ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ
ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІНІҢ

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Умаров М.

ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ ЖӘНЕ АУЫР МҰНАЙЛЫ ҚАБАТТАРДАН ЖЫЛУ ТАСЫҒЫШПЕН ЫҒЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ БЕРГІШТІГІН КӨБЕЙТУ НЕГІЗДЕРІ МЕН ТИІМДІ ЖАБДЫҚТАРДЫ ҚОЛДАНУ

АЛМАТЫ
1999

ББК 35.514
У 51

М.Умаров "Түтқырлығы жоғары және ауыр мұнайлы қабаттардан жылу тасығышпен ығыстыру арқылы мұнай бергіштікті көбейту негіздері мен тиімді жабдықтарды қолдану" Алматы, ҚазҰТУ, 1999. 151 бет

ISBN 9965-487-21-9

Монографияда қуыстағы элементтердің кедергісін ескере отырып түп сүзгісінде мұнай сүзілуінің лабораториялық және тиянақты зерттеулер мен математикалық моделдеу үрдісі негізінде терең қабаттардың мұнай шығымын көбейтудің геомеханикалық әдістерінің жиынтығы игерілген.

Алғашқы екі аймақтағы, түтқырлықтың температурадан және температуралық ұлғаюға тәуелділігін ескеріп, сұйық шекараларын анықтау есебі берілген.

Көсіпшілік мұнай құбырларында тұз жиналу және тоттану үрдісін төмендету әдістері лабораториялық және сынақтық зерттеулер жүргізу арқылы дәлелденген.

Монография қабатқа құм құйылуға күресу жолдарымен айналысып жүрген ғылыми қызметкерлер мен мұнай мамандығын меңгеріп жүрген жоғары оқу студенттеріне арналған.

Рецензенттер:
М.Маташев, геология-минерология ғылымдарының докторы
Б.С.Измуханбетов. техника ғылымының докторы

у $\frac{2503010400}{00(05)-99}$

ISBN 9965-487-21-9

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасындағы мұнай мен газ өндірісінің дамуы, жаңа үлгідегі кен орындарын ашу және мұнай мен газ өндіру аудандарын кеңейтумен ғана шектеліп қоймай, алдағы уақытта пайдаланатын мұнай кен орындарын игерудің тиімділігін жетілдіру және дамытумен сипатталады.

Тұрақты қабат қысымында су (суық, ыстық) мен буды қабатқа айдау және бір қалыпты қозғалатын ығыстыру шебін жасау арқылы қуыс кеңістігінен мұнайды ығыстырып шығару үрдісі кең қолданыс тапты. Бұл әдіс бұрын пайдаланып келген кен орындарын қоршаған су коллекторларындағы ағын суларымен және мұнайдан бөлініп шығатын газдан және газ қалпақшасының газ энергиясы есебінен болатын мұнай шығарудың кейінгі әдістерімен салыстырғанда қабаттан барынша жоғары мұнай алуды қамтамасыз етті.

Мұнай өндіру скважиналарынан құмның шығу үрдісі және осыған байланысты түп аралық аймақтағы өлсіз цементтелген коллекторлардың бұзылуы скважина жұмыстарын айтарлықтай қиындатады. Бұл құбылыспен күресудің әртүрлі әдістері белгілі, химиялық және физика-химиялық әдісті қоспанда, оның ішінде: механикалық түптік, қыш, шыны, фарфор, металл және маталық сүзгілердің көптеген құрылғылары жан-жақты қолдануға ие. Олардың беріктігінің төмендігі және материалының технологиялықсыздығына байланысты мұндай сүзгілерді қолдану қиындық туғызады, бірақ ең бастысы регенерацияның мүмкін болмауы, яғни жай операциялар кезінде сүзгі қабілеттілігінің тікелей түпте өз қалпына келуі.

Қазіргі кездегі ұнтақты металлургиялық өнім - қуыстық металлқыш материалдарының болашағы зор. Олар салыстырмалы жоғары беріктікке, тоттану мен термиялық шыдамдылыққа, биологиялық инерттілікке және жақсы өткізгіштік қабілеттері бар.

Терең қабаттардан құм шыққанда сүзгілерді пайдалану кезінде олардың беттеріне қатты түйіршіктердің отыру үрдісі сүзгінің жұмысын күрделендіре түседі.

Мұнай мен газ өндірісінің бұрғылаудан бастап өнімді тасымалдауға дейінгі барлық технологиялық үрдістері өз табиғаты бойынша механикалық болып табылады. Техноло-

гиялық циклде мұнай кен орындарын тікелей игеру үрдісі өзекті орын алады.

Дегенмен, бүгінгі күнге дейін халық шаруашылығында маңызды болатын, терең қабаттардың мұнай бергіштігін көбейтудің жинақталған әдістерінің теориялық зерттеулері, лабораториялық, нақты және өндірістік сынақтары жүргізілмеген. Аталған диссертациялық тақырыптың маңыздылығы осы болашақ ғылыми бағытты дамыту мақсатында жазылып отыр.

Жұмыс мақсаты - қуыстық элементтің қарсылығы мен сүзгі бетіне қатты бөлшектердің отыруын есепке алып, түп сүзгідегі мұнайды сүзу үрдісін математикалық моделдеу, лабораториялық және нақты зерттеу негізінде терең қабаттардың мұнай бергіштігін жоғарылатудың кешенді геомеханикалық әдістерін игеру болып табылады.

1.1. Мұнай өндіруді арттыру әдістері жөніндегі әдебиеттерге шолу

Мұнай өндіру скважиналарын бу жылуымен өңдеу мұнай өндіруді жеделдету мен мұнай бергіштікті арттырудың тиімді әдісі болып табылады. Ол ескі мұнай кен орындарында да, игеруге жаңа енгізілген кен орындарда да табысты қолданыла алады. Бу жылуымен өңдеуді жүзеге асыру көп шығынды талап етпейді және

қысқа мерзім ішінде жақсы өнім береді.

Әсіресе, тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарында бұл әдісті қолдану жақсы нәтижеге қол жеткізеді, ал басқа тәсілдер бұл тұста тиімсіз болып қалады [1]. Мұнай өндіруі күрделі жағдай туғызатын көптеген кен орындарында көлденең бағытталған скважина бұрғылау және физика-химиялық әсер ету арқылы бу жылуымен өңдеу осы кен орындарын игерудің бірден-бір қолайлы әдісі болып табылады. Мұнай қабатына су буымен әсер ету арқылы мұнай алу механизмі әдебиеттерде жеткілікті қарастырылған [2]. Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, бұл жағдайда мұнай бергіш-тікті арттыруға бірнеше термодинамикалық факторлар: мұнай тұтқырлығының төмендеуі, қабат сұйықтарының температуралық ұлғаюы, ағымды бөгейтін жіңішке өзекшелер арқылы ылғалдандыруды (булауды) жетілдіру әсерінің нәтижесінде қол жетеді. Бұлардың бәрі бу жылуымен өңдеу үрдісіне тән. Бұдан басқа, бу жылуымен өңдеу кезінде тек осы үрдіске ғана тән және

скважинаға мұнай құйылуын ұлғайтуға негізделген қосымша фактор пайда болады.

Мұнай қабатын бу жылуымен өңдеуді жүргізу кезінде әдетте, ылғалды су буын айдайды. Оның сапасы бу фазасы массасының жалпы ылғал бу массасына қатынасын көрсететін құрғақтық дәрежесімен сипатталады. Скважина оқпаны бойымен қозғалу кезінде айналадағы жыныстарға жылу жоғалту әсерінен будың бір бөлігі конденсацияланады, нәтижесінде құрғақтық деңгейі өзгере-ді. Әсіресе, бастапқы кезде скважинаны қоршаған тау жыныстары мен бу температуралары арасындағы айырмашылық өте үлкен болғандықтан будың сапасы тез өзгереді. Бұдан соң қоршаған жыныстың қызуымен жылу алмасу үрдісі реттеледі және скважина түбінде айдалған будың құрғақтық дәрежесі уақыт өткен сайын тез өзгере береді. Скважина оқпаны бойымен будың қозғалуы кезіндегі оның параметрлерін (құрғақтық дәрежесі, температура, қысым) есептеп бағалауының әдістері еңбектерде [3-5] келтірілген. Қабатта будың қозғалуы кезінде коллектор жыныстарымен және қабатты қоршаған (жоғары және төмен жатқан) жыныстармен жылу алмасуы әсерінен одан әрі конденсациясы жалғасады. Нәтижесінде айдау скважинасының түбіндегі будың құрғақтық дәрежесі қабат терендігін бойлап қозғалған сайын бірте-бірте нөлге дейін төмендейді. Осылайша, жер қабаттарында үш түрлі темпера-туралық аймақ пайда болады: бу, ыстық сұйық және бастапқы қабат температурасы.

Жер қойнауынан мұнайды толықтай алу мақсатында әртүрлі химиялық реагенттер ерітінділерімен және олардың қоспаларын қолдана отырып мұнай қабаттарына су айдау кең түрде пайдаланылады. Бірақ, бұл үрдіс кезінде скважиналарда және мұнай өндірісі жолдарында тұз жиналады, бұл мұнай алуды күрделендіре түсірмек. Оған қоса су айдау кезінде пайдаланыла-тын химиялық реагенттердің тұз жиналуындағы өнімсіз шығыны олардың мұнай ығыстыру үшін қажетті жұмыс концентрациясын тез төмен түсіріп жіберуі мүмкін. Осыған байланысты мұнай алуды ұлғайту әдісін қолдану кезінде олардың тұз жиналу үрдісіне әсерін білу маңызды, бұл аздаған экономикалық шығындармен тұнба жиналуының алдын алу бойынша уақытында қажетті шаралар қарастыруға мүмкіндік береді.

Кеніштерді пайдалану кезіндегі тұз тұнбаларының жиналуына жағдай тудыратын және негізгі көзі болып саналатын қосымша өндірілетін ілеспе су және олардың

берілген минералды қоспалар-мен қанығуының анықталған дәрежесі болып табылады. Араласу кезінде судың химиялық бірікпеуі нәтижесінде, термодинамикалық (қысым мен температура) өзгерісі, физика-техникалық факторлар және басқа да себептерге [6] орай тұз араласқан ерітіндіден бейорганикалық тұнба түседі. Сондай-ақ химиялық реагенттер жолай қосылған ілеспе судағы тұз концентрациясын өзгерте алады және тұнба жиналуының мүмкіндігіне де әсер етеді.

Өндіру скважиналарынан сұйықтарды алу кезінде минералды тұздармен араласқан жолай өндірілген ілеспе судың ерітіндісі (ерітіндідегі минералды қоспа концентрациясы әдеттегіден көп болуы) мұнай кәсіпшілік практикасында жиі байқалады. Бұл сірә, кеніштерді игерудің жоғарғы қарқындылығына және көтергіштегі сұйықтықтың жылдам ағысымен байланысты болса керек. Мұнай өндіру кезінде теңсіздік жүйесінің [7] болуы мұнай өндіру скважиналарының сулануы кезінде түсетін, судың минералды қоспалармен қанығу дәрежесі бойынша тұздың тұну мүмкіндігін бағалауға жол береді.

Жолай өндірілетін ілеспе судың тұздармен қанығу дәрежесі олардың химиялық құрамымен, бірінші кезекте тұз құрайтын иондардың болуымен анықталады. Өнімді қабатқа мұнайды ығыстыру үшін айдалатын ерітінділер, қабат коллектор жынысы-мен және қабат сұйықтарымен өзара әрекеттесе отырып, кеніштің осы түріне тән жолай өндірілетін ілеспе судың гидрохимиялық қасиетін қалыптастырады, олар кеніштің алаңына қарай да (біртексіздік салдарынан), уақыт бойынша да өзгеріп отырады.

Осылайша, химиялық реагенттерді қолдану арқылы мұнай кен орнын игеру кезінде тұз жиналу мүмкіндігін бағалау үшін, мұнай бергіштікті арттыру әдістерін қолдануға дейін, сондай-ақ мұнай бергіштікті арттыру әдістерін іске асыруда әдеттегі су айдау кезінде жолай өндірілетін ілеспе судың химиялық құрамының өзгеру заңдылығын білу маңызды.

Қабаттағы сұйықтар фильтрациясы жыныстардың қуыстылығы мен өткізгіштігін өзгертетін деформация туғызады, ол өз кезегінде сұйықтың фильтрация үрдісіне әсер етеді; сұйықты қабатқа айдау жолымен жыныстарда жарықтардың пайда болуы мен таралу үрдісі болып табылатын қабатты гидравликалық жару үш өзара әсерлесу-ші құбылыстардың бірегейін көрсетеді: жыныстың деформациясы, қуысты ортадағы сұйықтықтың фильтрациясы және жарықтардағы сұйықтықтың қозғалысы мен олардың құммен қоспасы; мұнайды сумен

ығыстыру үрдісі капиллярлы және тұтқырлы күштердің өзара әсер үрдісі болып табылады.

Мұнай кен орындарын игерумен қатар жүретін ең көп тарал-ған үрдістердің бірі - қуысты ортада араласпайтын екі сұйықтың мұнай мен судың бірлескен қозғалысы болып табылады. Бұл үрдіс кеніште су арынды режим арқылы немесе қабатқа су айдау жолымен жасанды әсер ету арқылы жүзеге асырылады. Кеніштен мұнайды алу кезінде қабаттан алынған мұнайдың орнын су басады. Алғашында су басқан кеніште мұнай мүлде қалмайды немесе жылжымайтын мұнайдың алынбайтын тұрақты көлемі қалады деп саналған еді. Бұл жағдайда кез-келген уақытта су мен мұнайдың беттік бөлінуі - су-мұнай байланыс (СМБ) тәртібі бар. Мұндай "поршенді ығыстыру" үлгісі деп аталатын мұнай мен судың қозғалыс үлгісін Л.С.Лейбензон ұсынып, оны одан әрі М.Muskat [8]., М.Д.Миллионщиков [9]., П.Я.Полубаринов-Кочин [10]., Б.Б.Лапук [11] т.б. авторлар дамытты. Көрсетілген схеманың негізгі бірқатар зерттеулерін В.Л.Данилов [12] орындаған.

