1950 йиллардан сўнг кўплаб нефть конлари, айниқса кам қовушқоқ нефтли, қатламга таъсир этиб, асосан сув бостириш усули қўлланилиб, ишлатила бошланди.

Шунга қарамасдан, нефть конларини табиий режимларда ишлаш назариясини, ҳисоблаш методларини ва уларни технологик имкониятларини билиш керак. Бу замонамбор, нефть конларида сув бостириш ёки қатламларга бошқа таъсир этиш методларини қўллашни, табиий режимларда ишлашга нисбатан, самарадорлигини аниқлаш учун керак бўлади.

Назорат саволлари

1. Радиал ҳолат учун таранглик режимини дифференциал тенгламасини ёзинг.
2. Планда доира шаклдаги, ўзгармас дебитли, нефть уюмига қатламни ташқари областидан кириб келаётган сув оқимини тахминий ҳисоблаш иборасини ёзинг.
3. Нефть уюмига, ўзгарувчан дебитда, чегара ташқари областидан кириб келаётган сув оқимини ҳисоблаш асосларини тушунтириб беринг.
4. Эриган газ режимида қатламни суюқ фаза билан ўртача тўйинганлигини ўртача қатлам босимидан боғлиқлигини ифодаловчи иборани ёзинг.
5. Кўп компонентли моддий баланс методидан фойдаланиб газ режимида ишлатилаётган нефть кони кўрсаткичларини ҳисоблаш учун нисбатларни ёзинг ва тушунтириб беринг.

IV-боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ СУВ БОСТИРИШ УСУЛЛАРИНИ ҚЎЛЛАБ ИШЛАШ

§ 1. Ишлашни асосий кўрсаткичлари

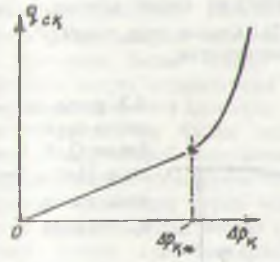
Нефть конларига сув бостириш қатламлардан нефтни сув билан сиқиб чиқариш ва қатлам босимини керакли даражада сақлаш мақсадида қўлланилади.

Ҳозирги вақтда сув бостириш - ишлашдаги кон қатламларига таъсир этишнинг дунёда энг кенг тарқалган усулидир. Ўзбекистонда 90% дан ортиқ нефть сув бостириш усули қўлланилиб ишлашдаги конлардан олинмоқда.

Энг кўп қўлланилаётган сув бостириш турлари: бурғ қудуқларини қаторли ёки бўлмали-қаторли ва майдоний жойлаштириш схемаларида - чегара ичра ва чегара ташқарисидан сув ҳайдаш. Ўчоқсимон ва танлаб сув бостириш ҳам кенг қўлланилади.

Сув бостириш технологияси қуйидагича амалга оширилади. Аралашмалардан тозаланган сувни, насос станцияларида ўрнатилган, юқори босимли насослар ёрдамида, нефтлилик майдонида (чегара ичра сув бостириш) ёки ундан ташқарида (чегара ташқарисидан сув бостириш) жойлашган, ҳайдаш бурғ қудуқларига ҳайдалади. Сув бир вақтда бир неча бурғ қудуқларига ҳайдалади. Қатламга ҳайдалаётган сув сифатига қуйидаги талаблар қўйилади. Кичик ўтказувчан қатламларга ҳайдалаётган сувдаги муаллақ заррачалар 5 г/л ва юқори ўтказувчан қатламларга ҳайдалаётган сувда эса - 20 г/л ортиқ бўлмаслиги керак деб қабул қилинган.

Ҳайдаш бурғ қудуқлари устидаги босим қатламларни сув бостириш жараёнида одатда 5-10 МПа, айрим ҳолларда эса - 15-20 МПа катталикда сақлаб турилади. Айрим бурғ қудуқлари туби атрофидаги ўтказувчанлик турлича бўлганлиги сабабли, қудуқ устидаги бир хил босимда, ҳар бир бурғ қудуғига ҳайдалаётган сув сарфи ҳар хил бўлади. Нефть қатламларини сув бостириш назарияси кўрсатишича, бурғ қудуғига ҳайдалаётган сув сарфи $q_{сх}$, Дарси қонунига асосан, босимлар фарқига мутаносиб бўлиши керак. Бироқ, тажриба маълумотларига кўра, ҳайдалаётган сув сарфи босим фарқидан чизиқсиз боғлиқ. Бунда унинг кичик катталикларида боғлиқлик тўғри чизиққа яқин (4.1 расм), аммо босим фарқини бирон қийматида $\Delta P_{к*}$ сув сарфи кескин орта бошлайди. Бунинг сабаби $\Delta P_к=P_к-P_ч=\Delta P_{к*}$ босимда бурғ қудуғи туби атрофидаги дарзликлар кенгаяди ва қатламни ушбу зонадаги самарали ўтказувчанлиги кескин ошади.



4.1 - расм. Ҳайдаш бурғ қудуғига ҳайдалаётган сув сарфини босим фарқидан боғлиқлиги.

Нефть конларини сув бостириш усулини қўллаб ишлашда олиш бурғ қудуқларидан аввал деярли тоза нефть яъни сувсиз нефть олинади, кейин, қатламга ҳайдалаётган сув ҳажмини ортиб бориши билан, нефть билан бирга сув олиш ҳам бошланади. $q_{сқ}$ - вақт бирлигида ишлашдаги қатламга ёки конга ҳайдалаётган сувни тўлиқ сарфи, $q_с$ -вақт бирлигида қатламдан ёки кондан олинаётган сув миқдори (сув дебити), $q_н$ - нефть дебити бўлсин.

Вақтни t пайтида қатламга ҳайдалган сувнинг жамғарма миқдори

$$Q_{сқ} = \int_0^t q_{сқ}(t)dt \cdot \qquad (4.1)$$

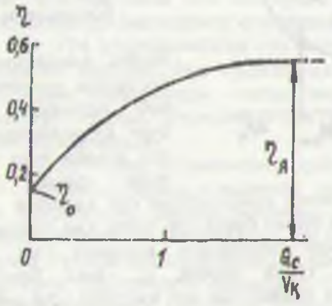
Ўша вақт оралиғида қатламдан олинган жамғарма нефть миқдори

$$Q_{сқ} = \int_0^t q_н(t)dt \cdot \qquad (4.2)$$

Қатламдан олинган сувни жамгарма миқдори

$$Q_{ск} = \int_0^t q_c(t)dt \cdot \qquad (4.3)$$

Сув бостирилаётган конларни ишлашда жорий нефть бера олишлик $\eta=Q_н/G$ одатда η ва $Q_c/V_к$ ёки η ва $Q_{ск}/V_к$ боғлиқликлари кўринишида ифодаланади ($V_к$ - қатламни ғовак ҳажми; G - нефтни геологик заҳиралари). Сув бостириш қўллаб ишлатилаётган кичик қовушқоқ нефтли (қовушқоқлиги $1\text{-}5{*}10^{-3}$Па*с) қатлам учун $\eta=\eta(Q_c/V_к)$ типик боғлиқлиги 4.2 - расмда келтирилган.



4.2- расм. Жорий нефть бера олишликни $Q_c/V_к$ боғлиқлиги. Нефть бера олишлик: $\eta_о$ - сувсиз; $\eta_я$ – якуний.

Қатламдаги ёки кондаги олинадиган нефть заҳиралари N, табиийки, қуйидаги иборадан аниқланади

$$N = \eta_я G \cdot \qquad (4.4)$$

Сув бостириш конни ишлаш бошидан қўлланилган ҳолдаги жорий нефть бера олишликни $Q_{ск}/V_к$ нисбатидан боғлиқлиги, 4.3-расмда кўрсатилган кўринишга эга.

Қатламдан ёки кондан олинаётган маҳсулотни жорий сувланганлиги

$$\nu = \frac{q_c}{q_c + q_н} = \frac{q_c}{q_{нс}}; \; q_{нс} = q_н + q_c \cdot \qquad (4.5)$$

4.3-расмда кичик қовушқоқ нефтли конлар учун жорий сувланганликни $Q_{ск}/V_к$ нисбатидан типик боғлиқлиги келтирилган.

Жорий нефть бера олиш коэффициенти, ер тагидан нефтни чиқариб олиш коэффициентини ёки, сув бостириш шароитида, нефтни сув билан сиқиб чиқариш коэффициентини η_1 қатламни сиқиб чиқариш жараёни билан қамраб олинганлик коэффициентига η_2 кўпайтмасига тенг.

Нефть конларини сув бостириш усулини қўллаб ишлашда нефтни сув билан **сиқиб чиқариш коэффициенти** деб, қатламдан чиқариб олинган нефтни, сув бостириш билан таъсир этилган, қатлам қисмида бўлган бошланғич заҳиралари нисбатига айтилади. Мос равишда қатламни таъсир билан **қамраб олинганлик коэффициенти** η_2 деб, сув бостириш билан таъсир этилган, қатлам қисмидаги бошланғич нефть заҳираларини қатламдаги нефтни геологик заҳиралари нисбатига айтилади.

Нефтни сув билан сиқиб чиқариш ва қатламни таъсир билан қамраб олинганлик коэффициентлари тушунчаларини англаш учун тўғри чизиқли қат-қат қатламни сув бостириш схемасини кўриб чиқамиз (4.4 - расм). Қатлам тўртта қатламчалардан иборат (1, 2, 3 ва 4), улардан фақат пастки учтаси сув бостириш билан қамраб олинган. Биринчи қатламча ҳайдаш қатори (x=0) ва олиш қатори (x=l) орасидаги областда литологик қийиқланиш сабабли узилган, у ишлашга жалб қилинмаган - унга қатламга ҳайдалаётган сув кирмайди ва ундан нефть олинмайди. Қатламдаги нефтни умумий геологик заҳиралари

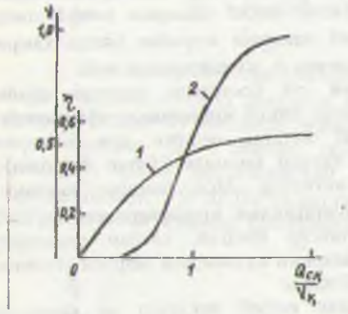
$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 \,. \qquad (4.6)$$

Сув бостириш билан қамраб олинган заҳиралар қуйидаги заҳиралар йиғиндисига тенг:

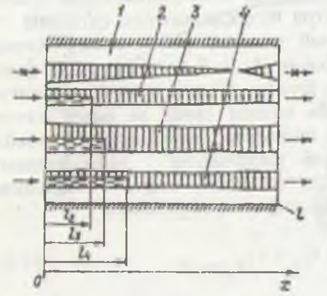
$$G_{ко} = G_2 + G_3 + G_4 \cdot \qquad (4.7)$$

Аниқланишга кўра

$$\eta = \frac{Q_н}{G} = \frac{Q_н}{G_{ко}}\frac{G_{ко}}{G} = \eta_1 * \eta_2 \cdot \qquad (4.8)$$



4.3- расм. Жорий нефть бера олишлик-ни ва сувланганликни $Q_{ск}/V_к$ боғлиқлиги: 1 - жорий нефть бера олишлик η; 2 - жорий сувланганлик ν.



4.4.- расм. Қат-қат қатламни сув бостириш схемаси.

Баъзи бир ҳолларда нефть бера олишлик коэффициенти фақат ккита коэффициентлар кўпайтмасига тенг бўлай, уч ва кўп коэффициентлар, кўпайтмасига тенг бўлиши мумкин. Агар, 4.4-расмга мос, вақтнинг қандайдир пайтида қатламга ҳайдалаётган сув иккинчи қатламчага l_2 масофага, 3-l_3, 4-l_4 масофага кирган бўлса, 2 - қатламчани сув бостирилган қисмидаги нефтни бошланғич заҳирасини G_{02}, 3 ва 4 қатламчалардаги заҳираларни G_{03} ва G_{04} деб белгиласа бўлади. Қатламни сув бостирилган областидаги бошланғич нефть заҳиралари қуйидаги йиғиндидан иборат

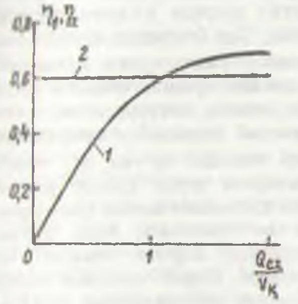
$$G_e = G_{02} + G_{03} + G_{04}. \qquad (4.9)$$

Бунда жорий нефть бера олишлик коэффициенти рули

$$\eta = \frac{Q_н}{G} = \frac{Q_н}{G_{сб}}\frac{G_{сб}}{G_{ко}}\frac{G_{ко}}{G} = \eta_{11} * \eta_{12} * \eta_2, \qquad (4.10)$$

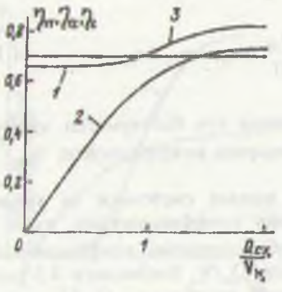
бу ерда: η_{11} - қатламни сув бостирилган қисмидан нефтни сув билан сиқиб чиқариш коэффициенти; η_{12} - сув бостириш коэффициенти.

Қатламни ўзгармас ишлаш системаси ва технологиясида нефть бера олишлик коэффициентини, яъни уни сиқиб чиқариш η_1 ва қамраб олинганлик коэффициентлари кўпайтмасига тенг бўлгандаги, $Q_{сх}/V_к$ боғлиқлиги 4.5-расмда келтирилган. Ундан кўриниб турибдики, $Q_{сх}/V_к$ ортиши билан η_1 катталашиб боради, η_2 эса ўзгармас, чунки кўрилаётган шароитда таъсир билан қамраб олинган заҳиралар вақт давомида ўзгармайди.



4.5-рам. η_1 ва η_2 билан $Q_{сх}/V_к$ орасидаги боғлиқликлар.

Агар η, (4.10) ибора асосида, учта коэффициентларни кўпайтмаси кўринишида аниқланса, қатламларни ишлаш системалари ва технологиялари ўзгармас бўлган ҳолдаги $\eta = f(V_{сх}/V_к)$ боғлиқлик 4.6-расмда келтирилган.



4.6-расм. η_{11} η_{12} ва η_2 билан $Q_{сх}/V_к$ орасидаги боғлиқликлар.

Бирон қатламчани сув бостирилган областидан нефтни сув билан сиқиб чиқариш коэффициенти η_{11}(1-эгри), у орқали олиш қаторига сув келгунча, доимийга яқин.

Бошқа қатламчаларда ҳам бу коэффициент нефтни сувсиз олиш даврида ўзгармас бўлиб, фақат сувли даврда нефтни қўшимча «ювиш» ҳисобига бир оз ошади. Шу сабабли бу коэффициент тўлиқ қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқаришни бошланғич даврида ўзгармас бўлади ва фақат ишлаш якунида ортади. Сув бостириш коэффициенти η_{12} (2-эгри) тўхтовсиз ортиб боради, чунки қатламга сув ҳайдалган сари қатламни сув бостирилган области узлуксиз катталашиб боради. Конни ишлаш системаси ва технологияси ўзгармас бўлганда, қамраб олинганлик коэффициенти η_2 (3-эгри) доимий бўлиб қолади. η_1 ва η_{11} коэффициентлари, конни сув бостириш усули қўллаб ишлашда, умумий ҳолларда ҳам, нефть қатламини кичик қисмларидаги физик-геологик хоссалари ва тузилиши, яъни қатламни микроструктураси, ҳамда ундан нефтни чиқариб олиш механизми, асосида аниқланади. Сиқиб чиқариш коэффициенти табиий жинслар-кернлар намуналаридан нефтларни сиқиб чиқариш лаборатория экспериментлари, ҳамда кон тадқиқотлари, маълумотлари асосида аниқланади. Назарий ва экспериментал маълумотлар кўрсатишича, конларни сув бостириш усулини қўллаб ишлаш жараёнида сиқиб чиқариш коэффициенти, яъни нефтни қатламлардан нефть билан аралашмайдиган суюқлик-сув билан сиқиб чиқаришда, қуйидаги асосий кўрсаткичларга боғлиқ:

1) нефтли жинслар - коллекторларнинг минералогик таркиби ва литологик микроструктурасидан ва бу факторлар натижасида - жинсларни гиллилигидан, ғовакларни ўлчамлари бўйича тақсимланганлигидан, мутлоқ ўтказувчанлик катталигидан, нисбий ўтказувчанликлардан, жинсларни микродарзлилик кўрсаткичларидан, яъни блоклар ва дарзликлар ўлчамларидан, уларни ўтказувчанлик нисбатларидан ва ш.к.;

2) нефть қовушқоқлигини, нефтни сиқиб чиқарувчи, сув қовушқоқлигига нисбатидан;

3) нефтни структурали-механик (ноньютон) хоссаларидан ва уларни қатламни температурали режими билан боғлиқликларидан;

4) жинсларни сув билан ҳўлланишидан ва турли микроструктурали жинслар-коллекторларда капилляр кучларни намоён бўлиш хусусиятларидан;

5) нефтни сув билан сиқиб чиқариш тезлигидан.

Қатламларни сув бостиришда таъсир билан қамраб олинганлик коэффициенти η_2 асосан қуйидаги кўрсаткичларга боғлиқ.

1. Ишлашдаги нефть қатламини физик хусусиятларидан ва геологик ҳар хиллигидан (макротурлилигидан). Бу ерда газ қалпоғи, сувга тўшалган нефтга тўйинган зоналар яъни сувда сузувчи зоналар, вертикал (ўтказувчанмас қатламчаларни борлиги) ва горизонтал бўйлаб қатламни узилганлиги (қатламчаларни литологик қийиқланиши), дизъюнктив бузулишлар ва ш.к. назарда тутилади.

2. Конни ишлаш системаси кўрсаткичларидан, яъни қатламда бурғ қудуқларини жойлаштиришдан, олиш бурғ қудуқлари, ҳамда олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқлари орасидаги масофалардан, ҳайдаш бурғ қудуқлари сонини олиш қудуқлари сонига нисбатидан.

3. Ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари тубидаги босимдан, қудуқ туби атрофига таъсир этиш методларини қўлланишидан ва қатламларни очилганлик даражасидан.

4. Бурғ қудуқларини ишлатиш усулларини ва техник воситаларини қўллашдан (механизациялаштирилган олиш усуллари, бир йўла - айрим ишлатиш).

5. Конни ишлаш жараёнини бошқариш методларини қўллашдан: ишлаш системасини қисман ўзгартириш йўли

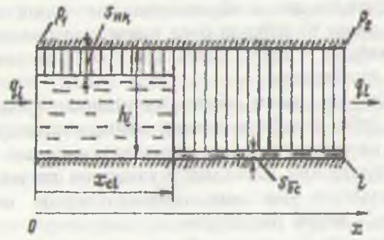
билан (учоқсимон ва танлаб сув бостириш) ёки ишлаш системасини ўзгартирмасдан (бурғ қудуқларини ишлатиш режимини ўзгартириш, бурғ қудуқларини ишлатишни тугаллашни оқилона шароитларини ўрнатиш, даврий сув бостириш ва бошқ.).

Умумий қилиб айтганда, сиқиб чиқариш коэффициенти қатламни физик хоссаларидан, унинг микротурлилигидан ва ғовак муҳитдан нефтни сиқиб чиқариш хусусиятларидан боғлиқ, сув бостиришда қатламларни таъсир билан қамраб олинганлик коэффициенти эса, бошқа ишлаш методлари каби, конларни макротурлилик даражаси, ишлаш системаси ва бурғ қудуқларини ишлатиш шароитлари билан аниқланади.

§ 2. Қат-қатли қатламни ишлаш кўрсаткичларини нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш модели асосида ҳисоблаш

Баъзи ҳолларда реал кўрсаткичларга яқин натижаларни нефть конларини ишлаш кўрсаткичларини қат-қатли қатламдан нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш жараёнини моделидан фойдаланиб олиш мумкин.

Аввал, қалинлиги h_i, узунлиги l, ғоваклиги m_i ва ўтказувчанлиги K_i бўлган ягона қатдан (қатламчадан) нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш жараёнини кўриб чиқамиз (4.7-расм).



4.7 – расм. Нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқаришда тўғри чизиқли қатламчанинг модели.

Қатламчага чап тарафдан кираётган сув босими P_1, ундан чиқаётган сув босими эса P_2 тенг бўлсин. Қатдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёни давомида босим фарқи $\bar{\Delta}=P_1-P_2$ ўзгармас деб ҳисоблаймиз. Нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш моделига асосан қатни сув бостирилган қисмидаги қолдиқ нефтга тўйинганлик ўзгармас ва $S_{нқ}$ тенг. 4.7-расмга асосан, сиқиб чиқариш кўлами вақтнинг t пайтида $x_{ci} = x_{ci}(t)$ ҳолатни эгаллайди. Чизма ўқисига перпендикуляр йўналишда ўлчанган қатламча кенглиги, бутун қатлам кенглиги билан баробар бўлиб, в га тенг. Қатламчага киришдаги ва чиқишдаги босимлар фарқи ўзгармас бўлганда ҳайдалаётган сув сарфи q_i вақт давомида ўзгаради.

Сув бостирилган зонада, яъни $0 \le x \le x_{ci}$ бўлганда, бошланғич тўйинганлиги $S_{бс}$ боғлиқ сув ҳайдалаётган сув билан тўлиқ аралашади, шунинг учун шартли равишда (4.7 - расм) сув бостирилган област қолдиқ нефть ва ушбу аралашма билан тўйинган деб қабул қиламиз. Бунда, $0 \le x \le x_{ci}$ бўлганда қатламча областига кирган жамғарма сув ҳажмини Q_{cxi} ушбу иборадан аниқлаш мумкин

$$Q_{cкi} = m в h_i (1 - S_{нк} - S_{бс}) x_{ci}. \qquad (4.11)$$

(4.11) иборани вақт t бўйича дифференциаллаб i қатламчага кириб келаётган сув сарфи учун қуйидаги иборани оламиз:

$$Q_{cci} = m в h_i (1 - S_{нк} - S_{бс}) \frac{dx_{ci}}{dt}. \qquad (4.12)$$

Дарсининг умумлаштирилган қонуни асосида, яъни сув ва нефть учун фазавий ўтказувчанликлар мос равишда $K_{фс}=K_c K$, $K_{фн}=K_н K$ (K_c ва $K_н$ - ўзгармас нисбий ўтказувчанликлар) эканлигини инобатга олиб, сув сарфи учун ушбу иборани олиш мумкин:

$$q_{cci} = \frac{K_i K_c в h_i (P_1 - P_{ci})}{\mu_c x_{ci}(t)}. \qquad (4.13)$$

бу ерда: μ_c - сувнинг қовушқоқлиги.

Нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини кўришда нефть ва сув - сиқилувчанмас суюқликлар деб қабул қилинади. Қатлам жинсларини сиқилувчанлиги ҳам инобатга олинмайди. Шунинг учун i қатламча учун, (4.13) иборага ўхшаш, нефть дебити иборасини ёзиш мумкин

$$q_{нi} = \frac{K_i K_н в h_i (P_{ci} - P_2)}{\mu_c (l - x_{ci})}, \tag{4.14}$$

бу ерда: $\mu_н$ - нефтнинг қовушқлқлиги.

(4.13) ва (4.14) ибoралардан, улардан сиқиб чиқариш кўламидаги P_{ci} босимни сиқариб ташлаб, қуйидагини оламиз

$$q_{cкi} = q_{кi} = \frac{K_i в h_i \overline{\Delta P}}{\frac{\mu_н}{K_н} l - \left(\frac{\mu_н}{K_н} - \frac{\mu_c}{K_c}\right) x_{ci}(t)}; \tag{4.15}$$

$$\overline{\Delta P} = P_1 - P_2.$$

(4.12) ва (4.15) тенглаштириб, $x_{ci}(t)$ нисбатан қуйидаги дифференциал тенгламага эга бўламиз:

$$\left[\frac{\mu_н}{K_н} l - \left(\frac{\mu_н}{K_н} - \frac{\mu_c}{K_c}\right) x_{ci}\right] \frac{dx_{ci}}{dt} = \frac{K_i \overline{\Delta P}}{m(1 - S_{нк} - S_{бc})}. \tag{4.16}$$

(4.16) интеграллаб ва t=0 бўлганда $x_{ci}=0$ эканлигини инобатга олиб, x_{ci} нисбатан қуйидаги квадрат тенгламани оламиз

$$\frac{\mu_н}{K_н} l x_{ci} - \left(\frac{\mu_н}{K_н} - \frac{\mu_c}{K_c}\right) \frac{x_{ci}^2}{2} = \frac{K_i \overline{\Delta P} t}{m(1 - S_{нк} - S_{бc})}. \tag{4.17}$$

Бу квадрат тенгламани ечиб, ўтказувчанлиги K қатламчадаги вақтни хоҳлаган пайтида x_{ci} аниқлаш учун якуний иборани оламиз

$$x_{ci}(t) = \frac{\mu_н l (1 - \sqrt{1 - \varphi K_i t})}{K_н \left(\frac{\mu_н}{K_н} - \frac{\mu_c}{K_c}\right)}; \tag{4.18}$$

$$\varphi = \frac{2\overline{\Delta P}\left(\frac{\mu_н}{K_н} - \frac{\mu_c}{K_c}\right)}{m(1 - S_{нк} - S_{бc}) \frac{\mu_н^2 l^2}{K_н^2}}.$$

K_* ўтказувчанли i қатламчани сув босиш вақтини t_* аниқлаш иборасини олиш учун, (4.18) иборага $x_{ci}=l$ қўямиз

$$t_* = \frac{m(1 - S_{нк} - S_{бc}) \left(\frac{\mu_н}{K_н} + \frac{\mu_c}{K_c}\right) l^2}{2\overline{\Delta P} K_*}. \tag{4.19}$$

(4.19) иборадан, қат-қатли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнида, катта ўтказувчанли қатламчани энг аввал сув босиши келиб чиқади.

Қат-қатли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини кўриб чиқамиз. Қулай бўлиши учун ушбу қатламни ҳамма қатламчаларини шундай тахлаб чиқамизки, бунда қатламчаларни мутлақ ўтказувчанлиги кетма-кет ўзгариб энг кичигидан бошлансин ва энг каттаси билан тамом бўлсин.

Бу тахламни энг пастида ўтказувчанлиги энг катта қатламча, устида эса - ўтказувчанлиги энг кичик қатламча жойлашсин. Қат-қатли ҳар хил қатламни эҳтимолли - статистик моделига мос равишда, ўтказувчанлиги бирор K тенг бўлган ўтказувчанликдан кичик бўлмаган қатламчаларни йиғинди қалинлигини $\bar{h}$, ўтказувчанликни тақсимот қонуни ибораси асосида қуйидаги кўринишда аниқлаш мумкин:

$$\bar{h} / h = F(K), \tag{4.20}$$

бу ерда: h - таҳламдаги ҳамма қатламчаларнинг умумий қалинлиги.

(4.20) иборани дифференциал кўринишда, яъни тақсимот зичлиги орқали, ифодаласа бўлади

$$\frac{d\bar{h}}{h} = F'(K)dK = f(K)dK\,. \qquad (4.21)$$

Бу ерда: f(K) - мутлақ ўтказувчанликни эҳтимолли-статистик тақсимоти зичлиги.

Қат-қатли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини бошқача тарзда ҳам кўриб чиқса бўлади, бунда ўтказувчанлиги K қалинлиги Δh бирон қатларга келаётган сув сарфи Δq деб олинади. Унда (4.15) ва (4.18) иборалардан

$$\Delta q = \frac{вK_н\overline{\Delta P}K\Delta h}{\mu_н l\sqrt{1-\varphi Kt}}\,. \qquad (4.22)$$

(4.21) ва (4.22) инобатга олиниб, якуний орттирма катталикларини уларни мос дифференциаллари билан алмаштирамиз ва i индексини тушириб қолдирамиз

$$dq = \frac{вK_н\overline{\Delta P}hKK(K)dK}{\mu_н\sqrt{1-\varphi Kt}}\,. \qquad (4.23)$$

Поршенли сиқиб чиқариш моделига кўра, сув босган қатламчалардан нефть олинмайди-улардан фақат сув келади. Албатта, биринчи навбатда юқори ўтказувчанли қатламчаларни сув босади. Нефть конларини ишлаш назариясида фойдаланиладиган қатлам моделларида, қат-қатли ҳар хил қатламларда чексиз катта ўтказувчанли қатлар бўлиши мумкинлиги, шартли қабул қилинади. Шундай қилиб, вақтнинг $t=t_*$ пайтида, ўтказувчанлиги $K \geq K_*$ бўлган ҳамма қатларни сув босади, нефтни эса фақат ўтказувчанлиги $K \leq K_*$ қатламчалардан олиш мумкин. Буни инобатга олиб, кўрилаётган қат-қатли қатламдан нефть олиш учун, (4.23) ибора асосида қуйидагини оламиз:

$$q_н(t) = \frac{вK_н h\overline{\Delta P}}{\mu_н l}\int_0^{K_*}\frac{Kf(K)dK}{\sqrt{1-\varphi Kt}}\,. \qquad (4.24)$$

Сув дебитини q_c (t) ушбу иборадан аниқлаймиз

$$q_c(t) = \frac{вK_c h\overline{\Delta P}}{\mu_c l}\int_{K_*}^{\infty}Kf(K)dK\,. \qquad (4.25)$$

Келтирилган иборалар ёрдамида, $t=t_*$ вақт қийматларини кетма-кет бериб (4.19) орқали K_* аниқланади. Кейин, муглоқ ўтказувчанликни эҳтимолли-статистик тақсимот зичлиги маълум деб, (4.24) ва (4.25) ибораларни интеграллаш сўнг $q_н$, q_c ва $q=q_{нс}=q_н+q_c$ аниқласа бўлади.

Юқорида келтирилган иборалар қат-қатли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнида босимлар фарқи ўзгармас бўлган ҳолат учун ўринлидир. Қат-қатли қатламга ҳайдалаётган сув сарфи $q_{сх}$ ўзгармас деган шарт қўйилса, нефть ва сув дебитини, ҳамда вақт давомида ўзгарувчи босимлар фарқини, аниқлаш учун бошқа муносабатлар олинади. Агар $q_{сх}$=const бўлса (4.15) ва (4.16) иборалардан, босимлар фарқи $\overline{\Delta P}$ - вақтнинг функцияси, яъни $\Delta\bar{P} = \Delta\bar{P}(t)$ эканлигини инобатга олиб, фойдаланиш мумкин.

Ψ функциясини киритамиз:

$$\psi = \Lambda\int_0^t\Delta\bar{P}(t)dt,\ \ \Lambda = \frac{2\left(\frac{\mu_н}{K_н}+\frac{\mu_c}{K_c}\right)K_н^2}{m(1-S_{нк}-S_{бс})\mu_н^2 l^2}\,. \qquad (4.26)$$

(4.15) иборани, сарф q дифференциалларига ва қатлам қалинлигига h нисбатан, (4.26) инобатга олиб ёзамиз

$$dq_{\text{сх}} = \frac{вK_{н}\Delta\bar{P}(t)Kdh}{\mu_{н} l\sqrt{1-\psi K}}. \qquad (4.27)$$

Қат-қатли қатламга ўзгармас сарф билан сув ҳайдашда, худди босимлар фарқи ўзгармас ҳолатдаги каби, вақтнинг қандайдир $t=t_*$ пайтида қатларни бир қисмини тўлиқ сув босади ва улардан фақат сув, қатларни қолган қисмидан эса сувсиз нефть олинаётган бўлади. Шунинг учун қат-қатли қатламни ҳамма қалинлиги бўйлаб тўлиқ хайдалаётган сув сарфини $q_{\text{сх}}$ (4.27) иборасини интеграллаш ва унинг ўнг қисмига, сув босган қатлардан келаётган сув оқимини инобатга олувчи, интегрални қўшиб аниқлаш мумкин

$$q_{\text{ск}} = \frac{вK_{н}\Delta\bar{P}(t)}{\mu_{н} l}\int_{0}^{K_*}\frac{Kf(K)dK}{\sqrt{1-\psi K}} + \frac{вK_{c}\Delta\bar{P}(t)}{\mu_{c} l}\int_{K_*}^{\infty}Kf(K)dK \qquad (4.28)$$

$\Delta P(t)$ қуйидаги тартибда аниқланади. Аввал K_* ўтказувчанлик қиймати берилиб, (4.19) ибораддан қатни сув босиш вақти $t=t_*$ аниқланади, кийин эса t_* учун мос ψ топилади. Ундан сўнг берилган $q_{\text{сх}}$ учун (4.28) иборага кирувчи интеграллар ва $\Delta\bar{P}(t)$ аниқланади. Ҳисоблаш K_* бошқа кичик қийматлари учун такрорланиб $\Delta\bar{P}(t)$ боғлиқлиги олинади.