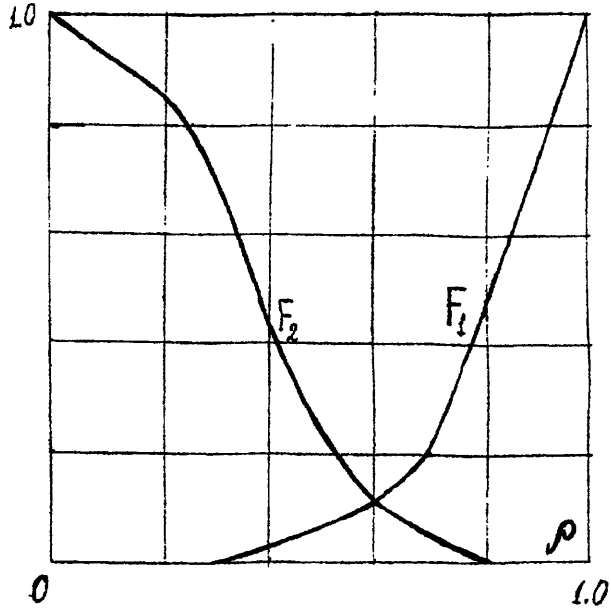
Бірақта, су арынды режимі кезінде мұнай қабатын игеру туралы нақты деректер көрсеткендей, СМБ -нан едәуір қашық-тықта орналасқан, суланған аймақта тұрған скважинадан су мен мұнай бірге өндіріледі. Бұл су мен мұнайдың қуыстық ортада бірге аға алатынын көрсетеді.

М.С.Leverettтің [13] зерттеу сынақтары қуысты ортада мұнай мен судың бірлесіп аға алатыны туралы болжамды растады. Бірақ, осы кезде қабатта бір мезгілде қозғалатын, мұнай мен суға арналған қуысты ортаның өткізгіштігі қандай болуы керек деген сұрақ тудырады. Кейін автор сұйықтың әр қайсысындағы фильтрация жылдамдығы мен қысым градиенті арасында Дарси заңдылығы түріндегі тәуелділік болатынын көрсетті.

$$\vartheta_1 = -\frac{kF_1}{\mu} grad P_1,\ \vartheta_2 = -\frac{kF_2}{\mu_2} grad P_2,\ P_2 - P_1 = P^0, \quad (1.1.1)$$

Мұндағы ϑ_1, ϑ_2 – фильтрация жылдамдығы, F_1, F_2 – салыстыр-малы өткізгіштік, P^0 – капиллярлық қысым. 1 -индексі суға, ал 2- индексі мұнайға қатысты. Бұл жағдайда салыстырмалы өткізгіштік қисығы 1.1. суретіндегі көріністей болады, мұндағы ρ- қуысты ортаның сумен қанығуы.

Бірақта, су үшін өткізгіштік нөлдік суға қанығушылықтан пайда болмайды және осы уақытта суға қанығушылық бірлік



1.1. Сур.

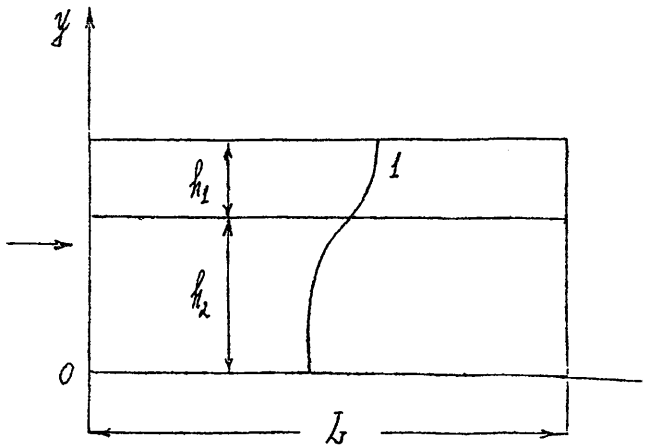
өлшемге жете қоймаған кезде мұнай үшін өткізгіштік нөлге дейін төмендейді. Аз бірлік өлшемде қаныққан кезде мұнай мен су үшін жалпы өткізгіштік абсолюттік өткізгіштіктен аз болады.

Су мен мұнайдың қуыстық ортада бірлескен қозғалысын ескере отырып сумен мұнайды ығыстыру үрдісін моделдеуді Ф.А.Требин мен Д.А.Эфрос [14], Д.А.Эфрос пен В.П. Оноприенко [15], А.Х. Мирзаджанзаде мен М.Т.Абасов [16], M.C.Leverett, W.B.Lewis, M.E.True [17], G.A.Croes, I.Geertsma, N.Schwarz [18], және басқа да авторлар қарастырған.

Қатпарлы қабаттан мұнайды сумен ығыстыруға В.Г.Оганджанянц және И.И.Егоров [19] зерттеу жүргізді. Екі қабаттан тұратын, қалыңдығы h_1 мен h_2 (1.2. сур.) және сәйкесті өткізгіштікке ие κ_1 мен κ_2 ($k_1 \neq k_2$), жазық параллелді қабат қарастырылды. Егер мұндай қабатта ΔP қысым төмендеуін тудырса, онда ығыстыратын сұйық (су) өткізгіштігі жоғары қабат бойынша таралуы тиіс болса керек және әр түрлі қабатшалардағы ығыстырудың шартты шептері арасындағы ара қашықтық өсе бастайды. Шындығында (белгілі бір жағдайларда) ығыстыру шебінің қалып қоюы өткізгіштігі төмен қабатшаларда болмайды және біршама уақыт өткеннен кейін екі шепте қабатшаларда бірдей жылдамдықпен қозғалады. Осыған ұқсас жағдайлар көп қатпарлы қабаттарда байқалады.

Мұнай мен судың ағындары негізінен ығыстыру шебіне жақын болатыны сынақ арқылы дәлелденді. Егер өткізгіштігі жоғары қабатшадағы ығыстыру шебі өткізгіштігі төмен қабатшадағы ығыстыру шебін анықтаса, онда қабатшалар шекарасындағы шептер арасындағы участкілерде қабатшалардағы қанығушылық пен абсолюттік өткізгіштіктің әртүрлілігіне байланысты тамшы қысымының үлкен градиенті пайда болады. Осы градиенттің әсерінен су, өткізгіштігі төмен қабатшаға ұмтылып, одан мұнайды өткізгіштігі жоғары қабатшаларға қарай ығыстырады. Мұнай ағыны біртектес сұйықтықта ағатын жарым-жартылай ығыстыру шебінің алдында және жарым-жартылай капиллярлы қарсы ағын есебінен ығыстыру шебінің өзінде жүзеге асады [21].

Қатпарлы қабаттағы біріңғай ығыстыру шебінің пайда болуын I.G.Richardson, F.M.Perkins [22] бақылаған. Теория негізіне ұқсас қатпарлы қабаттардан мұнайды сумен ығыстыру үрдісін талдау В.Г.Оганджанянц еңбегінде де көрініс тапқан [23]. Қаралатын үрдістегі бірыңғай ығыстыру шебінің болуы немесе болмауы параметр көлеміне ұқсас басқа параметрлер көлемімен қатар анықталады[24].



1.2. Сур.

$$П_{ух}=\frac{\Delta P_y^O}{\Delta P_X}=\frac{\Delta P^0/h}{\Delta P/l}; \qquad (1.1.2)$$

Мұндағы $\Delta P_X=\Delta P/l$ – ығыстыру бағытындағы гидродинамика-лық қысымның құрылымдық градиенті, $\Delta P_y^0=\Delta P^0/h$ – ығыстыру бағытына перпендикуляр бағыттағы капиллярлық қысымның құрылымдық градиенті (2.1 сур.).

P.G.Saffman, G.Taylor [25], R.L.Chuoke, P. van Meurs, C. van der Poel [26] және Б.Е.Кисленконың [27] зерттеулері нақты біртекті қабаттан мұнайды сумен ығыстыру кезінде су-мұнай байланы-сының тұрақтылығына қатысты фактілерді анықтауға мүмкіндік берді. Бұл жерде нақты біртектес қабаттар арқылы микробіртек-сіздік қасиетке ие қабаттар түсіндіріледі. Бұл зерттеулер суланған аймақта қалған су мен мұнайдың қуыстар бойынша таралуы ығыс-тыру шебінің тұрақтылығына байланысты болатынын көрсетті. Елеулі түрде суланған аймақтан ізінше мұнайды ығыстыру сұйықтардың қуыстар бойымен таралуы арқылы анықталады. Тұрақтанған аймақтың артынан пайда болған бірдей қанығушылық кезінде мұнайдың қуыстардан ығысуы, оның ұсақ немесе ірі қуыстарда жатуына байланысты әр түрлі болады, сондай-ақ осының әсерінен капиллярлық қысымда әр түрлі болады.

Тұрақтанған аймақтағы жүріп жатқан үрдістер сипаттамасы сусыз мұнай алудың көлеміне де әсер етеді. Ығыстыру шебінің тұрақты қалпы, яғни оның ұсақ және ірі қуыстар бойымен тең қалыпты қозғалысы, қозғалыс шебінің белгілі жылдамдығы кезінде ғана орын алады. Шекті (критическая) жылдамдықтан асатын ығыстыру жылдамдығы кезінде гидродинамикалық күштер капиллярлық күштен басым түседі де ығыстыру сұйығы өткізгіш-тігі жоғары участкілер бойымен өтіп "тілдер" қалыптастырады. Бұл жағдайда су-мұнай байланысы тұрақты емес, ал мұнай бергіштік тұтқырлы болады. Керісінше, ығыстыру жылдамдығы шекті жылдамдықтан аз болған кезде, капиллярлық күш гидродинамика-лық күштен басым болады және ұсақ қуыстар бойымен капиллярлық сорғыштық түріндегі ығыстыру сұйығы тағыда "тілдер" қалыптастырады. Мұнай бергіштікте төмендейді.

Сынақтардан және физикалық түсініктерден белгілі болғандай ығыстыру шебінің тұрақтылығы капиллярлық және гидродина-микалық күштердің ара қатынасына, сұйықтың тұтқырлық қатынасына, қуысты кеңістік құрылымы және жыныс-мұнай-су шекарасындағы ылғалдыққа байланысты болады. Бүгінде бұл байланыстар толықтай зерттелмеген. Сондай-ақ, қуысты кеңістік-тің құрылымын сипаттайтын қандай параметрлер екені де түсініксіз, осыны ескеру қажет. Сондықтан, ығыстыру шегіне жақын өтетін үрдістерді білу, қабаттар арасынан мұнайды сумен ығыстырып шығару механизмінің негізгі кілті болып табылады.

Мұнай өндіру мен скважинаны бұрғылауға байланысты бірқатар аймақтарда, сұйықтар ағынындағы қалқыма ұсақ түйір-шіктерді тасымалдау үрдісі жүріп жатады. Олар скважиналардағы құм тығындарын жууда, бұрғыланған жыныстарды шығаруда және қабатты гидравликалық жару кезінде пайда болады.

Ю.П. Желтов, С.А. Христианович [28, 29] көрсеткендей қабатты гидравликалық жару кезінде, қабатта жарық жасау ғана емес, сонымен қатар сұйықтың қысымы төмендеген кезде жарық шеттерінің жабылып қалуын және осының әсерінен жарықтардың өткізгіштік қабілетін жоғалтуын болдырмаумен де маңызды. Жалпы алғанда беттері деформацияланатын құмның сұйықпен қоспасының жарық бойымен таралуы өте күрделі үрдіс болып табылады.

В.С.Дорожник, Ю.В.Желтов, Ю.П. Желтовтың [30] жұмыстарында түзу сызықты жолақ төріздес көлденең тең қабырғалы жіңішке қуыстарда құм мен сұйықтың қоспасының ең қарапайым қозғалысы зерттелген, осыған байланысты сәйкесті сынақтар жүргізілген. Осы кезде қоспаның қалыптасқан қозғалы-сы қуыстарға жетіп, бұдан соң барлық қажетті параметрлер өлшенді.

Бұл жағдайда сынақтар көрсеткендей екі қабат пайда болады: жоғарғы, онда таза сұйықтық қозғалады және төменгі, сұйықтың құммен қоспасынан тұрады. Егер құмның концентрациясы, қуыска кіруге дейінгі өлшенгені 0,02 -ден төмен мәнді құраса, онда төменгі қабатта құм концентрациясы шамамен 0,5-ке тең болады.

Тік жарықтағы құмның сұйықпен қоспасының қозғалысын Н.Н.Шаньгин мен А.М.Изюмова [31], I.R.Kern., T.K.Perkins., R.E.Wyant [32] және Ю.В.Желтовтармен [33] зерттелді. Осы жұмыстардың негізінде жарықтағы қоспаның қозғалысын

төмендегідей қылып елестетуге болады. Белгілі бір жағдайларда қоспаны жарыққа ендіргенде бастапқы кезде құм ең алдымен жарықтың төменгі бөлігіне кіре беріс жерінде тұнады және бірте-бірте жарықтың түбіне таралады. Жарыққа кіре беріс жердің төменгі бөлігінде тұнған құмның қабаты қалыптасқанша осылай бола бермек. Алдыңғы уақытта бұл қабаттың өсуі бәсеңдеп, ақырында мүлдем тоқтап қалады және құм жарық түбіне тарала бастайды.

Қабатты гидравликалық жаруды қайтадан қалпына келтіруді [26, 27] мұнай өндіру кәсіпшіліктерінде осы үрдісті кең қолданудың басынан-ақ лобараториялық жағдайларда жасалды [32].

Гидравликалық жару кезінде қабатта нақты не болатыны жөніндегі жеткілікті нақты мәлімет ол кезде әлі белгісіз болатын, яғни үлкен шығыммен тұтқыр сұйықты скважина арқылы айдау кезінде тау жыныстарында жарықтардың пайда болу кезінде және сондықтан барлық лабораториялық тәжірибелер қабаттағы бастапқы жарықтың пайда болу үрдісін зерттеуге бағытталды, яғни жыныстың жарылуының өзіне [32].

Қабатты гидравликалық жару кезінде жарық пайда болуы механизмінің түсінік мәні С.А.Христианович тұржырымдаған жарық соңындағы кернеу қысымы туралы ережеден соң пайда болды.

Жарықты жыныстардағы мұнай мен газдың ірі кеніштерінің ашылуына байланысты, сондай-ақ әдеттегі жай қуысты коллектор-лардағы табиғи жарықтардың ашылуы туралы нақтылы мәлімет-тердің жинақталуына байланысты, мұндай жыныстардағы сұйық-тың қозғалыс мәселелері үлкен маңызға ие болды. Жарықты жыныстардағы фильтрацияны зерттеудің алғашқы мәселелерінің бірі олардың тиімді өткізгіштігін анықтау болып табылады. Бұл мәселелерді Г.М.Ломизе [33], Ф.И.Котяхов [34], Е.М.Ромм[35] және т.б. авторлар зерттеді.

Алғашында өткізбейтін блокты жыныстар ғана зерттелді. Осындай жыныстардағы сұйық қозғалысының баяу жылдамдығы кезінде қуысты жыныстар үшін Дарси заңына толықтай ұқсас кедергінің сызықты заңымен сипатталады. Бұл жағдайда таза жарылған жыныстың орташа өткізгіштігі W_*^3/l (W_*, l_* — сәйкесті жарықтың орташа ұзындығы мен ені) мәнімен сипатталады. Қуысты блоктары бар жарылған жыныстағы сұйықтың белгіленген қозғалысын да сол сияқты

Дарси заңының теңдеуімен өрнектеуге болады. Мұндай жыныстың өткізгіштігі блоктардың өткізгіштігіне және жарықтың тиімді өткізгіштігіне байланысты болады. Осы екі өткізгіштің қатынасын сипаттайтын параметр, мына түрде болады W_*^3/kl_*.

Қуысты блоктары бар жарықты жыныстардағы анықталмаған қозғалыстар кезінде Г.И.Баренблатт., Ю.П.Желтов., П.Я.Кочина [36, 37] көрсеткендей, блоктар мен жарықтар арасындағы сұйық алмасуы сияқты жаңа құбылыс пайда болады. Әр жүйедегі сұйық-тың қозғалысы салыстырмалы үлкен емес қысым төмендеуі кезінде, егер бір жүйені екінші жүйеден изоляцияласа, серпімді режимдегі қарпайым теңдеумен сипатталады.

Ю.Ф.Коваленко., С.А.Христианович [38] жұмыстарында мұнай кен орындарын пайдаланудың серпімді режим мәселелері қарас-тырылады. Мұнда осы пайдалану режимімен байланысты мәселе-лер жөнінде маңызды теориялық әдебиеттер бар, бірақ мұнай кен орындарын пайдалану туралы нақты деректердің аздығы атап көрсетіледі. Сондай-ақ лабораториялық сынақтарда шектеулі, грунт қаңқасының және сұйықтықтың өзінің серпімді энергиясы есебі-нен мұнайды коллекторлардан ығыстырып шығаруға байланысты физикалық құбылыстар айтарлықтай күрделі.

1.2.Фильтрацияны моделдеудің жақындастырылған әдісі.

Тікелей табиғи су көздеріне жақын мұнай қабаттарындағы сұйықтың фильтрациясын зерттеу үшін тиімді моделдеудің жақындастырылған әдісін қарастырамыз. Ол арынды бөгет әсерінен фильтрацияға арналған жұмыста баяндалған [39]. Жасанды аймақ әдісімен сығылмайтын сұйықтың фильтрация-сының сөйкесті шекті есебі ток функциясына арналған теңдеудің сандық шешіміне келтірілген. Есептің талданған шешімінің біркелкілік теоремасы дәлелденген.

Сығылмайтын сұйықтың тұрақты фильтрациясы Дарсидің сызықтық заңы аясында төмендегі теңдеулермен жазылады.

$$divV = 0,\ V = -k(x)\nabla h, \qquad (1.2.1)$$

мұнда, V – фильтрация жылдамдығы; $k(x)$ – фильтрация коэф-фициенті; $h = x_2 + P/\rho g$ – пьезометрлік арын; P - қысым; ρ -сұйық тығыздығы; g- ауырлық күші үдеуі. (1.3 сур. қар.)

Есептің сандық шешімінің мақсаты үшін (1.2.1) теңдеуінен $h(x)$ -арын үшін $\Psi(x)$ - ток функциясына арналған теңдеуге көшу қолайлы. Қатынасын ескере отырып:

$$V_1 = -k(x)\frac{\partial h}{\partial x_1} = \frac{\partial \Psi}{\partial x_2},\ V_2 = -k(x)\frac{\partial h}{\partial x_2} = -\frac{\partial \psi}{\partial x_2} \qquad (1.2.2)$$

Ток қызметіне арналған келесі теңдеулерді аламыз:

$$\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{1}{k(x)}\frac{\partial \Psi}{\partial x_1}\right) + \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{1}{k(x)}\frac{\partial \Psi}{\partial x_2}\right)_{X \in D} = 0 \qquad (1.2.3)$$

Енді (1.2.3) теңдеуін шекаралық шарттармен толықтырамыз. Шекараның өткізгіштік бөлігі мен есептеу облысына екінші текті бірыңғай шарттар қойылады:

$$\frac{\partial \psi}{\partial n}(x) = 0, \qquad x \in S_1 U S_2 \qquad (1.2.4.)$$

(1.2.4) шарты (1.2.2)-ден шығады, олар S_1 мен S_2 тұрақты арыны-на сәйкес келеді. S_4 су арыны, S_3 сұйық шегі мен S_5 спунты шекарасы су өткізбейді және сондықтан шекараның осы бөлігін-дегі V нормаль құраушы жылдамдығы нөлге тең. Бұл S_4 және S_3, S_5 -тегі ток қызметінің тұрақты мәнді қабылдауына әкеліп соқтырады.

Бұл белгілі болуы үшін:

$$\psi(x) = Q, \qquad x \in S_4 U S_6 U S_7, \qquad (1.2.5.)$$

$$\psi(x) = 0, \qquad x \in S_3 U S_5$$

Q өлшемі сұйықтың жалпы шығынын білдіреді. Оның есептік шешімін қиындататын, (1.2.3)-(1.2.5) шекті есептердің ерекшелігін атап өтеміз. Ең бастысы фильтрация коэффициенті координатқа (біртекті емес грунт) байланысты болады, S_α шекарасы $\alpha = 1,2,3,4$ қисық сызықты және ақырында, жалғыз болмауы мүмкін S_5 қи-масы болады.

Анықтама. (1.2.2) - (1.2.4) есебін талдап қорытудың шешімі интегралды тепе-теңдікті қанағаттандыратын $\psi/_{S_4} US_6US_7 = Q,\ \psi/_{S_3} = 0,\ \psi \in W_2^1$ функциясы болып табылады.

$$\int_D \left(\frac{1}{k(x)} \frac{\partial \psi}{\partial x_1}, \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \right) dx + \int_D \left(\frac{1}{k(x)} \frac{\partial \Psi}{\partial x_2}, \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \right) dx = 0,$$

$$\varphi \in W_2^1(D), \qquad \varphi/_{S_4} US_6US_7US_3 = 0$$

төмендегідей түсіндіріледі.

1 теорема. (1.2.3) - (1.2.5) есептерін тек бір ғана толықтырылған шешімі болады және шығару үшін мынандай шешім орын алады.

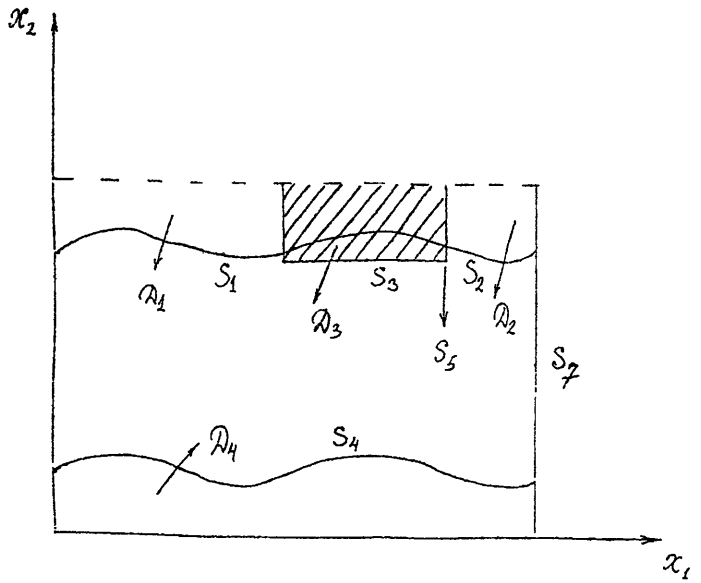
$$\|\psi\| W_2^1(D) \le C \prec \infty,$$

$W_2^1(D)$ - гильберттік кеңістік, ол x бойынша бірінші ретті барлық мүмкін болатын туындысы бар және осы туындылармен [40] бірге x бойынша квадратты интегралданатын $D-$дағы барлық өлшенетін $U(x)$ функциялардан тұрады.

1 теорема стандартты түрде [41] дәлелденеді.

(1.2.3)-(1.2.5) жақындастырылған есепті шешу үшін жасанды облыс әдісін қолданамыз. Есептелген ретсіз облысын $\Omega = DU\left(\overset{4}{\underset{i=1}{U}} D_i \right)$ қатарына қоса жазамыз, мұнда мысалға, D_4 - S_4 пен Ω облысының $\partial\Omega$ шекарасының төменгі бөлік арасындағы облыс.

Өткізбейтін облыстарда D_3, D_4 филтрация коэффициенті. Сіңбейтін аумақтарда D_3, D_4 -тің сүзілу коэффициенті ε^2 -ге тең деп есептеледі, мұндағы ε -айтарлықтай аз санды параметр. Сол сияқты сұйықпен орын басатын D_3 пен D_4 облысында $\kappa(x) = \varepsilon^{-2}$ -ні қабылдаймыз. Дирихл есебін шешу кезінде, есептеу тұрғысынан D_3, D_4 -облыстарында кіші коэффициенттер бойынша жалғастыруды қолдану ыңғайлы.



1.3. Сур.

Ω ұлғайған облысындағы көмекші есептер келесі түрде құрылады. $\Psi_\varepsilon(x)$ жақындастырылған шешімі үшін мына теңдеуді қарастырамыз:-

$$C_1^{\varepsilon}(x)\psi_\varepsilon - C_2^{\delta}(x)\left(\psi_\varepsilon - Q\right) - \frac{1}{\varepsilon^2}\sigma\left(S_5\right)\psi_\varepsilon = 0,$$

$x \in \Omega$ (1.2.6)

мұндағы $\sigma\left(S_5\right) - \sigma$ функция. (1.2.6)-да $\kappa^{\varepsilon}(x)$ коэффициенттері үшін келесі өрнектер пайдаланылады:

$$\kappa^{\varepsilon}(x) = \begin{cases} \kappa(x), & x \in \Omega \diagup \left(D_1 U D_2\right) \\ \varepsilon^{-2}, & x \in D_1 U D_2 \end{cases}$$

Бірақта, $k(x) \succ 0$, D_3 пен D_4-те үздіксіз жалғаса береді. $C_1^{\varepsilon}(x)$ пен $C_2^{\varepsilon}(x)$ кіші коэффициенттер үшін мына өрнектер қолданылады

$$C_1^{\varepsilon}(x) = \begin{cases} 0, & x \in \Omega \diagup D_4 \\ \varepsilon^{-2}, & x \in D_3 \end{cases}$$

$$C_2^{\varepsilon}(x) = \begin{cases} 0, & x \in \Omega \diagup D_4 \\ \varepsilon^{-2}, & x \in D_4 \end{cases}$$

(1.2.6) теңдеуі жолаққа қоса шекаралық шарттармен толығады;

$$\psi_\varepsilon(x) = Q, \qquad x \in \partial\Omega_1 U S_6 U S_7$$

(1.2.7)

$$\frac{\partial \psi_\varepsilon}{\partial n}(x) = 0, \quad x \in \partial\Omega_2$$

Анықтама. (1.2.6) мен (1.2.7)-шы есептің талдап қорытылған шешімі интегралды тепе-теңдікті қанағаттандыратын $\psi_\varepsilon \in W_2^1(\Omega)$ функциясы болып табылады.

$$\int_{\Omega}\left(\frac{1}{k^{\varepsilon}(x)}\frac{\partial\psi^{\varepsilon}}{\partial x_1},\frac{\partial\varphi}{\partial x_1}\right)dx+\int_{\Omega}\left(\frac{1}{k^{\varepsilon}(x)}\frac{\partial\psi^{\varepsilon}}{\partial x}\frac{\partial\varphi}{\partial x_2}\right)dx-\int_{\Omega}C_1^{\varepsilon}(x)\psi_{\varepsilon}\varphi dx-$$

$$-\int_{\Omega}C_3^{\varepsilon}(x)(\psi_{\varepsilon}-Q)\varphi dx-\frac{1}{\varepsilon^2}\int_{\Omega}\sigma(s_5)\psi_{\varepsilon}\varphi dx=0,$$

$$\psi_{\varepsilon}=0,\quad x\in\partial\Omega US_7US_6,\frac{\partial\varphi}{\partial n}=0,$$

$$\psi_{\varepsilon}=0,\quad x\in\partial\Omega_1US_7US_6$$

2 теорема. (1.2.6),(1.2.7) есебін талдап қорытудың бір ғана шешімі бар және шешу үшін мына бағалау орын алады:

$$\frac{1}{\varepsilon^2}\|\psi_{\varepsilon}\|^2W_2^1(D_3)+\frac{1}{\varepsilon^2}\|\psi_{\varepsilon}-\theta\|^2L_2(D_4)+\varepsilon^2\|\psi_{\varepsilon}\|^2W_2^1(D_1UD_2)+$$

$$+\|\psi^{\varepsilon}(\Gamma)\|^2L_2(\Gamma)\frac{1}{\varepsilon^2}\le C<\infty$$

(1.2.8)

(1.2.8) күшіне енетін бір ізді жүйеден бағынышты бір ізді жүйені алуға болады ол тағыда $\{\psi_{\varepsilon}\}$ білдіреді, олар үшін мына бағалау орын алады:

$\varepsilon\delta\to 0$

$\psi \to \psi$ $W_2^1(D)$ - да әлсіз

бұл жағдайда ψ есептің шешуі болып табылады.

Біркелкілік теоремасында барлық бір ізді жүйе есептің шешіміне саяды.

ЖЫЛУ ТАСЫҒЫШ АРҚЫЛЫ АУЫР МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ ӘДІСІ

2.1. Жылу тасығыш арқылы мұнайды ығыстыру үрдісін зерттеуге арналған берілген параметрлер

Кеңқияқ кен орны мұнайдың баланстық қоры жағынан Ақтөбе облысындағы мұнай кәсіпшіліктерінің арасында жетекші орын алады. Кен орнындағы барлық мұнай қабаттары анықталған. Оның ішінде негізгісі (баланстық қоры-77%) I, II және III орта юра қабаттары болып есептеледі, олардың жатқан тереңдігі 250-400 метрді құрайды.

Орта юралық қабат негізінен 18 ден 32 %- ке дейінгі алеврит пен саз фракциясының ұсақ түйіршікті құмынан тұрады. Осының әсерінен скважиналарды пайдалану кезінде қабаттан мұнай қоспа-сымен бірге біраз көлемде құм шығады. Шығарылатын сұйықта құмның болуы, оның тұнуы әсерінен скважина оқпанында да, сондай-ақ барлық жолдарда құм тығындарының пайда болуына әкеледі. Оған қоса құм, терең сораптың плунжерін, цилиндрін және клапандар жүйесін тез тоздырады. Сондықтан мұнай өндіру кезінде скважина түбін қатты қоспалардан тазартып отыру қажет, бұл терең сорап жабдығы мен скважинаның қызмет мерзімін ұзартады, осының әсерінен жөндеу аралық кезеңі ұзарады да өндірілген өнімнің өзіндік құны төмендейді.