Нефть дебити ушбу ибораддан аниқланади

$$q_{н}(t) = \frac{вK_{н}\Delta\bar{P}(t)}{\mu_{н} l}\int_{0}^{K_*}\frac{Kf(K)dK}{\sqrt{1-\psi K}}, \qquad (4.29)$$

сув дебити эса

$$q_{c}(t) = \frac{вK_{c}\Delta\bar{P}(t)}{\mu_{c} l}\int_{K_*}^{\infty}Kf(K)dK. \qquad (4.30)$$

Алоҳида қатдан нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқаришни радиал ҳолатида (4.12) ибора ўрнига қуйидагига эга бўламиз

$$q_{\text{схі}} = \frac{K_{c}K_{i}}{\mu_{c}}2\pi h_{i} r\frac{dP}{dr}. \qquad (4.31)$$

Вақтнинг қандайдир пайтида нефтни сув билан сиқиб чиқариш кўллаш i қатда, қатлам босими P_{ci} тенг, $r=r_{ci}$ радиусга етиб келсин. Унда (4.31) иборани бурғ қудуғи радиусидан r_{ci} радиусгача интеграллаб қуйидагини оламиз

$$q_{\text{схі}}\ln\frac{r_{ci}}{r_{к}} = \frac{K_{c}K_{i}}{\mu_{c}}2\pi h_{i}(P_{к}-P_{ci}). \qquad (4.32)$$

$r_{xi} \le r \le R$ областида, яъни сиқиб чиқариш кўлами олдида, нефть худди шундай сарф $q_{ci}=q_{нi}$ билан ҳаракат қилади, шунинг учун (4.32) ўхшаш иборани оламиз

$$q_{нi}\ln\frac{R}{r_{ci}} = \frac{K_{i}K_{н}}{\mu_{н}}2\pi h_{i}(P_{ci}-P_{ч}). \qquad (4.33)$$

(4.32) ва (4.33) қуйидагига эга бўламиз

$$q_{ci} = q_{нi} = \frac{2\pi K_{i}\Delta P_{к} h_{i}}{\frac{\mu_{c}}{K_{c}}\ln\frac{r_{ci}}{r_{к}} + \frac{\mu_{н}}{K_{н}}\ln\frac{R}{r_{ci}}}; \quad \Delta P_{к} = P_{к} - P_{ч}. \qquad (4.34)$$

i - қатламча учун (4.12) иборага ўхшаш

$$q_{xi} = m(1-S_{нк}-S_{бс})2\pi r_{ci}\frac{\partial r_{ci}}{\partial t}. \qquad (4.35)$$

(4.34) ва (4.35) ибораларни ўнг қисмларини тенглаштирамиз ва i индексини ташлаб ушбу иборани оламиз

$$\left(\frac{\mu_c}{K_c}\ln\frac{r_c}{r_к}+\frac{\mu_н}{K_н}\ln\frac{R}{r_c}\right)r_c\frac{dr_c}{dt}=\frac{K\Delta P_к}{m(1-S_{нк}-S_{бс})}. \qquad (4.36)$$

$\rho=r_c/r_к$ деб белгилаймиз ва (4.36) иборани $\Delta P_к$=const бўлган ҳолат учун интеграллаймиз

$$\left(\frac{\mu_c}{K_c}-\frac{\mu_н}{K_н}\right)\left[P^2\left(\ln P-\frac{1}{2}\right)+\frac{1}{2}\right]+\frac{\mu_н}{K_н}\ln\frac{R}{r_к}(P^2-1)=\frac{2K\Delta P_к t}{m(1-S_{нк}-S_{бс})r_к^2}. \qquad (4.37)$$

Энди мутлоқ ўтказувчанлиги $K=K_*$ бўлган қатламчани сув босишни бошланишига мос келувчи $t=t_*$ вақтни аниқласа бўлади.

$P=P_ч=R/r_к$ деб қуйидаги иборани оламиз

$$t_*=\frac{m(1-S_{нк}-S_{бс})r_к^2\left\{\left(\frac{\mu_c}{K_c}-\frac{\mu_н}{K_н}\right)\left[P_ч^2\left(\ln P_ч-\frac{1}{2}\right)+\frac{1}{2}\right]+\frac{\mu_н}{K_н}\ln P_ч(P_ч^2-1)\right\}}{2\Delta P_к K_*}. \qquad (4.38)$$

(4.34) – иборадан

$$dq_н=\frac{2\pi\Delta P_к Kdh}{\frac{\mu_c}{K_c}\ln\frac{r_c}{r_к}+\frac{\mu_н}{K_н}\ln\frac{R}{r_c}}. \qquad (4.39)$$

Тўғри чизиқли ҳолат учун, $\Delta P_к$=const бўлганда, (4.39) иборани интеграллаймиз

$$q_н(t)=2\pi h\Delta P_к\int_0^{K_*}\frac{Kf(K)dK}{\frac{\mu_c}{K_c}\ln\frac{r_c}{r_к}+\frac{\mu_н}{K_н}\ln\frac{R}{r_c}}; \qquad (4.40)$$

$$q_c(t)=\frac{2\pi h\Delta P_к K_c}{\mu_c\ln\frac{R}{r_c}}\int_{K_*}^{\infty}Kf(K)dK. \qquad (4.41)$$

$\mu_c/K_c=\mu_н/K_н$ бўлганда ҳисоблашлар соддалашади ва (4.40) қуйидаги кўринишга келади:

$$q_н(t)=\frac{2\pi K_н h\Delta P_к}{\mu_н\ln\frac{R}{r_к}}\int_0^{K_*}Kf(K)dK. \qquad (4.42)$$

Ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади. K_* қатламлиги берилиб ўтказувчанлиги $K=K_*$ қатни сув босиш пайти (4.38) иборадананиқланади ва мутлақ ўтказувчанлигини маълум эҳтимолли - статистик тақсимот қонуни асосида $q_н(t)$ ва $q_c(t)$ топилади.

§ 3. Бир хил қатламни ишлаш кўрсаткичларини нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш модели асосида ҳисоблаш

Нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш хусусиятларини инобатга олиб нефть конларини ишлаш жараёнларини ҳамма маълум ҳисоблаш методикалари ҳар хил суюқликларни бирга сизиш назариясига асосланган. Уни аввал тўғри чизиқли бир хил қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш мисолида кўриб чиқамиз. Бу мисол бурғ қудуқларини бир қаторли жойлаштириш схемаси элементидан, қудуқларни ўзидан анча олис масофадаги элемент кесимида юз бераётган, нефтни сиқиб чиқариш ҳолатига мос келади. У ердаги сиқиб чиқарувчи ва сиқиб чиқарилувчи суюқликларни ҳаракат хусусияти тўғри чизиқлига яқин.

Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқаришни кўриб чиқиш учун, текисликга перпендикуляр йўналишда, узунлиги Δx, баландлиги h ва

кенглиги В элементни ажратамиз (4.8 - расм). Умумий ҳолда нефть ва сув қатлам элементининг чап тарафидан кириб келмоқда, ўнг тарафидан эса чиқиб кетмоқда. Бунда чап тарафдан сув сарфи - $вh\upsilon_c$, ўнгдан эса - $вh\left(\vartheta_c + \frac{\partial \vartheta_c}{\partial x}\Delta x\right)$ тенг.

Қатлам элементида тўпланган сув миқдори $вhm\frac{\partial S}{\partial t}\Delta x$ тенг (υ_c - сувни сизилиш тезлиги; S - қатламни сувга тўйинганлиги; t - вақт).

Моддалар массасининг сақланиш қонунига асосан, қатлам элементига кираётган ва ундан чиқаётган сув тезлиги орасидаги фарқ қатлам элементида сув ҳажмини тўпланиш тезлигига тенг.

$$-вh\left(\vartheta_c + \frac{\partial \vartheta_c}{\partial x}\Delta x\right) + вh\vartheta_c = вhm\frac{\partial S}{\partial t}\Delta x \cdot$$

Мос ҳадларни қисқартиришдан сўнг ва $\Delta x \to 0$ бўлганда

$$\frac{\partial \vartheta_c}{\partial x} + m\frac{\partial S}{\partial t} = 0\,. \qquad (4.43)$$

Ғовак бўшлиқда фақат нефть ва сув бўлганлиги сабабли, ғовак бўшлиқни нефтга тўйинганлиги $S_н$=1-S. Қатлам элементига нефтни кириб келиш ва ундан чиқиб кетиш тезликларини кўриб чиқиб қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial \vartheta_н}{\partial x} - m\frac{\partial S}{\partial t} = 0 \cdot \qquad (4.44)$$

(4.43) ва (4.44) тенгламаларни қўшамиз

$$\frac{\partial}{\partial x}(\vartheta_н + \vartheta_c) = 0; \;\; \vartheta_н + \vartheta_c = \vartheta(t). \qquad (4.45)$$

Шундай қилиб, нефть ва сувни йиғинди сизиш тезлиги x координатаси бўйлаб ўзгармайди, чунки нефть ва сув сиқилувчанмас суюқликлар деб қабул қилинган.

Демак, қатлам режими қаттиқ сув босимли.

Нефть ва сувни сизиш тезлиги Дарсининг умумлаштирилган қонунига бўйсунади

$$\vartheta_c = -\frac{KK_c(S)}{\mu_c}\frac{\partial P}{\partial x}; \;\; \vartheta_н = -\frac{KK_н(S)}{\mu_н}\frac{\partial P}{\partial x}, \qquad (4.46)$$

бу ерда: K_c ва $K_н$, μ_c ва $\mu_н$ - сувга тўйинганликдан S боғлиқ нисбий ўтказувчанликлар ва нефть ва сув қовушқоқлиги.

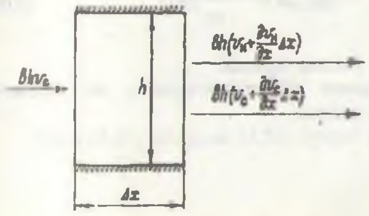
Бакли - Левертта функцияси деб аталувчи, f(S) функцияни кўриб чиқамиз. Бунда

$$f(S) = \frac{\vartheta_c}{\vartheta_c + \vartheta_н} = \frac{K_c(S)}{K_c(S) + \frac{\mu_c}{\mu_н}K_н(S)}, \qquad (4.47)$$

ёки $\quad f(S) = \vartheta_c / \vartheta(t)\,. \qquad (4.48)$

Сувни сизилиш тезлигини x бўйича дифференциаллаб, (4.48) ибородан қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial \vartheta_c}{\partial x} = \vartheta(t)f'(S)\frac{\partial S}{\partial x}\,. \qquad (4.49)$$



4.8-расм. Нефтни поршенсиз сиқиб чиқаришда қатлам элементини схемаси.

(4.49) тенгламани (4.43) қўйиб

S аниқлаш учун биринчи даражали ягона дифференциал тенгламага эга бўламиз

$$\vartheta(t)f'(S)\frac{\partial S}{\partial x}+m\frac{\partial S}{\partial t}=0. \qquad (4.50)$$

Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сиқиб чиқариш давомида нефтни сиқиб чиқарувчи сув кўлами қатлам охирига томон ҳаракат қилади ва сув босган областни ҳар бир кесимида сувга тўйинганлик тўхтовсиз ортиб боради. Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини бошқача, қатлам бўйлаб сувга тўйинганликни ўзгаришини кузатиб, тасаввур қилса бўлади. Масалан, вақтнинг қайсидир пайтида қатламни қандайдир кесимида сувга тўйинганлик $S=S_1$ бўлсин, маълум вақт ўтгандан сўнг бу сувга тўйинганлик қатламни охирида ҳам бўлади, чунки нефть қатламдан секин-аста чиқариб олинмоқда ва унинг ўрнини сув эгалламоқда.

Ушбу S=const учун қуйидагини қабул қилиш мумкин

$$\partial S=\frac{\partial S}{\partial x}dx+\frac{\partial S}{\partial t}dt=0,$$

ёки

$$\frac{\partial S}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{dS}{dt}=0. \qquad (4.51)$$

(4.50) ва (4.51) таққослаймиз. Агар

$$dx/dt=\frac{f'(S)\vartheta t}{m} \qquad (4.52)$$

қўйилса, улар ўхшаш бўлади.

(4.52) тенгламани вh кўпайтирамиз ва бўламиз, натижада қуйидагини оламиз

$$вhmx=f'(S)Q_{ск}(t);\quad Q_{ск}(t)=\int_0^t вh\vartheta(t)dt. \qquad (4.53)$$

$$\xi=\frac{вhmx}{Q_{сх}(t)} \qquad (4.54)$$

шартли белгини қабул қиламиз

$$\text{бунда}\quad \xi=f'(S). \qquad (4.55)$$

(4.55) ибора орқали S қиймати берилиб, қатламга киришдан ушбу сувга тўйинганликкача бўлган масофани аниқлаш мумкин. Аммо, сувсиз ишлаш даврида ҳайдалаётган сув ҳали қатлам оҳирига етмаган бўлади. Нефтни сув билан сиқиб чиқариш кўлами ҳолатини ва сиқиб чиқариш кўламидаги сув тўйинганликни ўрнатиш учун қатламга ҳайдалган сувни моддий балансини кўриб чиқамиз. Агар вақтнинг t пайтида қатламга ҳайдалган сув ҳажми $Q_{сх}(t)$ сиқиб чиқариш кўлами ўзунлиги $x_с$, қатламни боғлиқ сувга тўйинганлиги $S=S_{бк}$ бўлса, у ҳолда

$$Q_{сх}(t)=вhm\int_0^{x_с}S(x)dx-вhmx_сS_{бс}. \qquad (4.56)$$

Қуйидаги шартли белгиларни қабул қиламиз:

$$x=\frac{Q_{сх}}{вhm}\xi;\quad x_с=\frac{Q_{сх}}{вhm}\xi_с;$$

$$dx=\frac{Q_{сх}}{вhm}d\xi. \qquad (4.57)$$

Унда (4.57) иборани (4.56) қўйиб қуйидагини оламиз

$$\int_{0}^{\xi_c} S(\xi)d\xi - S_{бс}\xi_c = 1. \qquad (4.58)$$

$\xi = f'(S)$ бўлгани сабабли

$$d\xi = f''(S)dS.$$

Натижада (4.58) ибораддан

$$\int_{S_t}^{S_c} Sf''(S)dS = 1 + S_{бс}f'(S_c). \qquad (4.59)$$

(4.59) иборада x=0 бўлганда $\xi=0$ деб қабул қилинган, яъни қатламга киришда бир зумда S_* сувга тўйинганлик ўрнатилади ва унда $K_н=0$, ҳамда сиқиб чиқариш кўламида унинг қиймати бутун жараён давомида S_c тенг.

(4.59) чап тарафини қисмларга бўлиб интеграллаймиз

$$\int_{S_*}^{S_c} Sf''(S)dS = \int_{S_*}^{S_c} Sf'(S) - \int_{S_*}^{S_c} f(S)dS = S_c f'(S_c) - S_* f'(S_*) - f(S_c) + f(S_*). \qquad (4.60)$$

Айтилганларга мос равишда S_* сувга тўйинганлик $\xi=0$ кесимда ўрнатилади. Натижада, $f'(S_*)=0$, шу сабабли (4.60) иборани иккинчи ҳади ҳам нолга тенг. $K_н(S_*)=0$ бўлгани учун, (4.47) ибора асосида, $f(S_*)=1$. Шундай қилиб (4.59) ва (4.60) иборалардан қуйидагига эга бўламиз

$$S_c f'(S_c) - f(S_c) = S_{бс} f'(S_c),$$

бу ердан:

$$f'(S_c) = \frac{f(S_c)}{S_c - S_{бс}}. \qquad (4.61)$$

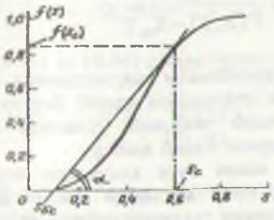
4.9-расмда, $\mu_c/\mu_н=0,5$ бўлганда, 2.16 - расмда берилган нисбий ўтказувчанликлар эгрилари ҳисобга олиб қурилган график келтирилган.

F(S) эгрисидан S_c қийматини 4.9-расмга асосан аниқласа бўлади.

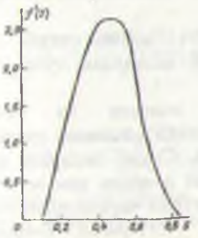
$$f'(S_c) = tg\alpha = \frac{f(S_c)}{S_c - S_{бс}}.$$

$S=S_{бс}$ нуқтасидан f(S) эгрисига уринма ўтказиб, уринмани туташ нуқтасидан $f(S_c)$ ва S_c аниқлаймиз (4.9-расм).

Қатлам узунлиги бўйича сувга тўйинганлик тақсимланишини аниқлаш учун эса f'(S) эгрисини қуриш керак (4.10-расм). Буни f(S) эгрисини графикли дифференцирлаш ёки, нисбий ўтказувчанлик эгриларини аналитик ифодалаб, аналитик дифференциялаш йўли билан бажариш мумкин.



4.9-расм. f(S) сувга тўйинганликдан S боғлиқлик графиги.



4.10-расм. f'(S) сувга тўйинганликдан S боғлиқлик графиги.

Энди нефтни сувсиз олиш даври муддатини, яъни $t=t_*$ вақт пайтини,

сиқиб чиқариш кўлами қатлам охирига етиб борган ва $x_c=l$ бўлган ҳолат учун, аниқлаймиз. Бу вақт пайтигача қатламга $Q_{сх}=Q_*(t_*)$ сув ҳайдалган деб ҳисоблаймиз ва (4.57) ибораднан қуйидагини оламиз

$$\frac{вhml}{Q_*(t_*)} = f'(S_c). \qquad (4.62)$$

(4.62) ибораднан $Q_*(t_*)$ ва t_* аниқлаймиз. вhml катталиги қатламни ғовак ҳажмига $V_к$ тенг. Режим қаттиқ сув босимли бўлганлиги сабабли, $t=t_*$ вақт пайтигача қатламга ҳайдалган сув хажми ўша вақт пайтигача қатламдан олинган нефть ҳажмига $Q_{н*}$ тенг, яъни $Q_*(t_*)=Q_{н*}$. Сувсиз нефть бера олишлик $\eta_0=\eta_{01}*\eta_2$, бу ерда: η_{01} - сувсиз даврда эришилган, нефтни сув билан сиқиб чиқариш коэффициенти.

Шу сабабли

$$\eta_0 = \frac{Q_{н*} * \eta_2}{V_к(1-S_{бс})} = \frac{\eta_2}{f'(S_c)(1-S_{бс})}. \qquad (4.63)$$

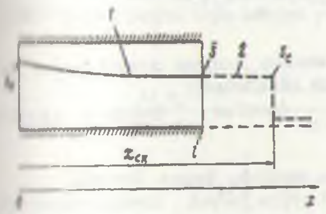
Қатламда сувга тўйинганликни тақсимланиши сиқиб чиқариш кўламини қатлам ичкарисига кириб борган сари ўзгариб боради, аммо сиқиб чиқариш кўламида S_c ва қатламга киришдаги S_* ўзгармас бўлиб қолади.

Олинган иборалар олиш бурғ қудуқлари чизиғига сувни етиб келиш пайти, яъни қатламни сувсиз ишлаш даври, учун сувга тўйинганликни тақсимланишини ҳисоблаш имконини беради.

Бироқ қатламдан нефть олиш сиқиб чиқариш кўламини қатлам охирига етиб келгандан сўнг (x=l) ҳам давом эттирилади.

Жорий нефть бера олишни ва маҳсулотни сувланганлигини $t>t_*$ бўлганда, яъни қатламни сувли ишлаш даврида, қуйидагича аниқлаймиз. Сиқиб чиқариш кўламини ҳаракати қатламни сувли ишлаш даврида ҳам юз бераяпти, аммо бу кўлам ўнг тарафдаги қатлам чегарасидан ташқарига тарқалмоқда, деб ҳисоблаймиз (4.11-расм). Бундай сохта

сиқиб чиқариш кўламида ҳам сувга тўйинганлик ўзгармас, S_c тенг бўлиб қолади, x=l эса сувга тўйинганлик $\bar{S}$ ташкил етади



4.11-расм. Тўғри чизиқли қатламдан сувли ишлаш даврида нефтни сув билан сиқиб чиқариш схемаси. Сувга тўйинганликни тақсимланиши: 1 - ҳақиқий; 2 - сохта.

Вақтнинг қайсидир $t>t_*$ пайтида сохта кўлам қатламга киришдан $x_{ск}$ масофада жойлашган бўлсин (4.11-расм). (4.54) ва (4.55) иборалар асосида $t>t_*$ бўлган ҳолат учун қуйидагини ёзиш мумкин

$$\frac{вhml}{Q_{сх}(t)} = f'(\bar{S}). \qquad (4.64)$$

(4.62) ва (4.64) ибораларданн ушбуни оламиз

$$\frac{f'(\bar{S})}{f'(S_c)} = \frac{Q_*(t_*)}{Q_{сх}(t)}. \qquad (4.65)$$

Қатламни сувли ишлаш даври учун нефть ва сув дебити қуйидагиларга тенг

$$q_н = \frac{вhKK_н(\bar{S})}{\mu_н}\left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)_{x=l};$$
$$(4.66)$$
$$q_c = \frac{вhKK_c(\bar{S})}{\mu_c}\left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)_{x=l}.$$

Булардан махсулотни жорий сувланганлигини v аниқлаш учун ушбу иборани оламиз

$$v = \frac{q_c}{q_c + q_н} = \frac{K_c(\bar S)}{K_c(\bar S) + \frac{\mu_c}{\mu_н} K_н^*(\bar S)} \quad (4.67)$$

Қатламни сувли ишлаш даврида жорий нефть бера олишни қуйидаги тартибда аниқлаймиз:

1) Жамғарма олинган нефть ҳажмини аниқлаймиз

$$Q_н = \int_0^t q_н(t)dt\,;$$

2) ушбу жамғарма нефть ҳажмини, $вhm(1-S_{бс})$ тенг, қатламдаги бошланғич нефть ҳажмига бўламиз.

Қатламдан олинган нефть ҳажмини унда сувга тўйинганликни ўзгариши бўйича, қатламни ишлаш режими қаттиқ сув босимли эканлигини инобатга олиб, аниқлаш мумкин. Қатламга кирган сув ҳажмини ундан сиқиб чиқарилган нефть ҳажмига тенглигидан келиб чиқиб ушбу иборани ёзамиз

$$Q_н = вhm\left[\int_0^l S(x)dx - S_{бс}l\right] = qt\left[\int_0^l S d\left(\frac{вhmx}{qt}\right) - S_{бс}\frac{вhml}{qt}\right] = qt\left[\int_0^{qт} S d\xi - S_{бс} f'(\bar S)\right] = \quad (4.68)$$

$$\frac{вhml}{f'(\bar S)}\left[\int_{S_*}^{\bar S} S f''(S)dS - S_{бс} f'(\bar S)\right] = \frac{вhml}{f'(\bar S)}\left[\bar S f'(\bar S) - S_* f'(S_*) - f(\bar S) + f(S_*) - S_{бс} f'(\bar S)\right]$$

(4.68) ибора вақтнинг $t>t_*$ бўлган ҳамма пайтлари учун тўғридир. $t \to \infty$ қатламни ҳамма қисмида сувга тўйинганлик S_* тенг бўлиб қолиши керак. Бироқ вақтнинг хоҳлаган бошқа қийматида сувга тўйинганлик фақат қатламга киришда $S=S_*$, яъни $\xi=0$. Бундан, (4.55) иборадан $f'(S_*)=0$. Натижада, (4.68) иборадан ушбуни оламиз

$$Q_н = V_к\left[\bar S - S_{бс} + \frac{1 - f(\bar S)}{f'(\bar S)}\right]. \quad (4.69)$$

(4.69) иборадан қатламни сувли ишлаш даврида унинг жорий нефть бера олиши учун қуйидаги келиб чиқади

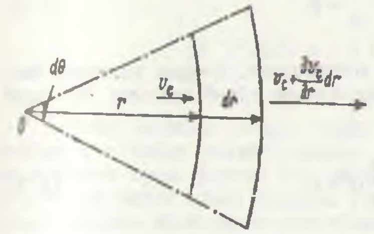
$$\eta = \frac{Q_н \eta_г}{Vк(1 - S_{бс})} = \frac{\left[\bar S - S_{бс} + \frac{1 - f(\bar S}{f(\bar S)}\right] \cdot \eta_2}{1 - S_{бс}}. \quad (4.70)$$

Шундай қилиб, қатлам элементини асосий ишлаш кўрсаткичларини - жорий нефть бера олишни ва олинаётган маҳсулот сувланганлигини аниқладик.

Радиал йўналишда нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқаришни, масалан сув бостириш усули қўлланилиб ишлатилаётган етти нуқтали ишлаш системаси элементини, кўриб чиқамиз.

Бу ҳолат учун қатлам ҳажмини элементар схемаси 4.12 - расмда келтирилган. Бундай ҳажмда сув сизилишини узлуксизлик тенгламасини dt вақтда кираётган ва чиқаётган сувни тенглиги асосида оламиз

$$2\pi r d\theta h \upsilon_c dt - 2\pi(r + dr)d\theta h(\upsilon_c + \frac{\partial \upsilon_c}{\partial r}dr)dt - 2\pi r dr d\theta m ds = 0. \quad (4.71)$$



4.12- расм. Радиал қатламни элементар ҳажми нинг схемаси.

(4.71) иборадаги қавсларни очиб, мос ҳадларни қисқартириб ва оддий ҳосилаларни хусусийлар билан алмаштириб қуйидагини оламиз

$$\frac{\partial \upsilon_c}{\partial r} + \frac{\upsilon_c}{r} + m\frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad \text{ёки} \quad \frac{1}{r}\frac{\partial(\upsilon c r)}{\partial r} + m\frac{\partial s}{\partial t} = 0 \cdot \qquad (4.72)$$

Худди шундай йўл билан, ғовак муҳитни нефтга тўйинганлиги $S_н=1-S$ эканлигини ҳисобга олиб, қатламда сизилаётган нефть учун узлуксизлик тенгламасини оламиз

$$\frac{1}{r}\frac{\partial(\upsilon_н r)}{\partial r} + m\frac{\partial s}{\partial t} = 0 \cdot \qquad (4.73)$$

(4.72) ва (4.73) ибораларни қўшамиз

$$V = V_н + V_c = \frac{q(t)}{2\pi r h}. \qquad (4.74)$$

Нефтни сув билан тўғри чизиқли сиқиб чиқариш ҳолати каби, (4.47) ибора билан аниқланадиган f(S) функциясини киритамиз ва уни (4.72) қўйиб, (4.74) иборани ҳисобга олган ҳолда сувга тўйинганликни аниқлаш учун битта дифференциал тенгламага эга бўламиз.

$$m\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{q(t)f'(s)}{2\pi r h}\frac{\partial s}{\partial r} = 0. \qquad (4.75)$$

Тўғри чизиқли ҳолатдагидек, S=const чизиғини вақт давомида қатламдаги ҳаракатини кўриб чиқамиз. Бу ҳолат учун

$$ds = \frac{\partial s}{\partial r}dr + \frac{\partial s}{\partial t}dt = 0. \qquad (4.76)$$

(4.75) ва (4.76) иборалардан

$$\frac{dr}{dt} = \frac{q(t)f'(s)}{2\pi r h m},$$

$$f'(S) = \zeta = \frac{m\pi k r^2}{Q_{cx}}, \qquad (4.77)$$

$$Q_{cx} = \int_0^t q(t)dt.$$

Қатламга ҳайдалган ва ундан олинган сув балансини кўриб чиқамиз. Соддалаштириш мақсадида бурғ қудуғи радиусини нолга интилтириб ($r_к \to 0$) қуйидагини оламиз.

$$\int_0^{r_к} 2\pi h m s r dr - \pi m s_{бс} h r_к^2 = Q_{ск} \cdot \qquad (4.78)$$

(4.71) иборада

$$f''(S)ds = \frac{2\pi m h r dr}{Q_{ск}}; \quad f'(S_c) = \frac{\pi m h r_c^2}{Q_{ск}}.$$

эканлигини инобатга олиб ва уларни (4.78) қўйгандан сўнг интегралли муносабатга келамиз.

$$\int_{S_*}^{S_c} f''(S)dS = 1 + S_{бс} f'(S_c).$$

Ушбу олинган ибора тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш учун олинган (4.59) муносабатни худди ўзидир. Шу сабабли радиал қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш учун, нефтни сув билан сиқиб чиқариш кўламидаги сувга тўйинганликни аниқловчи, (4.60) ва (4.61) иборалар, ҳамда Sc график йўл билан аниқлаш методи ҳақлидир.

Радиуси $r_ч$ қатламни сувсиз ишлаш вақтини (4.77) иборадан аниқлаймиз. Агар $Q_{сх}=qt$ десак,

$$t_* = \frac{\pi h r_ч^2 m}{q}. \qquad (4.79)$$

Қатламдан, $t>t_*$ бўлганда, олинаётган махсулотнинг жорий сувланганлигини (4.66) ва (4.77.) ибораларда аниқлаймиз. Жорий нефть бера олишни η эса (4.70) иборадан ҳисоблаймиз. Шундай қилиб нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнидаги ҳамма муҳим технологик кўрсаткичларни аниқлаймиз.

§ 4. Дарзли-ғовакли қатламларни нефтни сув билан сиқиб чиқаришда ишлаш

Тадқиқотлар ва нефть конларини ишлаш тажрибалари натижалари асосида кўплаб қатламларни, нафақат карбонат жинслардан тузилган, балки қумтошлар ва алевролитлардан ташкил топган терриген жинсларни ҳам, у ёки бу даражада дарзли деб бўлади.

Баъзи бир ҳолатларда, айниқса жинслар кичик ғовакли ва ёмон ўтказувчанли бўлганда, дарзлар – нефтни бурғ қудуқлари туби томон ҳаракат қилувчи асосий каналларидир. Бундай жинсларни керн ва бурғ қудуқларини гидродинамик тадқиқотлари натижасида аниқланган ўтказувчанлиги мос келмайди. Ҳақиқий ўтказувчанлик кернда аниқлангандан кўпинча анча катта бўлади.

Дарзли ғовак қатламларини таранглик режимида ишлаш жараёнида босимни ўзгариши дарзликлар системасида тезроқ тарқалади, натижада дарзликлар ва жинс блоклари, яъни матрицаси орасида суюқликни оқиб ўтиши юзага келади. Бу эса таранглик режимида бир хил қатламларда босим тақсимланишига нисбатан ушбу жинсларга хос босим тақсимланишини келтириб чиқаради.

Дарзли ва дарзли-ғовакли қатламларни ишлашга, дарзликларни тўйинтирувчи суюқлик босимини ўзгариши, тоғ жинсларини деформацияси натижасида, дарзликлар ҳажмини кескин ўзгариши катта таъсир этади.

Дарзли-ғовакли қатламларни ишлашдаги энг мураккаб саволлардан бири уларга турли моддаларни қўллаб, биринчи навбатда оддий сув бостиришни қўллаб, таъсир этиш жараёнлари билан боғлиқ.

Бундай қатламларга ҳайдалаётган сувни дарзликлар системаси орқали олиш бурғ қудуқларига, нефтни тоғ жинси блокларида қолдириб, тез ёриб ўтиш хавфи бор. Экспериментал тадқиқотлар ва конларни ишлаш тажрибаси кўрсатишича дарзли системалардан нефть самарали сиқиб чиқарилади ва сиқиб чиқариш коэффициенти 0,80-0,85 этади. Дарзли-ғовакли қатламларни матрицаларидан ҳам сув бостиришда нефть сиқиб чиқарилади, аммо нефтни сиқиб чиқариш коэффициенти 0,20-0,30 ташкил этади. Дарзли-ғовакли қатлам матрицаларидан нефтни сиқиб чиқариш қайси кучлар таъсирида юз беришини кўриб чиқамиз.

Биринчи куч дарзликлар системасидаги ва жинс блокларидаги босимлар фарқи билан боглиқ.

Иккинчи куч эса блокларни тўйинтирувчи сув ва нефтда капилляр босимни фарқ қилиши билан боғлиқ. Бу кучнинг таъсири натижасида жинсларда капилляр шимилиш, яъни айтилган капилляр босим фарқи сабабли улардаги нефть ўрнини сув билан эгалланиши юз беради. Капилляр шимилиш фақат ҳўлланувчан жинсларда бўлиши мумкин. Дарзли-ғовакли қатламларни матрицалари ёки блокларини капилляр шимилиши фақат капилляр кучлар таъсири билан эмас, балки энергетик нуқтаи назаридан ҳам тушунтириш мумкин, чунки нефть ва сув чегарасидаги энг кичик сиртқи энергияга, нефть матрицаларни тўйинтириб мураккаб, тарқоқли юзага эга бўлмаганда, яъни нефть дарзликларда тўпламларга йиғилганида эришилади.

Агар дарзли-ғовакли қатламнинг нефтга тўйинган жинсининг қирраси узунлиги l_* блоки олинса, ва у сувга солинса (ўхшаш ҳолат реал қатламда блок дарзликлар билан ўралган ва дарзликларда сув бўлганда юзаға келади), блокка сувни капилляр шимилиш тезлиги φ(t) ва, натижада, ундан нефтни сиқиб чиқарилиши, капилляр кучлар инобатга олинган нефтни сув билан сиқиб чиқаришни гидродинамик назарияси асосида, вақтдан t қуйидаги тарзда боғлиқ:

$$\varphi(t) \sim 1/\sqrt{t}.$$

Энергетик нуқтаи назардан капилляр шимилиш тезлиги нефт ва сув орасидаги ажратиш юзасининг қисқаришига мутаносиб, у эса ўз навбатида бўлиш юзасининг майдонига мутаносибдир.

Бундай ҳолат учун

$$\varphi(t) \sim e^{-\beta t},$$

бу ерда: β- қандайдир коэффициент.

Агар реал дарзли-ғовак қатламлардан капилляр шимилиш ҳисобига нефть олиш жараёнини ўрганиш керак бўлса энергетик ва гидродинамик йўллардан уйғун фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бу ҳолатда капилляр шимилиш тезлиги учун Э.В.Скворцов ва Э.А.Авакян таклиф этган ибoрадан фойдаланиш мумкин:

$$\varphi(t) = \frac{ae^{-\beta t}}{\sqrt{\beta t}}, \qquad (4.80)$$

бу ерда: a - экспериментал коэффициент.

Шимилиш жараёнини физик моҳиятидан ва ўлчамидан келиб чиқиб β коэффициентини қуйидагича тасаввур қилса бўлади:

$$\beta = \frac{AKG\cos\theta}{\ell_*^3\ \mu_н}; \quad A = A(K_н, K_c, \frac{\mu_н}{\mu_c}, m, \frac{K^{1/2}}{\ell_*}. \qquad (4.81)$$

бу ерда: $K_н$, K_c - нефть ва сув учун нисбий ўтказувчанликлар; к - мутлоқ ўтказувчанлик; G - нефт-сув чегарасидаги сирт таранглик; θ - қатлам жинсларини сув билан ҳўлланиш бурчаги; $\mu_н$, μ_c - нефть ва сув қовушқоқликлари; A-экспериментал функция.

Чексиз вақт давомида қиррасининг узунлиги ℓ_* бўлган куб шаклдаги блокка шимилган сув миқдори ундан олинган нефть ҳажмига тенг деган шартдан келиб чиқиб a коэффициентини аниқлаш учун иборани оламиз

$$\int_0^\infty \varphi(t)dt = m\ell_*^3 * S_{ко}\eta^*, \qquad (.4.82)$$

бу ерда: $S_{но}$ - жинс блокининг бошланғич нефтга тўйинганлиги; η^* - блокдаги капилляр шимилишда унинг якуний нефть бера олишлиги.

Агар капиллар шимилиш тезлигини (4.80) ибора билан аниқлаш мумкин бўлса, у ҳолда

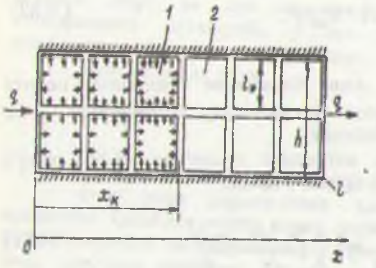
$$\int_0^\infty \varphi(t)dt = \int_0^\infty \frac{ae^{-\beta t}}{\sqrt{\beta t}}dt = \frac{a}{\beta}\int_0^\infty \frac{e^{-\tau}d\tau}{\sqrt{\tau}} = \frac{a\sqrt{\pi}}{\beta}. \qquad (4.83)$$

(4.82) ва (4.83) ибoралардан қуйидагини оламиз

$$m\ell_*^3 * S_{ко}\eta^* = \frac{a\sqrt{\pi}}{\beta}; \quad a = \frac{m\ell_*^3 S_{ко}\eta^*\beta}{\sqrt{\pi}}. \qquad (4.84)$$

Кўплаб жинс блокларидан ташкил топган, дарзли-ғовакли қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини кўриб чиқамиз. Юқорида қабул қилинганидек блокларни қиррасининг узунлиги ℓ_* кублар деб тасаввур қиламиз (4.13-расм). Нефтни сув билан сиқиб чиқариш қатламни x=0 чегарасидан бошланганлиги сабабли, қатламга киришда жойлашган биринчи блоклар узоқдагиларига нисбатан сувга кўпроқ тўйинган бўлади. Тўғри чизиқли қатламга ҳайдалаётган ҳамма сув сарфи q, маълум сондаги жинс блокларига кетади, шу сабабли вақтнинг ҳар бир пайтида уларни тўйиниши $0 \le x \le x_к$ областда юз беради. ($x_к$ - капилляр шимилиш кўлами). Бу кўлам қатламда қуйидаги тезлик билан ҳаракат қилади

$$\upsilon_к = dx_к / dt. \qquad (4.85)$$



4.13-расм. Сув бостирилаётган дарзли-ғовакли чизикли қатламни схемаси: капилляр шимилиш билан қамраб олинган жинс блоклари; 2-капилляр шимилиш билан қамраб Олинмаган жинс блоклари.

Агар қатламни ҳар бир кесимидаги жинс блоклари вақтнинг λ пайтида тўйинишни бошласа, у ҳолда сувни шимилиш тезлигини шу вақт пайтидан ҳисоблаш керак. Δλ вақт давомида жинс блокларини бир нечтаси тўйинишга «кирсин». Бу блокларга кираётган сув сарфи Δq қуйидагига тенг

$$\Delta q = \frac{вh\varphi(t-\lambda)\upsilon_к(\lambda)\Delta\lambda}{\ell_*^3}. \qquad (4.86)$$

Сувни шимилиш тезлиги φ(t) битта блок учун аниқланган. Уни дарзли-ғовакли қатламни бирлик ҳажмига сувни шимилиш тезлиги сифатида тасвирлаш учун, (4.86) иборада бажарилганидек, капилляр шимилиш тезлигини ℓ. бўлиш керак.

Яна бир бор эслатиб ўтамиз, (4.86) иборада шимилиш тезлиги λ пайтдан бошлаб ҳисобланади, бу вақтда координатаси $x_к(\lambda)$ бўлган блокка уларда шимилувчан сув кўлами етиб келади.

(4.86) иборадаги сарфлар орттирмасини қўшиб ва Δλ нолга интилтириб, қуйидагига келамиз

$$q = \frac{вh}{\ell_к}\int_0^t \varphi(t-\lambda)\upsilon_к(\lambda)d\lambda. \qquad (4.87)$$

Одатда сарф q берилган ва шимилиш кўламини ҳаракатланиш тезлигини $\upsilon_к$ (λ) топиш керак бўлади. Унда (4.87) ибора $\upsilon_к(\lambda)$ аниқлаш учун интеграл тенгламадир.

Агар шимилиш тезлигини (4.80) иборадан фойдаланишни ва (4.87) инобатга олиб куйидагини оламиз

$$q = вh\beta\eta^* mS_{но}\int_0^t \frac{e^{-\beta(t-\lambda)}\upsilon_к(\lambda)d\lambda}{\sqrt{\pi\beta(t-\lambda)}}. \qquad (4.88)$$

(4.88) - интеграл тенглама ечимини, ушбу кўринишидаги, Лаплас ўзгартиргичидан фойдаланиб оламиз

$$\upsilon_к(t) = \frac{dx_к}{dt} = \frac{q}{вh\eta^* mS_{но}}\left[\frac{e^{-\beta t}}{\sqrt{\pi\beta t}} + erf(\sqrt{\beta t})\right]. \qquad (4.89)$$

(4.89) иборадан шимилиш кўлами ҳолатини аниқлаш учун иборани оламиз.

$$x_к(t) = \frac{q}{вh\eta^* mS_{но}}\int_0^t\left[\frac{e^{-\beta t}}{\sqrt{\pi\beta t}} ert(\sqrt{\beta t})\right]dt. \qquad (4.90)$$

(4.90) ибора, $x_к(t_*)=l$ бўлганда, қатламни сувсиз ишлаш вақтини $t=t_*$ аниқлаш имконини беради.

Дарзли-ғовакли қатламни сувланган маҳсулот олиш давридаги ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш қуйидагича амалга оширилади. Ушбу қатлам, x>ℓ бўлганда ҳам чексизликкача «сохта» чўзилиб ётибди деб ҳисоблаймиз (4.13 - расм).

Қатламни сохта қисмини тўйинтиришга кетаётган сув сарфи q_c (x>l бўлганда) қуйидагига тенг.

$$q_ф = вh\beta\eta^* mS_{но}\int_0^t \frac{e^{-\beta(t-\lambda)}\upsilon_к(\lambda)d\lambda}{\sqrt{\pi\beta(t-\lambda)}}, \qquad (4.91)$$

бу ерда $\upsilon_к(\lambda)$ (4.89) ибoрадан, t ўрнига λ қўйиб, аниқлаймиз. Шундай қилиб ушбу иборани оламиз

$$q_ф = q\beta \int_{t_*}^{t} \frac{e^{-\beta(t-\lambda)}}{\sqrt{\pi\beta(t-\lambda)}} \left[\frac{e^{-\beta\lambda}}{\sqrt{\pi\beta\lambda}} + erf\left(\sqrt{\beta\lambda}\right) \right] d\lambda \cdot \qquad (4.92)$$

Натижада, $t>t_*$ даврда дарзли-ғовакли қатламда шимилаётган сув сарфи, ёки ушбу даврда олинаётган нефть дебити:

$$q_н = q - q_ф \qquad (4.93)$$

Сув дебити мос равишда $q_c=q_ф$ бўлади. Келтирилган ибoралардан жорий махсулотни сувланганлигини ва нефть бера олишликни аниқлаш мумкин.

(4.80) иборани, блокларни ҳам капилляр кучлар, ҳам дарзликлар системасидаги босим фарқлари билан тўйиниш ҳолатида, дарзли-ғовакли қатламдан нефтни сиқиб чиқаришни тахминий ҳисоблаш учун фойдаланиш мумкин. (4.80) ва (4.81) ибoраларга кўра, нефтни жинс блокларидан сиқиб чиқарувчи куч G cos θ кўпайтмаси билан аниқланиб, унинг бирлиги [G cos θ]=Па.м. Жинс блокларидан нефтни гидродинамик сиқиб чиқаришда сув блокларга киради, нефть эса улардан босим фарқи таъсирида сиқиб чиқарилади. Grad p бирлиги Па/м. Агар G cos θ ўрнига G cos θ/ℓ. катталиги олинса капилляр ва гидродинамик кучлар бир хил ўлчамга эга бўлади. Унда

$$\beta = \frac{\Lambda_к}{l_*\mu_н} \left(\frac{G \cos\theta}{\ell_*^2} + grad \right) \cdot \qquad (4.94)$$

Шундай қилиб, (4.94) иборада жинс блокларини ҳам капилляр куч, ҳам дарзликлар системасидаги босимлар фарқи ҳисобига тўйиниши инобатга олинади.

§ 8. Сув бостириш усули қўлланилиб ишлашдаги нефть конларини технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш методикалари

Нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини ўрганишда, бу жараённи дастлаб поршенли хусусиятга эга деб ҳисобланган. Шундай қилиб қатламдан нефтни поршенли сиқиб чиқариш модели пайдо бўлган. Агар бу моделни бир турли қатлам модели билан биргаликда қўрилса, сув бостириш усули қўлланилган реал нефть конини ишлаш манзарасини жуда содда акс эттириши маълум бўлди. Қатлам бир турли деб таҳмин қилинганда ва бундай моделдан фойдаланилганда конни ишлаш бутунлай сув олишсиз амалга оширилиши мумкин деган ҳулосага келиш мумкин. Бу хулоса ҳақиқий маълумотларга умуман зид, чунки сув бостириш усули қўлланилиб ишлашдаги ҳамма конларда узоқ сувли ишлатиш даври мавжуд. Сувланган маҳсулотни олиш икки ҳисоблаш йўли билан амалга оширилмоқда.

Биринчи йўл - қатламни турли ўтказувчанликдаги қатламлардан тузилган деган тасаввурга асосланди. Нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш жараёни моделини қатламни қат-қат ҳар хил, айниқса қатламчаларни мутлоқ ўтказувчанлиги бўйича эҳтимолли-статистик тақсимоти ҳисоб олинган, модели билан бирлаштиришни ўзи сувланган маҳсулот олишни ҳисоблаш имкониятини берди.

Иккинчи йўл - нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш моделини яратишга асосланди. Биринчи бўлиб америкалик тадқиқотчилар Бакли ва Леверетт таклиф этган, бу модел нефть ва сувни биргаликда сизилишини инобатга олиб нефть қатламларини ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш методикаларининг кўпларига асос бўлди.

Нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш хусусиятини ҳисобга олиш нисбий ўтказувчанликлардан фойдаланиш заруриятини келтириб чиқарди, улар табиийки турли қатламлар учун бир хил эмасдир.

Нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш моделининг ўзи, бир хил қатлам модели билан биргаликда, сувланган маҳсулот олиш давридаги қатламни ишлаш

маълумотларини ҳисоблаш имконини беради. Шундай бўлса ҳам, қатламни реал ҳар хиллигини қандайдир йўл билан ҳисобга олиш керак эди. Собиқ иттифоқда, қат-қат ҳар хил қатлам моделидан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш хусусиятини инобатга олган, биринчи методикани Ю.П.Борисов таклиф этди ва кейинчалик бир қатор олимлар томонидан ривожлантирилди.

Шундан сўнг, поршенли ёки поршенсиз сиқиб чиқаришни қатламни қат-қат ҳар хил модели билан биргаликдаги моделлари асосида бир қанча методикалар таклиф этилди. Уларга мисол қилиб ВНИИ-1, Гипровостокнефть, СибНИИНП, БашНИПИнефть ва бошқа методикаларни кўрсатиш мумкин.

Аммо юқорида айтилган ҳамма методикалар фақат бир ўлчамли - тўғри чизиқли ва радиал қатламлар учун ишлаб чиқилган эди. Сўнгги вақтда, тезкор электрон ҳисоблаш машиналаридан фойдаланиш сабабли, модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликлар инобатга олинган нефть ва сувни икки ва уч ўлчамли биргаликдаги сизилиши асосидаги методикалар қўлланилмоқда. Шунинг учун умумий кўринишда, сув бостириш усули қўлланилаётган нефть конларини ишлашдаги икки ўлчамли масалаларни кўриб чиқамиз. Конни бирон бир ишлаш вариантида беш нуқтали система билан ишлаш қабул қилинган бўлсин. 4.14-расмда бу ишлаш системасининг схемаси келтирилган. Қатлам жинсларининг хоссалари, унинг қалинлиги ва чизиқли ўлчамлари, нефть ва сув хоссалари, бурғ қудуқларидаги босим ёки қатламга ҳайдалаётган сув сарфи берилган. Ишлашни технологик кўрсаткичларини, масалан, жорий нефть бера олишни, маҳсулотни сувланганлигини, бурғ қудуқлари орасидаги босим фарқи берилганда нефть ва сув дебитларини ёки дебитлар берилганда ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари орасидаги босим фарқини топиш керак бўлсин.

Бу масалани очишда нефть ва газни икки ўлчамли сизилиш тенгламасидан фойдаланилади. Уларни келтириб чиқариш учун қатламни элементар ҳажмидаги нефть ва сув балансини кўриб чиқамиз (4.14 - расм).

Қатлам элементига кираётган сув миқдорини ва ундан x ўқи бўйича чиқаётган, ҳамда dxdyh элементда

йиғилган сув ҳажмини инобатга олиб, қуйидагига эга бўламиз.

$$\frac{\partial \vartheta_{сх}}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta_{су}}{\partial y} + m\frac{\partial S}{\partial t} = 0, \qquad (4.59)$$

бу ерда: υ_{cx}, υ_{cy} - мос равишда x ва y ўқлари бўйлаб сувни сизилиш тезлиги.

4.14 - расм. Беш нуқтали ишлаш системасининг элементи: 1 - ҳайдаш бурғ қудуғининг 1/4 қисми; 2 - майдони ΔxΔy бўлган якуний - турли ячейка; 3 - олиш бурғ қудуғининг 1/4 қисми.

Ғовак бўшлиқни нефтга тўйинганлигини $S_н$=1-S инобатга олиб, қатлам элементига кираётган ва чиқаётган нефт миқдори баланси учун

$$\frac{\partial \vartheta_{нх}}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta_{ну}}{\partial y} + m\frac{\partial S}{\partial t} = 0. \qquad (4.96)$$

Нефть ва сувни биргаликда сизиш конунига асосан

$$\vartheta_{сх} = -\frac{KK_с(S)}{\mu_с}\frac{\partial P}{\partial x}; \quad \vartheta_{су} = -\frac{KK_с(S)}{\mu_с}\frac{\partial P}{\partial y};$$
$$\vartheta_{нх} = -\frac{KK_н(S)}{\mu_н}\frac{\partial P}{\partial x}; \quad \vartheta_{ну} = -\frac{KK_н(S)}{\mu_н}\frac{\partial P}{\partial y}. \qquad (4.97)$$

(4.97) иборани (4.95) ва (4.96) қўйиб, P ва S аниқлаш учун қуйидаги икки тенгламали системани оламиз:

$$\frac{\partial}{\partial x} K_c(S) \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_c(S) \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\mu_c m}{K} \frac{\partial S}{\partial t} = 0;$$

$$\frac{\partial}{\partial x} K_н(S) \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_н(S) \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\mu_н m}{K} \frac{\partial S}{\partial t} = 0. \qquad (4.98)$$

Кейин хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар системасини (4.98) якуний - турли тенгламалар билан алмаштирамиз. Беш нуқтали ишлаш системаси элементини x ўқи бўйича қиррасининг узунлиги Δx тенг, ва y ўқи бўйича қиррасининг узунлиги Δy тенг бир қанча ячейкаларга мос равишда бўлиб чиқамиз. Бунда ҳайдаш бурғ қудуғининг 1/4 қисмини ва олиш бурғ қудуғини 1/4 қисмини ҳам мос ячейкалар билан алмаштирамиз (4.14 - расм). Кўриб чиқилаётган ҳолатда ҳамма оқим области 64 ячейкага бўлинган. Ячейкалар сони қанча кўп бўлса босим ва тўйиниш майдони аниқроқ ҳисобланади. Бироқ ячейкаларни кичиклаштириш ҳисоблаш вақтини ортишига олиб келади. Шунинг учун ячейкаларга керакли аниқликдан келиб чиқиб бўлинади.

Узоқ вақт ишлатилаётган конларни ишлашни лойиҳалашда. нефть ва сув олиш ҳақидаги ҳақиқий маълумотлар маълум бўлганда, конни ўтган ишлаш натижалари асосида, соддалаштирилган методикалардан фойдаланиб ишлаш кўрсаткичларини башорат қилиш мумкин. Бу методикаларни эмперик методикалар деб атаса бўлади, чунки улар билан ишлаш кўрсаткичлари амалдаги маълумотлар асосида башорат қилинади.

Нефть конларини лойиҳалаштириш амалиётида турли эмперик методикалар ҳамда маълумотларни ўрта қийматларига асосланган «ишлаш кўрсаткичларини сиқиб чиқариш хусусиятлари бўйича ҳисоблаш методикалари» деб ном олган методикалар маълум. Ушбу методикалар билан ҳисоблашда нефть ва сувни бирга сизилиш назарияси нисбатларидан фойдаланилади ва бирон-бир сизилиш хусусиятлари ўзгартирилиб назарий ва ҳақиқий эгриларни мос келишига эришилади. Бундай эгрилар сувланганлик - жамғарма ҳайдалган сув ҳажми, сувланганлик-жамғарма олинган нефть, жорий нефть бера олишлик-жамғарма ҳайдалган сув ҳажми

ва бошқа кўринишларда бўлиши мумкин. Айрим ҳолатларда кўрсатилган ҳақиқий эгрилар экстраполяция қилиш йўли билан тўғридан-тўғри ишлаш кўрсаткичларини башорат қилиш учун қўлланилади.

Қуйида асосини маҳсулотни жорий сувланганлигини жорий нефть бера олишликдан назарий боғлиқлигини ташкил этувчи ва ҳақиқий боғлиқликка мослаштирилган, ишлаш кўрсаткичларини башорат қилишни эмперик методикасини кўриб чиқамиз.

Шундай қилиб, ҳамма ёки деярли ҳамма олиш бурғ қудуқларининг маҳсулоти сувланган, узоқ вақт ишлашдаги кони, ундан олинаётган маҳсулотни жорий сувланганлигини ν жорий нефть бера олишликдан η боғлиқлиги ўрнатилаётган бўлсин. Вақтнинг кўрилаётган $t=t_1$ пайтида нефть бера олишлик катталиги $\eta=\eta_1$ тенг.

Кондан турли суръатларда суюқлик олишда ва олинаётган суюқлик ўрни ҳайдалаётган сув билан тўлиқ тўлдирилаётган ҳолатда, ундан нефт олиш $q_н(t)$ қандай ўзгаришини ҳисоблаш керак бўлсин. Агар ишлаш кўрсаткичларини нисбатан қисқа, ҳақиқий ишлаш маълумотлари олинган вақтдан кам вақт давомида ҳисоблаш керак бўлса, ҳақиқий $\nu=\nu\ (\eta)$ боғлиқликни экстраполяция қилиш мумкин.

Ушбу эмперик методика учун умумий нисбатларни келтириб чиқарамиз. Кондан нефть олишни суюқлик олиш ва маҳсулотни сувланганлиги орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$q_н = q_{нс} - q_c = q_{нс} - \nu q_{нс} = q_{нс}\,(1-\nu). \qquad (4.99)$$

Бундан ташқари

$$\eta = Q_н / G; \qquad Q_н = \int_0^t q_н(t)\,dt, \qquad (4.100)$$

бу ерда: G - конни геологик нефть заҳиралари.

Демак,

$$d\eta / dt = d_н(t) / G. \qquad (4.101)$$

(4.99) иборани инобатга оламиз

$$\frac{d\eta}{1-\nu} = \frac{d\eta}{1-f(\eta)} = \frac{q_{нс}(t)}{G},$$

ёки

$$\frac{d\eta}{1-f(\eta)} = \frac{1}{G}\int_0^t q_{нс}(t)dt. \qquad (4.102)$$

Лойиҳалаш даврида маҳсулотни жорий сувланганлигини жорий нефть бера олишликдан боғлиқлиги $\nu=f(\eta)$ ўзгармайди деб, турли жорий суюқлик олиш берилиб, (4.102) иборадан жорий нефть бера олишликни, $\nu=f(\eta)$ эгрисидан мос вақт пайти учун маҳсулотни сувланганлиги, ундан кейин эса (4.99) иборадан жорий нефть олишни аниқлаймиз.

Бироқ юқорида баён этилган методикани, $\nu=f(\eta)$ - эгрисини ишончли даражада экстраполяция қилиш мумкин бўлган, вақтни нисбатан қисқа даврида ишлаш кўрсаткичларини башоратлаш учун қўллаш мумкин. Агар кон бўйича ўрнатилаётган $\nu=f(\eta)$ боғликликни экстраполяция қилиш мумкин бўлмаса, Ушбу соддалаштирилган методикалар ёрдамида ишлаш кўрсаткичларини нисбатан узоқроқ цаврга башорат қилиш мумкинми деган савол пайдо бўлади. Бунинг учун қатламни қўшимча хусусиятларидан фойдаланишга тўғри келади, улардан бири кон бўйича ўртача сувга тўйинганликни нефть ва сув учун модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликлардан боғлиқлиги бўлиши мумкин.

5-бобда келтирилганлардан маълумки, модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликлар $\overline{K}_с(S)$ ва $\overline{K}_н(S)$ ҳамда модифицирлаштирилган сувга тўйинганлик $\overline{S}$ қат-қат ҳар турли қатлам элементидаги сув босган қатламчанинг K_* ўтказувчанлигига, мутлоқ ўтказувчанликни эҳтимолли-статистик тақсимоти кўринишига ва кўрсаткичларига, қолдиқ нефтга тўйинганликка $S_{нк}$ ва қатламни боғлиқ сув билан тўйинганлигига $S_{бс}$, боғлиқ.

Демак, K_* қиймати берилиб, $\overline{S}$ ва мос нисбий ўтказувчанликларни аниқлаш мумкин. Агар $\overline{S}$ кўрилаётган кон қатламидаги ўртача сувга тўйинганликга тенг десак, у кейин кон бўйича жорий сувланганлик

$$\nu = f(\overline{S}) = \frac{K_c(\overline{S})}{K_c(\overline{S}) + \frac{\mu_c}{\mu_н}K_н(\overline{S})}. \qquad (4.103)$$

Энди кон бўйича жорий нефть бера олишлик ва ўртача сувга тўйигнганлик $\overline{S}$ орасидаги боғликликни ўрганиш керак. Кондаги бошланғич нефть захираларини $G_{но}$ деб белгилаймиз. Унда

$$G_{но} = V_к m(1 - S_{бс})\rho_{но}в_{но}, \qquad (4.104)$$

бу ерда: $V_к$ - қатламнинг ҳажми; $\rho_{но}$ - газсизлаштирилган нефтнинг зичлиги; $в_{но}$ - ҳажмий коэффициент.

Кон бўйича ўртача сувга тўйинганлик $\overline{S}$ тенг бўлганда, вақт пайтида қатламда қолган нефть заҳиралари қуйидагига тенг

$$G_{нк} = V_к m(1 - \overline{S})\rho_{нс}в_{нс}. \qquad (4.105)$$

(4.104) ва (4.105) иборалардан ушбуга эга бўламиз

$$\eta = \frac{G_{но} - G_{нк}}{G_{но}} = \frac{\overline{S} - S_{бс}}{1 - S_{бс}}. \qquad (4.106)$$

Шундай қилиб, модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанликлардан фойдаланиб, (4.103) ва (4.106) иборалар асосида, $\nu=f(\eta)$ боғликликни ҳисоблаш мумкин. Кейин, мутлок ўтказувчанликни эҳтимолли-статистик тақсимотига кирувчи кўрсаткичларини ўзгартириб ёки тақсимот ўзини, ҳамда $S_{нк}$ ва $S_{бс}$ катталикларини ўзгартириб, $\nu=f(\eta)$ назарий эгрини, конни ўтган ишлаш

мобайнидаги маълумотлари асосида қурилган, ҳақиқийсига мослаштириш мумкин.

Назарий эгрини $\nu=f(\eta)$ ҳақиқийси билан етарли даражада мос келишига эришилгандан сўнг, $\nu=f(\eta)$ эгрисини маҳсулотни жорий сувланганлигини ва нефть бера олишликни катта қийматлари областига экстраполяция қилиш мумкин. Шундан сўнг, (4.99)-(4.102) иборалардан нефть олишни ҳисоблаш мумкин.

§ 6. Қатлам босимини ва бурғ қудуқлари дебитини ҳисоблаш

Суюқликни чуқурликдан ер юзасига чиқариш усулини танлаш, нефть ва сувни фазавий ҳолатини баҳолаш мақсадида, ҳамда сизилаётган моддаларни, нефть ва сув орасидаги чегарани ҳаракат тезлигини аниқлаш мақсадида қатлам босими градиентини ҳисоблашда, бурғ қудуқлари тубидаги босимни аниқлаш учун қатлам босими майдонини билиш керак.

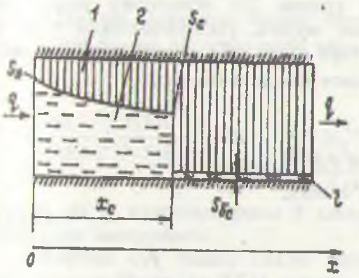
Ҳар хил суюқликларни, жумладан, нефть ва сувни, сизилиш масалаларини ечишда сувга тўйинганлик майдонини ҳисоблаш билан бирга қатлам босими майдони ҳам аниқланади. Поршенли сиқиб чиқариш моделидан фойдаланилган тўғри чизиқли ёки радиал қатламдан нефтни сув билан сиқиб чиқаришда босим майдони ушбу бобнинг 2 бўлимида келтирилган иборалардан аниқланади.

Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш ҳолатида ҳам унда босим тақсимотини ўрнатиш бир оз мураккаб. Шунинг учун бу ҳолатни муфассалроқ кўриб чиқамиз. Қатламдаги нефть ва сувни йиғинди сизилиш тезлиги учун қуйидаги иборага эгамиз.

$$\vartheta=\vartheta_с+\vartheta_н=-K\left(\frac{K_с}{\mu_с}+\frac{K_н}{\mu_н}\right)\frac{\partial P}{\partial x}. \qquad (4.107)$$

f(s) функция учун иборани инобатга олиб ушбуни оламиз

$$q=(\vartheta_с+\vartheta_н)вh=-\frac{вhk}{\mu_с}\left(K_с+\frac{\mu_с}{\mu_н}K_н\right)\frac{\partial P}{\partial x}=-\frac{вhk}{\mu_с}\frac{K_с(S)}{f(S)}\frac{\partial P}{\partial x}. \qquad (4.108)$$



4.15-расм. Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш схемаси: 1-нефть; 2-сув.

Соддалаштириш учун қатламга ҳайдалаётган сув ҳажмини $V_{сх}=qt$ деб ҳисоблаймиз.

$$x=\frac{qt}{вhm}\xi \text{ ва } \quad dx=\frac{qt}{вhm}d\xi.$$

(4.108) иборага қўямиз

$$q=-\frac{вhk}{\mu_с}\frac{K_с(S)}{f(S)}\frac{\partial P}{\partial \xi}\frac{\partial \xi}{\partial x}=-\frac{в^2h^2mk}{qt\mu_с}\frac{K_с(S)}{f(S)}\frac{\partial P}{\partial \xi}. \qquad (4.109)$$

$d\xi=f''(S)ds$ эканлигини ҳисобга олиб, хусусий ҳосилаларни оддийлари билан алмаштириб, (4.109) қуйидагини оламиз.

$$q=-\frac{в^2h^2mk}{\mu_с qt}\frac{K_с(S)}{f(S)f''(S)}\frac{\partial P}{\partial S},$$

ёки

$$\frac{q\mu_c t}{в^2h^2mk}\frac{f(S)f''(S)}{K_c(S)}dS = -dP. \qquad (4.110)$$

4.15-расмга асосан $x_c<x<\ell$ бўлган қатлам областида тоза нефть ҳаракат қилади. Бу областдаги нефть учун фазавий ўтказувчанлик мутлоқ ўтказувчанликка тенг деб ҳисоблаймиз. Унда тўғри чизиқли қатламдаги тўлиқ босим фарқи $\Delta\bar{P}$ учун қуйидаги иборани оламиз:

$$\Delta\bar{P} = \frac{q\mu_к(\ell - x_c)}{вhk} + \frac{q^2\mu_c t}{в^2h^2mk}\int_{S_*}^{S_c}\psi(S)dS;$$

$$\psi(S) = \frac{f(S)f''(S)}{K_c(S)}; \qquad (4.111)$$

$$x_c = \frac{f'(S_c)qt}{bhm}.$$

Сиқиб чиқариш кўламидаги сувга тўйинганликни ушбу бобнинг 3 қисмида келтирилган методика билан аниқлаймиз. Сувга тўйинганлик функциясидан $\psi(s)$ интегрални ЭҲМ фойдаланиб сонли усул билан ҳисоблаш мумкин. Бунда функцияга кирувчи $\psi(s)$ ва иккинчи ҳосилали $f(s)$ функцияни сонли дифференциялаш йўли билан аниқлаш мумкин.