Кеңқияқ кен орнында 2000-нан аса скважиналар бар, олардың өнім өндіруі тәулігіне 0,3-тен 15 тоннаға дейін жетеді. Қабат қысымы 30 атмосфера, температурасы 20^0 С шамасында. Бірақ бұл скважиналардың жартысынан көбі әртүрлі себептермен жұмыс істемейді. Бұл негізінен құм жиналуының әсерінен болып отыр. Қабатты бумен қыздырудың тиімді әдістерін пайдалану скважина өнімділігін біртіндеп көтеруге мүмкіндік береді және сонымен қатар құм шығуының өсуі әсерінен мұнай өндірудің қиыншылығын арттырады. Жөндеу аралық кезеңі қысқарады, жуу және жер асты жабдығын ауыстыру жиілігі артады. Көптеген скважиналар жөндеуден соң 1,5 - 2 айдан кейін тұрып қалуда.

Бұл барлық сәттерді алдын-ала сынақ арқылы тексеру керек еді. Бұдан басқа, түптегі әсер етуші салмаққа сәйкес келетін сүзгіш металлқышты элементті таңдап алу қажет болды.

Кеңқияқ кен орнының гидродинамикалық және технологиялық есептерге арналған алғашқы параметрі.

2.1 кесте

N	Параметрлері	Өлшем бірлігі	Көрсеткіш
1	Өткізгіштік	мкм^2	0,41
2	Қалыңдық	м	19,2
3	Қуыстылық	%	32
4	Байланыс су құрамы	%	22
5	Мұнайға қанығуы	%	78
6	Газ құрамы	м^3/т	3
7	Қанығу қысымы	МПа	1
8	Қабат температурасы	^{0}С	20
9	Мұнайдың тығыздығы	кг/м^3	0,913
10	Көлемдік коэффициент	м^3/м^3	1,03
11	Геотермиялық градиент	^{0}С	2,8
12	Қабат жыныстарының тығыздығы	кг/м	2500
13	Қабаттың меншікті жылу сыйымдылығы	какл/ктсс	0,25
14	Тау жыныстарының жылу өткізу	ккал/мчас	2
15	коэффициенті	м/час	0,032
16	Жыныстың температура өткізгіштік коэффициенті	ккал/кг С	0,5
17	Мұнайдың меншікті жылу сыйымдылығы	ккал/кг С	1,0
	Судың меншікті жылу сыйымдылығы		

2.2.Кеңқияқ кен орны жағдайына арналған жылу тасымалдағыштың гидродинамикалық және технологиялық есебі

Шығымдар мен мұнай бергіштікті есептеу үшін суғақанығушылықтан тәуелді болатын мұнай мен суға арналған фазалық өткізгіштіктің талданып көрсетілуі қажет.

Есептеуде А.К.Курбанов пен И.Ф.Куранов формуласы [55] қабылданған.

$$K_B(\sigma) = \left(\frac{\sigma - \sigma_{CB}}{1 - \sigma_{H.OCT}} \right)^3 ; \qquad (2.2.1)$$

$$K_H(\sigma) = \left(\frac{1 - \sigma_{H.ОТ} - \sigma}{1 - \sigma_{H.ОТ}\sigma_{СВ}} \right)^3 ; \qquad (2.2.2)$$

мұнда $\sigma_{H.ОТ}$ - қабатты сумен бірнеше рет шайқағаннан кейін қалған мұнайға қанығушылық; $\sigma_{СВ}$ - байланысқан судың құрамы.

$\sigma_{H.ОТ}$ =0,2 болғанда алынған фаза өткізгіштігінің қисығы 2.1- суретте көрсетілген. Бұлар шығымды есептеуде және мұнайды бумен, ыстық су және суық сумен ығыстыру кезіндегі мұнай-бергіштік есебінде де қолданылады.

Мұнайды бумен ығыстыру үш механизмнің әрекетімен анықталады: дистилляциялармен, мұнайдың тұтқырлығын төмендету және термиялық жолмен ұлғайту арқылы. Бу фазасы арқылы жоғары температураның әсерінен, мұнайдың өте жеңіл компонент-тері буланады да ағын бағытына қарай қозғалады. Мұнайдың өте ауыр фракциялары бу аймағында алынбай қалып қояды.

Қабаттар бойымен қозғалу кезінде жылу жоғалту есебінен ыстық су аймағын жасай отырып бу тұрақты конденсацияланады.

Ыстық су мұнайды ығыстырады және қозғалыс кезінде жылу тарата отырып, қабат температурасына дейін суыйды. Одан әрі қабат бойынша ағын бағытына қарай суық сумен мұнайды әдеттегі изотермиялық ығыстыру үрдісі іске асады. Осылайша, қабатта үш сипаттық аймақ пайда болады: бу аймағы, ыстық су және суық су аймағы.

Нақты деректер көрсеткендей, қабат пен түп қысымы арасындағы қысымның түсуі 2-ден 23 атмосфераға дейінгі шекте өзгереді. Бірақта, скважиналардың көпшілігінде қысымның түсуі 3,5 - 10 атмосфераны құрайды.

Шет елдік кен орындарының жылулық әсер ету арқылы игеру тәжірибесі, пайдалану скважиналарына қарай су жарып өткеннен кейін құм жиналуының өсе түсетінін көрсетеді.

Бұдан басқа, су жарып өткеннен кейін фильтрациялық кедергі күрт төмендейді және сұйықтар шығымы артады. Сондықтан, скважинаға қарай ығыстыру сұйығының жарып өтуінен кейін қысымның түсуін азайту дұрыс болар еді.

P= 10 атм. - пайдалану скважиналарына су бұзып өткенге дейін.

P= 5 атм. - бұзып өткеннен кейін.

Түп қысымын бастапқы қабат қысымынан 1,3 есе көп деп қабылдасақ, айдау скважинасы түбіндегі мүмкін қысымды 45 атм. аламыз. Бұл суық және ыстық суды айдау кезінде айдау скважина-сының сағасындағы қысым - 10 атм., ал бу айдаған кезде -40-45 атм. болатынын білдіреді.

Суық сумен ығыстыру аймағындағы мұнай бергіштік, әдеттегі су айдау жағдайындағыдай болады. Ыстық су аймағындағы мұнай бергіштік едәуір дәрежеде температураның өсуіне байланысты мұнай қасиетінің өзгеру сипатымен анықталады.

Мұнай тұтқырлығының бірден төмендеуі оны сумен ығыстыру дәрежесінің өсуіне мүмкіндік береді. Оған қоса термиялық ұлғаю есебінен қабаттағы мұнайдың алғашқы геологиялық қорынан қосымша 3-5% өнім алуға мүмкіндік береді. Бу аймағында негізінен мұнайдың жеңіл компоненттерін дистилляциялау болып табылады. Осы құбылыс есебінен мұнай қорынан қосымша мұнай бергіштік 20% дейін жетуі мүмкін. Осы үш негізгі механизмдерден басқа тағы екі құбылыс байқалады:

а) қоспалық жағдайда мұнайды ығыстыратын, өте жеңіл компонентерінен жинақталған мұнайдың артқы бөлімін жасау;

б) газды фазаның мұнайды ығыстырудағы әсері;

Мұнай бергіштік есебі ыстық, суық су және будың температуралық шекарасын анықтауға және алғашқы екі аймақтағы температуралық ұлғаюы тұтқырлықтың температурадан тәуелділігін ескере отырып Бакли-Леверетта теңдеуінің шешіміне негіз-делген. Ал бу аймағындағы үрдістерге келсек, олар әзірге есепке бағынбайды. Бұл аймақта өр нақты жағдай үшін сынақты анықталатын қалдық мұнайға қанығушылық беріледі. ЭЕМ машиналық есеп бағдарламасы жасалды. Бағдарламаны жасау барлық тәуелділіктің талдамалы анықтамасы мен олардың өлшемсіз түрге өтуін талап етті.

Есептерде қабылданған негізгі формулалар мен тәуелділік түрлері. Тұтқырлық қатынасының $\mu_0 = \mu_H / \mu_B$ өлшемсіз

температурадан $\theta = \left(T - T_{\Pi}\right) \Big/ \left(T_H - T_{\Pi}\right)$ тәуелділігі мына

$\mu_0(\theta) = A + B + (1-\theta)^C$, түрінде қабылданды

мұндағы, A,B,C - аппроксимация тұрақтысы.

Фазалық өткізгіштің қатынасы мына түрде өрнектеледі :

$$\frac{K_H(\sigma)}{K_B(\sigma)} = a\left(\frac{b-\sigma}{\sigma-d}\right)^3, \qquad (2.2.3)$$

мұнда,

$$a = \left(\frac{1-\sigma_{H.OCT}}{1-\sigma_{H.OCT}-\sigma_{CB}}\right)^3, \; в = 1-\sigma_{H.OCT}, \; d = \sigma_{CB}$$

Бу аймағындағы су мен бу қоспасының орташа қанықкандығы:

$\sigma_H = 1 - \sigma^n_{H.OCT}$,

Х - қабатқа кіру кезіндегі будың құрғақтығы

$\rho_п$, $\rho_в$, - $T_{НАПЕТ}.\left(T_H\right)$ кезіндегі бу мен судың тығыздығы

$\sigma_{H.OCT}$- мұнайды бумен ығыстыру кезіндегі қалдық мұнайға қанығу.

Тиімді шығынды есептеу кезінде қолданылатын бу аймағы шекарасындағы қанықкандықтың өзгерісі, мына формуламен анықталады :

$$\sigma = \sigma_{\Pi} + \sigma^* - \sigma_{\Pi}, \qquad (2.2.4)$$

мұндағы,

σ^* - мұнайды сумен ығыстыру кезіндегі максимал суға қанығушылық

$\sigma^* = 1 - \sigma_{H.OCT}$,

Ыстық су аймағында термиялық сығуды есепке алатын қайта есептеу коэффициенті γ, мына түрде енгізіледі

$$\bar{\gamma} = 1 - \omega\theta$$

Формуланы өлшемсіз түрге келтіреміз. Ағындағы су үлесі тек қанығушылыққа ғана емес, сонымен қатар μ_o тұтқырлығына қатысты әсер ететін температураға да байланысты болады.

$$f(\sigma,\theta)=\frac{A+B(1-\theta)^C}{A+B(1-\theta)^C+a\left(\frac{в-\sigma}{\sigma-d}\right)^3} \qquad (2.2.5)$$

Суық су аймағындағы ығыстыру шебінде ($\delta_{ср}$) орнының суға қанығушылықты өлшемсіз түрге келтірілген, Висилмен формула-сымен анықталады.

Уақыт t_p сәтіндегі бу аймағының радиусі, мынаған тең:

$$\overline{\mathrm{R}}\mathrm{n}=\left(\alpha'\left[\frac{\sqrt{\mathrm{r}}}{\pi}-\frac{\lambda}{2}\ln\left(1+\frac{2}{\lambda}\frac{\sqrt{\mathrm{r}}}{\pi}\right)\right]\right)^{1/2}; \qquad (2.2.6)$$

Осы аймақтың ортасы арқылы өтетін ыстық су аймағының шартты радиусы.

$$\overline{\mathrm{R}}_{\text{УСЛ}}=\left(\alpha''\left[\sqrt{\frac{\mathrm{r}}{\pi}}-\frac{\lambda}{2}\ln\left(1+\frac{2}{\lambda}\sqrt{\frac{\mathrm{r}}{\pi}}\right)\right]\right)^{1/2}; \qquad (2.2.7)$$

$$r=\frac{4xt_p}{h^2};\qquad \alpha=\frac{\mu}{\rho_{пл}C_{пл}};$$

$$\mu=(1-m)\rho_{пл}C_{пл}+m\left[\rho_B C_B\sigma_{CB}+\rho_H C_H(1-\sigma_{CB})\right];$$

$$\alpha'=\frac{q_O q_B xLh}{4k(T_H-T_{пл})R_{пл}^2};\alpha''=\frac{q_O q_B(H_П-C_B T_{пл})h}{4k(T_H-T_{пл})R_л^2};\overline{R}=\frac{R}{R_{пл}},$$

$R_{п\ л}$ - шеңберлі қабат радиусы

q_0 – будың тұрақты шығыны

t_P - өлшеу уақыты

h - қабат қуаттылығы

m - қуыстылық

k - қоршаған жыныстардың жылуөткізгіштігі

х - қоршаған жыныстардың температураөткізгіштігі

$\rho_в$ - қабат температурасындағы судың тығыздығы

$\rho_{пл}$ - жыныс қабатының тығыздығы

$\rho_н$ - қабат температурасындағы мұнайдың тығыздығы

$C_Ш, C_В, C_Н$ – су, мұнай және қабаттың меншікті жылусыйымдылығы

$T_Н$ - қыздырылған бу температурасы

$T_Ш$ – қабаттың бастапқы температурасы

μ - сұйықпен қаныққан қабаттың көлемдік жылу сыйымдылығы

λ-қабаттың көлемдік жылу сыйымдылығымен қоршаған жыныстардың қатынасы

Х - будың құрғақтығы

h - бу пайда болуының астыртын жылуы

$H_П$ – қабатқа кіру кезіндегі қанықтыратын будың толық жылу құрамы.

Температураның қарқынды өсуінен сатылы өсуге көше отырып, формула бойынша температуралық аймақтың радиусын анықтаймыз.

$$\overline{R}0 = 2\overline{R}УСЛ - \overline{R_n}$$

$$\overline{R}_j = \overline{R_0} - \left(j - \frac{1}{2}\right)\frac{\overline{R_0} - \overline{R_n}}{4}, \qquad J = 1,2,3,4$$

Будың таралуын ескеретін ыстық су аймағындағы тиімді шығын, мына формула бойынша анықталды.

$$\bar{q}(\theta,t) = \frac{\rho_B(0)}{\rho_B(\theta)}\left[1 + \frac{\alpha'''}{\sqrt{r}}\left(1 - \frac{1}{1 + 2\sqrt{r}(\pi)^{3/2}}\right)\right], \qquad (2.2.8)$$

мұндағы,

$$\bar{q} = \frac{q}{q_0}; \qquad t = \frac{q_0 t_p}{\pi_m h R_{n\pi}{}^2}; \qquad \alpha''' = \frac{\sqrt{\pi} m \delta \sigma \rho_B X L \lambda}{2q_0(T_H - T_{n\pi})\mu}$$

Әрбір тіліктегі су үлесінің өзгерісін және температураға байланысты тиімді шығынды білгеннен кейін, берілген әрбір

уақыт сәтінде радиусті бойлай қанығушылықтың таралуын есептеуге көшуге болады.

$$\overline{R}_i^{\,2}(\sigma,t)=\sum_{\nu=1}^{i}\overline{q}_\nu(\theta,t)\frac{\partial f}{\partial\sigma}(\sigma,\theta)\Delta t \qquad (2.2.9)$$

Термиялық ұлғайу эффектісін есепке алу үшін ыстық су айма-ғындағы суға қанығушылық түзетіледі, яғни қабат темпера-турасына келтіріледі. Суға қанығушылықты түзету мына формула бойынша жасалады.

$$\sigma'=1-\overline{\gamma}(1-\sigma)$$

формуласы бойынша жүргізілді.

Суық және ыстық су аймағындағы ығыстыру шебіндегі орташа суға қанығушылық:

$$\overline{\sigma}_{B}=\frac{1}{\overline{R}^2(\sigma_\phi)-\overline{R}_n^2}\sum_{k=0}^{N}\left[\overline{R}^2(\sigma'_K)-\overline{R}^2(\sigma'_{K+1})\right]\frac{\sigma_k+\sigma_{k+1}}{2}$$

Галереяға суық судың өтуіне дейінгі кезеңіндегі ығыстыру коэффициенті , мына формула бойынша анықталады:

$$h_B=\frac{1}{1-\sigma_{CB}}\left\{\overline{R}_n^2(\sigma_n-\sigma_{CB})+\left[\overline{R}^2(\sigma_{CB})-\overline{R}_n^{\,2}\right]\left(\overline{\sigma}_{CP}-\sigma_{CP}\right)\right\}$$

Өтуден кейін шеңберлі галереядағы ағындағы үлесті анықтау қажет.

$$f(\sigma_r,\theta)=\frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}(1-\theta)^c}{\mathrm{A}+\mathrm{B}(1-\theta)^c+a\left(\dfrac{в-\sigma_p}{\sigma_r-d}\right)^3}$$

Өтуден кейінгі мұнай шығымы:

$$\overline{q}_м=1-f(\sigma_r,\theta)$$

Ығыстыру коэффициенті:

$$n_B = \frac{1}{1-\sigma_{CB}}\left\{\overline{R}^2 n\left(\sigma_n - \sigma_{CB}\right) + \left(1-\overline{R}^2 n\right)\left(\overline{\sigma}B - \sigma_{CB}\right)\right\}$$

Бұл бағдарлама қабаттық температура кезіндегі ыстық сумен мұнайды ығыстыру және судың изотермиялық ығыстыру үрдістерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл үшін қабатта бу аймағының жоқтығы (1-жағдай) немесе ыстық су аймағының жоқтығын (2-жағдай) ескере отырып анықталатын түрлендірулерді шығару керек.

Орталық су айдау скважиналарынан қисық галереяға (тізбек қатарға) немесе пайдалану скважинасының батареясына қарай жылу тасымалдағыштармен мұнайды радиалды ығыстырудың есебін қарастырамыз.

Бұл жағдайда қабат бойынша қаныгушылық пен температура-ның таралуын қалай есептеу керек екендігі жоғарыда көрсетілген.

Конденсат бойынша айдаудың тұрақты шығын q есебі кезінде, бұл аймақтардың радиустары уақыттың кез-келген сәтінде есеп-телінуі мүмкін.

Бізге бу аймағының - R_n, ыстық су аймағының - R_0, ығыстыру шебінің - R_ϕ, радиустары белгілі деп есептейміз.

$\sigma^n_{н.ос\ т} = 1 - \sigma_n$ жылжымайтын қалдық мұнайға қаныгушылық бар болған кезде, бу аймағында су мен бу қоспасы ағады.

Су мен бу қоспасы фазалық өткізгіштікке $K_B(\sigma_n)$ сәйкес, жылжымайтын мұнай фазасы бар болған кездегі қозғалысқа ұқсас қозғалады.

Су мен бу қоспасының өзі сондай-ақ ерекше екі фазалық жүйені көрсетеді. Оның ерекшелігі сол, сұйық пен бу шекарасын-да фаза аралық керілу болмайды. Сондықтан бу-су жүйесіндегі қаныгушылықтан фазалық өткізгіштердің тәуелділігі квадрат диагоналдары түрінде көрсетіледі, яғни өткізгіштіктері қаныгушылықарына тең. Судың қаныгушылығының таралуын түзу түрінде қабылдай отырып, будың қозғалыс аймағындағы фазалық өткізгіштерді есептеуге арналған формуланы алуға болады.

$$K_{nn}(\sigma) = \sigma_n \frac{R_n - r}{R_n}; \qquad K_{вn}(\sigma) = \sigma_n \frac{r}{R_n},$$

мұндағы, r-ағымды координата

Егер айдау скважинасының түбіндегі қысым $P_н$, ал бу аймағы-ның шекарасындағы қысым P_1-ге тең болса, онда мынаны жазуға болады:

$$P_H - P_1 = \frac{q}{2\pi kn} \int_{r_c}^{R_n} \frac{1}{K_в(\sigma_n)\left[\frac{\sigma_{nr}}{\mu_в} + \frac{\sigma_n(R_n - r)}{\mu_n}\right]} \frac{dr}{r},$$

мұндағы, μ_B, μ_n – берілген температурада қаныққан буды айдау кезінде қанығу сызығындағы су мен будың тұтқырлығы.

Ыстық су аймағында қанығушылық та және температура да өзгереді. Сондықтан, фильтрациялық кедергіні дәл атап көрсету мүмкін емес. Бұл жағдайда бір қатар жорамалдарды қабылдайды. Біріншісі, екі фазалық аймақтағы екі араласпайтын сұйықтың қозғалысында кейбір қанығушылық эквивалентін табуға болатындығына негізделген және екі фазалы қозғалыс аймағында оны тұрақты деп қабылдауға болады.

Мұнайды сумен изотермиялық ығыстыру үшін И.А. Черный мен В.М. Донецкий екі фазалы ығыстыру аймағында эквивалентті қанығушылықты анықтауға мүмкіндік беретін шешім ұсынды.

Ыстық су аймағындағы берілген әр сәттегі фильтрациялық кедергі жорамалдан алынып қалуы мүмкін, ондағы суға қанығушылық тұрақты және эквивалентті суға қанығушылығына $K_{су}$ тең.

Шеңберлі қабатта орталық су айдау скважинасынан шеңберлі галереяға ығыстыру кезінде $K_{су}$ ($\sigma_{экв}$) анықталады

$$K_c(\sigma_{эк}) = \frac{\ln\left[2\lambda\chi'\left(\sigma_{ср}+1\right)\right]}{\int_{\sigma^*}^{\sigma_{ср}} \frac{f'(\sigma)f''(\sigma)d\sigma}{K_B(\sigma)f\left(\sigma+\frac{1}{\lambda}\right)}}, \qquad (2.2.10)$$

мұндағы, $\lambda = \frac{V(t)}{2\pi\kappa r_B^2}$

σ^*- кіру қимасындағы максимал (ең жоғары) суға қанығушылық,

$V(t) = \int_0^t q(t)dt$ – айдалған судың көлемі,

r_c - орталық скважинаның радиусы,

$f'(\sigma), f''(\sigma)$ – ағындағы $f(\sigma)$ судың үлесіне сәйкес бірінші және екінші туындысы

(2.1) және (2.2) формуласы бойынша фазалық өткізгіштіктің қанығушылықтан тәуелділігін қабылдай отырып әр уақыт сәті үшін эквивалентті қанығушылықты есептеуге болады.

Ығыстыру сұйығы жарып өткеннен кейін есептеу сол баяғы формула бойынша жүргізіледі, бірақ интегралдау $\sigma_г$-ден σ^*- ға дейінгі аралығында болады, мұндағы $\sigma_г$- уақыт бойынша өзгеретін жарып өтуден кейінгі шеңберлі галереядағы қанығушылық.

$\sigma_г$-қанығушылығы жоғарыда көрсетілген ығыстыру коэффициентін анықтау әдісі бойынша есептеледі.

Екінші жорамал - температураны қоспа қозғалысы аймағында қолданудың түзу сызықты тәуелділігі.

Өлшемсіз температура үшін

$$\theta = \frac{T - T_{пл}}{T_н - T_{пл}} \qquad (2.2.11)$$

Бұл қатынасын қабылдауды білдіреді

$$\theta(r) = \frac{R_0 - r}{R_0 - R_{ПЛ}} \qquad (2.2.12)$$

Бұл жорамалдарды ескере отырып мынаны жазуға болады

$$P_I - P_{II} = \frac{q}{2\pi kh}\int_{R_n}^{R_0} \frac{1}{K_B(\sigma_{эк})\mu_B^{-1} + K_н(\sigma_{эк})\mu_0^{-1}}\frac{dr}{r}$$

$\mu_в = \mu_o$ - деп есептеп мынаны аламыз

$$P_I - P_{II} = \frac{q}{2\pi kh}\int_{R_n}^{R_0} \frac{\mu_в(\theta)}{K_в(\sigma_{эк}) + K_H(\sigma_{ЭКВ})}\frac{dr}{r}$$

Бұрын μ_o үшін аппроксимация қабылданды

$$\mu_0(\theta) = A + B(1-\theta)^c$$

Су тұтқырлығы үшін де осындай түрдегі аппроксимация енгізуге болады.

$$\mu_0(\theta) = A_1 + B_1(1-\theta)^c$$

және температураның берілген аралығында судың тұтқырлығының өзгеруі туралы кесте мәліметтерінен шыға отырып A_1, B_1 және C_1 коэффициенттерін анықтау керек.

Онда мына өрнекке көшеміз

$$P_I - P_{II} = \frac{q}{2\pi kh}\int_{R_n}^{R_0} \frac{\mu_B(\theta)}{K_B(\sigma_{ЭКВ}) + K_H(\sigma_{ЭКВ})\Big/\mu_0(\theta)}\frac{dr}{r} \quad ; \quad (2.2.13)$$

Санды интегралды есептей отырып, ыстық су аймағында температураның эквивалентті мәнін табуға болады, оны кейін барлық аймақта тұрақты деп алуға болады.

Ол мына қатынастан табылады

$$\int_{R_н}^{R_0} \frac{1}{\frac{K_в(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_B[\theta(r)]} + \frac{K_H(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_H[\theta(r)]}}\frac{dr}{r} = \frac{\ln R_0 - \ln R_H}{\frac{K_B(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_B(\theta)} + \frac{K_H(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_H(\theta_{ЭКВ})}}$$

Эквиваленттік суға қанығушылық уақыт өтуіне байланысты шамалы жоғарылайды және екі фазалы ығыстыру аймағында кез-келген уақыт сәтінде орташа суға қанығушылықтан артық болады.

Эквивалентті температура тұрақты және осы жағдай үшін де, яғни

$\theta_{экв}=0,34$

Эквивалентті температураны қоспа аймағына енгізе отырып, мынаны аламыз

$$P_I - P_{II} = \frac{q}{2\pi kh} \frac{1}{\frac{K_B(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_B(\theta=0)} + \frac{K_H(\sigma_{ЭКВ})}{\mu_H(\theta_{ЭКВ})}} \ln\frac{R_0}{R_П} \qquad (2.2.14)$$

Суық су аймағында мұнай мен су қабат температурасы кезінде қозғалады.Түтқырлық қатынасының өте үлкен болғандығынан осы аймақтағы орташа суға қанығушылық шепке тең деп қабылдауға болады.

Онда мынау шығады

$$P_{II} - P_{III} = \frac{q}{2\pi kh} \frac{1}{\frac{K_B(\sigma_ф)}{\mu_B(\theta=0)} + \frac{K_H(\sigma_ф)}{\mu_H(\theta=0)}} \ln\frac{R_ф}{R_0}; \qquad (2.2.15)$$

Шеп алдындағы аймақта мұнайды ығыстыру байланыс суларының $\sigma = \sigma_{св}$ қатысуымен қозғалады. Соған сәйкес, егер галереяның радиусы $R_{қаб} = d$

$$P_{III} - P_P = \frac{q}{2\pi kh} \frac{\mu_H(\theta=0)}{K_H(\sigma_{СВ})} \ln\frac{d}{R_ф} \qquad (2.2.16)$$

Егер мұнай галереяға емес, ал скважина батареясына ағатын болса, онда пайдалану скважиналарының ішкі кедергісін қосу керек.

$$P_r - P_Э = \frac{q}{2\pi kh} \frac{\mu_H(\theta=0)}{K_H(\sigma_{СВ})} \ln\frac{d}{N} \qquad (2.2.17)$$

мұндағы, N - батареядағы скважина саны.