Радиал ҳолат учун

$$q = -\frac{2\pi Khr}{\mu_c}\frac{K_c(S)}{f(S)}\frac{\partial p}{\partial r}. \qquad (4.112)$$

(4.77) иборани дифференцирлаб ушбуни оламиз

$$q = -\frac{4\pi^2mr^2h^2k}{qt\mu_c}\frac{K_c(S)dp}{f''(S)f(S)dS}$$

ёки

$$\frac{q\mu_c}{4\pi Kh}\frac{f(S)f''(S)}{f'(S)K_c(S)}dS = -dp. \qquad (4.114)$$

Тўйиниш чегараси билан бурғ қудуғи орасидаги тўлиқ босим фарқи $\Delta P_к$ учун ушбу иборани оламиз

$$\Delta P_к = \frac{q\mu_c}{4\pi Kh}\int_{S_*}^{S_c}\frac{f(S)f''(S)}{f'(S)K_c(S)}dS + \frac{q\mu_н}{2\pi Kh}\ln\frac{r_ч}{r_к}. \qquad (4.115)$$

S_c ва $r_к$ катталикларини 3 қисмда келтирилган мос ибораларлан аниқлаймиз.

Нефтни сув билан сиқиб чиқариш вазифаларини сонли усуллар ёрдамида ЭҲМ ечишда қатлам босимининг майдони сувга тўйинганлик ва нефтга тўйинганлик майдонлари билан бир вақтда ҳисобланади.

Амалиётда ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари орасидаги туб босим фарқларини ҳамма босқичлар учун эмас, балки ишлашни маълум пайтларида аниқлаш муҳим ҳисобланади.

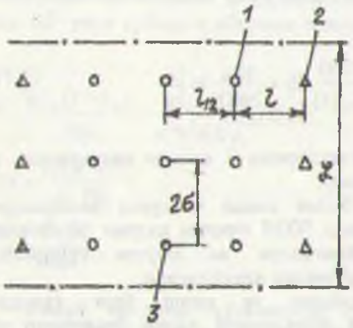
Масалан, қатламда амалиётда сувсиз деб ҳисобланувчи тоза нефтни ҳаракати кузатиладиган ишлашни бошланғич даврида ёки қатламдан олинаётган маҳсулотни сувланиши бошлангандан сўнгги айрим пайтлари.

Босимлар фарқини амалиёт учун кўп ҳолларда тахминий аниқлаш етарли бўлгани учун, бундай ҳисоблашларда эквивалент сизилишлар қаршилиги методидан фойдаланиш мумкин.

Бурғ қудуқларини уч қаторли жойлаштириш схемасидаги қатлам босими тақсимотини эквивалент сизилишлар қаршиликлари методи билан ҳисоблаймиз. Соддалаштириш мақсадида бир хил қатламни оламиз ва ундан нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш юз бераяпти деб ҳисоблаймиз.

Сув бостириш жараёни энди бошланган ва нефть фақат радиуси $r_к$ ҳайдаш бурғ қудуғи атрофидаги $r_к \le r \le r_c < G/\pi$ областдан сиқиб чиқарилган ҳолатни кўриб чиқамиз

(4/16 - расм). Ҳайдаш бурғ қудуқлари орасидаги, учта олиш бурғ қудуқлари каторидан иборат, ишлаш тасмаси қисмига q сарф билан сув ҳайдалаётган бўлсин. Тасманинг қўрилаётган қисмининг узунлиги L тенг.



4.16-расм. Уч қаторли ишлаш системали тасма қисмининг схемаси: 1 ва 3 - мос равишда биринчи ва иккинчи олиш бурғ қудуқлари қатори; 2 – ҳайдаш бурғ қудуқлари қатори.

Шундай қилиб, ўнг тарафдаги ҳайдаш бурғ қудуқлари қўрилса, ундан чап тарафга, яъни тасмага, сарфи q/2 тенг сув кириб келади. Сувни қолган қисми ўнгда жойлашган қўшни тасмага кетади. Қатламни ишлаш режими сув босимли ҳисоблангани сабабли сувни ҳажмий сарфи қатлам шароитида нефтни ҳажмий дебитига тенг.

Тасманинг қўрилаётган қисмидаги биринчи қатор олиш бурғ қудуқлари дебити q_1, иккинчи (ўрта) қатор бурғ қудуқлариники эса q_2 тенг. Ўрта қатор бурғ қудуқларига чап тарафдан ҳам нефть келаётганлиги сабабли, қатламдаги суюқлик балансини қуйидаги нисбатига эга бўламиз:

$$q / 2 = q_1 + q_2 / 2. \qquad (4.116)$$

$r_c \leq G/\pi$ эканлигини инобатга олиб 4.16- расм асосида эквивалент сизилишлар қаршиликлари методига мос равишда

$$P_x - P_c = \frac{q\mu_c \ell n \frac{r_c}{r_к}}{2n_x \pi K K_c h}$$

$$P_c - P'_x = \frac{q\mu_н \ln \frac{G}{\pi r_к}}{2n_x \pi K K_н h};$$

$$P'_x - P'_{к1} = \frac{q\mu \cdot \ell}{2KK_н hL};$$

$$P'_{к1} - P_{к1} = \frac{q_1\mu_н \ln \frac{G}{\pi r_к}}{2n_{к1} \pi K K_н h};$$

$$P'_{к1} - P'_{к2} = \frac{q_2 \mu_н \ell_{12}}{2KK_н hL};$$

$$P'_{x2} - P'_{к2} = \frac{q_2\mu_н \ln \frac{G}{\pi r_к}}{2\pi_{к2} \pi K K_п h}. \qquad (4.117)$$

Бу ерда: n_x, $n_{к1}$ ва $n_{к2}$ - мос равишда ҳайдаш, биринчи ва иккинчи қаторлардаги олувчи бурғ қудуқлари сони. Бошланғич тўртта муносабатларни қўшиб қуйидаги иборани оламиз:

$$P_x - P_{к1} = \frac{q}{2kh}\left(\frac{\mu_c \ln \frac{r_c}{r_к}}{n_x \pi K_c} + \frac{\mu_н \ell n \frac{G}{\pi r_к}}{n_x \pi K_н} + \frac{\mu_н \ell}{K_н \ell}\right) + \frac{q_1 \mu_н \ln \frac{G}{\pi r_к}}{2n_{к1} \pi K K_н h}. \qquad (4.118)$$

Охирги учта муносабатларнинг қўшиш натижасида эса ушбу иборани оламиз

$$P_{к1}-P_{к2}=\frac{q_2}{2kh}\left(\frac{\mu_c \ell n_{12}}{K_н L}+\frac{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_к}}{n_{к2}\pi K_н}\right)-\frac{q_1\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_к}}{2n_{к1}\pi K K_н h} \qquad (4.119)$$

Нефть конларини ишлаш жараёнларини ҳисоблашда қуйидагилар аниқланиши керак:

1) бурғ қудуқларининг дебити, ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқлари тубидаги босим фарқи; 2) босимлар фарқи, бурғ қудуқлари қаторларининг дебити.

Биринчи ҳолатда (4.118) ва (4.119) ибораларидан фойдаланиш керак, иккинчи ҳолатда эса қуйидаги учта чизиқли алгебраик тенгламалардан иборат системани ечиш керак:

$$Aq+Bq_1=P_x-P_{к1};$$

$$Cq_2-Bq_1=P_{к1}-P_{к2};$$

$$q=2q_1+q_2 \quad ;$$

$$A=\frac{1}{2kh}\left(\frac{\mu_c \ln\frac{r_c}{r_к}}{n_x\pi K_c}+\frac{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_к}}{n_x\pi K_н}+\frac{\mu_н \ell}{K_н \ell}\right);$$

$$B=\frac{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_к}}{2n_{x1}\pi K K_н h}; \qquad (4.120)$$

$$C=\frac{\mu_н \ell_{12}}{2KK_н hL}+\frac{\mu_н \ln\frac{G}{\pi r_к}}{2n_{к2}\pi K K_н h},$$

Бу тенгламалар системасини ечиб, қуйидагини оламиз

$$q_2=\frac{(2A+B)(P_{к1}-P_{к2})+B(P_x-P_к)}{(A+C)B+2AC}; \qquad (4.121)$$

$$q_1=\frac{Cq_2-(P_{к1}-P_{к2})}{B}.$$

Шундай тартибда бурғ қудуқларини беш қаторли ва бошқа жойлаштириш схемалари ҳолатидаги мос вазифалар ечилади.

Назорат саволлари

1. Қатламдан жорий нефть олиш, жорий суюқлик олиш ва олинаётган маҳсулотни сувланганлиги орасидаги боғлиқлик иборасини келтириб чиқаринг.

2. Нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш моделидан фойдаланиб, босим фарқи ўзгармас бўлганда, тўғри чизиқли бир хил қатламдаги нефть дебити учун иборани келтириб чиқаринг.

3. Нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқаришда тўғри чизиқли бир хил қатламни сувланиш вақти қайси ибордан аниқланади?

4. Мутлақ ўтказувчанлик тақсимотини турли қонуниятларида қат-қат ҳар хил тўғри чизиқли қатламдан олинаётган сув дебити учун иборани келтириб чиқаринг.

5. Тўғри чизиқли бир хил қатламдан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш кўламидаги сувга тўйинганликни аниқлаш иборасини келтириб чиқаринг.

6. Тўғри чизиқли қатламдан нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқаришда сувсиз ишлатиш вақти қайси иборадан аниқланади?

7. Кон бўйича маҳсулотни жорий сувланганлигини жорий нефть бера олишликдан эмперик боғлиқлиги берилган бўлса, жорий нефть олишни вақтдан боғлиқлиги қандай аниқланади?

V-боб. АНОМАЛ ХОССАЛИ НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШТИРИШ

§ 1. Катта чуқурликда ётган ва аномал катта қатлам босимли нефть уюмларини ишлаш ва лойиҳалаштириш

Ҳозирги вақт катта чуқурликда бўлмаган ва юқори маҳсулдор конлардан "енгил" нефть олиш даври тугаб бораётганлиги, янги нефть конларини очиш эса, уларни қидириш ва очишга бўлган харажатларни ортиб бориши, геологик-физик шароитлари мураккаб катта чуқурликдаги конлар билан боғлиқ эканлиги билан хусусиятланади.

Нормал бошланғич қатлам босими тахминан гидростатик босимга тенг. Агар бошланғич қатлам босими тик тоғ (геостатик) босимига яқин бўлса, бундай босимларни юқори аномал деб ҳисобланади. Бундай босимлар одатда 3,5-4,0 км катта чуқурликда ётувчи ёпиқ қатламларда ҳосил бўлади.

Тик тоғ босими $P_{тб}$, ўрта нормал кучланиш $G_к$ ва ғовак ички босими $P_к$ орасидаги боғланишга асосан қатламни ўрта нормал босими $P_к$ катта бўлганда ўрта нормал кучланиш $G_к$ нисбатан кичик бўлади. Демак, қатлам жинслари узоқ геологик вақт давомида кичик оғирлик остида бўлган ва шу сабабли бўш зичланган. Аномал юқори қатлам босимли нефть конларини қатламга таъсир этмасдан ишлашда қатлам босими тез пасаяди. Ишлаш даври якунида ўрта нормал қатлам босимининг $P_к$ ўзгариши бошланғич қатлам босимини катталиги билан таққослайдиган даражада бўлиши мумкин. Бунда ўрта нормал кучланиш, қатлам жинсларининг ғовaклиги ва ўтказувчанлиги, айниқса бошланғич бўш зичланганлиги инобатга олинса, тўғри чизиқсиз ўзгаради.

Қатлам босимини камайиб жинсларнинг тўғри чизиқсиз эластик ва пластик деформацияси ҳолатларида ғовакликни m ўрта нормал кучланишдан боғлиқлиги қуйидаги кўринишда бўлади.

$$m = m_б e^{-\beta_ж (G_к - G_{бк})}, \tag{5.1}$$

бу иборада $m_б$ - бошланғич ғоваклик ($G_к$=$G_{бк}$ бўлганида); $\beta_ж$ - қатлам жинсларининг сиқилувчанлиги; $G_{бк}$ - бошланғич ўрта нормал кучланиш.

Деформацияланувчан қатламни тўйинтирувчи нефть массаси $M_н$ қуйидаги кўринишга келтирилади

$$M_н = \rho_н * V_Г (1 - S_{бс}), \tag{5.2}$$

бу ерда: $\rho_н$ - нефтнинг зичлиги; $V_Г$ - қатламни ғовак ҳажми; $S_{бс}$ - қатламни боғлиқ сувга тўйинганлиги.

Кондан жорий нефть олишни аниқлаш учун қуйидаги иборага эга буламиз:

$$q_н(t) = -\frac{dM_н}{dt} = -\left(\frac{d\rho_н}{dt} V_Г + \rho_н \frac{dV_Г}{dt}\right)(1 - S_{бс}). \tag{5.3}$$

Нефть зичлигининг босимга боғлиқлиги қуйидаги кўринишга эга:

$$\rho_н = \rho_{бн}\left[1 + \beta_н (P_{жк} - P_{бк})\right], \tag{5.4}$$

бу иборада: $\rho_{бн}$ - нефтнинг бошланғич зичлиги; $\beta_н$ - нефтнинг сиқилувчанлиги; $P_{бк}$ - бошланғич қатлам босими; $P_{жк}$ - жорий қатлам босими.

Ўрта нормал кучланиш ва босим орасидаги боғлиқлигидан фойдаланиб, (5.1) иборадан қуйидагини оламиз:

$$m = m_б e^{-\beta_ж (P_{жк} - P_{бк})}. \tag{5.5}$$

$V_Г$=$mV_к$ ($V_к$ - қатламни умумий ҳажми) эканлиги сабабли, $P_{жк}$=$P_{бк}$ учун (5.1) - (5.5) иборалар асосида олинган нефть жамғармасини аниқлаш иборасини оламиз:

$$q_н(t) = -\left(\frac{d\rho_н}{dt}V_F + \rho_н\frac{dV_F}{dt}\right)(1-S_{бк}) = -\rho_{бн} * m_б * V_к\{\beta_н e^{-\beta_н(P_{жк}-P_{бк})} +$$

$$+\left[1+\beta_н(P_{жк}-P_{бк})\right]\beta_ж e^{-\beta_н(P_{жк}-P_{бк})}\}\frac{dP_{жк}}{dt} * (1-S_{бк}) \qquad (5.6)$$

(5.6) интеграллашдан сўнг қуйидаги иборага эга бўламиз:

$$Q_н(t) = \int_0 q_н(t)dt = \rho_{бн} * m_б V_к(1-S_{бк})\left[1-e^{-\beta_н(P_{бк}-P_{жк})}\right] + \beta_н(P_{бк}-P_{жк})e^{-\beta_н(P_{бк}-P_{жк})}, \qquad (5.7)$$

Шундай қилиб, $Q_н(t)$ ва бошланғич кўрсатгичларини билган ҳолда, (5.7) иборадан вақт давомида жорий ўрта нормал қатлам босимини $P_{жб}$ ўзгаришини аниқласа бўлади.

Катта деформацияланувчан тоғ жинсларидан – нефть коллекторларидан таркиб топган қатламни ишлаш даврида бурғ қудуқлари дебитини ўзгаришини кўриб чиқамиз. Бунинг учун коллектор - жинслар ўтказувчанлигини ўрта нормал кучланишда боғлиқлигини инобатга оламиз. Одатда терриген жинслар учун бу боғлиқлик қуйидаги кўринишида олинади:

$$K = K_б e^{-\beta_к(G_к - G_{бк})}, \qquad (5.8)$$

бу иборада $K_б$ - бошланғич ўтказувчанлик ($G_к=G_{бк}$ бўлганда); $\beta_к$ - сиқилувчанлик ҳисобига тоғ жинсларининг ўтказувчанлик коэффициентини ўзгариши; $G_к=G_{бк}$ бўлганда $K=K_б$.

$\beta_к$ ва $\beta_ж$ бир-биридан фарқ қилиб, одатда $\beta_к>\beta_ж$. Олиш бурғ қудуғи томон нефтни радиал оқими бўлганда ва жинсларнинг ўтказувчанлиги (5.8) иборага мос равишда ўзгарганда, катта деформацион қатламда ишлаётган, бурғ қудуғининг дебитини қуйидаги иборадан топамиз:

$$q_{нк} = \frac{2\pi к_б h\left[e^{-\beta_к(P_{бк}-P_{жк})} - e^{-\beta_к(P_{бк}-P_{куд})}\right]}{\mu_н\beta_к \ln\frac{r_к}{r_{куд}}}, \qquad (5.9)$$

Агар вақт давомида кондан олинаётган жорий нефть миқдорини ўзгариши $q_н=q_н(t)$, берилган бўлса, ҳар вақт учун олинган нефть жамғармаси $Q_н(t)$ аниқлангандан сўнг, (5.7) ибора билан вақт давомида ўрта нормал қатлам босимини ўзгаришини, кейин эса (5.9) ибора билан бурғ қудуқлари дебитини ҳисобласа бўлади.

Дарзли - ғовакли ёпиқ қатламларни ишлашда, қатлам босими катта ўзгарган ҳолатларда, жинсларни катта деформацияланиши натижасида, дарзликларни ёпилиб қолиши сабабли бурғ қудуқларини маҳсулдорлиги, терриген жинсли катта деформацияланувчан қатламларга нисбатан, кескин ўзгаради.

Жинсларни дарзли ғоваклиги $m_д$ ўрта нормал босимни ўзгаришида қуйидаги ибора билан ҳисобланади:

$$m_д = m_{бд}\left[1-\beta_б(P_{бк}-P_{жк})\right], \qquad (5.10)$$

Жинсларнинг дарзли ғоваклик ўтказувчанлиги $K_д$ қатлам босимини ўзгаришида қуйидаги ибора билан ҳисобланади:

$$K_д = K_{бд}\,[1 - \beta\,(P_{бк} - P_{жк})]^3. \qquad (5.11)$$

Келтирилган (5.10) ва (5.11) иборaларда $\beta_д$ – дарзли ғоваклик ичида босимни ўзгаришида жинсларнинг дарзли бўшлиғининг ўзгариш коэффициенти; $m_{бд}$ ва $K_{бд}$ - мос равишда бошланғич дарзли ғоваклик ва ўтказувчанлик катталиги.

Дарзли ғовакли қатламлардаги нефть уюмларини ишлаш учун (5.7) ва (5.9) ўхшаш ибораларни келтириш мумкин:

$$Q_н(t) = \rho_{бн} * m_{бд} * V_к \left\{ (\beta_д + \beta_н)(P_{бк} - P_{жк}) + \beta_н \beta_д (P_{бк} - P_{жк})^2 \right\} \quad (5.12)$$

$$q_{нк} = \frac{\pi K_{бд} h \left\{ \left[1 + \beta_д (P_{бн} - P_{жк}) \right]^4 - \left[1 + \beta_д (P_{куд} - P_{бк})^4 \right\} \right]}{2 \beta_д \mu_н \ell n \frac{r_к}{r_{куд}}} \quad (5.13)$$

Шуни эслатиб ўтиш лозимки, юқори деформацияланувчан катта чуқурликда ётувчи аномал юқори қатлам босимли қатламлардаги нефть уюмларини ишлаш тажрибаси катта эмас. Аммо, маҳсулдор қатламлари катта чуқурликда ётувчи конлар сони ортиб бормоқда, шу сабабли катта деформацияланувчан ғовакли ва дарзли коллекторларни самарали ишлаш муаммоси нефть саноати учун муҳим аҳамиятга эга.

§ 2. Аномал-қовушқоқ нефтли уюмларни ишлаш ва лойиҳалаштириш

2.1. Аномал-ковушқоқ нефтли уюмларни ишлаш хусусиятлари

Аномал нефтли конларни ишлаш, нефтда структурани ҳосил бўлиши билан боғлиқ, бир қатор хусусиятларга эга. Нефтда структурани ҳосил бўлиши, нефть уюмларини ишлаш кўрсаткичларини жиддий ёмонлашишига олиб келувчи, бир қатор салбий оқибатларни келтириб чиқариши мумкин. Масалан, юқори қовушқоқ нефтни сизиши натижасида олиш бурғ қудуқларини дебити камаяди. Қатламни сизиш билан қамраб олиш коэффициенти ҳам камайиши мумкин, чунки босимлар градиенти нефтдаги структурани чегаравий бузулиш босимлари градиентидан кам бўлганда, нефть кичик ўтказувчанли қатламчаларда кам ҳаракатсиз бўлиб асосан юқори ўтказувчанли қатламчаларда ҳаракат қилади. Агар қатламдаги босим градиентлари ушбу нефтни динамик силжиш босими градиентидан кичик бўлса, деярли бузилмаган структурали нефть ҳаракати кузатиладиган зоналар ҳосил бўлиши мумкин. Бу зоналар шартли равишда "турғунли" зоналар деб аталиши мумкин. Қатламни турғунли зоналарида нефть фақат айрим юқори ўтказувчанли қатламчаларда ёки зоналарда сизилади. Қатламни қолган қисмларида нефть деярли ҳаракатда бўлмайди. Агарда нефтнинг аномал қовушқоқлигини камайтириш ёки қатлам босими градиентларини ошириш чоралари кўрилмаса, бу қатламни якуний нефть бера олиш коэффициентини пасайишига олиб келади.

Нефтни аномал қовушқоқли зоналарини юзага келиши ва тарқалганлик хусусияти, ҳайдаш ва олиш бурғ қудуқларини жойлаштириш системасига, ҳамда уларни ишлаш режимига боғлиқ бўлган, уюм майдони бўйлаб қатлам босими градиентларини тақсимланганлигига боғлиқ. Унинг аномал қовушқоқли нефть таркибига ва ғовак муҳитни ўтказувчанлигига боғлиқ. Аномал қовушқоқликни юзага келишига жинсларни кимёвий таркибини таъсири ҳозирги вақтда тўлиқ ўрганилмаган.

Маълумки, нефтни таркиби ва хоссалари уюмни майдони ва қатлам қалинлиги бўйича жиддий ўзгариши мумкин. Кўплаб тадқиқотчилар қатламни шипидан таги томон нефтни зичлилигини ортиб бориши ҳақида маълумотлар келтиришган. Аммо, нефть қовушқоқлигини уюм бўйлаб тақсимланганлиги кам ўрганилган. Одатда газсизлаштирилган нефтни қовушқоқлиги аниқланади. Нефтнинг бу кўрсаткичи қатлам бўйлаб катта оралиқда ўзгариши кузатилган. Масалан, Таймурзин конидаги (Россия, Башқирдистон) газсизлаштирилган нефтни қовушқоқлиги майдон бўйлаб 28 дан 200 мПа*с ўзгариши аниқланган.

Одатда, нефть конларини ишлашни лойиҳалаштиришда нефтни физик хоссаларини ва қатламни физик хусусиятларини уюм бўйлаб ўрта қиймати олинади. Нефть уюми гидродинамик ҳисоблашлар учун тўйиниш чегараси шакли бўйича моделлаштирилади. Конларни асосий ишлаш кўрсаткичларини башорат қилиш учун бундай ёндашишни аномал нефтни уюмларда қўллаб бўлмайди.

Нефть конларини муҳим технологик кўрсаткичларини аниқлаш учун гидродинамик ҳисобларни бажаришда нефтни реологик хоссаларини ўзгаришини ва қатламни ҳар хиллигини инобатга олиш керак. Шундай қилиб, аномал қовушқоқли нефть уюмларини лойиҳалаштиришдаги ва таҳлилидаги бош хусусияти нефть ва газ таркибини, физик

ва муҳим реологик хусусиятларини уюм ҳажми бўйлаб ўзгаришини муфассал ўрганиш зарурияти ҳисобланади. Гидродинамик ҳисоблашлар схемасини танлаш нефть ва газ хоссаларини уюм бўйлаб тақсимланганлик хусусиятлари инобатга олиб бажарилиши керак.

Нефтларни аномал қовушқоқли хусусиятларига қатламни физик хусусиятлари ва ҳар хиллиги катта таъсир этади. Масалан, динамик силжиш босимини градиенти ва нефтдаги структурани чегаравий бузулиш босими градиенти жинсларни ўтказувчанлигига катта боғлиқ. Реологик хоссаларни кескин ёмонлашуви, кичик ўтказувчанлик коэффициенти билан хусусиятланувчи, ғовак муҳитлардаги нефтни сизилишида намоён бўлади. Шундай қилиб, олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқларини жойлаштириш системаси, улар орасидаги масофалар, уларни ишлаш режимлари уюмни ишлашда қатлам босими градиентларини, нефтдаги структураларни чегаравий бузилиш босими градиентларидан катта бўлишини, таъминлаши керак. Агар ушбу мақсадга эришиш, ишлашни иқтисодий кўрсаткичларини жиддий ёмонлашуви сабабли, мумкин бўлмаса, у ҳолда нефтни реологик хоссаларини яхшилаш тадбирларини лойиҳалаш керак.

Нефть конини ишлашни дастлабки лойиҳаларини тузиш босқичида лойиҳаловчи, нефтни структурали - механик хоссаларига таъсир этувчи, нефтни таркибини уюм майдони бўйлаб тақсимланганлиги ва ўтказувчанлик коэффициентини ўзгарувчанлик хусусиятлари ҳақида етарли даражадаги муфассал маълумотларга эга бўлмайди. Шу сабабли қатлам ва қатлам нефти ҳақида янги маълумотлар пайдо бўлиб бориши билан нефтни аномал қовушқоқлигини камайтириш тадбирларига ўзгартиришлар киритилиши керак.

Бундан ташқари, уюмни ишлаш жараёнида турли сабабларга кўра бурғ қудуқларидан олинаётган нефтни хоссалари жиддий ўзгариши мумкин. Шу сабабли нефть ва газ таркибини, уларни реологик хоссаларини ўзгариши ҳақида мунтазам назорат олиб бориш керак.

2.2. Аномал нефтни текис-радиал сизишини схемалаштириш

Аномал нефтни текис - радиал сизиши масаласини қўйилиши асосида нефть қовушқоқлигини ва сизиш тезлигини босим градиентидан боғлиқ равишда ўзгариши олинган.

Аномал нефтни ғовак муҳитда сизишини экспериментал тадқиқотлари натижаларини иккита усул билан ишлаб чиқиш мумкин. Биринчи усулда нефтнинг ҳамма ўзгарувчан реологик хоссаларидан, фақат унинг қовушқоқлиги ҳисобга олинади, ўтказувчанлик эса ўзгармас катталик деб қабул қилинади. Иккинчи усулда эксперимент маълумотларидан турли босим градиентларидаги аномал нефтни ҳаракатчанлик коэффициенти аниқланади. Бундай ёндашиш методик нуқтаи назардан тўғридир, чунки босим градиенти ортиб бориши билан ғовак муҳитда бир тарафдан қовушқоқликни камайиши, иккинчи тарафдан – қатлам ўтказувчанлигини ортиши юз беради. Ҳар бир ҳолдаги экспериментал маълумотларни ишлаб чиқиш натижасида, аномал нефть ҳаракатчанлигини қатлам босими градиенти билан боғловчи, эмперик иборани олиш мумкин.

Аномал нефть қовушқоқлигини ва ҳаракатчанлигини ҳисоблаш иборалари қуйидаги кўринишига эга:

а) нефтни самарали қовушқоқлиги учун

$$\mu_c = \mu_m + \frac{\mu_0 - \mu_m}{1 + \exp C(y - y_n)}; \qquad (5.14)$$

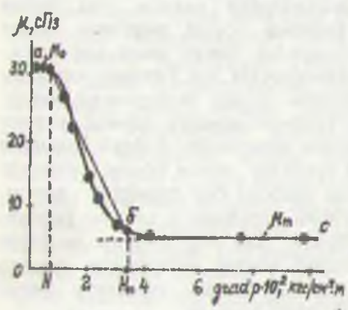
б) қатламдаги сизилишда нефтни ҳаракатчанлиги учун

$$\frac{к}{\mu} = \frac{К_н\left[1 + \exp C(y - y_n)\right]}{\mu\left[1 + \exp C(y - y_n) - \Delta\mu\right]}, \qquad (5.15)$$

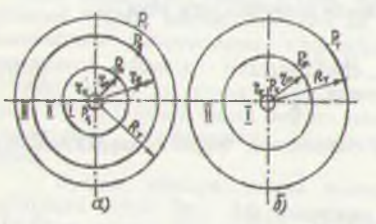
бу ерда: $К_н$ - катта босим градиентларидаги жинс ўтказувчанлиги; μ_m, μ_0 - нефть қовушқоқлигининг энг кичик

ва энг катта қийматлари; с ва $У_п$ - константалар; $\Delta\mu = \mu_0 - \mu_m$; у=grad P.

Шуни таъкидлаш лозимки, (5.14) ва (5.15) функциялардан қўйилган вазифаларни ечишда бевосита фойдаланиш математик қийинчиликларни келтириб чиқаради. Шунинг учун вазифаларни ечишда доира шаклдаги қатламда аномал нефть оқимини схемалаштиришдан фойдаланилади.



5.1- расм. Аномал нефтни самарали ковушқоқлигини босим градиентидан боғлиқлигини аппроксимациялашга доир.



5.2 - расм. Доира шаклдаги қатламларда аномал нефтни сизишини схематизациялаш.

5.1 - расмдан кўриниб турибдики, аномал нефть ковушқоқлигини ўзгариш текис эгриларини, амалиётдаги ҳисоблашлар аниклиги учун етарли даражадаги, а,б,с синиқ чизиқлар билан алмаштириш мумкин. Боғлиқликларни бундай схемалаштириш асосида доира шаклидаги қатламда учта зонани ажратиш мумкин (5.2-расм).

Атрофида бурғ қудуқлари жойлаштирилган ташқи радиуси r_m бўлган биринчи зонанинг ҳаммасида қатлам босими градиенти нефтдаги структураларни чегаравий бузилиш босим градиентидан катта. Бу зонада нефть, энг кичик ўзгармас ковушқоқлик μ_m ёки энг катта ҳаракатчанлиги $(к/\mu)_m$ билан, тўлиқ бузулган структурали ҳаракатда бўлади. Биринчи зона радиусининг катталиги нефтни реологик хусусиятлари ва бурғ қудуқларини ишлаш режими билан аниқланади.

Иккинчи зонада нефтни ковушқоқлиги ва ҳаракатчанлиги, қатлам босими градиентидан боғлиқ равишда, чизиқли қонун асосида ўзгаради. Иккинчи зонанинг ташқи радиуси $r_д$ ҳам биринчи зонада таъсир этувчи, кўрсаткичлари боғлиқ. Ушбу зонада асосий ролни силжишни динамик босими градиенти ўйнайди.

Учинчи зонада сизиш энг катта ўзгармас ковушқоқликда μ_0 ёки ҳаракатчанликда $(к/\mu)_0$ рўй беради. Бурғ қудуқлари дебитини ошириб борилиши билан биринчи ва иккинчи зоналарни ташқи чегаралари тўйиниш чегараси томон кўчади.

Нисбатан катта дебитларда ёки реологик хусусиятларини мос қийматларида қатламда фақат иккита зона бўлиши мумкин: биринчи ва иккинчи (5.2 - расм).

2.3. Аномал нефтларни сизишини гидродинамик ҳисоблаш

Аномал нефтни қалинлиги h, ўтказувчанлиги K бўлган, доира шаклдаги бир хил қатламдаги барқарорлашган сизишини кўриб чиқамиз. Тўйиниш чегараси радиусини $R_т$ ва бурғ қудуғи радиусини $r_к$ билан белгилаймиз. Тўйиниш чегарасида $P_т$, бурғ қудуғи тагида $P_к$ тенг босим ушлаб турилибди. Юқорида келтирилган, сизишни схематизациялашга асосан доира шаклидаги қатлам ташқи радиуслари мос равишда r_m, $r_д$ ва $R_т$ бўлган учта зонага ажратилади. Биринчи ва иккинчи зоналар чегарасидаги босимни P_m,

иккинчи ва учинчи зоналар орасидагини - $P_д$ орқали белгилаймиз.

Биринчи зонада нефть қовушқоқлиги μ_m тенг, учинчида - μ_0, иккинчида эса градиентга боғлиқ равишда қуйидаги қонун бўйича ўзгаради

$$\mu = \mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_m}{H_m - H}\left(\frac{dP}{d_ч} - H\right);\ ч_m \le ч \le R_T, \tag{5.16}$$

бу ерда: Р, ч - мос равишда ўзгарувчан босим ва босим аниқланган нуқта координатаси.

Биринчи ва иккинчи зоналарнинг ташқи чегаралари, μ_m, μ_0, H, H_m, K қийматлари маълум бўлганда, дебитга Q боғлик ва қуйидаги ибораладан аниқланади:

$$r_m = \frac{\mu_m}{2\pi k H_m} * \frac{Q}{h}, \tag{5.17}$$

$$r_0 = \frac{\mu_0}{2\pi k H} * \frac{Q}{h}. \tag{5.18}$$

Келтирилган (5.17) иборадан кўриниб турибдики биринчи зона радиусининг катталиги нефтни қовушқоқлигига μ_m, бурғ қудуғининг солиштирма дебитига Q/h тўғри мутаносибликда ва ўтказувчанлик билан нефтдаги структурани бузилиш чегаравий босими градиенти кўпайтмасига тескари мутаносибликда. Тенг шароитларда нефть қовушқоқлиги қанча катта бўлса, нефтни аномал хоссалари намоён зона бурғ қудуғидан шунча узоқда жойлашган бўлади. Кичик ўтказувчан қатламларда биринчи зона радиуси, юқори ўтказувчан қатламларга нисбатан катта. Бироқ шуни эслатиб ўтиш жоизки, ўтказувчанликни камайиши билан чегаравий босим градиентлари жиддий ортади. (5.18) - иборага кирувчи кўрсаткичларга боғлиқ равишда иккинчи зона радиуси ҳам ўхшаш ўзгаради.

Ҳамма зоналар учун суюқлик сарфи ибораларини ёзамиз:

1 зона

$$Q_1 = \frac{2\pi kh}{\mu_m} * ч_1 \frac{dP}{dч_2};\ ч_к \le ч_1 \le ч_m; \tag{5.19}$$

2 зона

$$Q_2 = \frac{2\pi kh}{\mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_m}{H_m - H}\left(\frac{dP}{dч} - H\right)} ч_2 \frac{dP}{dч_2};\ ч_m \le ч_2 \le ч_д; \tag{5.20}$$

3 зона

$$Q_3 = \frac{2\pi kh}{\mu_0} ч_3 \frac{dP}{dr_3};\ \ ч_к \le ч_3 \le R_T. \tag{5.12}$$

Оқимни узлуксизлик шартидан келиб чиқиб қуйидаги тенгламани оламиз

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q. \tag{5.23}$$

Сарф қийматларини қўйиб, баъзи соддалаштиришдан сўнг қуйидагига эга бўламиз

$$\frac{ч_1}{\mu_m} * \frac{dP}{dч_1} = \frac{ч_2}{\mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_m}{H_m - H}\left(\frac{dP}{dч_2} - H\right)} \frac{dP}{dч_2} = \frac{ч_3}{\mu_0} \frac{dP}{dч_3} = \varphi. \tag{5.24}$$

Ўзгарма φ қуйидаги иборадан аниқланади

$$\varphi = \frac{Q}{2\pi kh}. \tag{5.25}$$

Бурғ қудуғи дебитини қатламга берилаётган депрессиядан боғлиқлигини олиш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланамиз

$$P_т - P_к = (P_т - P_д) + (P_д - P_m) + (P_m + P_к). \qquad (5.26)$$

(5.26) - тенгсизликдаги иккинчи қўшилувчи қуйидаги ибoрадан аниқланади

$$P_к - P_m = \frac{(\Delta H\mu_0 + \Delta\mu H)\varphi}{\Delta H} \ln \frac{\frac{\Delta\mu\varphi}{\Delta H} + ч_д}{\frac{\Delta\mu\varphi}{\Delta H} + ч_m}. \qquad (5.27)$$

Доира шаклдаги қатламни иккинчи зонадаги ҳар қандай нуқтадаги босим қуйидаги боғлиқликдан ҳисоблаб топилади

$$P = P_m + \frac{(\Delta H\mu_0 + \Delta\mu H)\varphi}{\Delta H} \ell n \frac{\frac{\Delta\mu}{\Delta H}\varphi + ч_д}{\frac{\Delta\mu}{\Delta H}\varphi + ч_m} \qquad (5.28)$$

(5.27) ва (5.28) тенгламаларни ёзишни соддалаштириш учун $\Delta H = H_m - H$ ва $\Delta\mu = \mu_0 - \mu_m$ қўшимча шартли белгилардан фойдаланамиз.

Иккинчи ва учинчи зонадаги босимлар катталиги Дюпюи иборасидан аниқланади. Зоналар чегарасидаги босимлар қуйидаги ибoралардан топилади

$$P_m = P_к + \frac{Q\mu_m \ell n \frac{ч_m}{ч_к}}{2\pi kh} \quad ва \quad P_д = P_Т - \frac{Q\mu_0 \ell n \frac{R_Т}{ч_д}}{2\pi kh}. \qquad (5.29)$$

(5.29) - ибoраларни (5.26) тенгсизликка қўйиб бурғ қудуғи дебитини қуйидаги кўринишдаги ҳисоблаш иборасини оламиз

$$Q = \frac{2\pi kh(P_Т - P_к)}{\mu_m \ln\frac{ч_m}{ч_к} + \mu_0 \ell n \frac{R_Т}{ч_д} + \frac{\Delta H\mu_0 + \Delta\mu H}{\Delta H} \ln \frac{\frac{\Delta\mu}{\Delta H}\varphi + ч_д}{\frac{\Delta\mu}{\Delta н}\varphi + ч_m}} \qquad (5.30)$$

Доира шаклдаги қатламда ишлаётган бурғ қудуғи дебитини ҳисоблаш учун олинган (5.30) – иборада зоналарнинг ташқи радиуслари $ч_m$ ва $ч_д$ бурғ қудуғи дебитига боғлиқ. Шунинг учун ҳисоблашларда дебит берилиши, қатлам ва бурғ қудуғи тубидаги босимлар фарқи аниқланиши керак. Бурғ қудуқларини ишлатиш билан боғлиқ амалиётдаги вазифаларни ҳал этиш учун Q билан $P_т$-$P_к$ орасидаги боғлиқликни қуриш керак. Унда, бундай графикга эга бўлиб, бурғ қудуғини ишлатиш режимини хусусиятларини, Q, $P_т$, $P_к$ кўрсаткичларини аниқлаш мумкин бўлади.

Назорат саволлари

1. Жинслар ғоваклигини нормал кучланишда ва босимдан боғлиқлик ибораларини ёзинг.
2. Терриген жинсли нефт уюмлари учун жорий ва жамғарма нефть олиш ибораларини ёзинг.
3. Ғовакли ва дарзли-ғовакли деформацион қатламда ишлаётган бурғ қудуғи дебитини аниқлаш ибораларини ёзинг.
4. Жинсларнинг дарзли ғоваклигини ва ўтказувчанлигини қатлам босимидан боғлиқлигини ёзинг.
5. Аномал – қовушқоқ нефтли уюмларни ишлаш қандай хусусиятларга эга?
6. Аномал нефтни текис – радиал сизишни схемалаштиринг.
7. Аномал нефтларни сизишини гидродинамик ҳисоблаш тартибини келтиринг.

VI-боб. ОҚИЛОНА БУРҒ ҚУДУҚЛАРИ ТЎРИ ЗИЧЛИГИНИ АСОСЛАШ

Конларни самарали ишлашини таъминловчи бурғ қудуқлари тўрининг оқилона зичлигини аниқлаш нефть саноатининг ҳамма ривожланиш босқичларида энг долзарб муаммо бўлиб келган.

Ҳозирги вақтга қадар бу муаммо ҳақидаги тушунчалар бир хил эмас ва бир-бирига карама-қарши олимлар томонидан турли концепциялар асосланмоқда:

- қатламларни якуний нефть бера олишлигига бурғ қудуқлари тўри зичлиги кам таъсир этади;
- қатламларни якуний нефть бера олишлигига бурғ қудуқлари тўри зичлиги катта таъсир этади;
- қатламларни якуний нефть бера олишлигига бурғ қудуқлари тўри зичлиги ва кўп даражада уларни жойлаштириш системаси таъсир этади.

Ушбу бобда оқилона бурғ қудуқлари тўри зичлигини асослашга қаратилган чет эл олимларининг тадқиқотлари, ҳозирги вақтда қўлланилаётган услублар ва Ўзбекистондаги турли геологик-физик шароитлардаги конларда олинган натижалар ҳақида маълумотлар келтирилган.

Агарда йилдан-йилга очилаётган конларнинг ўртача ётиш чуқурлигини ортиб бораётганлигини ва конни ишлашга тушириш билан боғлиқ капитал маблағларнинг 50% ортиғи қудуқларни бурғулашга сарф этилишини инобатга олсак келтирилган маълумотлар ва бурғ қудуқлари тўрининг оқилона зичлигини асослашга бағишланган тадқиқот натижалари катта назарий ва амалий аҳамиятга эга.

§ 1. Бурғ қудуқлари тўри зичлигини якуний нефть бера олишликка таъсири ҳақидаги илмий тадқиқотларни умумлаштириш

Бурғ қудуқларини оқилона жойлаштириш муаммоси

1930 йилларгача, нефть қатлами физикаси ва гидродинамикаси энди ривожланаётган даврда, конларни самарали ишлатиш саволларини ечишда эмпирик ёндашиш устунлик қилар, амалда бурғ қудуқларини жойлаштириш ва сонини аниқлаш кон геологлари томонидан сизиш қонуниятлари ва қатламларни сиздириш хусусиятлари инобатга олинмасдан қабул этилар эди.

Томлинсоннинг чегараланган «таъсир радиуси» ва «бурғ қудуқларини критик сони» назарияси мавжуд эди. Амалда Котлернинг ҳар бир бурғ қудуғидан олинган жамғарма нефть квадрат илдиз остидаги сизилиш майдонига тескари мутаносиблигини тасдиқловчи «қонуни»дан фойдаланилган. Натижада бурғ қудуқларининг тўри ҳаддан зиёд зичлаштириб юборилган, амалда у 0,5 - 1,0 га/қуд. ва ундан ҳам кам бўлган. Масалан, АҚШдаги қатлам ва нефтни яхши геологик - физик хусусиятли «Ист-Тексас» конида 30000 га яқин қудуқлар бурғуланиб, тўр зичлиги 2 га/қуд.ни ташкил этган, ишлаш жараёнида улардан 25000 ортиқчалиги ўрнатилган. Ўша йилларда зич бурғ қудуқлари тўри Россиянинг Грозний районидаги ва Озарбайжоннинг геологик - физик хусусиятлари яхши бўлган конларида ҳам қўлланилган. Бунинг натижасида кичик чуқурликдаги юқори маҳсулдор қатламлар кичик иқтисодий фойдали ёки умуман фойдасиз ишлатилган.

1932 йили акад. И.М.Губкин раҳбарлик қилган комиссия Грозныйдаги конларни ишлашини таҳлил қилиб ҳаддан зиёд бурғ қудуқлари тўри зичлигига шубҳа билдирди ва уларни 4-9 га/қуд. сийраклаштиришни таклиф этди.

1937 йили Америка нефть институти бурғ қудуқлари тўри зичлигини тадқиқот қилиш учун махсус қўмита тузди. Улар бир йилдан сўнг қуйидаги хулосага келишди - бурғ қудуқлари орасидаги масофанинг кичиклиги ҳам физик, ҳам иқтисодий нуқтаи назардан мақсадга мувофиқ эмас.

Шунингдек, энг оқилона бурғ қудуқлари тўри тушунчаси киритилиб, у фақатгина технологик муваффақиятни таъминлаши лозим бўлмай, яъни қўлланиладиган ишлаш усуллари билан имконият етарли даражада нефтни тўлиқ қазиб олишгина эмас, балки максимал иқтисодий муваффақиятни ҳам таъминлаши керак эди.

30 йилларнинг охирида бурғ қудуқлари тўрини конларда ўтказилган тадқиқотлари асосида М.Маскет ва В.Н. Шелкачёв томонидан нефтли қатламларни сиздиришда сув босимли тизимлар ва бурғ қудуқлари интерференцияси (ўзаро таъсири) назарияси ривожлантирилди. Бу назарияга мувофиқ, ягона гидродинамик қатламда ишлаётган бурғ қудуқлари ўзаро бир-бирига таъсир этиб, натижада чекланган майдонда уларнинг сонини ҳаддан зиёд ошириш қатламдан суюқлик (нефть) қазиб олишни кам оширади.

1945 йили Бакли ва Крэйз томонидан 44 та эриган газ режимида ва 59 та сув босимли режимда ишлаётган 103 та АҚШ конларининг маълумотлари таҳлил қилинди. Улар нефть бера олишликка бурғ қудуқлари тўри зичлиги 1,4 - 16 га/қуд. оралиғида ўзгарганда сезиларли боғлиқликни ўрнатмадилар.

Бурғ қудуқлари интерференцияси назариясини амалиётда қўллаш 1945 йиллардан амалга оширила бошланди. 1948 йили акад. А.П.Крилов раҳбарлиги остидаги муаллифлар томонидан яратилган «Нефть конларини ишлашнинг илмий асослари», «Нефть конларини ишлашнинг назарий асослари ва лойиҳалаштириш», сўнгра «Нефть конларини ишлашнинг лойиҳалаштириш асослари» номли илмий ишларда юқоридаги назария берилди.

Бурғ қудуқлари интерференцияси назарияси ва нефть конларини ишлашнинг илмий асосларидан келиб чиққан ҳолда, 1946 йилда дунёда биринчи марта «Туймазинское» конида (девон қатламлари) А.П.Крилов раҳбарлигида, сунъий чегара ташқарисидан сув бостириш қўлланаётган ҳолда, қазиб олувчи бурғ қудуқлари тўри зичлиги 20 га/қуд. (400х500 $м^2$) қилиб лойиҳалаштирилди. Бу эса нефт конларини ишлаш усуллари ва бурғ қудуқларини жойлаштириш муаммосида тенги йўқ сифатли сакраш бўлди. «Туймазинское» конидан сўнг худди шундай бурғ қудуқлари тўри (20-24 га/қуд.) ва чегара ташқарисидан сув бостириш Урал-

Поволжьедаги кўпгина конларда («Бавлинское», «Шкаповское», «Мухановское», «Покровское», «Зольненское» ва бошқалар) ҳам қўлланилди. Бу конларни ишлашнинг ижобий тажрибаси бурғ қудуқлари тўрини сийраклаштириш ва чегара ичига сунъий сув бостириш усулини қўллаш учун энг ишончли қадам бўлиб хизмат қилди.

1949 йили АҚШда бурғ қудуқлари орасидаги энг оқилона масофа масаласини ўрганиш бўйича штатлараро қўмита ташкил қилиниб, унга атоқли олимлар: Эдди, Кейлер, Маскет, Бертрам ва Томлинсон кабилар киришди. 1951 йили бу қўмита бурғ қудуқлари тўри зичлиги бўйича ва уни қатламларни якуний нефть бера олишликка таъсири ҳақидаги маърузаларини чоп этдилар.

Бу маърузанинг асосий хулосалари қуйидагилар. Бурғ қудуқлари орасидаги энг оқилона масофа муаммоси ечими учун физик қонунлар етарли эмас.

Амалда ягона қатламдан қазиб олинаётган жамғарма нефть бурғ қудуқлари сонига боғлиқ эмас, чунки улар чегараланмаган сиздириш радиусига эга бўладилар.

Бурғ қудуқларини жойлаштиришда қатламларнинг жойлашган тузилмали - тектоник шароитларини ҳисобга олиш керак.

Нефть уюмининг ҳар бир алоҳида қисми камида битта бурғ қудуғи билан ишлатилиши лозим, агарда уни бурғулашга кетадиган харажатлар ўзини оқласа.

Қўмита маърузасида қатлам ўтказувчанлигини, бурғуланиш чуқурлашиши ва қатлам босимини ушлаб туришга кетадиган харажатларни ортиши билан қудуқлар орасидаги масофани катталаштириш тавсия этилган.

Собиқ Иттифоқда ҳам кон-геологик, гидродинамик ва иқтисодий тадқиқотлар асосида ўхшаш фикрлар аҳамиятли эди.

«Ромашкинское» конини (1955-1956 йиллар) ишлашнинг бош тарҳида бу асосий фикрлардан келиб чиққан ҳолда, бошланғич бурғ қудуқлари тўри зичлигини 52 га/қуд. бўлишни ва уюмни ҳайдовчи бурғ қудуқлари қатори билан 23 та алоҳида ишлаш майдонларига кесиш назарда тутилган эди.

Бунда, умумий қудуқлар фондининг 30% коннинг геологик тузилишини аниқлаштириш ва қатламлардан нефть

олиш давомида бурғи қудуқлар тўрини зичлаштириш учун резерв сифатида фойдаланиш кўрилган. «Ромашкинское» кони тажрибаси намуна бўлиб хизмат қилди. 1950 йилларнинг охирида яхши конлар бурғ қудуқлари тўри зичлигини 50-60 га/қуд. қилиб лойиҳалаштириш амалда ҳамма нефть қазиб олувчи ўлкаларда одатий ҳол бўлиб қолди, бунда албатта резерв қудуқлари билан тўрни тартиблаштириш назарда тутилар эди.

Ғарбий Сибир конлари учун 60-70 йилларда бошланғич бурғ қудуқлари тўри зичлигини 49-56 га /қуд. бўлиши кенг тарқалди. Ғарбий Сибир ва Поволжьядаги нефть конларини ишлаш учун бошланғич олувчи бурғ кудуқларини сийрак тўрини кенг тарқалишига объектив сабаблар – биринчи лойиҳавий ҳужжатлар тузиш вақтида коннинг геологик - физик маълумотларини етарли эмаслиги ва конни ишлашга туширишни жадаллаштириш зарурияти асос бўлди.

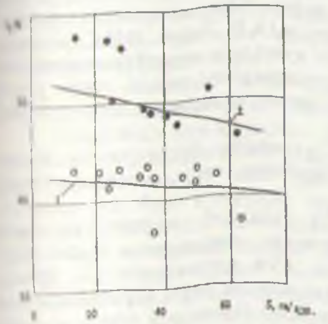
Шунингдек, нефть конларини сунъий сув бостириш усуллари ва сийрак бурғ қудуқлари тўри билан ишлаш амалиётда назарияда назарда тутилганидан мураккаб ва қийинроқ бўлиб чиқди.

Кўпгина конларнинг («Ромашкинсокое», «Арланское», «Мухановское» ва бошқалар) объектларида бутун қатламлар, уюмлар ва майдонлар ишлашга ёмон жалб қилинди, лойиҳавий резерв бурғ қудуқлари етарли бўлмади, сувланганлик башорат қилингандан юқори, нефть олиш даражаси ва нефть бера олишлик анча паст бўлди. Бу ҳамма салбий томонлар сув бостириш усулини етарлича ўрганилмаганлиги, нефтни сув билан сиқиб чиқариш жараёнини содда схемалаштирилиши, ҳисоб моделларининг номукаммаллиги, энг асосийси мураккаб тузилган қатламларда нефтни ётиш шароитлари ҳақидаги маълумотларнинг етарли бўлмаганлиги ва бошқа хусусиятларни билмаслик натижасида содир бўлди.

«Ромашкинское» конида лойиҳалаштирилган сийрак бурғ кудуқлари тўри тўғрисидаги биринчи кескин танқидлар В.Н. Щелкачев томонидан 50-йилларнинг охирида айтилган эди. Охирги йилларда бу муаммо ҳақидаги тушунчалар бир хил эмас ва бир-бирига қарама-қарши. Олимлар томонидан турли концепциялар асосланмоқда. Уларнинг энг асосийлари ҳақида тўхталиб ўтамиз.

Қатламларнинг якуний нефть бера олишлигига бурғ кудуқлари тўри зичлиги жуда кам таъсир этади

Бундай тушунчалар 40-50-йилларда Урал-Поволжьядаги юқори маҳсулдор нефть конларини ўзлаштириш ва сув бостириш усулларини татбиқ қилиш бошланган вақтда муҳим аҳамиятга эга эди. Бу даврда нефть конларини ишлашнинг лойиҳалаш амалда қатламларнинг турлилиги деярли ҳисобга олинмай, сувни бир текис ҳаракати тахмин қилиниб, ҳамда уюмларда тўлиқмас сиздиришни пайдо қиладиган узилганликни ва линзасимонликни инобатга олмаган соддалаштирилган моделларда бажарилар эди. Бунинг сабаби асосий конлардаги қатламларнинг бу хусусиятлари ўша вақтларда кам ўрганилган ёки номаълумлиги эди.



6.1.–расм. Қатламларни нефть бера олишлик коэффициентини η бурғ қудуқлари тўри зичлигига S боғлиқлиги, Урал – Поволжьянинг 23 та уюмлари бўйича. Нефть ва сув қовушқокли нисбати 0,47-0,70, қумлилик коэффициенти 0,7 катта ва ўтказувчанлик 0,135-0,45 мкм² бўлганда. Қатламлардан нисбатан суюқлик олиш: 1-0,5 ғоваклар ҳажмида; 2-0,75 ғоваклар ҳажмида.

Тўлиқ сиздиришга эришилган уюмларнинг гидродинамик ягона бир хил қатламли уюмлари учун нефть бера олишлик кудуқлар тўри зичлигига жуда кам боғлиқ бўлади (6.1 – расм.).

Юқори ўтказувчанликка эга бўлган монолит қатламли «Самарской Луки» конини ишлаш тажрибаси шуни кўрсатдики, бурғ қудуқлари тўри зичлиги 7,1 дан 22,5 га/куд. ўзгартирилганда нефть бера олишликка сезиларли

таъсир қилмайди. бунда нефть бера олишликнинг насбатан 3% ошмайди. «Покровское» кони $А_4$ қатламининг жанубий қисмида бурғ қудуқлари тўрини 2 марта сийраклаштириш натижасида, ўша уюмнинг қатлам хоссалари унчалик яхши бўлмаган шимолий қисмига нисбатан, самарали ошиш кўрсаткичларини таъминлади.

«Бавлинское» конида бурғ қудуқларини жойлаштириш зонасида қудуқлар тўрини 2 марта сийраклаштириш D_1 қатламининг тоза нефть қисмидаги нефть бера олишлигига кам таъсир қилди (И.Е.Палуян, Г.Г.Вахитов, С.А.Султонов). Озарбайжон конлари бўйича кўп кўрсаткичли таҳлил шуни кўрсатдики, бурғ қудуқлари тўрини 1 дан 10 га/қуд. Сийраклаштириш нефть бера олишликка деярли таъсир қилмайди (М.Т.Аббасов, Ч.А.Султонов).

Ҳатто Урал - Поволжьядаги 26 та юқори маҳсулдор карбонат коллекторли конларида (Бошқирд ярусининг $А_4$ қатламлари) бурғ қудуқлари тўрини 10 дан 30 га/қуд. сийраклаштириш якуний нефть бера олишликни хаммаси бўлиб 1,5-2,0 % камайтиради (А.В. Говура, В.И.Колганов).

Бу натижалар бурғ қудуқлари интерференцияси (ўзаро таъсири) назарий ҳолатларига мос келади, лекин уларни фақат ягона юқори ўтказувчан қатламларга тадбиқ қилиш мумкин.

Аммо амалиётда уюмларни бутун ҳажми бўйича юқори ўтказувчан гидродинамик ягона қатламлар деярли кам бўлади.

Кўпгина ҳолларда ҳақиқий нефтли қатламлар мураккаб майдоний турлиликка, узилганликка, линзасимонликка, бўлинганликка ва кўп қатламликка эга бўлади. Бундай шароитларда қатламларнинг нефть бера олишлигини бурғ қудуқлари тўри зичлигидан боғлиқлиги етарли равишда кучли ва мураккабдир.

Қатламларнинг якуний нефт бера олишлиги бурғ қудуқлари тўри зичлигига жуда кучли боғлиқ бўлади.

«Бавлинское» конининг (D_1), «Туймазинское» конининг (D_{11}) ва «Ромашкинское» конидаги «Абдурахмоновское» майдонининг (D_1) қатламларида бурғ қудуқлари тўри зичлиги 100 га/қуд. бўлганда, қатламларнинг якуний нефть бера олиш коэффициенти мос равишда 0,52; 0,32 ва 0,21 қилиб баҳоланган. Бурғ қудуқлари тўрини 2 га/қуд.

Зичлаштириш якуний нефт бера олишликни мос равишда 0,74, 0,69 ва 0,68 ошириши мумкин, яъни 22;37; 47% ёки 1,43,2,18 ва 3,23 маротаба.

Бу конлар бўйича бурғ қудуқлари тўри зичлигини 100 дан 40 га/қуд. ёки 2,5 марта зичлаштириш натижасида якуний нефть бера олишлик мос равишда 1,25; 1,6 ва 2,05 маротаба ошади, агар қудуқлар тўри 20 марта оширилса якуний нефть бера олишлик мос равишда бор йўғи 1,14; 1,38 ва 1,58 маротаба ошади.

Қатламларни якуний нефть бера олишлигини ошириш қудуқлар тўри зичлиги даражасига мутаносиб эмаслигини, гидродинамик ягона қатламда сув бостиришни ҳисобга олмасдан тушунтириб бўлмайди.

Келтирилган қатламларнинг якуний нефть бера олишлигини бурғ қудуқлари тўри зичлигига боғлиқлиги қуйидаги қабул қилинган соддалаштирилган иборалардан олинган. Нефть бера олишлик коэффициенти фақат иккита коэффициентлар орқали ифодаланган - олувчи бурғ қудуқлари таъсирида қатламни қамраб олинганлик ва сиқиб чиқариш коэффициентлари.

Сув бостириш билан қатлам қалинлигини қамраб олишда қатламнинг қатма-қат турлилиги ҳисобга олинмаган.

Максимал бурғ қудуқларь тўри зичлигида нефть бера олишлик коэффициентининг юқори чегараси, сиқиб чиқариш коэффициентига тенг деб катта олинган, пастки чегараси эса бурғ қудуқлари тўри максимал сийраклаштирилганда нолга тенг деб қабул қилинган. Бунда якуний нефть бера олишликни юқори чегараси қилиб сув бостиришда қатламни қамраб олиш ва сиқиб чиқариш коэффициентлари кўпайтмасини қабул қилиш тўғри бўларди, улар 20-30 % паст бўлиши мумкин, чунки сув бостириб қатламларни ишлашни иқтисодий фойдали даврда унинг қамраб олинганлиги 100% кам бўлади. Қатламнинг якуний нефть бера олишлигини қуйи чегараси қилиб битта (уюм, майдон марказида жойлашган) қудуқдан олинган жамғарма нефть миқдори қабул қилиниши керак. Бу нефть миқдори зим кам бўлмай, гидродинамик ягона қатламда, баланс заҳираларининг 10-15% ташкил этади.

Юқори ва қуйи чегараларнинг бундай ноаниқлиги натижасида қатламларнинг якуний нефть бера олишлигини

бурғ қудуқлари тўри зичлигидан жуда орттирилган боғлиқлиги олинган.

Маълумки, АҚШ ўртача бурғ қудуқлари тўри зичлиги 7-8 га/қуд. ташкил қилади, кўпгина конларда нефть қазиб олиш сув бостириш ва бошқа таъсир этиш усулари билан таъминланади.

АҚШ сув бостириш энг йирик нефть қазиб олувчи Техас штатидаги яхши конларда кенг қўлланилди. Бу штатнинг 310 конлари маълумотлари бўйича, бурғ қудуқлари тўри зичлиги 2 дан 30 га/қуд. Ўзгарганда қатламларнинг нефть бера олишлигини камайиши сезиларли бўлмайди (3-5%). Нефть бера олишни қатламларни ўтказувчанлигига боғлиқлиги эса жуда катта бўлади (ўтказувчанликни нефть қовушқоқлигига нисбати). Ўтказувчанликни 3 марта пасайиши нефть бера олишликни 10-12% камайтиради. Демак, сув бостириш қўлланилаётган конларда бурғ қудуқлари тўрини зичлаштириш кутилган /36/ катта самарани бермайди. АҚШ мутахассиси (Т.Дошер) баҳолари бўйича сўниб бориш усулида ишлаётган нефть конларининг 25-30% геологик-физик тавсифлари бўйича сув бостириш учун ярокли.

Қатламларни якуний нефть бера олишлиги бурғ қудуқлари тўри зичлигига ва айниқса кўп даражада уларни жойлаштиришга боғлиқ бўлади

Қатламларни якуний нефть бера олишлигига бурғ қудуқларини жойлаштиришни катта таъсир этиши конларни маълумотлари асосида кўп тадқиқотчилар томонидан берилган, аммо у бошқа маънога эгадир, чунки бундаги самара бурғ қудуқлари тўри зичлигига боғлиқ бўлмай, балки кўп қатламли объектларни бўлиш, бир-биридан ажралган линзаларни, майдонларни ва қатламчаларни махсус бурғуланган қудуқлар билан ишлашга жалб этишга боғлиқ бўлади.

Мураккаб тузилишли қатламларни якуний нефть бера олишлигини қудуқларни жойлашишидан сезиларли боғлиқлиги охирги 15-20 йилда амалда ҳамма мутахассислар томонидан қабул қилинган. Бу муаммо бўйича ўтказилган махсус симпозиумлар шуни кўрсатдики, нефт бера олишликни бурғ қудуқлари тўри зичлигидан боғлиқлиги жуда мураккаб, айниқса бир хил бўлмаган қатламларда.

Ҳар бир кон учун энг оқилона бурғ қудуқлари тўри мавжуд бўлиб, у нефть қазиб олишда энг юқори иқтисодий самарани таъминлайди, лекин қатламларни тузилиши ҳақидаги маълумотларни чекланганлиги сабабли уни бошланғич ишлаш босқичида аниқлаш имкони бўлмайди. Шунинг учун конларни ишлашда сийрак қудуқлар тўри билан ишлашга туширилиш, кейин эса резерв қудуқларини навбатма-навбат бурғулаш тавсия этилади.

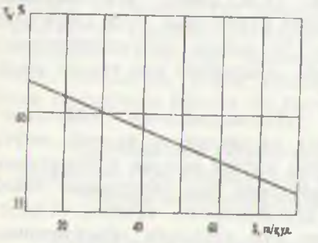
Гидродинамик ягона, лекин тузилиши турли қатламларни якуний нефть бера олишлигига бурғ қудуқларини сув-нефть майдонларига, тўсиқларга, қийиқланишларга, линзаларга, нефтлилик чегараларига ва тўйиниш манбаларига нисбатан жойлашиши катта таъсир қилади.

70-йилларда Урал-Поволжья конлари учун қатламларнинг нефть бера олишлигига кўп омилларнинг таъсирини таҳлили бажарилди (Е.И.Семин, В.К.Гомзиков, С.А.Кожакин). Бу таҳлил шуни кўрсатдики, бурғ қудуқлари тўри зичлигини 60-80 дан 20 га/қуд. зичлаштирилганда конларнинг якуний нефт бера олишлигига кам таъсир этади (6.1 ва 6.2 расм).

Кўпгина конларда («Ромашкинское», «Мухановское», «Узен», «Самотлор») тасдиқланган якуний нефть бера олишликка эришиш учун илгари назарда тутилганидан кўп даражада қудуқлар бурғуланди ёки бурғулашни талаб қилади. «Ромашкинское», Мухановское», «Узен», «Самотлор» ва бошқа конларнинг кўп қатламли объектларида, қатлам хоссалари 4-5 марта фарқ қилганда кам ўтказувчан қатламларни юқори ўтказувчан қатламлар билан бирга ишлатишда, кам ўтказувчанли қатламларда деярли сиздириш рўй бермайди. Юқори маҳсулдор қатламларда кам ўтказувчан майдонлар аниқланиб, улар кам сонли бурғ қудуқлари тўри билан ишлатилганда, нефть олиш суръати жуда кам (ҳамма заҳирадан йилига 1-1,5%) бўлади. Бу ҳолларда ҳар доим объектларни бўлиш, алоҳида ажралган қатламчаларга, линзаларга, кам ўтказувчан майдонларга уларни ишлашга жалб этиш мақсадида қўшимча қудуқлар бурғулаш ва нефть олишни жадаллаштириш талаб этилади. Бунда ажралган линзаларга, қатламчаларга ва сув-нефть майдонларига қудуқларни бурғулаш кўпинча зичлаштирувчи бурғулаш деб

аталади, амалда эса бу янги нефть захираларини ишлашга жалб этиш ҳисобланади.

Бу маънода кўрсаткичли мисол сифатида «Самотлор» кони хизмат қилади. Коннинг объектларида бошланғич бурғ қудуқлари тўри зичлиги 49-64 га/қуд. қилиб бурғуланган. Икки монолит қатламлар $БВ_8$ ва $АВ_{45}$ учун бундай бурғ қудуқлари тўри муфассал таҳлил натижасига кўра, самарали ҳисобланади, чунки уюмларнинг бутун ҳажми фаол сиздириш билан қамраб олинган. Лекин $БВ_{...}$, $АВ_{1-2}$ ва бошқа қатламлар кесимида монолит қумтошлардан ташқари 30-50 % ҳажми юпқа қат-қат қатламлардан иборат, уларни кам сонли бурғ қудуқлари билан сиздириш қониқарсиз бўлган. Кам ўтказувчан қатламчалар ва линзалар монолит қумтошлар билан битта бурғ қудуқлари тўри билан ишлашда уларни фақат 20-30 % сиздиришга жалб этилади.