Аумақтап айдау жүйесі кезінде ішкі кедергілер де осыған ұқсас есептеледі. Қысым айырмашылығын қоса отырып, мұнайды бумен ығыстыру кезіндегі шығымды анықтау үшін ақырғы формуланы табамыз.

$$q = 2\pi\kappa h\left|R_н - R_э\right| + \frac{\ln R_{тм} - \ln R_0}{\frac{K_e\left|\sigma_{тм}\right|}{\mu_e\left|\theta=0\right|} + \frac{K_н\left|\sigma_{тм}\right|}{\mu_н\left|\theta=0\right|}} + \frac{\mu_н\left|\theta=1\right|}{K_н\left|\sigma_{„e}\right|}\ln\frac{d}{R_{тм}} + \frac{\mu_н\left|\theta=0\right|}{\frac{1}{N}K_н\left|\sigma_{„e}\right|}\ln\frac{d}{Nr_C} + \frac{\mu_н\left|\theta=1\right|}{\sigma_д\kappa_e\left|\sigma_п\right|}\ln\frac{R\mu_e\left|\theta=1\right|}{r_„\mu_н\left|\theta=1\right|} + \frac{1}{\frac{K_e\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_e\left|\theta_{Экв}\right|} + \frac{K_н\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_н\left|\theta_{Экв}\right|}}\ln\frac{R_0}{R_н} +$$

(2.2.18)

Мұнайды ыстық сумен ығыстыру кезінде

$$q=2\pi\kappa h\left|P_{Н}-P_{Э}\right|\left|\frac{1}{\frac{K_{В}\left|\sigma_{Эже}\right|}{\mu_{e}\left|\theta_{Эже}\right|}+\frac{K_{Н}\left|\sigma_{Эже}\right|}{\mu_{н}\left|\theta_{Эже}\right|}}\ln\frac{R_{0}}{r_{C}}+\frac{1}{\frac{K_{e}\left|\sigma_{тм}\right|}{\mu_{e}\left|\theta=0\right|}+\frac{K_{Н}\left|\sigma_{тм}\right|}{\mu_{н}\left|\theta=0\right|}}\ln\frac{R_{тм}}{R_{0}}+\frac{\mu_{н}\left|\theta=0\right|}{K_{Н}\left|\sigma_{„e}\right|}\ln\frac{d}{R_{тм}}+\frac{1}{N}\frac{\mu_{н}\theta=0}{K_{Н}\left|\sigma_{„e}\right|}\ln\frac{d}{Nr_{C}}\right|^{-1}\right|^{-1} \quad (2.2.19)$$

Қарапайым изотермиялық теңдеу үшін $\theta = 0$

$$q=2\pi\kappa h\left|R_{н}-R_{Э}\right|\left|\frac{K_{e}\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_{e}}+\frac{K_{н}\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_{н}}\right|^{-1}\left|\ln\frac{R_{тм}}{r_{C}}+\frac{\mu_{н}}{K_{Н}\left|\sigma_{„e}\right|}\ln\frac{d}{R_{тм}}+\frac{1}{N}\frac{\mu_{н}}{K_{н}\left|\sigma_{_тм}\right|}\ln\frac{d}{Nr_{C}}\right|^{-1} \quad (2.2.20)$$

Су жарып өткеннен кейін шығымды есептеу галереядағы қанығушылық өзгерісі кезінде жүргізіледі $\sigma_p(t)$

а) мұнайды бумен ығыстыру үшін

$$q=2\pi\kappa h\left|P_н-P_Э\right|\frac{\mu_н\left|\theta=1\right|}{\sigma_{пже}\left|\sigma_п\right|}\ln\frac{R_n\mu_e\left|\theta=1\right|}{r_{,,}\mu_н\left|\theta=1\right|}+$$

$$+\left|\frac{K_e\left|\sigma_{Эже}\right|}{\mu_e\left|\theta_{Эже}\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_{Эже}\right|}{\mu_н\left|\theta_{Эже}\right|}\right|^{-1}\ln\frac{R_0}{R_n}+$$

$$+\left|\frac{K_e\left|\sigma_г\right|}{\mu_e\left|\theta=0\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_г\right|}{\mu_н\left|\theta=0\right|}\right|^{-1}\ln\frac{q}{R_0}+\frac{1}{N}\left|\frac{K_e\left|\sigma_г\right|}{\mu_e\left|\theta=0\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_г\right|}{\mu_н\left|\theta=0\right|}\ln\frac{d}{Nr_C}\right|^{-1} \qquad (2.2.21)$$

б) мұнайды ыстық сумен ығыстыру үшін

$$q=2\pi\kappa h\left|P_н-P_Э\right|\Bigg/\left|\frac{K_e\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_e\left|\theta_{Экв}\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_н\left|\theta_{Экв}\right|}\right|^{-1}\ln\frac{R_0}{r_{„}}+\left|\frac{K_e\left|\sigma_г\right|}{\mu_e\left|\theta=0\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_г\right|}{\mu_н\left|\theta=0\right|}\right|^{-1}\ln\frac{d}{R_0}+\frac{1}{N}\left|\frac{K_e\left|\sigma_г\right|}{\mu_e\left|\theta=0\right|}+\frac{K_н\left|\sigma_г\right|}{\mu_н\left|\theta=0\right|}\right|^{-1}\ln\frac{d}{Nr_C}\Bigg|^{-1}$$

(2.2.22)

Изотермиялық суландыру үшін $\theta = 0$

$$q=\frac{2\pi\kappa h\left|P_н-P_0\right|}{\left|\frac{K_e\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_e}+\frac{K_н\left|\sigma_{Экв}\right|}{\mu_н}\right|^{-1}\ln\frac{1}{r_{„}}+\frac{1}{N}\left|\frac{K_e\left|\sigma_г\right|}{\mu_e}+\frac{K_н\left|\sigma_P\right|}{\mu_н}\right|^{-1}\ln\frac{d}{Nr_C}}$$

(2.2.23)

Әртүрлі ығыстырушы агенттерді қолдану кезінде мұнайбергіштік пен ығыстыру коэффициенттерін есептеу нәтижелері 2.2 кестесінде келтіріледі. Бұл кезде ыстық және суық сумен мұнайды ығыстыру скважинаны орналастырудың бір тығыздығы үшін ғана келтірілген (S=3,5 га/скв; d=200 м), скважиналардың орналастыру тығыздығы а)S=3,5 га /скв, d = 200 м; б) S = 1 га/ скв, d = 100 м; в) S = 0,25 га/скв, d= 500 м; г) S = 8 га/скв, d = 300 м.

d= 200 м. болғанда мұнайды бумен ығыстыру

2.2. кесте

t	$R_п$	$R_о$	$R_ф$	$\sigma_ф$	$\sigma_р$	$\sigma_ф$	$\sigma_{экв}$	$\theta_{экв}$	$q_п$	η
0,05	0,129	0,246	0,55	0,357	-	0,416	0,456	0,37	1,0	0,09
0,1	0,168	0,321	0,77	0,357	-	0,416	0,482	0,37	1,0	0,168
0,15	0,195	0,378	0,94	0,357	-	0,416	0,505	-	1,0	0,246
0,20	0,217	0,414	-	-	0,365	0,450	0,520		0,245	0,292
0,30	0,251	0,477			0,384	0,467	0,530		0,218	0,331
0,40	0,227	0,527			0,397	0,481	0,540		0,148	0,359
0,50	0,298	0,568			0,407	0,492	0,548		0,114	0,382
0,60	0,317	0,603			0,415	0,504	0,554		0,093	0,402
0,70	0,333	0,634			0,422	0,516	0,557		0,087	0,421
0,80	0,347	0,622			0,429	0,524	0,559		0,069	0,439
0,90	0,361	0,688			0,434	0,528	0,560		0,058	0,454
1,00	0,374	0,712			0,439	0,534	0,560		0,047	0,468
1.25	-	-			-	-	-		-	-
1,5	0,424	0,808			0,456	0,571	0,560		0,039	0,526

d= 300 м. болғанда мұнайды бумен ығыстыру

2.3. кесте

t	$R_ф$	$R_п$	$R_о$	$\sigma_{ср}$	$\sigma_ф$	$\sigma_г$	$q_н$	η
0,05	0,543	0,117	0,228	0,418	0,357	-	1,0	0,085
0,10	0,763	0,151	0,288	0,418	0,357	-	1,0	0,162
0,15	0,932	0,174	0,331	0,418	0,357	-	1,0	0,237
0,2	-	0,192	0,365	0,422	-	0,365	0,217	0,251
0,3	-	0,219	0,418	0,444	-	0,384	0,144	0,315
0,4		0,241	0,459	0,460		0,396	0,109	0,340
0,5		0,259	0,493	0,473		0,406	0,087	0,361
0,6		0,274	0,522	0,484		0,414	0,074	0,378
0,7		0,287	0,547	0,493		0,421	0,063	0,393
0,8		0,300	0,570	0,501		0,428	0,055	0,406
0,9		0,311	0,591	0,510		0,433	0,049	0,420
1,0		0,321	0,611	0,517		0,438	0,044	0,431
1,25		0,343	0,653	0,533		0,449	0,035	0,457
1,5		-	-	-				

t= 95 °C және d=200 м болған кездегі ыстық сумен ығыстыру

2.4 -кесте

t	$R_ф$	R_o	$σ_{ср}$	$σ_ф$	$σ_т$	$q_н$	η
0,05	0,521	0,232	0,415	0,357	-	1,0	0,068
0,10	0,699	0,293	0,415	0,357	-	1,0	0,122
0,15	0,903	0,354	0,416	0,357	-	1,0	0,202
0,20	-	0,392	0,417	-	0,361	0,232	0,252
0,30		0,452	0,438		0,381	0,152	0,279
0,40		0,499	0,458		0,394	0,114	0,299
0,50		0,538	0,465		0,404	0,092	0,315
0,60		0,572	0,468		0,406	0,089	0,319
0,70		0,601	0,472		0,407	0,086	0,322
0,80		0,628	0,474		0,409	0,082	0,326
0,90		0,652	0,477		0,411	0,080	0,330
1,00		0,674	0,480		0,412	0,077	0,333
1,25		0,742	0,486		0,415	0,071	0,341
1,50		0,766	0,493		0,419	0,067	0,350

d=200 м болған кездегі суық сумен ығыстыру

2.5. кесте

t	$σ_{ср}$	η	$σ_ф$	$σ_т$	q	$R_ф$
0,05	0,404	0,064	0,357	-	1,0	0,521
0,10	0,404	0,128	0,357	-	1,0	0,737
0,15	0,404	0,192	0,357	-	1,0	0,903
0,20	0,408	0,241	-	0,301	0,221	-
0,30	0,427	0,265		0,381	0,182	-
0,40	0,435	0,276		0,386	0,103	
0,50	0,437	0,279		0,392	0,082	
0,60	0,440	0,282		0,394	0,079	
0,70	0,442	0,285		0,396	0,076	
0,80	0,444	0,287		0,398	0,072	
0,90	0,446	0,29		0,400	0,069	
1,25	0,458	0,298		0,406	0,06	
1,50	0,459	0,304		0,411	0,057	

Бу көлемінің 1,5 мөлшеріндегі ығыстырушы агентін қабатқа айдау кезінде ығыстыру коэффициенті (d=200 м. кезінде): суық су үшін 0,30; ыстық су үшін 0,35; бу үшін 0,526 құрайды.

Дәл осы кезде мұнайды жылу тасығыштармен ығыстыру тиімділігі өте тығыз бұрғылау кезінде күрт жоғарылап кету мүмкін.

Әр түрлі скважиналар үшін бу көлемі t=1,25 кезіндегі мұнайды ығыстыру коэффициенті:

S=8 га/скв.	d=300 м	η_o=0,457
S=3,5га/скв.	d=200 м	$\eta_{су}$= 0,495
S=1га/скв.	d=100 м	$\eta_{су}$=0,594
S=0,25га/скв.	d=50 м	$\eta_{су}$= 0,68

Мұнайды жылу тасымалдағыштар арқылы ығыстырудың тиімділігі игеру қарқынының екі себебіне тәуелді:

1. Жүру уақытына байланысты жылу тасымалдағыштармен жүретін мұнайдың азаюы, бұл қоршаған жыныстардағы салыстырмалы жылу жоғалтуды азайтады.

2. Будың әсер ету тиімділігі әсіресе игерудің соңғы сатысында өте күшті көрінеді, өйткені бұл кезде қабаттың едәуір көлемі жылытылып және пайдалану скважиналарына қарай жақсы жылжитын ыстық мұнай жақындайды. Аумақтап айдау кезінде скважина торының нығыз болуы игеру мерзімін тез жеделдетуге қабілетті, себебі аумақтап айдау үлгісі кезінде скважиналар өнімінің бір-біріне әсері (интерференциясы) айтарлықтай әлсірейді.

Кенқияқ кен орнындағы тәжірибе жүргізу участкілеріндегі мұнай бергіштікті есептеу үшін қабаттағы бу көлемінің -1,5 айдау моментіне сай қабатты қамтуының келесі коэффициент-тері қабылданды.

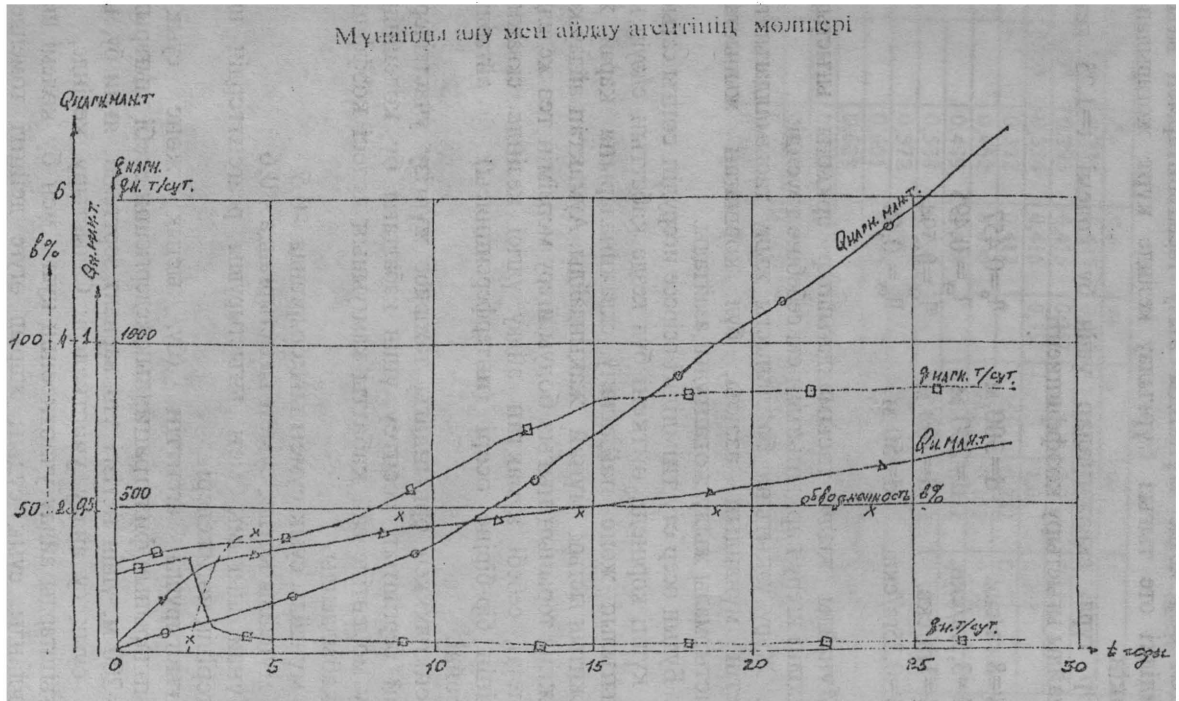
а) мұнайды суық сумен ығыстырғанда -0,5

б) мұнайды ыстық сумен ығыстырғанда - 0,6

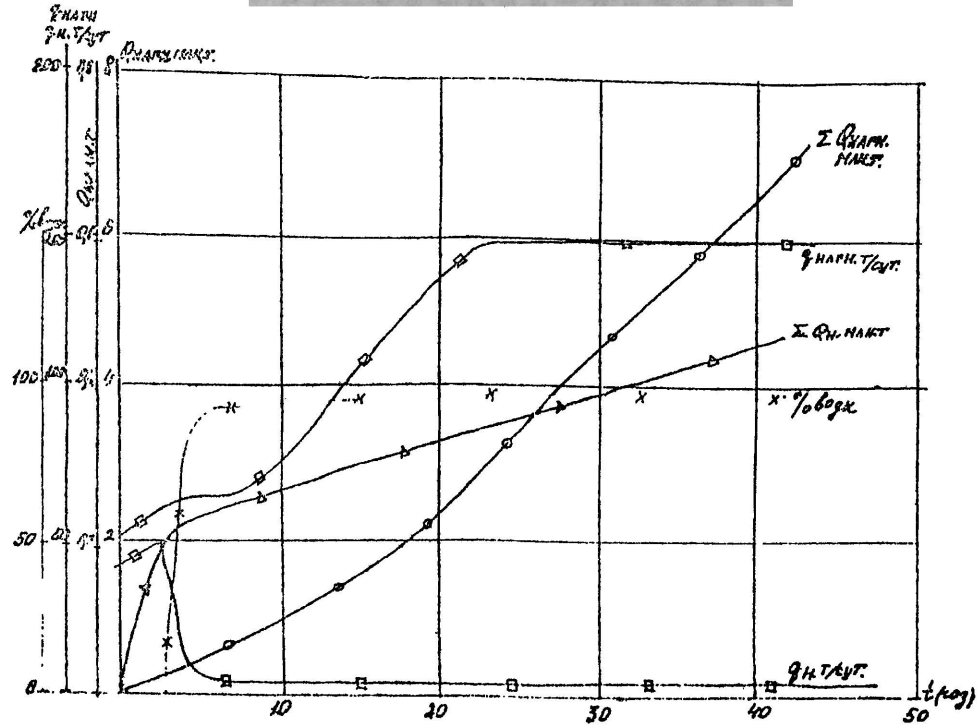
Мұнай шығымы мен ығыстырушы реагенттердің шығын есептерінің нәтижелері.