6.2 - расм. Якуний нефть бера олишликни ($\eta_к$) қудуқлар тўри зичлигига (S) боғлиқлиги, нефть ва сув ковушқоқликлари нисбати 10 кичик, қумлилик коэффициенти 0,75 катта, бўлинганлик коэффициенти 2 кичик, қатлам ўтказувчанлиги 0,6 - 2,5 мкм^2.

$БВ_{10}$, $БВ_8^0$, $АВ_{2-3}$ қатламлар кесимларини геологик тузилиши шуни кўрсатдики, кам маҳсулдор ва юпқа қат-қат қатламларни 70% ҳажмини 500-100 м ўлчамли линзалар ташкил қилади, улар кўп қаторли (беш қаторли) тизимларда ва кам сонли қудуқларда сиқиб чиқариш билан тўлиқ қамраб олинмайди ва фаол сиздирилишда иштирок этмайди.

Беш қаторли тизимларда, мураккаб тузилган қатламларда бурғ қудуқлари тўрини 29 дан 15-17 га/қуд. зичлаштирилганда сиқиб чиқариш билан қамраб олинганлик 15-20%, якуний нефть бера олишлик 9-14% ортади. Мураккаб тузилган қатламларда майдонли тизимлар сув бостириш билан юқори қамраб олинганликни таъминлайди, лекин бурғ қудуқлари тўрини зичлаштирилишида қамраб олинганликни

тўрини беш қаторли тизимларига нисбатан кам бўлади. Бурғ қудуқлари тўрини зичлаштириш билан бир вақтнинг ўзида беш қаторли тизимдан майдоний тизимга ўтиш бир хил бўлмаган қатламларни сиқиб чиқариш билан қамраб олинганлигини 20-25% оширади, бу эса жуда самаралидир.

Шундай қилиб, бир хил бўлмаган линзасимон қатламларда бурғ қудуқлари тўрини зичлаштириш нефть бера олишликни (қамраб олганликни) сезиларли оширади, агарда бурғ қудуқлари линзалар ва тўсиқларга нисбатан қулай жойлаштирилса.

АҚШ бурғ қудуқлари тўрини энг оқилона зичлиги муаммоси 20-йиллардан бошлаб мутахассисларни ўйлантириб келади, охирги жиддий уриниш 1967 йили Америка нефть институти томонидан тузилган қатламларнинг нефть бера олишлиги бўйича махсус қўмита қатламларни якуний нефть бера олишлигини бурғ қудуқлари тўри зичлигига боғлиқлигини топишга ҳаракат қилди.

Қўмита томонидан 312 та нефть конларидаги ишлаш натижалари ўрганилиб, нефть бера олишликни, сўниш ва сув босимли режимлар учун, қатлам кўрсаткичлари орасидаги боғлиқликлар ўрнатилди. Аммо қўмита аъзолари қатламларнинг якуний нефть бера олишлигини, бурғ қудуқлари тўри зичлигига боғлиқлигини аниқлаш имконини топа олмадилар. Буни шундай тушунтириш мумкин, АҚШ алоҳида қисмларга ажралган, узлукли қатламли конларидаги ишлаш объектлари жуда катта аниқликда ажратилган - ҳар бир қатламчаларга алоҳида қудуқлар тўри бурғуланган ёки у ер ости техникаси ёрдамида олиш ва ҳайдаш қудуқлари билан алоҳида самарали ишлатилади. Натижада ҳамма ишлаш объектлари бир хил қатлам тузилишли бўлади ва улар учун нефть бера олишликни бурғ қудуқлари тўри зичлигидан жуда кучсиз боғлиқлиги намоён бўлади.

Шундан сўнг АҚШ бурғ қудуқлари тўрининг энг оқилона зичлиги муаммоси ўзининг аҳамиятини йўқотди. Йирик америкалик олимларнинг нефть конларини сув бостириш технологиясига бағишланган монографияларида қудуқлар тўри зичлигини қатламларнинг нефть бера олишлигига таъсири муаммоси ўз ифодасини топмади, амалиётда эса сийрак қудуқлар тўри билан икки босқичли бурғулаш, конлар учун ягона ишлаш тизимлари, ишлашни бошланғич

босқичидан сув бостириш ва бошқа усуллар қўллана бошланди.

Аляскадаги 1977 йилда ишга туширилган маҳсулдор энг йирик «Прадхо Бей» конининг нефтга тўйинган қатлам қалинлиги 130 метрдан ортиқ, нефть қазиб олишнинг максимал лойиҳавий миқдори йилига 180 млн.т. бўлиб, уюмда қудуқларни тенг ўлчамли тўр билан 130 га/куд. зичликда бурғулаш натижасида эришилган. Бурғулашнинг иккинчи босқичида қудуқлар тўри 64 га/куд. (800х800 $м^2$) зичлаштирилади. Майдон бўйлаб сунъий сув бостириш 1984 йилдан бошланган. Кўриниб турибдики, АҚШ ўзининг тажрибасига асосланиб «Ист - Тексас» конидаги жуда зич бурғу қудуқлари тўридан (2 га/куд.) «Прадхо-Бей» конидаги сийрак бурғ қудуқлари тўрига ўтиши учун 30 йил вақт керак бўлди.

Бошланғич сийрак қудуқлар тўри билан конларни бурғулаш принципи яққол устунликка эга, чунки бунда бу тўрлар билан олинмайдиган нефть қолиб кетмайди, улар иккиламчи тўр қудуқлари ёки учламчи усуллар билан қазиб олинади. Аксинча, бошланғич қудуқлар тўрида ортиқча бурғуланган қудуқларга кетадиган харажатлар қайтариб бўлмайдиган даражада йўқотилади.

Баъзи бир илмий ишларда бурғ қудуқлари тўрини энг оқилона зичлигини максимал соф фойда бўйича аниқлаш таклиф этилган. Бурғ қудуқлари тўрини ҳаддан зиёд зичлаштириш фойдани кескин камайтиради, айрим ҳолларда нолгача, қудуқлар тўрини сийраклаштириш эса унинг қийматини секин камайтиради. Маълум илмий ишларда ҳар хил қатламлар учун қудуқларни энг оқилона тўрини аниқлаш усуллари берилмаган, лекин улардан шуни билиб олиш мумкинки, ишлашни бошланғич даврида бурғ қудуқлари тўрини зичлаштириш хавфли, шунинг учун аввал сийрак, қатламларнинг тузилиши аниқлангандан сўнг эса, ўзгартиришлар киритилиши ва қудуқлар тўри зичлаштирилиши мумкин.

Бундан ташқари АҚШ нефть конларидаги бурғулаш тартиби ва бурғ қудуқлари тўри ҳақидаги маълумотларни умумлаштириш маълум қизиқиш уйғотади. Агар АҚШда ишлаётган ҳамма конларни шартли равишда «эски» ва «ёш» конларга ажратсак, унда «эски» (бошланғич олина-

ган заҳирадан 50% ортиғи қазиб олинган) конлардаги тўрлар зичлиги ўртача 6 га/куд., «ёш» конлардаги (улардан бошланғич заҳираларнинг 50% кам қазиб олинган) қудуқлар тўри зичлиги 16-18 га/куд. ташкил этади.

АҚШ нефть конларининг ҳозирги бурғуланганлик ҳолати қуйидагича: ҳамма конларнинг 50% яқинида қудуқлар тўри 16 га/куд., 37% конларда қудуқлар тўри 16-20 га/куд. ва 13% конларда қудуқлар тўри зичлиги 26 га/куд. қилиб бурғуланган. АҚШ нефть конларида олиш бурғ қудуқлари тўри Урал-Поволжья конларига қараганда ўртача 4-5 марта зич жойлаштирилган. АҚШ охирги йилларда қудуқлар тўрини сийраклаштириш тенденцияси кузатилмоқда. 1950-1957 йиллар ишга туширилган конларининг қудуқлар тўрини ўртача зичлиги 15 га/куд; 50 –йилларнинг охирида ишга туширилган конларда эса қудуқлар сийрак тўрли 30-35 га/куд, баъзи ҳолатларда 60-70 га/куд. қилиб бурғуланган.

Кўпгина шимолий штатлардаги 60 – йилларнинг ўрталарида очилган янги нефть конларида қудуқлар тўрини минимал зичлиги - 16 га/куд. ва максимал зичлиги 64 га /куд. қилиб ўрнатилган. АҚШ кўпгина нефть конлари тўғри геометрик тўр бўйича бурғуланган ва қисқа муддатларда ишга туширилган.

§ 2. Қўлланилаётган оқилона бурғ қудуқлари зичлигини аниқлаш ва жойлаштириш усули

Қўлланилаётган бурғ қудуқларини асосий фондини жойлаштириш усули

Ишлаш системасини лойиҳалаштириш босқичида маълумки бизнинг уюм ва коллектор ҳақидаги билимимиз мукаммал бўлмай, фақат ҳисоблаш схемасидан келиб чиқиш имконини беради, бунда қатлам тузилиши бир хил ёки турли хил, уюм кўриниши эса оддий геометрик шаклда (тасма, айлана, ҳалқа, сектор) ёки шундай оддий шакллар йиғиндиси ҳолида қабул қилинади. Шунинг учун бурғ қудуқларини асосий фондини оқилона жойлаштиришни

аниқлашда қатламлар тузилиши бир хил ва оддий геометрик шаклдаги уюмлар учун ҳал этилади.

Тазйиқли режимлар учун тасма ва айлана шаклидаги уюмларда бу муаммо бир қатор соддалаштирилган кўринишларда тадқиқот қилинган. Охирги тадқиқотлар натижасида ҳозирги вақтда бу муаммо гидродинамик ҳисоблашлар ёрдамида олинган боғлиқлик чизмалари ва ибораларидан фойдаланиб ҳал этилмоқда.

Бу тадқиқотларнинг асосий хулосалари қуйидагилардан иборат.

Бурғ қудуқлари қаторлари орасида ва қаторлардаги қудуқлар орасидаги масофаларни аниқланган нисбати бўлиб бунда берилган ишлаш муддатида ва бурғ қудуқлари сонида ҳар қандай бошқа вариантларга қараганда, энг яхши техник иқтисодий кўрсаткичлар таъминланади. Шу сабабли ҳар бир қудуқлар сони учун бир вақтда ишловчи қаторлар сони берилганда, уюмдаги ҳамма қудуқлар қаторларининг ягона энг яхши сони мавжуд бўлади. Бу эса лойиҳалашда ягона қудуқлар сонини жойлаштиришни ва кўн сонли турли вариантларни такрорланишини олдини олади.

1. Уюмларда ёки чегара ички сув бостиришда тасмасимон чизиқ шаклда ажратилган блокларда биринчи қаторда, нефтлилик чегарасидан бошлаб, кам сонли бурғу қудуқлари тўри ва охирги қаторда зич бурғ қудуқлари тўри бўлиши. Қолган қаторларда бурғ қудуқлари орасидаги ва қаторлар орасидаги масофалар бир хил бўлади.

Биринчи қатор бурғу қудуқлари бошқа узоқ вақт ишлайдиган (иккинчи - учинчи босқич) қудуқлардан фарқли равишда бир босқичда (уларни сувланишигача) ишлатилади, охирги қатор қудуқлари эса ҳамма бурғ қудуқлари қаторлари сувлангандан сўнг бир босқичда ишлатилади (бошқа бурғ қудуқлари қаторлари ёрдамисиз).

2. Айлана шаклидаги уюмларда бурғ қудуқлари тўрини зичлаштириш (чегара ташқарисидан сув бостиришда) чекка қисмлардан марказга қараб оширилади. Кўрсатилган омиллардан ташқари қуйидаги вазият содир бўлади, сув-нефть туташ юзасини уюм маркази томон силжиб бориши билан ишлаш майдони қисқариб боради ва бир вақтнинг ўзида ишлаётган бурғ қудуқлари сони камаяди.

Амалда оқилона бурғ қудуқларини жойлаштириш қуйидагича аниқланади.

Тасмасимон уюмларда бир вақтда икки қаторли ишлаш шароитида қаторлар орасидаги ва қаторлардаги қудуқлар орасидаги масофалар бир хил бўлиши керак. Биринчи ва охирги қаторлар бундан мустасно. Бу ҳолатда қуйидаги тенгламалар тўғри бўлади:

$$a_1=1{,}05a; \quad a_0=0{,}95a;$$
$$n_1=0{,}88n; \quad n_0=1{,}36n, \qquad (6.1)$$

бу ерда: a_1 - биринчи қатордан нефтлилик чегарасигача бўлган масофа; a_0- охирги қатордан ундан битта олдинги қаторгача бўлган масофа; n_1 - биринчи қатордаги қудуқлар сони; n - қолган қаторлардаги қудуқлар сони; n_0 - охирги қатордаги қудуқлар сони.

Агар тасмасимон уюмларда бир вақтда уч қатор ишласа, унда қуйидаги тенгламалар қўлланилади:

$$a_1=1{,}14a; \quad a_0=0{,}98a;$$
$$n_1=0{,}87n; \quad n_0=1{,}64n. \qquad (6.2)$$

Қолган қаторларда бурғ қудуқлари орасидаги ва қаторлар орасидаги масофалар бир хил бўлиши керак.

Чунки a_1, a_0 ва n_1- миқдорлари a ва n миқдорларидан кам фарқ қилади, биринчи яқинлашувда уларни тенг қилиб олиш мумкин ва фақат охирги қаторлардаги бурғ қудуқлари сонини икки қаторли ишлашда 1/3 ва уч қаторли ишлашда 2/3 оширилади.

Шу сабабли уюмларнинг тасмасимон қисмларидаги оқилона бурғ қудуқларини оқилона тўрини лойиҳалаштиришни қуйидаги усулидан фойдаланилади.

Уюмни оқилона ишлаш учун энг эҳтимолли қаторлар сонини қабул қилиб ҳамма қаторлар орасидаги масофани қуйидаги ифода билан аниқланади

$$\alpha = d / \kappa, \qquad (6.3)$$

бу ерда: d - тасмасимон қисмнинг бир томонлама қалинлигидаги эни.

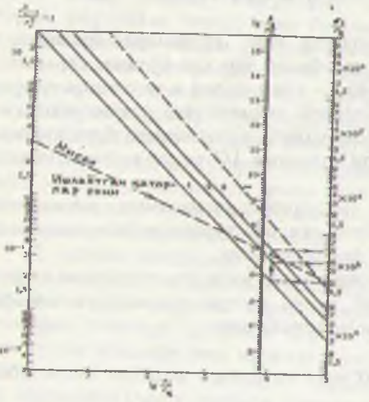
Номограмма ёрдамида (6.3-расм) $a_i/r_к$ дан бурғ қудуқлари орасидаги масофа $2\sigma_i$ ва уларнинг сони топилади. Сўнгра келтирилган тенгламалардан n_1, n_0, a_1, a_n аниқланади. Қудуқ радиуси $r_к$ сифатида бурғ қудуғи номукаммаллигини ҳисобга олувчи келтирилган радиуси қабул қилинади.

Масалан. Бир томонлама тўйинувчи эни d=1500 м ва узунлиги 3000 м уюм мавжуд. Уч қатор ишлаш бурғ қудуқларини жойлаштириш кўзда тутилган. Қудуқлар қатори икки қатордан ишлатилади. Қудуқлар келтирилган радиуси $r_к$=5,5 см қабул қиламиз. Қаторлар орасидаги асосий масофани аниқлаймиз:

$$\alpha = d/ к = 1500 / 3 = 500 \text{ м}.$$

Унда

$$\lg\frac{d}{r_k} = \lg\frac{500}{5,5*10^{-2}} = 3,95$$



6.3 - расм. Қаторлардаги бурғ қудуқлари орасидаги масофалар номограммаси.

Номограммани пастки горизонтал шкаласидаги мос келувчи нуқтадан эгилган 2 - чизиқни (қаторлар иккитадан

ишлангти) кесиб ўтувчи вертикални ўтказамиз; бу кесишиш нуқтасидан ўнгга чеккадаги ён шкала билан кесишгунча горизонтал чизиқни ўтказамиз, ундаги қуйидаги миқдорни ўқиймиз:

$$\sigma_i / r_к = 3,8*10^3.$$

Сўнгра қуйидагилар топилади: $2\sigma=2*3,8*10^3*0,055=418$м; $n=l/2\sigma=3000/418=7,2$; $a_1=1,05*500=525$м; $a_1=0,95*500=475$м; $n_1=0,88n=6,3$; $n_3=1,36n=9$; $2\sigma_1=500$м; $2\sigma_3=300$м.

Бурғ қудуқларини жойлаштиришнинг мумкин бўлган схемалари ва энг мақсадга мувофиқ қудуқлар сонини тўлиқ техник-иқтисодий таҳлил қилиш учун худди шу усул билан кўп ва кам қаторлар ҳолатида қудуқлар турини қуриш керак бўлади. Икки томонлама тазйиқли уюм ўқ чизиғи билан бўлиниб уюмнинг ярми учун бурғ қудуқларини жойлаштириш схемаси ўрнатилади (икки ички қатор қўшилганда қудуқлар сони икки марта кўп марказий қатор сонидан).

Айлана уюмларни ёки қисмларини маълум даражагача яқинлашишда ҳалқа ёки айлана секторлари кўринишида тасаввур қилиш мумкин, улар трансцендент тенгламалар системаси кўринишида ечилади. Бу система билан амалий масалаларни тўғридан-тўғри ечиб бўлмайди. Шунинг учун бурғ қудуқлари қаторларининг жойлашишини ҳисобий диаграммаси қурилган (6.4 - расм).

Бурғ қудуқлар сони танланади. Агар ички қатор радиуси маълум бўлса, унда уни ордината ўқидаги бошланғич нефтлилик чегараси радиусига бўлиб, $r/r_н$ нисбат аниқланади. Сўнгра горизонтал тўғри чизиқни, бурғ қудуқлари қаторлари сони мос келувчи чизиқ билан кесишгунча ўтказилади, бунда $r_ч/r_к$ нисбати бизнинг уюмимиздаги кўрсаткичга энг яқин бўлиши керак. Олинган нуқтадан юқоридаги эгри чизиқлар билан кесишгунча вертикал тўғри чизиқ ўтказиб, ордината ўқидан қолган қаторлар радиуси аниқланади. Агар ички қатор радиуси номаълум, лекин уюм марказий қудуққа эга бўлган тўлиқ айланасимон бўлса, унда ички қатор радиуси пастки бешта ёрдамчи эгри чизиқлардан биттасини асосий эгри чизиқ билан кесишган ордината нуқтасидан топилади. Юқоридаги диаграмманинг горизонтал

ўқидан қудуқлар тўри зичлиги кўрсаткичи λ_1 аниқланади. Сўнгра ($r_к$ - бурғ қудуқларини келтирилган радиуси) ва ҳамма қаторлар учун $\frac{r_i^2 - 1}{r_i^2} - 1$ ҳисобланади.

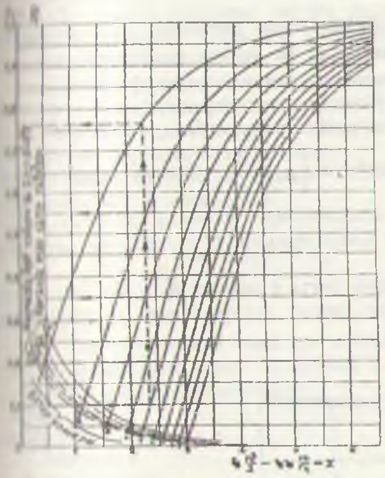
6.4 - расмда берилган номограммани кўриб чиқамиз. Вертикал шкалалардаги, ҳисобланган қийматларига мос биринчи ва иккинчи нуқталарни чапдан ўнгга санаб тўғри чизиқ билан бириктириб, уни учинчи шкала билан кесишгунча давом эттириб ҳар бир қатор учун σ микдорини топамиз. Бу микдорлар қаторлар биттадан ишлаганда оқилонадир. Бир вақтда ишловчи икки ёки уч-қаторли қудуқлар орасидаги энг яхши масофани аниқлаш учун, чекка ён шкаладаги кесишиш нуқтасидан эгилган эгри чизиқ ўтказилади, кейинг вертикал бўйича эгри чизиқ 2 ва 3 гача бориб σ шкаласига қайтилади. Бу усул билан ҳамма қаторлардаги бурғ қудуқлари орасидаги масофа аниқланади.

6.4 - расмдан намуна сифатида фойдаланиш узлукли чизиқлар ёрдамида кўрсатилган. Бешта ишлатувчи қаторлар учун нефтлилик чегараси радиуси $r_ч$=5000м, охирги бурғ қудуқлари катори радиуси r_5=500м. Бунда $\rho_5=r_5/r_ч=0{,}1$. 6.4-расмдан ($r_i=\rho_i r_ч$ бўлганда) кўринадики, $\rho_4=0{,}2$; r_4=1000м; $\rho_3=0{,}35$; r_3=1750м; $\rho_2=0{,}55$; r_2=2750м; $\rho_1=0{,}76$; r_1=3800м. Номограммадан $\chi=2{,}355$ эканлигини топамиз. Сўнгра ёрдамчи коэффициент

$$\chi = \lg\frac{r_ч^2}{\lambda_1} - \lg\frac{r_ч}{r_k}$$

ҳисобланади $r_к=10^{-4}$ м бўлганда $\lambda_1=1{,}435*10^2 м^2$ тенг бўлади. Кейинги қаторлардаги бурғ қудуқлари орасидаги масофа ($2\sigma_i$) 6.3-расмда келтирилган номограмма бўйича аниқланади.

Амалда қатлам тузилиши бир хил ва мукаммал айлана ёки тасма шаклидаги уюмлар бўлмайди. Шунинг учун марказий қаторлардаги тўрларни зичлаштирувчи қудуқлар кўпинча резерв қудуқларга ўтказилади ва уларнинг сони резерв бурғ қудуқлар сони билан мувофиқлаштирилади.



6.4-расм. Айлана қаторли қудуқларни ҳисобланган жойлашиш диаграмммаси, $r_ч$ - туйиниш чегараси радиуси; $r_к$ – бурғ қудуғини келтирилган радиуси; r_i-i-чи бурғ қудуқлари қаторининг радиуси; λ_1-бурғ қудуқлари тўри зичлиги курсаткичи.

Резерв бурғ қудуқларининг керакли сонини аниқлаш

Резерв қудуқларни бурғулашнинг асосий мақсади қатламни якуний нефть бера олишлигини оширип ҳисобланади. Резерв қудуқларини бурғулашнинг мақсадга мувофиқлиги мезонларидан бири бўлиб, қўшимча олинган нефть миқдори ҳисобланади, бунда унинг таннархи фойдалилик чегарасидан ошиб кетмаслиги керак.

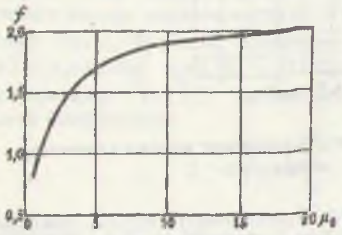
Узлуксиз қатламда резерв қудуқларини нефтлилик чегарасини тортилиш чизиқлари бўйлаб бурғулаш мақсадга мувофиқдир.

Бир қатор тадқиқотчилар ўтказган ишларни таҳлили асосида тортувчи қатор қудуқлари орасида қолиб кетадиган нефть миқдори қуйидагича ифодаланади:

$$q = 0.41hm\alpha\beta f\,\frac{l^2}{N},$$ (6.4)

бу ерда: h ва m- маҳсулдор қатламни узлуксиз қисмининг ўртача қалинлиги (м) ва ўртача ғоваклиги; α - 1 м катлам нефтини тоннага ўтказиш коэффициенти; β бошланғич нефтга тўйинганлик коэффициенти; l-нефтлилик чегарасини тортилиш чизиқлари узунлиги; f - нефть ва сув қовушқоқликлари нисбати $\left(\mu_0 = \frac{\mu_н}{\mu_c}\right)$ боғлиқ коэффициенти, уни В.В.Скворцов тадқиқотлари асосида олинган (6.5 расм) эгри чизиқдан олиш мумкин; N - тортувчи қатордаги қудуқлар сони.

Бу боғлиқликдан битта қўшимча бурғ қудуғига тўғри келадиган олинадиган саноат захираларини орттирмасини аниқлаш мумкин



6.5 - расм. Нефть қолдиқлари ўлчамини тавсифловчи f коэффициентини қовушқоқликлар нисбатига μ_0 боғлиқлиги.

$$\Delta Q = 0.41hm\alpha\beta f\,\frac{l^2}{N^2}\,k_c,$$ (6.5)

бу ерда: k_c - нефтни сув билан сиқиб чиқариш коэффициенти.

Қўшимча олинган нефтнинг таннархи

$$C = \frac{З_к + З_э}{\Delta Q},$$ (6.6)

бу ерда: - $З_к$ - битта резерв қудуқни жиҳозлашга сарфланадиган ўртача капитал харажатлар;

$З_э$- битта ишловчи резерв қудуғини бутун ишлаш даврида хизмат қилишга кетадиган ўртача жорий сарфланадиган ҳаражатлар.

Демак, тортувчи қатордаги N-чи қудуқни бурғулаш $C \leq C_ф$ ифодада ўзини оқлайди.

Бу ерда: $C_ф$-қурилаётган уюм учун нефтнинг таннархини даромадлилик чегараси.

Унда тортувчи қатордаги оқилона бурғу қудуқлари сони қуйидагича аниқланади

$$N = l\sqrt{\frac{0.41hm\alpha\beta f^2 k_c C_ф}{З_к + З_э}}.$$ (6.7)

Тортувчи қатор чизиғида жойлашган бурғ қудуқлари асосий фондининг сони N_0 бўлган ҳолда, керакли резерв қудуқлари сонини аниқлаймиз:

$$N_p = N - N_0$$ (6.8)

Шуни инобатга олиш лозимки, юқоридаги тенгламаларни келтириб чиқаришда, бурғ қудуқлари орасидаги ва тортиш чизиғи узунлигида қолган нефть қолдиқларини ҳосил бўлишига ўтказувчанлик ва ғоваклик бўйича тоғ жинсларининг турлилигини таъсири ҳисобга олинмаган. Турлиликни ҳисобга олиш эса тортувчи қатор қудуқлари орасидаги нефть қолдиқлари ўлчамини ошириб юборади. Аммо, бошқа томондан юқоридаги келтирилган тенгламаларда қудуқлар катта даражада сувланмаганида ҳам уларни тўхтатиш назарда тутилган. Қудуқларни сувланганлиги ҳисобга олинса нефть қолдиқлари ўлчамларини камайтиришига олиб келади. Шундай қилиб, бу икки ноаниқликлар бир-бирини мувозанатлайди.

§ 3. Энг оқилона бурғ қудуқлари тўри муаммосини ечиш йўллари

Уч ўлчамли, уч фазали математик моделлар асосида бир хил бўлмаган қатламлардан бурғ қудуқлари системаси билан нефть олиш жараёнини, уюмларни геологик тузилишини ҳамма асосий хусусиятларини, қатламларни ва суюқликларни хоссаларини, ҳар хил кучларнинг намоён бўлишини, нефтни сиқиб чиқариш механизмини, қудуқларни ишлатиш шароитларини ҳисобга олиб моделлаштириш ҳар бир қудуқни бурғулашни мақсадга мувофиқлигини алоҳида аниқлаш имконини беради.

Бундай моделларнинг пайдо бўлиши билан бурғ қудуқлари тўрини энг оқилона зичлиги муаммоси илмий бўлиб қолмай, балки иқтисодий ва техник муаммоларга айланади.

Нефть конларида детерминлаштирилган моделларни қўллаб қудуқларни оқилона жойлаштиришни аниқлаш учун 3 шарт бажарилиши зарур:

1) ҳар бир қидирув ва қазиб 'олиш бурғ қудуқларидан тўлиқ батафсил маълумот олиш (намунани тўлиқ чиқариш ва ҳар томонлама таҳлил қилиш, қудуқларни кон гидродинамик тадқиқоти, суюқликлар хоссаларини ўрганиш, нефть, сув ва газ дебитини аниқ ўлчаш);

2) катта қувватли ва хотирали тезкор ЭҲМларни қўллаш;

3) аниқ технологик мезонлар - бир қудуқдан 5-25 йилда ўзини иқтисодий оқлайдиган нефть қазиб олишни таъминлайдиган. Амалда нефть конларида детерминлаштирилган моделларни қўллаб бурғ қудуқларини оқилона жойлаштириш қуйидаги тартибда амалга оширилади. Қидирув бурғ қудуқларидан олинган тўлиқ маълумотлар асосида қатламнинг майдоний ва табақали бир хил эмаслиги иложи борича батафсил кўрсатилган уюмнинг геологик модели қурилади. Сийрак бурғ қудуқлари тўри жойлаштирилади. ЭҲМда нефть қазиб олиш жараёни моделлаштирилади - кўрилаётган вақт даврида уюмларни ишлаш кўрсаткичлари башорат қилинади. Мутахассисларда шубҳа уйғотган май-

[illegible] қудуқлар қўшилади ёки олинади. Шу давр учун ҳисоб яна қайтарилади.

Қўшилган бурғ қудуқлари ҳисобига қўшимча нефть олиш ёки баъзи бир қудуқларни олиниши натижасида йўқотилган нефть миқдори аниқланади, қудуқларни бурғулашнинг мақсадга мувофиқлигини баҳоловчи аниқ мезонлари таққосланади. Шу асосда бурғ қудуқларини бошланғич системадаги сони ва жойлашиши ҳал қилинади.

Бурғулаш жараёнида ҳар бир қудуқдан олинадиган маълумот батафсил ЭҲМ математик моделга киритилиб, уюм тузилиши аниқланади. Уюмлар тузилишининг жиддий ўзгаришида қудуқлар жойлашувига тузатмалар киритилади ва бурғ қудуқлари системасини ўзгартирган ҳолда ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш такрорланади, қўшимча (ёки қисқартиришлар) қудуқлар кераклиги, уларни жойлаштириш ва мақсадга мувофиқлиги тўғрисидаги масала ечилади. Бу жараён бурғулаш даврида бир неча марта амалга оширилади. Генг ўлчамли сийрак тўрлар билан бурғулаш натижасида қатламларни тузилиши ҳақидаги маълумотлар йиғилади, нефтни сизилиш шароитлари ва ишлаш жараёнининг самарадорлиги, танланган моделни уларга мос келиши ва ҳамма алоҳида хусусиятли майдонлар аниқланиб, қудуқлар тизимига турли ўзгартиришлар киритилиб, нефть қазиб олиш кўрсаткичларини башорат қилиш такрорланади.

Шундай қилиб моделлаштириш ва кўп босқичли бурғулаш ёрдамида оқилона қудуқлар сони аниқланади ва уларни жойлаштиришга эришилади, бу эса сиздириш ва сув бостириш билан қатламларни тўлиқ қамраб олинишини ва натижада конни ишлаш самарадорлигини оширади. Бундай шароитларда қудуқлар тўрининг оқилона зичлиги ва конларни кўп босқичли бурғулаш тўғрисидаги мунозаралар ўринсиздир.

Ушбу тартибда қудуқларни жойлаштириш ва бурғулаш оқилона тўрлар ва ортиқча 'қудуқларни бурғулашни бартараф қилиш муаммоларини ечишдаги ягона тўғри йўли ҳисобланади.

Аммо, нефть уюмларида олиб борилган қидирув ишларидан сўнг қатламларнинг турлилиги, тузилиши, суюқлик хоссалари тўғрисида кам маълумотларга эга бўлинади. Шу сабабли бурғ қудуқларини оқилона жойлаштириш

муаммосини ечиш учун аввало қидирув ишлари жараёнида ва ишга тушириш вақтида нефтли қатламлар тузилишини ўрганишни яхшилаш керак.

Назорат саволлари

1. Бурғ қудуқлари тўри зичлигини якуний нефть бера олишликка таъсири ҳақидаги илмий тадқиқотларни умумлаштириш натижалари ҳақида гапириб беринг.
2. Бурғ қудуқларини асосий фонди нефть уюмларида қандай жойлаштирилади?
3. Тасмасимон уюмларда оқилона бурғ қудуқларини жойлаштириш қандай аниқланади?
4. Айлана шаклидаги уюмларда оқилона бурғ қудуқларини жойлаштириш қандай аниқланади?
5. Резерв бурғ қудуқларининг сони қандай аниқланади?
6. Оқилона бурғ қудуқлари тўри муаммосини ечиш йўллари ҳақида сўзлаб беринг.