Ығыстырушы агенттің (бу, ыстық және суық су) шығындарының фильтрациялық кедергісінің есебі шығарылды.

d=200 м, үшін негізгі үш вариант зерттелді, яғни бу, ыстық және суық су айдау участкелері. Салыстыру кезінде, жылу тасығыштарды айдау участкесінің қуаты мен бу көлемі шартты қабылданды. суық судың жарып өтуге дейінгі төмендеуі 10 кг/см^2-қа тең, ал суық судың жарып өтуінен кейін қысым төмендеуі 5т/см^2 тең.


Мұнайды алу мен айдау агенттінің мөлшері
Qнарық т
Qнарық т/сут
Qн т/сут
обводненность %
t годы

2.1. Сур.


Σ Qнарн. нақт.
qнарн. т/сут.
Σ Qн. нақт
x % водж.
qн. т/сут.
t (год)
10
20
30
40
50
200
100
50
0

2.2. Сур.

Есеп нәтижесінде, әр вариант үшін бу көлемінің үлесінде көрінген өлшемсіз уақыттан айдау шығынының тәуелділігі алынды.

МҰНАЙ КӘСІПШІЛІК ҚҰБЫРЛАРЫНДА ТҰЗ ЖИНАЛУЫ МЕН ТОТТАНУ ҮРДІСІН ТӨМЕНДЕТУ ӘДІСІН НЕГІЗДЕУ

Тоттану - сорапты компрессорлы құбырлардың (СКҚ) істен шығуына бірден-бір себепкер құбылыс. Өнімінің құрамында сутегі бар, сулануы жоғары скважиналардағы СКҚ-ның тізбектері жедел қарқынмен тоттанады. Құбыр аралық кеңістігінде газ қысымы едәуір болатын күкіртсутекті газ және мұнай скважиналарындағы терендік құрал жабдықтардың бұзылуының негізгі түрі морт сульфидтік жарылу болып табылады. Тоттану үрдісін зерттеу кезінде кен орнын игеру сатысы, оған байланысты тасымалданатын ортаның әрекеттілігі және оның уақыт өте өзгеруін болжау ескеріледі. Кен орнын игерудің қабылданған технологиясынан және скважиналар өнімінің физика-химиялық қасиеттерінен шыға отырып, игеру сатысы бойынша ортаның тоттану әрекеттілігінің өзгерісіне болжам жасалуы мүмкін және оның негізінде қабат-скважина-құбырөткізгіштердің біртұтас гидродинамикалық жүйесін тоттанудан қорғау әдістері анықталды.

Ортаның мұнайгаз кәсіпшілігінің жабдықтарына және құбыр-өткізгіштіктеріне әрекетті әсерінің дәрежесі мына жағдайдан тәуелді:

- газды орта үшін – әрекетті заттардың түрі мен құрамынан (күкіртсутек, көмірқышқыл газы, оттегі), конденсаттың (сулы және көмірсутекті) болуынан, ылғалдылықтан, температурадан, қысымнан;
- сулы және мұнайлы орта үшін – әрекетті компоненттердің, қалқыма бөлшектердің болуы мен концентрациясынан, су фазасы-ның қозғалу жылдамдығынан, температурасынан, минерализа-циясы мен pH құрамынан, тоттандыру қабілеті бар микроорганизмдердің болуынан, теңіз және бұралқы сулы, аэрацияланған аэрацияланбаған, құрамында H_2S, CO_2, СВБ болу және болмауынан;
- мұнайлы орта үшін – құрамында әрекетті компоненттері болатын және болмайтын, тұрақты және тұрақсыз сулы-мұнайлы эмульсиялар болуынан.

Металлургиялық гетерогендіктен басқа құбырлардың ішкі беттерінде пайдаланудың әртүрлі жағдайларында электролитке

жетудің өртүрлілігі есебінен макрогальвандықжұптар туындайды (көмірсутек-тік, мұнайлы және сулы фазалармен жанасуы, тоттандыру өнімдерінің және тұнбасының болуынан, бактериялардың жалпы көбеюінен, олардың метаболиттерінің жиналуынан және т.б.). Металл бетінің әртүрлі бөліктерге дифференциалдануы беттің біраз бөлігінде анодтық реакция тоқталып, жекелеген бөліктерге топтасуына әкеліп соқтырады. Катодтық және анодтық бөліктердің кеңістікте бөлінуі электролиттің электродтық қабатында тотығу ортасының өзгеруін туғызады: анодтық бөлікте қышқылдану және катодтық бөлікте сілтілену біршама pH айырмасымен жүреді. Бұл күкіртсутекті немесе күкіртсутекті тоттандыру өнімдері (темір сульфидтері) бар орталарда тұнбалардың дифференциациялануын тудырады. Олар катодтық беттерге қарқындырақ жұғады да, кейбір жағдайларда анодтар бетінен толығымен кетіп қалады. Катод бетіне түскен темір сульфиді тұнбадан бос құбыр металымен бірге темірдің темірсульфидті күшті гальвандық жұбын құрайды [80].

Мұнай кәсіпшілік жабдықтарында тұз шөгінділері жұмсақ қабатшалар түрінде де, қатпарлы және монолитті құрылым түрінде де кездесе береді. Шөгінділердің бірінші түрі жабдық бетінен салыстырмалы оңай кетірілетін мейлінше бос масса; қатпарлы және монолитті шөгінділер - тығыз және өткізгішсіз [81].

Тұз шөгінділерінің минералдық құрамын білу керек. Мұнай кәсіпшілік мәліметтерін және шөгінділердің минералдық құрамын жолшыбай өндірілетін сулардың химиялық құрамын есепке ала отырып талдау арқылы тұз шөгінділері металл бетінің біртексіздігін арттыра отырып, микро- және макрогальвандық жұптар мен электрохимиялық үрдістердің қалыптасуына ыңғайлы жағдай туғызатыны анықталған. Шөгінділер астындағы бұзылулардың да түрі өте сипатты (негізінен дақтар). Тоттандыру өнімдерінің әртүрлілігі үрдістің күрделілігімен, көп кезеңділігімен, тұз шөгінділеріне қатыстылығымен және H_2S, CO_2, O_2, H_2, H_2O, Cl^-, HCO^-_3 әртүрлі концентрациясында, әртүрлі қысым, pH, температура, ағын динамикасында өтетіндігімен түсіндіріледі.

Осылайша, тұз жиналу мен тоттануды СКҚ пайдалануын едәуір қиындататын біртұтас химиялық үрдіс ретінде қарастыру керек [82].

Тоттанумен және тұз жиналуларымен жемісті күресу үшін электрлік потенциалдар мен электрохимиялық үрдістер туралы

мәліметтерді білген дұрыс. Тоттану жағдайын бақылап отыру керек.

Жабдықтар мен құбырлардың тотығу жағдайын бақылау әдістерінің ең көп тараған түрлері – бұл үлгілер-куәлар әдісі, электрлік кедергіні өлшеу әдісі, электрохимиялық өлшеулер әдісі, зондтық бақылау, бақылаудың күйретпейтін әдісі, аналитикалық әдістер [83].

Ең көп қолданылатыны үлгілер-куәлар әдісі, өйткені көзбе-көз интерпретациялауға және масса жоғалуларын қарапайым анықтауға мүмкіндік береді; тоттану жиналулары жеңіл талданады, ал локал-дық тоттану, мысалы, питтинг, оңай байқалады. Әдіс сынаулардың берілген ұзақтығы үшін тотығудың интегралдық шамасын береді. Қазіргі кезде мұнай көсіпшілігі құбырларындағы тұз жиналулары-

ның қарқындылығын бағалаудың тіке әдісі құбырдың зерттелетін нүктесінде фланецтік жалғастырулар көмегімен орнатылған құбырлық секциялар (катушкалар) қабырғасындағы жиналуларды көзбе-көз өлшеуге негізделген, ол технологиялық үрдіске араласу-ды талап етеді, кейбір жағдайларда скважиналардың едәуір санын тоқтатуға тура келеді. КазНИПИнефть мамандары мұнай жинау коллекторына "салқын кесу" әдісімен пісіріліп орнатылған фланецті жалғастырғыш көмегімен және көсіпшілік объектілерін тоқтатусыз қондырылатын жаңа құрылғыны ұсынды [84].

Электр кедергісін өлшеу әдісі – ең көп тараған инструменталдық әдіс, ол қарастырылып отырған өндірістік жағдайларға сәйкес қимасының азаюы мен электр кедергісінің көбеюімен корродия-ланады. Өлшеулер тасымалданатын немесе тұрақты жабдықтар көмегімен мезгіл-мезгіл немесе үзіліссіз жүргізілуі мүмкін. Әдістің негізгі артықшылығы – сұйықтың, газдың және оларда абразивті бөлшектердің болғанына қарамастан кез-келген орта ағындарында өлшеулер жүргізу мүмкіндігі .

Бақылаудың электрохимиялық әдістерінен өнеркөсіпте ең көп қолданылатындары сызықтық поляризациялық кедергіні бақылау және тоттану тоғын потенциостатикалық бақылау немесе нөлдік кедергінің амметриясы. Бұл әдістердің қолданылуы электролиттің электрөткізгіштігімен шектелген.

Сызықтық поляризациялық кедергіні бақылау әдісі ерітіндіде газдың болуына аса сезімтал. Егер электр кедергісін өлшеу әдісі материалдың қосынды масса жоғалтулары туралы мәлімет берсе, ал поляризациялық әдістер – тоттанудың бір сәттік жылдамдығы туралы. Макрогальваножұптар әсерін есепке алмайтын жай

грави-метриялық және электрохимиялық әдістер ортаның әрекеттілігін (агрессивность) тек көлемі бойынша бағалайды. Құбырлардың ішкі бетіне үлгі-куәларды орнату да бұл жұптардың әсерін есепке алуға мүмкіндік бермейді. ВНИИСПТнефть игерулері үлгі-куәлар мен датчиктер жұмыс жағдайын құбырлардың ішкі бетінің тоттануының нақты жағдайына жақындатуға мүмкіндік береді, өйткені олар құбырдың ішкі бетінің потенциалында функцияланатын біртұтас тұйық электрохимиялық жүйе ретінде көрінеді [80].

Сутегі зонды тоттану қалпын, әсіресе жабдықтар дымқыл H_2S немесе қышқыл орта әсеріне ұшыраса анықтауға мүмкіндік береді. Сутегі зондтары жабдықтардың ішкі кеңістігіне, не құбырлардың сыртқы қабырғаларына немесе атомдық сутегі диффузиясын тір-кейтін ыдыс қабырғасына бекітлуі мүмкін. СредазНИИгипрогазда ЭКЗ-1 зонды игерілген және енгізілген, ол зондтың арнайы ұяларында орнатылған бақылаушы үлгілер құбырдың жоғарғы, ортаңғы және төменгі құраушыларындағы саңылаусыздандыру ақауларын моделдейтін құбырлар жүйесі модулі түрінде келтірілген [85]. Сондай-ақ металл үлгілердің кернеу астында суланын және тоттанып жарықталуын зерттейтін қондырғы игерілген. Ол күкірт-сутегі көп кен орындарының тоттану жағдайларын моделдеуге арналған. Қондырғыда келесі тоттану зерттеулерін жүргізуге болады:

-берілген жағдайларда конструкциялық материалдардың тоттану жарықтануға төзімділігі;

-сульфидтік тоттану жарықшақтанудан және жалпы тоттанудан қорғайтын тоттану ингибиторларының тиімділігін бағалау;

-орта құрамының, температурасының және қысымының тоттану үрдістеріне әсері [86].

Бақылаудың бұзбайтын әдістері (ультрадыбыстық, радиографиялық, термографиялық, құйындық ағындарды өлшеу және т.б.) "инструменттік" әдістерге жатады және әдетте өндірістік жабдықтарды тексеретін ұйымдармен пайдаланылады. Іс жүзінде МЕСТ 18353-79 келтірілген бұзбайтын әдістер топталуы қолданылады. Онда көрсетілгендей, бұзбайтын бақылаудың негізгі 10 түрі болады. СКҚ-ны көлденең және көлем ақауларының бар болуын тексеру үшін АҚШ-та орын алған магнитті-индукцияға негізделген әдістерді қолданған дұрыс. Қазіргі кезеңде мұнай өнеркәсібінде бұзбай бақылау әдістерінің ішіндегі ең көп тарағаны ультрадыбыстық. Алайда, жоғары тиімділігіне қарамастан ультрадыбыстық бақылаудың

бірқатар кемшіліктері бар. Сондықтан, бақылаудың тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін бақылаудың бірнеше әдістерін үйлестіріп пайдалану керек.

Лабораториялық жағдайларда аналитикалық әдістермен сұйық сынамаларындағы еритін металдар иондары, О және pH құрамын анықтайды. Мысалы, тоттану жылдамдығына қабат суының құрамына хлорид сияқты көмір қышқылының иондалуын жеделдететін компоненттер кіретіндіктен терендік аралықтары бойынша тоттанудың әрекетті аймақтары мен қауіпсіз аймақтарындағы қабат суларын толық талдау қажет болады [89].