VII-боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ИҚТИСОДИЙ БАҲОЛАШ

Бу бобда нефть саноатида амал қилаётган раҳбарий ҳужжатлар асосида нефть конларини ишлаш лойиҳаларини иқтисодий қисмига қўйиладиган умумий талаблар, асосий тушунчалар, иқтисодий баҳолаш кўрсаткичлари, вариантни танлаш ва иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш алгоритми келтирилган.

§ 1. Умумий талаблар

Ишлаш вариантларини иқтисодий баҳолашда, чет элларда ва ҳозирги вақтда юртимизда кенг фойдаланилаётган, бозор иқтисодиёти учун хусусиятли кўрсаткичлар системасидан фойдаланиб амалга ошириш тавсия этилади.

Иқтисодий баҳолаш жараёнида конни ишлаш билан боғлиқ геологик-физик, технологик, техник ва экологик хусусиятлари акс эттирилиши керак.

Ишлашни ҳамма технологик вариантлари иқтисодий баҳоланиб, улар бир-биридан бурғ қудуқлари тўрининг зичлиги, бурғулаш тартиби ва суръати, уюмга таъсир этиш методлари, нефть ва суюқлик олиш миқдори, бурғулашдан олиш ва ҳайдаш қудуқларини чиқариш, ҳайдалаётган сув ва омиллар ҳажми, қудуқларни ишлатиш усуллари ва бошқа кўрсаткичлари билан фарқ қилиши мумкин. Ишлаш системасининг вариантлари йиллар, ишлаш босқичлари (5, 10, 15, 20 йил), ҳамда тўлиқ лойиҳа муддати учун иқтисодий баҳоланиши керак. Иқтисодий баҳолаш натижасида, максимал иқтисодий самарани, қатламлардан нефть захираларини иложи борича тўлиқ чиқариб олишни, экологияни, ер остини ва атроф муҳитни ҳимоя қилишни таъминлаш мезонларига жавоб берувчи, конни энг оқилона ишлаш варианти аниқланади.

Ишлаш лойиҳасининг самарадорлигини аниқлаш учун фойдаланиладиган кўрсаткичлар системаси бевосита лойиҳани амалга оширувчи қатнашчиларни, ҳамда давлат ва маҳаллий бюджет манфаатларини ҳисобга олиши керак.

Ишлаш вариантларини иқтисодий баҳолашда қуйидагилар кўриб чиқилиши керак:

- кутилаётган турли вақтлардаги сарфларни ва даромадларни бошланғич босқич шароитидаги иқтисодий қиймати ўлчамига келтириш;
- фойдаланилаётган пул маблағларининг қийматига пулнинг қадрсизланиши (инфляцияни) таъсирини ҳисобга олиш;
- лойиҳани амалга ошириш билан боғлиқ зарар кўриш эҳтимолларини ҳисобга олиш;
- лойиҳани амалга оширишга қизиққан ташкилотларни, Ўзбекистондаги ва хориждаги ҳомийларни (инвесторларни), банкларни, давлат ва маҳаллий бошқариш органларини лойиҳада қатнашишини мақсадга мувофиқлигини асослаш.

Ишлаш самарадорлиги кўрсаткичларига иқтисодий омиллар таъсирини ўрнатиш учун технологик вариантларни бир неча иқтисодий вариантларда кўриб чиқиш керак. Масалан, олинаётган маҳсулотни турли сотиш шароитлари (ички ёки ташқи бозорлар), амалдаги солиқ системасини ўзгариши (имтиёзли солиқ солиниши ёки солиқ ставкасини камайтирилиши), амортизацияни ўтказиш шароити (оддий ёки тезлаштирилган система), дисконтирлашни турли коэффициентлари ва бошқалар.

Ушбу тавсиялардан турли лойиҳа ҳужжатларидаги (синов ишлатиш лойиҳасидаги, синов-саноат ишлашни технологик схемасидаги ёки лойиҳасидаги аниқлаштирилган ишлаш ёки якуний ишлаш лойиҳасидаги, техник-иқтисодий баҳолашдаги) ишлаш системаларини баҳолашда фойдаланиш мумкин.

Нефть бера олиш коэффициентини иқтисодий асосланган катталиги объектни фойдали ишлатиш даври учун аниқланади. Иқтисодий фойдалилик муддати сифатида жорий (йиллик) дисконтирланган нақд пул оқимини мусбат қийматлари олинган даври қабул қилинади.

§ 2. Асосий тушунчалар

Лойиҳани самарадорлиги, иқтисодий мезонлар сифатида қатнашувчи, ҳисобланадиган кўрсаткичлар системаси билан баҳоланади.

Лойиҳани баҳолаш учун қуйидаги асосий самарадорлик кўрсаткичларидан фойдаланиш тавсия этилади:

- дисконтирланган нақд пул оқими (NPV);
- даромад кўрсаткичи (PI);
- капитал сарфларни ички қайтариш меъёри (IRR);
- конни ўзлаштириш учун капитал сарфлар:
- нефть олиш учун жорий харажатлар;
- давлат даромади (бюджет ва нобюджет фондларга тегирма солиқ ва тўловлар).

Инфляция

Инфляция (пулнинг қадрсизланиши) нарх ва харажатларни умумий ортиш даражаси бўлиб, у давлат пул бирлигининг сотиб олиш қобилиятини йўқолишида кузатилади. Лойиҳа ҳужжатининг самарадорлик кўрсаткичини жорий нархларда, яъни инфляция кўрсаткичи билан ҳисоблаш тавсия этилади.

Дисконтирлаш

Дисконтирлаш - турли вақтдаги харажатларни ва натижаларни ягона вақт пайтига келтириш методи бўлиб, у келажакдаги киримлар (фойдалар) қийматини замонавий нуқтаи назарда акс эттиради. Дисконтирлаш коэффициенти катталигини ўрнатишда одатда қарз фоизининг ўрта қийматига (ставка фоизига) қаралади. Дисконтирлаш коэффициенти катталиги амалга оширилаётган инвестицияларни зарар кўриш эҳтимолини ҳам ҳисобга олиши мумкин.

Зарар кўриш эҳтимоли

Иқтисодий зарар кўриш эҳтимоли - зарар ёки зиён кўриш эҳтимоли, яни корхонани ўз бойликларининг бир қисмини йўқотиши, даромадларни тўлиқ ололмаслиги ёки

маълум ишлаб чиқаришни ва молиявий фаолиятни ошириш натижасида қўшимча харажатлари юзага келиши.

Лойиҳа ҳужжатларида иқтисодий зарар кўриш эҳтимоли самарадорликни асосий кўрсаткичларини турли омилларни ўзгаришига (нефтнинг нархига, солиқ ставкаларини аслаҳаларни, материалларни, хомашёларни, электрэнергияни нархига ва харажатларни бошқа элементларига) сезгирлигини таҳлил қилиш асосида баҳоланади.

Кредит

Кредит (қарз) - маҳсулот ишлаб чиқаришни ошириш фаолиятида юзага келувчи, корхонани молиявий маблағи танқислигини тўлдирувчи пул қарзи. Кредит учун тўланадиган фоиз, тез, қайтариш ва бошқа шартлари берилади, улар асосида кредитор (қарз берувчи) ва қарз олувчи орасидаги муносабат юзага келади.

Нархлар

Ишлаш вариантларини иқтисодий баҳолаш учун базис, жорий (башорат), ҳисобланган ва дунё нархларидан фойдаланиш мумкин.

Базис нархи деганда, халқ хўжалигида вақтнинг маълум пайтида юзага келган нарх тушунилди. Олинаётган маҳсулотни базис нархи бутун ҳисоблаш даври мобайнида ўзгармас деб ҳисобланади. Одатда, ундан ҳисоблаш даври 3 йилдан 7 йилгача ўзгарувчи синов ишлатиш ва синов - саноат ишлаш лойиҳаларини баҳолаш босқичида фойдаланиш мумкин.

Технологик ишлаш схемасини ва ишлаш лойиҳасини иқтисодий баҳолашда самарадорлик жорий (башорат) ва ҳисобланган нархларда аниқлаши шарт. Жорий (башорат) нарх, йиллик (жорий) инфляция коэффициенти ёрдамида ҳисобланиб, нархни вақт давомида ўзгаришини акс эттиради.

Лойиҳа натижаларини тўғри баҳолаш учун, ҳамда лойиҳа кўрсаткичларини турли шароитларда таққослашни таъминлаш мақсадида, инфляцияни ҳисобланган натижалар қийматига ва харажатларга таъсирини инобатга олиш зарур.

[illegible] учун харажатлар оқимини ва натижаларни башорат [illegible] (жорий) нархларда келтириш керак, интеграл кўрсаткичларини (NPV, IRR, PI) аниқлашда эса ҳисобланган нархлари, яъни умумий инфляциядан тозаланган нархларга ...иши керак.

Ҳисобланган нархлар дисконтирлаш коэффициенти ёрдамида вақтнинг қандайдир пайтига келтирилади, яъни шу пайт нархларига мос келади. Келтириш интеграл кўрсаткичлар қийматларини аниқлашда ҳисобдан нарх инфляциянинг умумий ўзгаришини чиқариб юбориш, аммо инфляция сабабли юзага келувчи) нарх структураси ўзгаришини саклаб қолиш, мақсадида бажарилади.

§ 3. Иқтисодий баҳолаш кўрсаткичлари

Накд пул оқими (NPV)

Дисконтирланган накд пул оқими - нефть конини ўзлаштиришга йўналтирилган инвестициялар катталигида камайтирилган, маҳсулотни сотишдан ва амартизация чегирмаларидан келган фойда йиғиндиси - бошланғич йилга келтирилган жорий йиллик оқимлар йиғиндиси сифатида аниқланади:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{(П_t + A_t) - K_t}{(1 + E_м)^{t - t_к}}, \qquad (7.1)$$

бу ерда: NPV - дисконтирланган накд пул оқими; $П_t$ - t йилда махсулотни сотишдан келган фойда; A_t - t йилдаги амортизация чегирмалари; K_t - t йилда конни ишлашга сарфланган капитал маблағлар.

Маҳсулотни сотишдан келган фойда ($П_t$)

Маҳсулотни сотишда келган фойда - амортизация чегирмалари, ҳамда бюджет ва нобюджет фондларига тўланган солиқларни умумий йиғиндиси киритилган жорий харажатлар катталигида камайтирилган, корхонанинг

умумий фойдаси. Фойдани ҳисоблаш турли пайтдаги даромадларни ва харжларни биринчи ишлаш йилига келтириб бажарилади. Дисконтирлаш ҳар йилги фойда қийматини мос келтириш коэффициентига бўлиш йўли билан амалга оширилади:

$$П_t = \sum_{t=1}^{T} \frac{B_t - Э_t - H_t}{(1+E_м)^{t-t_к}}, \qquad (7.2)$$

бу ерда: $П_t$ - маҳсулотни сотишдан келган фойда; T - корхона фаолиятини ҳисобланган баҳолаш даври; B_t-t йилда маҳсулотни сотишдан тушган тушум; $Э_t$-t йилдаги амортизация билан жорий харажатлар; H_t - солиқлар йиғиндиси; $E_м$ - дисконтирлаш меъёри; t, $t_х$ - мос равишда жорий ва ҳисоблаш йили.

Маҳсулотни сотишдан тушган тушум B_t нефтни ва газни сотиш нархини уларни қазиб олинган хажмига кўпайтириб топилади:

$$B_t = (H_н * Q_н + H_г * Q_г)_t, \qquad (7.3)$$

бу ерда: $H_н$, $H_г$ - мос равишда t йилда нефтни ва газни сотиш нархи; $Q_н$, $Q_г$ - мос равишда t йилда олинган нефть ва газ миқдори.

Капитал сарфларни қайтариш ички меъёри (IRR)

Капитал сарфларни қайтариш ички меъёри (IRR) - дисконт меъёрининг шундай қийматики, унда инвестициялардан келган соф даромадлар йиғиндиси инвестициялар йиғиндисига тенг, яъни капитал сарфларни ўрни қопланади. Бошқача қилиб айтганда, у дисконт меъёрининг шундай қийматики, бунда ҳисоблаш даври мобайнидаги нақд пул оқими йиғиндисининг катталиги нолга тенг:

$$\sum_{t=1}^{T} \frac{(п_t + A_t) - K_t}{(1+IRR)^{t-t_к}} = 0. \qquad (7.4)$$

Бундай йўл билан аниқланган капитал сарфларни қайтариш ички меъёри кейин сарфланган капиталга қарз берувчи (инвестор) талаб қилаётган даромадлик меъёри билан таққосланади. Агар IRR ҳисобланган қиймати қарз берувчи талаб қилаётган даромадлик меъёрига тенг ёки катта бўлса, ушбу лойиҳага сарф қилинган инвестициялар ўрнини оқлайди.

Даромадлик кўрсаткичи (PI)

Даромадлик кўрсаткичи (индекси) - сарф қилинган харажатларни иқтисодий қайтариб беришликни хусусиятлайди ва келтирилган соф киримлар йиғиндисини (нефтни сотишда ва амортизацион чегирмалардан олинган фойдани) дисконтирланган капитал харажатлар ҳажми йиғиндиси нисбати кўринишида ифодаланади:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{T} (П_t + A_t)/(1+E_м)^{t-t_х}}{\sum_{t=1}^{T} K_t/(1+E_м)^{t-t_х}}. \qquad (7.5)$$

Сарф қилинган маблағларни ўрнини қоплаш даври

Ўрнини қоплаш даври (Ўқд) - бу давр муддати бўлиб, унинг давомида жамғарма нақд пулнинг бошланғич манфий қийматлари кейинги мусбат қийматлари билан ўрни тўлиқ қопланади. Ўрнини қоплаш даври қуйидаги тенгликдан аниқланиши мумкин:

$$\sum_{t=1}^{Ўқд} \frac{(п_t + A_t) - K_t}{(1+E_м)^{t-t_х}} = 0, \qquad (7.6)$$

бу ерда: Ўқд - капитал маблағларни қайтариш даври, йиллар.

Бошқача қилиб айтганда, бу шундай даврки, унининг ташқарисида NPV номанфий бўлади ва кейин шундай бўлиб қолади.

Капитал харажатлар

Капитал харажатлар кон ишлашга киритилгандан бошлаб қудуқларни бурғулаш ва жиҳозлаш тамом бўлгунга керак бўлса, ундан кейинги муддатларда ҳам, йиллар бўйича ҳисобланади.

Жиҳозланган ва ишлашга киритиб бўлинган нефть конлари учун капитал харажатларни мақсади, уларни капитал тиклаш структурасига мос равишда аниқланади: янги қурилиш, кенгайтириш, қайта қуриш ёки техник қайта қуролланиш.

Ишлашдаги конлар учун лойиҳа ҳужжатларини тузишда капитал харажатлар кон жиҳозлари объектларининг бор қуввати имкониятларидан фойдаланишни ҳисобга олиб, айниқса, улар бошқа конлар майдонига яқин бўлса, амалга оширилиши керак.

Капитал харажатларининг ҳисоби, қудуқларни бурғулашни ва конни жиҳозлашни ўз ичига олган, айрим йўналишлар бўйлаб бажарилади.

Қудуқларни бурғулаш учун капитал харажатлар бурғ қудуғини чуқурлигидан, бурғулашдан чиқарилаётган ҳайдаш ва бошқа қудуқлар сонига боғлиқ равишда ўрнатилган, 1 м бурғулаб ўтишни смета нархи асосида аниқланади.

Нефть конини жиҳозлаш объектлари учун капитал харажатлар ҳисоби ҳар бир ишлаш вариантини ҳажмий технологик кўрсаткичларига ва айрим йўналишлар бўйича солиштирма сарфларга мос равишда амалга оширилади:

- нефтни қазиб чиқариш учун асбоб-ускуналар;
- бошқа корхоналарнинг асбоб-ускуналари;
- комплекс автоматизациялаш;
- электр таъминоти ва алоқа;
- конни сув билан таъминлаш;
- ишлаб чиқаришга хизмат кўрсатиш омборлари;
- авто - йўл қурилиши;
- нефтли қатламларга сув бостириш;
- нефтни технологик тайёрлаш;
- қатламларни нефть бера олишлигини ошириш методлари;
- тозалаш иншоотлари;

- табиатни муҳофаза этиш тадбирлари;
- бошқа объектлар ва харажатлар.

Нефтни йиғиш ва транспорт қилиш объектларини қуриш, технологик жараёнларни комплекс автоматизациялаш, саноат объектларини сув билан таъминлаш, электр таъминоти, алоқа ва ишлаб чиқаришга хизмат кўрсатиш омборлари учун капитал харажатлар мос йўналишдаги солиштирма капитал харажатларни бурғулашдан чиқарилаётган нефть қудуқлари сонига, нефть қатламларини сув бостириш учун эса - ҳайдаш қудуқлари сонига кўпайтириб аниқланади.

Нефтни тайёрлаш, тозалаш иншоотлари учун капитал харажатлар мос йўналишдаги солиштирма капитал харажатларни мазкур йилда ишга туширилаётган нефть йиғиш ва тозалаш кувватига кўпайтириб ҳисобланади.

Инфраструктура учун капитал харажатлар кон қурилиши сарфларининг йиғиндисидан фоиз нисбатида ҳисобланади. Табиатни муҳофаза қилиш ҳаражатлари, бурғулаш ишларининг қиймати қўшиб ҳисобланган, капитал харажатларнинг умумий йиғиндисидан фоизда аниқланади.

Эксплуатацион харажатлар

Ишлаш вариантларини баҳолашда эксплуатацион харажатлар сарф турлари - калькуляция моддалари ёки харажатлар элементлари бўйича аниқланиши мумкин. Биз калькуляция моддаларига асосланган ҳисоблаш усули билан танишиб чиқамиз.

Эксплуатацион харажатлар солиштирма жорий харажатлар ва ҳажмий технологик кўрсаткичлар асосида қуйидаги моддалар бўйича ҳисобланади:

- олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқларига хизмат қилиш;
- суюқликни механизациялаштирилган олиш учун энергия харажатлари;
- қатлам босимини сақлаш;
- нефт ва газни йиғиш ва транспорт қилиш;
- нефтни технологик тайёрлаш;
- бурғ қудуқларини капитал таъмири;
- бурғ қудуқлари амортизацияси.

Олиш бурғ қудуқларига хизмат қилиш харажатлари харакатдаги бурғ қудуқлари сонига боғлиқ равишда аниқланади ва ўз таркибига ишлаб чиқариш ишчиларининг (асосий ва қўшимча) иш ҳақини, цехлар сарфларини, умумий ишлаб чиқариш сарфларини, ҳамда асбоб-ускуналарни сақлаш ва ишлатиш харажатларини олади.

Энергия харажатлари механизациялаштирилган суюқлик олиш ҳажмига боғлиқ равишда ҳисобланади. Бу харажатлар электр энергиясини ўрта қийматидан ва унинг солиштирма сарфидан келиб чиқиб ҳисобланади.

Нефть ва газни йиғишга, транспорт қилишга нефтни технологик тайёрлашга кетган сарфлар амортизация чегирмалари инобатга олинмаган суюқлик олиш ҳажмидан боғлиқ равишда ҳисобланади.

Қатлам босимини сақлаш билан боғлиқ харажатлар ҳайдаш бурғ қудуқларига хизмат кўрсатиш ва сув ҳайдаш харажатларидан иборат. Сув ҳайдаш учун харажатларни ҳисоблашда қатламга ҳайдалаётган сув ҳажмидан, унинг қийматидан ва энергия харажатларидан келиб чиқилади. Қатламга сув ҳайдашда энергия харажатларини аниқлаш учун меъёр солиштирма электр энергия сарфи ва 1 квт.с электр энергия қиймати асосида аниқланади.

Асосий фонд амортизацияси уларнинг баланс қийматидан ва уларни тўлиқ қайтариш меъёридан келиб чиқиб ҳисобланади.

Калькуляциянинг анъанавий моддаларидан ташқари нефть ва газ олишни эксплуатацион харажатларини аниқлашда экологияга сарфлар, қарзлар учун тўловлар, ҳамда олинаётган маҳсулотни таннархига киритилган солиқлар ҳисобга олинади.

Амортизацияни ўтказиш методлари

Амортизацион чегирмалар асосий фондларни қайта тиклаш манбаларидан бири ҳисобланади. Уларни баҳолашда амортизацияни турли ўтказиш усулларидан фойдаланиш мумкин: чизиқли (мутаносибли) ва тезлаштирилган.

Ҳозирги вақтда амортизацияни чизиқли (мутаносибли) ўтказиш усуллари нисбатан кенг қўлланилмоқда. Бу усулда тиклаш учун амортизацион чегирмани ҳисоблашда

асосий фондларни ўртача хизмат қилиш муддатидан келиб чиқилади. Бу муддат мобайнида асосий фондларни баланс қиймати тўлиқ ишлаб чиқариш чиқимларига ўтказилади. Одатда, нефть саноатида бу меъёр 10-20% даражасида қабул қилинади. Агар кон ишлашда ва унда аввал яратилган фондлар мавжуд бўлса, амортизацион чегирмаларни аниқлашда янгилари билан бирга илгари ташкил қилинган фондлар ҳам ҳисобга олиниши керак.

Тезлаштирилган амортизацияда асосий фондлар қийматларини ишлаб чиқариш чиқимларига тўлиқ ўтказиш, амортизацион чегирмаларни амалдаги меъёрларида назарда тутилганига нисбатан қисқа муддатда амалга оширилади. Шундай йўл билан янги капитал маблағлар ва ишлаб чиқариш қувватини кенгайтириш учун фойдаланиладиган, резерв фондни яратиш имкони пайдо бўлади.

Солиқ системаси

Ишлаш вариантларини баҳолаш, қонунлар асосида ўрнатилган, солиқ системасига мос равишда бажарилиши керак.

Қуйида, Ўзбекистон Республикасининг бюджет ва нобюджет фондларига чегириладиган солиқлар рўйхати ва уларни ҳисоблаш тартиби берилган:

- қўшимча қийматга солиқ, акциз йиғими киритилган, нефть нархининг 20% ташкил этади;
- акциз йиғими нефть олиш корхоналари бўйича дифференцирлаштирилган ставкалар асосида ҳисобланади, сўм/т;
- мол-мулк учун солиқлар асосий фондларни ўрта йиллик қийматини 2% миқдорида ҳисобланади;
- фойдага солиқ, эксплуатацион харажатлар ва ҳамма солиқлар тўлангандан сўнг қолган, баланс фойданинг 31% ташкил этади.

Эксплуатацион харажатлар таркибига кирувчи солиқлар ва тўловлар:

- ер ости бойликлардан фойдаланганлик учун тўлов, нефть - 12,25%, конденсат - 6,72%, табиий газ - 18,48% (ўрнатилган нархларда ялпи олишдан);

- хом-ашё базасини қайта тиклаш чегирмаси, топширилган маҳсулотни ялпи фойдасидан 2,0%;
- йўл қурилиш ва йўлларни сақлаб туриш чегирмаси, топширилган товар маҳсулотни 1,4%;
- суғурта фондига чегирма, иш ҳақи фондидан 40%,
- нафақа фондига чегирма, топширилган товар маҳсулотни 0,5%;
- экология фонди чегирмаси, ишлаб чиқариш тан нархини 1,0%;
- ер тўловлари, кон майдонининг ўлчамларига боғлиқ равишда ҳисобланади, сўм/га.

Маблағ ажратиш манбалари

Ишлаш вариантларини баҳолашда капитал харажатларга маблағ ажратиш манбалари аниқланиши керак. Уларнинг сафига корхонанинг ўз маблағлари (корхона фойдаси, ишлаб чиқаришга маблағ ажратиш, амортизацион чегирмалар) ва қарзлар киритилиши мумкин. Бундан ташқари қарз бериш учун корхонанинг қиммат қоғозлари (акциялари) ҳам йўналтирилиши мумкин.

§ 4. Амалга оширишга тавсия этилган вариантни танлаш

Ишлаш вариантларини иқтисодий баҳолашни якуний мақсади, лойиҳалаштирилаётган объектни саноат миқёсида ўзлаштиришни мақсадга мувофиқлигини ва нефть олишни энг юқори самарадорлигини таъминловчи, энг яхши вариантни танлаш.

Турли вариантларни таққослашни ва улардан энг яхшисини танлашни юқорида келтирилган кўрсаткичлар системасидан фойдаланиб бажариш тавсия этилади.

Ҳамма вариантлардан тавсия этилаётган вариантни танлашда, ҳал қилувчи асосий кўрсаткич сифатида, нақд пул оқими ҳисобланади (NPV). Энг яхши деб, лойиҳавий ишлаш муддатида NPV энг катта қийматига эга вариант танланади. Бу кўрсаткичнинг ўзига хос хусусияти шундаки,

у вариантни танлаш меъзони сифатида ҳам янги ишлашга киритилаётган конлар учун ва ишлашда бўлган конлар учун ҳам қўлланилиши мумкин. NPV ҳисоби вариантни самарадорлиги ҳақида тўлиқ жавоб беради.

Капитал харажатларни қайтариш ички меъёри кўрсаткичи (IRR), қарзга қўйилган амалдаги ставка фоизи билан таққосланувчи, инвестор томонидан қўйилган капиталга талаб этилаётган фойдалилик меъёрини аниқлайди. Агар IRR ҳисобланган кўрсаткичи фоиз ставкасига тенг ёки катта бўлса, ушбу лойиҳага ажратилган инвестициялар ўзини оқлайди.

IRR кўрсаткичи, катта капитал сарфларни талаб этувчи, янги ишлашга киритилаётган конларни лойиҳаларини баҳолашда муҳим рол ўйнайди. Охирги ишлаш даврида конларни лойиҳаларида ва нефть бера олишликни янги методларини қўлланиши назарда тутилган лойиҳаларда, катта капитал сарфлар бўлмаганда, сарфлар асосан жорий харажатлар билан боғлиқ бўлганда, IRR кўрсаткичи ёрдамчи рол ўйнайди ва энг яхши вариантни танлаш жараёнида иштирок этмайди.

Фойдалилик кўрсаткичи (PI), IRR каби, катта капитал маблағлар сарф қилинадиган ишга киритилаётган янги кон лойиҳасида «салмоқли» аҳамиятга эга. Бундай ҳолатда унинг катталиги қуйидаги тарзда таърифланади: PI>1 бўлса, вариант самарали, PI< бўлса-ишлаш варианти даромадсиз.

Жиҳозлаб бўлинган ёки охирги ишлаш даврида бўлган конларни лойиҳалашда PI кўрсаткичи бор асосий фондлар ҳисобга олиб аниқланади.

Бошланғич харажатларни қайтариш вақти билан ўрнатиладиган, ўрнини қоплаш кўрсаткичи ҳам, тўлиқ жиҳозланиши керак бўлган, янги ишлашга киритиладиган конлар учун аҳамиятли. Бу кўрсаткич қанча кичик бўлса, қурилаётган вариант шунчалик самарадор бўлади.

Юқорида кўрсатилган ҳар бир кўрсаткичнинг ўзи якка ҳолда лойиҳалаштирилаётган объектни ишлаш вариантини танлаш учун етарли эмас. Амалга ошириш учун тавсия этиладиган вариантни танлаш қарори ҳамма интеграл кўрсаткичлар қийматлари ва лойиҳада иштирок этаётган ҳамма қатнашчиларни манфаати ҳисобга олиб қабул қилинади.

§ 5. Иқтисодий кўрсаткичларни хисоблаш алгоритми

Капитал харажатлар

Қудуқларни бурғулаш:

$$К_{кі} = К_{кн} * N_{кі} * C_i , \qquad (7.1)$$

бу ерда: $К_{кн}$ - қудуқни бурғулаш нархи (олиш, хайдаш, резерв ва бошқ.), млн. сўм; $N_{кі}$-і йилда бурғулашдан қудуқларни киритиш (олиш, хайдаш, резерв ва бошқ.), қуд.; C_i - і йилда пулни қадрсизланиш коэффициенти; і - жорий йил кўрсаткичи.

Қудуқларни бурғулаш учун давр мобайнидаги умумий капитал харажатлар

$$К_{кб} = \sum_{i=1}^{T} К_{кі} , \qquad (7.2)$$

бу ерда: Т - ҳисоблаш даврининг муддати (5, 10, 15 ва ҳакозо йиллар, умумий давр), йиллар.

Конни жихозлаш:

$$К_{жі}=(К_{но}+К_{ит}+К_{ат}+К_{эт}+К_{ст}+К_{оҳ}+К_{йқ})*N_{окі}*C_i, \qquad (7.3)$$

бу ерда: $К_{но}$ - қурилиш харажатлар режасига (сметасига) киритилмаган, нефть олиш корхоналарини жиҳозлашга солиштирма капитал харажатлар, млн.сўм/олиш қуд.; $К_{ит}$ - нефть ва газни йиғишга ва транспортига солиштирма капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $К_{ат}$ – автоматлаштиришга ва телемеханизациялашга солиштирма капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $К_{эт}$ - электр таъминотига ва алоқага солиштирма капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $К_{ст}$ - конни сув таъминотига солиштирма капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $К_{оҳ}$ - ишлаб чиқаришга хизмат қилиш омборларига солиштирма капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $К_{йқ}$ - йўл қурилишига солиштирма

капитал харажатлар, млн. сўм/олиш қуд.; $N_{окі}$ - і йилда бурғулашдан киритилаётган олиш қудуқлари.

Қурилиш харажатлари режасига (сметасига) кирмайдиган, бошқа ташкилотлар учун асбоб-ускуналар:

$$К_{ауі}=К_{но}*N_{окі}*a_1, \qquad (7.4)$$

бу ерда: a_1 - бошқа ташкилотлар учун харажатлар улуши, бирнинг қисми.

Нефтли қатламларга сув бостириш:

$$К_{сбі}=К_{сб}*N_{хкі}*C_i, \qquad (7.5)$$

бу ерда: $К_{сб}$ - нефтли қатламларга сув бостиришга солиштирма капитал харажатлар, млн.сўм/ҳайдаш қуд.; $N_{хкі}$ - і йилда бурғулашдан киритилаётган ҳайдаш қудуқлари, қуд.

Нефтни технологик тайёрлаш:

$$К_{TTi}=К_{TT}*Q_i*C_i, \qquad (7.6)$$

бу ерда: $К_{TT}$ - нефтни технологик тайёрлашга (сувсизлантиришга, тузсизлантиришга) солиштирма капитал харажатлар, минг сўм/т; Q_i-і йилда нефть олишни ортиши, минг т.

Тозалаш иншоотлари:

$$К_{TUi}=К_{TU}*Q_{TKi}*C_i, \qquad (7.7)$$

бу ерда: $К_{TU}$ - тозалаш иншоотларига солиштирма капитал харажатлар, минг сўм/м^3 киритилаётган кунлик қувватга; Q_{TKi} - і йилда тозалаш бўйича киритилган қувват, минг м^3/кун.

Нефть бера олишликни ошириш методлари учун асбоб-аслаҳалар:

$$К_{маі}=К_{ма}*N_{маі}*C_i, \qquad (7.8)$$

бу ерда: $K_{ма}$ - ишчи омилни ҳайдаш учун махсус асбоб-аслаҳаларни нархи, млн. сўм; $N_{маi}$ - і йилда ишчи омилни ҳайдаш учун махсус қурилмаларни киритиш, дона.

Бошқа объектлар ва харажатлар:

$$K_{бi}=(K_{жi}+K_{сбi}+K_{TTi}+K_{TUi}+K_{маi}-K_{но}*N_{оқi})*a_2, \qquad (7.9)$$

бу ерда: a_2 - конни жиҳозлашда бошка объектлар харажатларини улуши, бирининг қисми.

Конни жиҳозлашга натижавий капитал харажатлар:

$$K_{жкi}=K_{жi}+K_{сбi}+K_{TTi}+K_{TUi}+K_{бi}+K_{маi}-K_{ауi}, \qquad (7.10)$$

Табиатни муҳофаза қилиш тадбирларига капитал харажатлар:

$$K_{тмi}=(K_{кбi}+K_{жкi})*a_3, \qquad (7.11)$$

бу ерда: a_3 - жами капитал харажатларда табиатни муҳофаза қилиш тадбирлари харажатларининг улуши, бирининг қисми.

Ҳамма капитал харажатлар:

$$K_{хi}=K_{қбi}+K_{жкi}+K_{TMi}, \qquad (7.12)$$

Давр мобайнидаги ҳамма капитал харажатлар:

$$K_{қ}=\sum_{i=1}^{T} K_{xi}, \qquad (7.13)$$

Жорий харажатлар

Жорий харажатлар (амортизациясиз ва реновациясиз).

Нефть бурғ қудуқларига ҳизмат кўрсатиш (умумий ишлаб чиқариш харажатлари билан бирга)

$$T_{кхi}=T_{кх}*N_{охi}*C_i, \qquad (7.14)$$

бу ерда: $T_{кх}$ - ишлаётган нефть бурғ қудуқлари фондига хизмат қилиш харажатлари, млн.сўм/қуд-йил; $N_{охi}$ - і йилда ишлаётган нефть бурғ қудуқлари фондди, қуд.

Ҳайдаш бурғ қудуқларига хизмат кўрсатиш:

$$T_{хзi}=T_{хх}*N_{хзi}*C_i, \qquad (7.15)$$

бу ерда: $T_{хх}$ - ишлаётган ҳайдаш бурғ қудуқларига хизмат кўрсатиш харажатлари, млн.сўм/қуд.-йил; $N_{хзi}$ - і йилда ишлаётган ҳайдаш бурғ қудуқлари фондди, қуд.

Нефть ва газни йиғиш ва транспорт қилиш:

$$T_{йTi}=T_{йT}*Q_{нсi}*C_i, \qquad (7.16)$$

бу ерда: $T_{йт}$ - нефть ва газни йиғиш ва транспорт қилиш харажатлари, минг.сўм/т суюқлик; $Q_{нсi}$ - і йилда қатламда олинган суюқлик, минг т.

Нефтни технологик тайёрлаш:

$$T_{TTi}=T_{TT}*Q_{TTi}*C_i, \qquad (7.17)$$

бу ерда: T_{TT} - нефтни технологик тайёрлаш учун харажатлар, минг сўм/т суюқлик; Q_{TTi} - і йилда технологик тайёрлашга юбориладиган олинган суюқлик ҳажми, минг т.

Суюқликни чиқариб олишга энергетик харажатлар:

$$T_{эсi}=B_{мех}*C_э*Q_{мехi}*C_i, \qquad (7.18)$$

бу ерда: $B_{мех}$ - механизациялаштирилган суюқлик олиш усулида электр энергиясини солиштирма сарфи, кВт*с/т суюқлик; $C_э$ - 1кВт - соат электроэнергиянинг нархи, минг сўм; $Q_{мехi}$ - і йилда механизациялаштирилган усулда суюқлик олиш, минг т.

Сув ҳайдашга энергетик харажатлар:

$$T_{эсi}=(B_{эх}*C_э*C_с)*Q_{схi}*C_i, \qquad (7.19)$$

бу ерда: $B_{эх}$ - сув ҳайдашда электр энергиясининг солиштирма сарфи, кВт*с/м^3; $C_с$ - сув нархи, минг сўм/м^3; $Q_{схi}$ - і йилда ҳайдалаётган сув ҳажми, минг м^3.

Нефть бера олишликни ошириш методларини қўллаш учун харажатлар:

$$T_{мi}=T_{м}*P_{xi}*C_{i}, \quad (7.20)$$

бу ерда: $T_{м}$ - омилни ҳайдаш ёки қудуқ – операция нархи; P_{xi} - ҳайдалаётган омил ҳажми (қудуқ - операция сони).

Жами жорий харажатлар (солиқларсиз ва тўловларсиз):

$$T_{i}=T_{xxi}+T_{xxi}+T_{йтi}+T_{ттi}+T_{эxi}+T_{тамi}+T_{мi}+T_{эci}, \quad (7.21)$$

бу ерда: $T_{тамi}$-i йилдаги таъмирлаш фонди, млн. сўм.

Нефтни таннархига киритиладиган тўловлар ва солиқлар.

Йўл фонди:

$$T_{йфi}=(H_{н}*Q_{нi}*a_{н})/(100*c_{i}), \quad (7.22)$$

бу ерда: $H_{н}$-нефтни сотиш нархи (қўшимча қийматга солиқсиз ва акциз йиғишларсиз), минг сўм/т; $Q_{нi}$ - i йилда нефть олиш, минг т; $a_{н}$-йўл солиғи ставкаси, %.

Давлатни иш билан бандлик фонди:

$$T_{йфi}=(T_{0}*U*a_{5})/(100*C_{i}), \quad (7.23)$$

бу ерда: T_{0} - битта ишловчининг ўрта йиллик иш ҳақи, млн. сўм; U - ишчилар сони, киши ; a_{5} - иш билан бандлик фонди солиғ ставкаси,%.

Ижтимоий суғурта фонди:

$$T_{ифi}=(T_{0}*U*a_{6})/(100*C_{i}), \quad (7.24)$$

бу ерда: a_{6} - ижтимоий суғурта солиғи ставкаси, %.

Тиббиёт суғуртаси фонди:

$$T_{тфi}=(T_{0}*U*a_{7})/(100*C_{i}), \quad (7.25)$$

бу ерда: a_{7} - тиббиёт суғурта солиғи ставкаси,%.

Нафақа фонди:

$$T_{нфi}=(T_{0}*U*a_{8})/(100*C_{i}), \quad (7.26)$$

бу ерда: a_{8} - нафақа суғурта солиғи ставкаси, %.

Илмий тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишлари фонди:

$$T_{икфi}=(T_{1}*a_{9})/100, \quad (7.27)$$

бу ерда: a_{9} - илмий-тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишлари фонди солиғи ставкаси, %.

Суғурта фонди:

$$T_{сфi}=(H_{н}*Q_{нi}*a_{10})/(100*C_{i}), \quad (7.28)$$

бу ерда: a_{10} - суғурта фонди солиғи ставкаси, %

Ер ости бойликлари тўлови:

$$T_{сотi}=(H_{н}*Q_{нi}*a_{11})/(100*C_{i}), \quad (7.29)$$

бу ерда: a_{11}- ер ости бойликлари тўлови солиғи ставкаси, %.

Ер тўлови:

$$T_{етi}=a_{12}*S_{м}*C_{i}, \quad (7.30)$$

бу ерда: a_{12}- ер солиғи ставкаси, минг сўм/га; $S_{м}$- кон майдони, га.

Минерал-хом ашё базасини қайта тиклаш тўлови:

$$T_{бтi}=(H_{н}*Q_{нi}*a_{13})/(100*C_{i}), \quad (7.31)$$

бу ерда: a_{13} - минерал хом ашё базасини қайта тиклаш солиғи ставкаси,%

Нефтни таннархига киритиладиган жами тўловлар ва солиқлар:

$$T_{тул\ i}=T_{йф\ i}+T_{итф\ i}+T_{иф\ i}+T_{тф\ i}+T_{икф\ i}+T_{сф\ i}+T_{сот\ i}+T_{ет\ i}+T_{бт\ i}. \quad (7.32)$$

Солиқлар ва тўловлар билан (амортизацион чегирмаларисиз) жами жорий харажатлар:

$$T_{ж\ i}=T_{i}+T_{тул\ i}. \quad (7.33)$$

Давр учун ҳамма жорий харажатлар:

$$Т_х=\sum_{i=1}^{T} Т_{жi} . \qquad (7.34)$$

Амортизацион чегирмалар (реновация)

Бурғ қудуқлари (олиш, ҳайдаш, назорат ва бошқ.) буйича амортизацион фонд, млн. сўм;

$$Ф_{кi}=Ф_{кi-1}+К_{кi}-К_{кi-15}, \qquad (7.35)$$

бу ерда: $Ф_{кi-1}$ - ҳисоблашдан олдинги йилдаги қудуқлар нархи, млн. сўм; 15 - қудуқлар учун амортизацион муддат, йиллар.

Бошқа асосий фондлар буйича амортизацион фонд, млн.сўм:

$$Ф_{бфi}=Ф_{бфi-1}+К_{жхi}-Ф_{бфi-1}/N_{oхi}*(N_{0хi-1}-N_{oхi}), \qquad (7.36)$$

$Ф_{бфi-1}$ - ҳисоблашдан олдинги йилдаги бошқа асосий фондларни. нархи, млн.сўм.

Бурғ қудуқлари бўйича амортизацион чегирмалар, млн. сўм:

$$А_{кi}=Ф_{кi}*6,7/100, \qquad (7.37)$$

бу ерда: 6, 7 - қудуқлар бўйича амортизацион чегирмаларни йиллик меъёри, %.

Бошқа асосий фондлар бўйича амортизацион чегирмалар, млн.сўм:

$$А_{бфi}=Ф_{бфi}*а_{14}/100, \qquad (7.38)$$

бу ерда: $а_{14}$ - бошқа асосий фондларни реновациясига амортизацион чегирмалар меъёри, %.

Асосий фондларни реновацияга жами амортизацион чегирмалар, млн.сўм:

$$А_{нфi}=А_{кi}+А_{бфi}. \qquad (7.39)$$

Давр мобайнидаги ҳамма амортизацион чегирмалар, млн. сўм:

$$А=\sum_{i=1}^{T} А_{нфi} . \qquad (7.40)$$

Нефть олиш учун ҳамма жорий харажатлар, млн. сўм:

$$Э_{жi}=Т_{жi}+А_{нфi}. \qquad (7.41)$$

1 т нефтни олиш таннархи, минг сўм:

$$Н_{нi}=Э_{жi}/Q_{нi}. \qquad (7.42)$$

Давр мобайнида нефть олиш учун ҳамма жорий харажатлар, млн.сўм:

$$Э=\sum_{i=1}^{T} Э_{жi} . \qquad (7.42)$$

Давр мобайнида нефтни ўртача йиллик таннархи:

$$Н_н=\sum_{i=1}^{T} Э_{жi} / \sum_{i=1}^{T} Q_{нi} . \qquad (7.43)$$

Бюджетга чегириладиган солиқлар ва тўловлар

Қўшимча қийматга солиқ:

$$Н_{ксi}=Н_н*Q_{нi}*а_{15}/100*С_i, \qquad (7.44)$$

бу ерда: $а_{15}$ - қўшимча қийматга солиқ ставкаси, %.

Акциз йиғими:

$$H_{акш}=Q_{нi}*a_{16}*C_i, \quad (7.45)$$

бу ерда: a_{16} - акциз солиғи ставкаси, минг сўм/т.

Ташкилотлар мулкига солиқ:

$$H_{мi}=(Аф_{кi}+АФ_{бi})*a_{17}/100, \quad (7.46)$$

бу ерда: a_{17} - ташкилот мулкига солиқ ставкаси, %; $Аф_{кi}$ - i йилдаги бурғ қудуқлари бўйича асосий фондларни қолдиқ қиймати, млн. сўм; $Аф_{бi}$ - i йилдаги бошқа асосий фондларни қолдиқ қиймати, млн. сўм.

Самарадорликни интеграл кўрсаткичлари

Маҳсулотни сотишдан олинган даромад, млн.сўм:

$$P_i=(H*Q_{нi}+H_г*Q_{гi})*C_i, \quad (7.47)$$

бу ерда: Н-нефтни нархи (қўшимча қийматга солиқ ва акциз йиғими киритилган), минг сўм/ т; $Q_{нi}$-i йилда олинган нефть, минг т; $H_г$- газни сотиш баҳоси, минг сўм/1000м^3; $Q_{гi}$-i йилда олинган газ, млн. м^3.

Баланс фойда ёки солиқларсиз фойда. млн. сўм:

$$П_i=P_i-(Э_{жi}+H_{ксi}+H_{акшi}+H_{мi}). \quad (7.48)$$

Фойдага солиқ, млн сўм:

$$H_{фi}=П_i*a_{18}/100, \quad П_i>0 \text{ бўлганда}, \quad (7.49)$$

бу ерда: a_{18}-фойдага солиқ ставкаси, %.

Ташкилот қарамоғида қоладиган фойда, млн. сўм:

$$П_{тi}=П_i-H_{фi}. \quad (7.50)$$

Самарадорликни интеграл кўрсаткичларини ҳисоблаш (NPV, IRR, даромадлик кўрсаткичи, ўрнини қоплаш даври), натижавий иқтисодий кўрсаткичларга нархни

кадрсизланиш ўзгариши таъсирини йўқ қилиш мақсадида, ҳисобланган нархлар асосида амалга оширилади.

Бунда дисконтирлаш коэффициентини аниқлаш қуйидагича амалга оширилади:

- агар «а» жорий пул бирлигида ифодаланган дисконтирлаш коэффициенти;
- «А»- ўзгармас пул бирлигида ифодаланган дисконтирлаш коэффициенти;
- «г»-қадрсизланишни йиллик коэффициенти.

Интеграл кўрсаткичларни аниқлашда қўлланилиши керак бўлган, дисконтирлаш коэффициенти қиймати қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$(1+«а»)= (1+«А»)*(1+«г»). \quad (7.51)$$

Капитал харажатларни қайтариш ички меъёрини (IRR) аниқлашда инфляция (қадрсизланиш) даражасига ўхшаш тузатишлар киритилади:

- «m» - жорий пул бирлигида IRR қиймати,
- «М» - ўзгармас пул бирлигида ифодаланган IRR қиймати,
- «г» - қадрсизланишни йиллик коэффициенти.

бунда IRR қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$1+ «m»=(1+ «M»)*(1+ «г»). \quad (7.52)$$

Қарзга олинган маблағларни бериб тамомлаш

Қарзлар ва унинг фоизига тўловлар қуйидаги ибораддан аниқланади:

$$P=\frac{K*j}{1-(1-j)^{-n}}, \quad (7.53)$$

бу ерда: Р - маълум муддатда тўланиши керак бўлган, йиллар бўйича тенг, қарзлар миқдори; j - қарзлар учун фоиз ставкаси, бирнинг қисми; К - қарз миқдори; n - қарзларни тўлаш муддати сони.

Назорат саволлари

1. Нефть ва газ-нефть конларини ишлаш технологик вариантларини иқтисодий баҳолашга қандай умумий талаблар қўйилади?

2. Нефть ва газ-нефть конларини ишлаш технологик вариантларини иқтисодий баҳолашни асосий мезонлари ва тушунчаларини айтиб беринг.

3. Иқтисодий баҳолаш кўрсаткичларини айтиб беринг.

4. Капитал маблағлар қандай ҳисобланади?

5. Жорий харажатлар қандай ҳисобланади?

6. Амалга оширишга тавсия этилган вариант қандай танланади?

7. Амортизацион чегирмалар қандай ҳисобланади?

8. Бюджетга ажратиладиган солиқ ва тўловлар қандай ҳисобланади?

9. Самарадорликни интеграл кўрсаткичлари қандай ҳисобланади?

10. Қарзга олинган маблағларни қайтариш ва дисконтирлаш коэффициентини аниқлаш ибораларини ёзинг.

VIII-боб. НЕФТЬ КОНЛАРИНИ ИШЛАШ ЛОЙИҲА ҲУЖЖАТЛАРИ

§ 1. Нефть конларини разведкасига қўйиладиган асосий талаблар

Нефть конларини ёки алоҳида уюмларини разведкаси деганда ишлаш лойиҳаларини тузиш учун зарур нисбатлардаги C_1+C_2 тоифадаги нефть захираларини тайёрлаш мақсадида, маълум система бўйича разведка бурғ қудуқларини оқилона сонини бурғулашдан, уларни синашдан ва синов ишлатишидан, уларда кон-геофизик ва гидродинамик тадқиқотларни ўтказишдан, улардан олинган керн ва қатлам флюидларини лабораториядаги тадқиқотларидан иборат ишлар мажмуаси тушунилади.

Разведка ишларини бажариш учун айрим майдонларни (ҳудудларни) ва конларни разведка қилиш лойиҳаси асосий ҳужжат ҳисобланади.

Разведка қилиш лойиҳасида қуйидагилар асосланиши керак:

- разведка бурғ қудуқлари тўри зичлиги ва жойлаштириш системаси, уларни лойиҳавий чуқурликлари ва конструкциялари, бурғулаш усуллари ва тартиби;
- кернларни олиш оралиқлари ва маҳсулдор қатламларни оқимга синаш;
- бурғулаш жараёнида нефть-газли горизонтларни очиш ва синаш тартиби;
- бурғ қудуқларини гидродинамик ва геофизик тадқиқотлари, кернларни ва қатлам флюидларини лаборатория тадқиқотлари мажмуаси;
- разведка бурғ қудуқларини бурғулашда, синашда ва синов ишлатишда ер остини ва атроф-муҳитни ҳимоя қилиш тадбирлари;
- разведка бурғулаши учун майдонни жиҳозлаш ҳажмлари ва муддатлари (келиш йўллари, сув билан таъминлаш, хизмат кўрсатиш омборлари ва бошқ.);

- разведка ишларини тахминий нархи ва кутилаётган самарадорлиги.

Нефть-газли ва газ-нефтли уюмлар учун разведка бурғ қудуқларини жойлаштириш системаси ва улар орасидаги масофалар ушбу конларни нефтли ва газли қисмларини аҳамиятлилиги ҳисобга олиб асосланади.

Нефть-газлилиги аниқланган майдонлардаги бурғ қудуқларининг конструкциялари нефть-газ олувчи корхоналар билан келишиб асосланади.

Ҳар бир саноат миқёсида аҳамиятга эга бўлган нефть кони учун разведка ишлари натижасида қуйидагилар ўрнатилиши шарт:

- литологик - стратиграфик кесими, кесимдаги нефть-газли маҳсулдор қатламларни ва ўтказувчанмас бўлимларни ҳолати, кесим ва майдон бўйлаб кондаги маҳсулдор қатламларни асосий қонуниятлари ва литологик ўзгарувчанлиги;

- уюмларни турли қисмларида газ-нефть-сув туташ юзаларининг гипсометрик ҳолати, уюмларни шакли ва ўлчамлари;

- маҳсулдор қатламларни умумий, самарали ва нефть-газга тўйинган қалинлиги, уларни нефть-газли чегара орасида ўзгариши;

- маҳсулдор қатламлар жинсларини тури, минерологик ва донадорлик таркиби, ғоваклиги, дарзлилиги (коваклиги), ўтказувчанлиги, карбонатлилиги ва гиллилиги;

- қопқоқ-жинсларни хусусиятлари (моддий таркиби, ғоваклиги, ўтказувчанлиги ва бошқ.);

- коллектор-жинсларни нефть ва газга бошланғич тўйинганлик катталиклари, уларни маҳсулдор қатламлар майдони ва кесими бўйича ўзгариш хусусияти;

- ҳамма маҳсулдор қатламларни бошланғич қатлам босими ва температураси;

- уюмларни гидрогеологик шароитлари ва режимлари;

- стандарт шароитгача туташ юзали ва дифференциал газсизлантириш асосидаги қатлам нефтини физик-кимёвий хоссалари (нефтни газ билан тўйиниш босими, газ миқдори, зичлиги, қовушқоқлиги, ҳажм коэффициенти, сиқилувчанлик коэффициенти, киришиш коэффициенти);

- стандарт шароитгача газсизлаштирилган нефтни физик-кимёвий хоссалари (зичлиги, кинематик қовушқоқлиги, моляр массаси, қайнашни бошланиш температураси, қотишни бошланиш температураси, нефтни парафин билан тўйиниш температураси, парафинларини, асфальтенларни, селикагел смолаларни, олтингугуртни фоиз миқдори, фракцион ва компонент таркиби);

- қатлам сувларини физик-кимёвий хоссалари (зичлиги, қовушқоқлиги, ионли таркиби ва бошқ.);

- бурғ қудуғи туби босимига боғлиқ нефть, газ ва сув дебити, қудуқларнинг самарадорлик коэффициенти;

маҳсулдор қатламлар коллектор-жинсларини ҳўлланувчанлиги (гидрофиллиги, гидрофоблиги), боғлиқ сув билан тўйинганлик қиймати, нефтни сув ва газ билан сиқиб чиқаришдаги қолдиқ нефтга тўйинганлиги, уларга мос нефтни, сувни ва газни нисбий фазавий ўтказувчанлик қийматлари;

- маҳсулдор қатламларнинг коллектор-жинсларини сувга тўйинганлиги билан нисбий фазавий ўтказувчанликларни ва капилляр босимни боғлиқликлари;

- жинсларни ва уларни тўйинтирувчи суюқликларни иссиқлик ўтказиш, солиштирма иссиқлик қаршилиги, солиштирма иссиқлик сиғими коэффициентларининг ўрта қийматлари;

- нефтни, нефтдаги ва табиий газни, конденсатни ва йўлдош қимматбаҳо компонентларнинг захиралари.

§ 2. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларига умумий талаблар

Лойиҳа ҳужжатлари нефть олувчи корхоналарга, бошқармаларга ва бирлашмаларга конларни саноат миқёсида ишлаш, янги лойиҳаларни саноат миқёсида синаш, бурғулашни ва жиҳозлашни лойиҳалаш, нефть олиш саноатини ривожлантириш ва жойлаштириш, бурғулаш ишларини ва асосий иқтисодий харажатлар ҳажмини белгилаш, нефть олиш режаларини тузиш учун асосий ҳужжат ҳисобланади.

Нефть конларини лойиҳалаш қатламлардаги нефть, газ ва улар таркибидаги компонентларни иложи борича тўла олишга ва энг юқори халқ хўжалиги самарадорлигига эришишга йўналтирилган бўлиб, заминни ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш талабларини, тоғ ишларини олиш бориш қоидаларини таъминлаши керак.

Лойиҳа ҳужжатларида қабул қилинган қарорлар нефть саноатида илмий-техник тараққиёт натижаларини тезлик билан жорий этишга қаратилган бўлиб, энг самарадор технология ва техникани қўлланилиши асосида қатламларни якуний нефть бера олишлигини технологик ва иқтисодий тасдиқлаб, иложи борича юқори ва барқарор нефть олиш суръатини ва ишлаб чиқаришнинг капитал маблағларидан, меҳнат манбаларидан оқилона фойдаланишни таъминлаши керак.

Нефть конларини лойиҳа ҳужжатларини тузиш илмий изланиш ишлари ҳисобланиб, ижодий ёндашишни талаб этади.

Конларни ишлаш лойиҳа ҳужжатларида қуйидагилар асосланади:

- ишлатиш объектларини ажратиш;
- объектларни ишлашга киритиш тартиби;
- қатламга таъсир этиш усули ва ишчи омилни танлаш;
- олиш ва ҳайдаш бурғ қудуқларини жойлаштириш ва қудуқлар тўрининг зичлиги;
- қудуқларни ишлатиш усули ва режими;
- қатламлардан нефть, газ ва суюқликларни олиш, унга сиқиб чиқариш омилини ҳайдаш даражаси, суръати ва ўзгариши;
- амалга оширилаётган ишлаш системасини сув бостириш билан самарадорлигини ошириш масалалари;
- қатламларни нефть бера олишлигини оширишда физик-кимёвий, иссиқлик ва бошқа методларнинг қўлланилишидаги хусусиятлари билан боғлиқ саволлар;
- бурғ қудуқларини ишлатиш усулини, қудуқ усти ва ички асбоб-ускуналарни танлаш;
- бурғ қудуқларини ишлатиш жараёнидаги мураккабланишларни огоҳлантириш ва уларга қарши курашиш тавсиялари;

- бурғ қудуқлари маҳсулотларини йиғиш системасига ва конда тайёрлашга талаблар;
- қатлам босимини сақлаш системасига ва фойдаланиладиган ишчи омил сифатига талаблар;
- бурғ қудуқларининг тузилиши ва бурғулаш ишларини олиб бориш, қатламларни очиш усуллари ва қудуқларни ўзлаштириш учун талаб ва тавсиялар;
- конларни ишлаш жараёнини назорат қилиш ва тартиблаштириш тадбирлари;
- бурғ қудуқларида геофизик ва гидродинамик тадқиқотлар мажмуаси;
- қудуқларни бурғулашда ва ишлатишда, қатламларни нефть бера олишлигини ошириш методларини қўллашда, заминни ва атроф-муҳитни сақлашни, техника хавфсизлигини, саноат санитариясини ва ёнғин хавфсизлигини таъминловчи махсус тадбирлар;
- конда разведка ишларини давом эттириш методлари ва ҳажми;
- янги технологик ва техник қарорларни саноат миқёсида тажриба синов ишлари билан боғлиқ саволлар.

Конни ҳисобланган ишлаш вариантлари ишлатишдаги объектларни ва алоҳида ишлаш майдонларини танланиши, қатламга таъсир этиш усули, ишчи омили, бурғ қудуқлари тўри зичлиги, жойлаштириш тури, ишлатиш усули, нефть олиш даражаси, барқарор даври ва бошқа кўрсаткичлар билан фарқ қилиши мумкин.

Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларини тузишда қуйидаги раҳбарий кўрсатмалар инобатга олинади:

- Ўзбекистон Республикасининг қонунлари;
- Ўзбекистон Республикаси Олий мажлисининг кўрсатмалари;
- халқ хўжалигини келажакда ривожлантириш саволлари кўрилган Ўзбекистон Республикаси ҳокимияти қарорлари ва меъёрий далолатномалари;
- Ўзбекистон Республикасининг ер ҳақидаги қонунлари;
- нефть конларини ишлаш қоидалари;
- «Ўзбекнефтгаз» миллий холдинг компанияси буйруқлари;
- амалда бўлган давлат ва соҳа стандартлари;

- Ўзбекистон Республикаси, «Ўзбекнефтгаз» миллий холдинг компанияси, Давлат Фан ва техника қўмитаси, Ўзбекистон Республикаси давлат заҳиралар комиссияси, нефть ва газ саноати назорати тасдиқлаган дастурлари, раҳбарий кўрсатмалари, услубий қўлланмалари, қонун-қоидалари, технологик лойиҳалаш меъёрлари, солиштирма капитал маблағлар, чегирмалар ва жорий харжлар меъёрномалари;

- бурғулашда, қудуқларни ишлатишда ва конларни ишлаш технологиясида соҳада қабул қилинган илмий-техник тараққиётни асосий йўналишлари;

- соҳада ўтказилган кенгаш қарорлари, иқтисодий районлаги ишлаб чиқариш кучларини жойлаштириш ва ривожлантириш режалари, конлар жойлашган районда нефть олиш саноатини тасдиқланган жойлаштириш ва ривожлантириш режалари.

Назорат саволлари

1. Нефть конини разведка қилиш лойиҳасида қандай вазифалар асосланиши керак?
2. Разведка ишлари натижасида қандай кўрсаткичлар аниқланиши шарт?
3. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларига қандай умумий талаблар қўйилади?
4. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларида қандай вазифалар асосланади?
5. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларини тузишда қандай раҳбарий кўрсатмалар инобатга олинади?

АДАБИЁТЛАР

1. Абидов А.А., Эргашев Й., Қодиров М. Нефть ва газ геологияси. Русча – ўзбекча изоҳли луғат. – Т.: Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2000, 528 б.
2. Агзамов А.Х., Хайитов О.Г. Введение в специальность. Т.: ТашГТУ. 2002, 200 б.
3. Арсланов А.А. Ер ости гидродинамикаси бўйича қисқача маърузалар. – Т.: ФТДК ДИТАФ, 2002, 105 б.
4. Девликамов В.В., Хабибуллин З.А., Кабиров М.М. Аномально – вязкие нефти. – Уфа: Бошкирский государственный университет, 1977, 110 б.
5. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1986, 332 б.
6. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. – М.: Наука, 2000, 414 б.
7. Лебединец Н.П. Изучение и разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. – М.: Наука, 1997, 337 б.
8. Мавлонов А.В. Нефть – газ кони геологияси. – Т.: Фан, 1992, 273 б.
9. Мищенко И.Т., Кондратюк А.Т. Особенности разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. – М.: Нефть и газ, 1996, 190 б.
10. 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.
11. Нефть ва газ соҳаларининг русча – ўзбекча атамалар луғати // З.С. Иброҳимовнинг умумий таҳрири остида // Т.: «Нур», 1992 – 230 б.
12. Правила разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: Миннефтепром, 1987, 61 б.
13. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: 1996, 202 б.

14. Сидиқхўжаев Р.К., Акрамов Б.Ш. Нефть ва газ қатлами физикаси – Т.: ДИТАФ, 1994, 203 б.

15. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Проектирование разработки. Ш.К. Гиматудинов, Ю.П. Борисов, М.Д. Розенберг и др. – М.: Недра, 1983, 463 б.

МУНДАРИЖА

КИРИШ... 3

I-боб. Нефть конларини ишлаш усуллари ва технологиялари 6

§ 1. Ишлаш объекти ва усули 6

§ 2. Ишлаш системаларининг таснифи ва хусусиятлари 10

§ 3. Нефт конини ишлашга тушириш 23

§ 4. Қатлам режимлари, ишлаш технологиялари ва кўрсатгичлари 25

II-боб. Нефть конларини ишлашни моделлаштириш 38

§ 1. Қатлам ва ишлаш жараёнлари моделлари 38

§ 2. Қатламлар моделларини турлари 40

§ 3. Геологик-физик ва кон маълумотлари бўйича қатламлар моделларини қуришни методик асослари 46

§ 4. Қат-қат ва майдон бўйлаб ҳар хил қатламларни эҳтимолли-статистик моделини тасвирлаш 51

§ 5. Модифицирлаштирилган нисбий ўтказувчанли бир хил қатлам модели 61

§ 6. Ишлаш жараёнларини моделлаштириш 66

§ 7. Тоғ жинсларини, қатламдаги суюқликларни ва газларни хоссалари 79

§ 8. Ноньютон нефтларни реологик ва сизилиш хоссалари Ньютон суюқликлари 90

§ 9. Нефть конларини ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблашда математик методларини қўллаш 99

III-боб. Нефт конларини табиий режимларда ишлаш 124

§ 1. Таранглик режимини намоён бўлиши 124

§ 2. Қатламни чегара ташқари областидаги таранглик режимида нефть кони чегарасидаги босим ўзгаришини башоратлаш 133

§ 3. Нефть конларини эриган газ ва газ босимли режимларда ишлаш 143

IV. Боб. Нефть конларини бостириш усулларини қўллаб ишлаш 158
§ 1. Ишлашни асосий кўрсаткичлари 158
§ 2. Қат-қатли қатламни ишлаш кўрсаткичларини нефтни сув билан поршенли сиқиб чиқариш модели асосида ҳисоблаш 166
§ 3. Бир хил қатламни ишлаш кўрсаткичларини нефтни сув билан поршенсиз сиқиб чиқариш модели асосида ҳисоблаш 175
§ 4. Дарзли-ғовакли қатламларни нефтни сув билан сиқиб чиқаришда ишлаш 188
§ 5. Сув бостириш усули қўлланилиб ишлашдаги нефть конларини технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш методикалари 195
§ 6. Қатлам босимини ва бурғ қудуқлари дебитини хисоблаш 202
V-боб. Аномал хоссали нефть конларини ишлаш ва лойиҳалаштириш 210
§ 1. Катта чуқурликда ётган ва аномал катта қатлам босимли нефть уюмларини ишлаш ва лойиҳалаштириш 210
§ 2. Аномал-қовушқоқ нефтли уюмларни ишлаш ва лойиҳалаштириш 214
2.1. Аномал-қовушқоқ нефтли уюмларни ишлаш хусусиятлари 214
2.2. Аномал нефтни текис-радиал сизишини схемалаштириш 217
2.3. Аномал нефтларни сизишини гидродинамик ҳисоблаш 219
VI-боб. Оқилона бурғ қудуқлари тўри зичлигини асослаш 224
§ 1. Бурғ қудуқлари тўри зичлигини якуний нефть бера олишликка таъсири ҳақидаги илмий тадқиқотларни умумлаштириш. 225
§ 2. Оқилона бурғ қудуқлари зичлигини қўлланилаётган аниқлаш ва жойлаштириш усули. Бурғ қудукларини асосий фондини қўлланилаётган жойлаштириш усули 237
§ 3. Энг оқилона бурғ қудуқлари тўри муаммосини ечиш йўллари 246

VII-боб. Нефт конларини ишлаш технологик кўрсаткичларини иқтисодий баҳолаш 249
§ 1. Умумий талаблар 249
§ 2. Асосий тушунчалар 251
§ 3. Иқтисодий баҳолаш кўрсаткичлари 253
§ 4. Амалга оширишга тавсия этилган вариантни танлаш 260
§ 5. Иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш алгоритми 262
VIII-боб. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатлари 273
§ 1. Нефть конларини разведкасига қўйиладиган асосий талаблар 273
§ 2. Нефть конларини ишлаш лойиҳа ҳужжатларига умумий талаблар 275
Адабиётлар 279

Отпечатано ДП "Академ Хизмат"
пр. Узбекистанский, 45

6000 с