Жоғарыда айтылғандай, тоттануды бақылаудың өнеркәсіптік жағдайларында бірін-бірі толтыратын мәліметтер алу үшін инстру-менттік әдістердің екі немесе одан көп әдістері қолданылады. Ең дұрыс деген жағдайда бұзбайтын және аналитикалық әдістер үлгі-куәларда көбіне жиі өлшенетін нәтижелерді бекіту үшін қолданылады[83]. Жаңажол кен орны скважиналарының бірінде ВНИСПТнефть игерген технологиялық үлгі бойынша сынақ полигоны құрастырылды. Сынақ полигоны өнімнің әртүрлі суланғандығын моделдегенде тоттануға зерттеулерді жіргізуге, ингибиторлар тоттануының тиімділігін бағалауға арналған. Тоттанудың жалпы жылдамдығы 20 және 20ЮЧ маркілі болат үлгі-куәлар бойынша анықталды. Жекеленген тоттанулардың жылдамдығы оптикалық микроскоп көмегімен анықталатын үлгі беттерінің жараланып бұзылуларының терендігі бойынша есептелді. Сым үлгілердің иілгіштігін жоғалтуы МЕСТ 15-79-80 бойынша НГ-3М игіш машинада иілуге сынаумен анықталды. Ортаның кернеу әсерінен тоттану жарықшақтануын туғызу қабілеті алдын-ала 500 МПа дейінгі кернеумен сыналауға ұшыраған 50Г болаттан жасалған Одинг сақиналары түріндегі үлгілер бойынша бағаланды. Көрсетілген үлгілер скважинаның шығу желісіндегі сынақтық участкесіндегі бақылау торабында қондырылды. Сутегінің құбыреткізгіш қабырғалары арқылы диффузиясының жылдамдығы М3112 бастырма сутегі зондымен анықталды. Зонд датчиктері шығу желісінің құбыреткізгішінде товарлық су енгізілген жерге дейін және бақылау торабы енгізілгеннен кейінгі жерде орналастырылған. Бақылау торабында сондай-ақ тотығу жылдамдығын сезгіш элемент электр кедергісінің орта әсерінен өзгеруі бойынша анықтауға арналған СК-3 тоттану өлшегішінің датчигі орналастырылған [90].

СКҚ тізбегіндегі өнім ағынының үдемелі жылдамдығы да тоттану жылдамдығына әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып саналады. Тоттану жылдамдығын ингибитор қабыршағы немесе тоттану тотығы бұзылуын бастайтын сұйық ағынының жылдамдығы ретінде қарауға болады, оның нәтижесінде металл беті қорғаныссыз қалады. Тотығу жылдамдығын анықтау үшін келесі АНИ (APIRPI4E) ұсынған эмпирикалық теңдеу қолданылады:

$$V_e = c/\sqrt{P_m}$$

мұндағы V_e - тоттану жылдамдығы, фут/с (1 фут=0,3 м);

c - тоттанудың тұрақты жылдамдығы, ол жұмыс-тың кезеңдік тәртібі үшін 125 және үзіліссіз тәртібі үшін 100;

P_m - ағын қысымындағы қоспа тығыздығы.

Тоттану жылдамдығының шамасы белгілі болғанда тоттануды болғызбайтын ағын қимасының ауданының ең кіші шамасын анықтауға болады:

$$A = \frac{|9{,}35 + |RT/21{,}25P|}{V_e};$$

$$P = \frac{|12409S_1P| + |2{,}7R_1S_\xi P|}{|198{,}7P| + 2RT};$$

мұндағы V_e - тоттану жылдамдығы, фут/с;

P - жұмыс қысымы, фунт/дюйм^2 (фунт/дюйм^2 = 66894кПа);

S_1 - сұйық тығыздығы;

R_1 - газдысұйық факторы, фут^3/баррель (фут^3=0,028 м^3 баррель=0,135т);

T - жұмыстық температура, ^{0}К;

$S_ξ$ - газ тығыздығы;

A - құбырдың көлденең қимасының эрозиялық тоттануды болдырмайтын ауданы, дюйм^2.

Соңғы кездері скважинаның температуралық кескінін дәл түрғызу және оның негізінде тоттануға бейім келетін аймақтарды анықтау ісінде алға басу байқалады [89].

Әдетте тоттануды зерттеулер өлшемдері нақты объектілер өлшемдерінен көп кіші болатын үлгілерде жүргізеді. Өлшемдердегі айырмашылықтың өзі тоттану жағдайларының айырмашылығына әкелуі мүмкін, және тиісінше, зерттеудің нақты емес нәтижелеріне соқтырады. Егер тоттану ортасының көлемі белгіленген болса, онда кіші үлгілерді зерттегенде тоттану өнімдері аз мөлшерде қалыптасады, ол тоттану үрдістерінің морфологиясына және өту жағдайларына әсер етуі мүмкін. Егер тоттану жылдамдығы реагенттердің (мысалы, еріген оттегі) үлгі бетіне диффузиясы жылдамдығымен немесе тоттану өнімдерінің диффузиялық өту жылдамдығымен анықталса, онда үлгінің біршама үлкен өлшемдерінде жартылай шексіз диффузия жағдайы орындалады. Өлшемі кіші үлгілерде сипаттық өлшемдер диффузиялық ұзындықтармен салыстырылатын, мысалы үлгінің қырлары мен ұштары, және жеке тоттанулардың жылдамдықтары жоғары болған тұстар маңызды орын алады. Питтингілік тоттанудың сипаты статикалық. Берілген терендіктегі тоттану жарасының қалыптасу ықтималдығы корродияланатын беттің ауданына тура пропорционал. Сәйкесінше, ірі үлгіде тоттану жараларының қалыптасу ықтималдығы кіші үлгілерге қарағанда жоғары.

Тотығу жылдамдығы гидродинамикалық жағдайлардан тәуелді болғанда масштабтық моделдеу қатты қиындайды. Бұл кезде екі қиыншылық туындайды. Біріншісі – бұл тәжірибе шарттарын гидродинамикалық шарттар нақты объектідегі шарттармен бірдей болатындай етіп моделдеу. Екінші қиыншылық масштабтауға жататын гидродинамикалық параметрді дұрыс, дәл анықтау [91].

Соңғы кездері тоттану үрдістерін компьютерлік моделдеу де дамып келеді.

Компьютерлерді қосымша өлшеу құралдарымен бірге қолдану құбыртқізгіш бойында кез-келген нүктеде тоттану мен қорғаудың күйін және дәрежесін тез және дәл анықтауды қамтамасыз етеді [92]. Компьютерлерді (әсіресе микроком-

пьютерлерді) қолдану аз шығындармен және операцияларды қарапайым жүргізу арқылы керекті мәліметтерді тез алуға, оларды өңдеуге, үрдістерді моделдеуге мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде тоттанудың дамуы жайлы сенімді мәліметтерді алуға көмектесетін бірнеше бағдарламалар бар. Бағдарламалар арқылы тоттану жылдамдығын анықтауға қатысты күрделіесептеулер жүргізуге, датчиктер қолдану, тоттану жылдамдығын үлгілердің масса жоғалтулары бойынша анықтау, ортаның pH-ын анықтау, сызықтық поляризация әдісін, Тафель қисығын қолдану және т.б. әдістермен алынған мәліметтер негізінде тоттанудың даму үрдісін бақылауға болады. Тоттану жылдамдығы туралы мәліметтер әртүрлі өлшем бірліктерінде беріле береді [93].

Қазіргі кезде негізгі белгілі математикалық моделдер жасалған және топталған:

1) детерминацияланған қарапайым эмпирикалық (жай статикалық) тәуелділіктер, олар металлдардың тоттануға жоғалтуларын есептеуде қолданылады және көбіне параметрлері тұрақты уақыттың функциялары түрінде болады;

2) параметрлері тұрақты бірінші және екінші ретті экспоненциалдық уақыттық функциялар ретіндегі эмпирикалық моделдер;

3) логарифмдік қатарлар және басқа функциялар түрінде берілетін эмпирикалық моделдер;

4) регрессия теңдеулері көмегімен тұрғызылатын стохастикалық (монофакторлық) моделдер;

5) тоттану үрдісінің өту уақытын ашық түрде есептемей кететін және тоттану кинетикасы туралы тек "статикалық" түсініктерге негізделген түзету коэффициенттері мол көпфакторлық моделдер;

6) ешбір математикалық теңдеулермен сипатталмайтын және материалдардың тоттану күйін бағалауға ұсынылған кестелік коэффициенттер немесе бағдарламалар жинағы түріндегі моделдер;

7) сыртқы ортаның әрекеттілігі қасиеттерінің кез-келген өзгеруінде туындайтын өтпелі үрдістерді талдауға негізделген кибернетикалық дерминацияланған моделдер.

Теориялық тұрғыдан алғанда кез-келген тоттану үрдісінің толық математикалық моделі сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер түрінде ұсынылады. Әлбетте, нақты моделді жасау үшін бірқатар ішкі және сыртқы факторларды есепке алу керек. Өйткені айтылған түрдегі жабдық үшін ең басты қасиет

өткізбеушілік болғандықтан тоттану көрсеткіші оның локализациясымен байланысты болуы тиіс. Осы көзқарас бойынша тоттанатын бет үшін сипатталатын физика-химиялық уақыт жағдайында өзгеретін есебі бар ұқсас моделдеудің әдісі қызықты. Бетті корродиялайтын ұқсас моделдің құрамына конструкцияны корродиялайтын және олардың арасындағы қабаттың конфигурациялы орта моделі енеді. Егер орта өткізушілігі электрохимиялық үрдістермен олар-дың өнімдеріне қатысты емес деп есептесек, онда тоттану ортасы кеңістікте үш есе өткізгіштікті электрлік модел ретінде ұсынылуы мүмкін. Осылайша, потенциялдарды және моделдеу параметрлерін бөлумен байланысты негізделген электролиттік моделдеу әдісін негізгі әдіс деп қабылдау керек [95].

Азербайжанда күкіртті сутегі ортасында тоттану үрдісін сипаттайтын деректер талданған, ондағы күкіртті сутегінің болуы есепке алына отырып, оның қысымы мен температурасы күкіртті сутегі ортасындағы тоттану үрдісі математикалық әдіспен моделденген. Сынақтық мәліметтерді математикалық өңдеу металлдың күкіртті сутекпен тоттану жылдамдығы мен негізгі орта факторларының арасында тығыз байланыс бар екенін көрсетті, яғни металлдың күкіртті сутекпен тоттану жылдамдығының негізгі факторларға: қысым, температура, күкіртті сутектің жинақталуы, ағын мен уақыт жылдамдығына қатысты екенін көрсетті.

Динамикалық орта жағдайындағы, металлдың күкіртті сутекпен тоттануын сипаттайтын жинап, қорытылған критерилері төмендегі формуламен анықталды.

$$V = A\left(\frac{CVT}{P}\right)^{X}$$

V=0,92 мәнін және C,T,P V=V(C) сәйкесті мәнін қолдана отырып А және Х мәнін табамыз:

A=17,063 X=-0,2004

Осыған байланысты қатыстылық мына түрде болады:

Бұл формула ортаның динамикалық жағдайында металлдың күкіртті сутекпен тоттануын сипаттайтын жинап, қорытылған критерилерді белгілейді. Бұл формула бойынша тоттану жылдамдығының қалыпты табиғи жағдайда күкіртті сутегінің жинақталуына қатыстылығын талдауға болады.

P=0,1 Мпа, T=20° C, V=0,0001 м/сек.

Бұл жағдайда тоттану жылдамдығының күкіртті сутектің жиынтығына қатыстылығы мына формуламен анықталады.

$$V=37,3478 \bullet C^{-0,2004}$$

Қатыстылықтан тоттану жылдамдығының мәнін алуға болады. Күкіртті сутек С жиынтығы (концентрациясы) үшін шектік жіберілетін жиынтық деп аталатын С=3 маңызы бар. Егер осы С=3 маңызын осы формулада есепке алатын болсақ тоттану жылдамдығының мәні шығады:

$V= 29,9669$ г/м^2 ч.

Орал орман техникалық институты мамандары жұмыстарында сынақтық мәліметтерді ең аз көлемде пайдалану кезіндегі комплекс көмегімен бұл үрдістің ингибиторлауға арналған минералды шөгінділердің кристалдануының математикалық моделдеуін қол-дану мүмкіндігі көрсетілген. Кристалдау үрдісін суреттеу үшін алдында ұсынылған математикалық модель пайдаланылды. Оның негізгі ережелері :

1.G (c) кристалдаудың әр ортасының масса өсімінің жылдамдығы оның өлшемдеріне байланысты болмайды.

2.Дайын емес құрылымның жылдамдығы B (c,N) G (c) кристалдау орталық массасының өсім жылдамдығына және N кристалдаудың бар орталық санына тең.

3.Гомогендік дайын емес құрылым жылдамдығын сипаттайтын кристалдаудың алғашқы орталық сандары үрдіс кезеңінің басында көрінеді.?

4.Материалдық баланстарды теңестіру.

И.М. Губкин атындағы Мәскеу мұнай және газ институтында скважина жабдықтарын оның ішінде сораптық компрессорлық құбырларын қаптап оны ұзақ пайдалануға болатындығын болжап математикалық моделін жасады [97].

Нижневартов ғылыми-институтының және мұнай кәсіпшілігінің жобалау институтының мамандары белгілі бір тұрақты потенциялдың лездік мәнімен элементар бөліктердің тұтастығы сияқты металл бетін сәйкестеу негізіндегі математикалық моделдеу принципін ұсынды. Сутегі деполяризациясымен бейтарап еріткіште темірдің тоттану үрдісінің математикалық моделі тұрғызылды, ол металл бетінде тоттану өнімдері қалдығының түнбаларының қалыптасу ықтималдығын ескереді. Модель

элементар бөліктегі электрод реакциясының белсенділігі мен сипаты оның потенциялы мен жақын маңдағы потенциялдардың ара қатынасымен анықталады деген болжамға негізделеді. Тоттанудың кинетикалық қисықтары мен сынақ есептеулері жүргізілді, олардың қанағаттандыратын ұқсастықтары көрсетілді [98]. Сондай-ақ, көмірқышқылдық тоттану үрдісін моделдеу үшін басты жағдайлар сәйкестендірілетін материал бетін-де қорғаушы және катодты түнбаларды қалыптастыру болып табылады. Бұл кезде тоттану жылдамдығының бірнеше есе ұлғаю моделі мүмкін болады [99].

Осылайша қолда бар өндеулер негізінде СКҚ тоттануы мен түз жиналу үрдісін математикалық моделдеу кезіндегі негізгі заңдылықтарды атауға болады.

1. Металлдың сәйкестендіруші бетін белгілі бір тұрақты потенциялдың лездік мәнімен элементар бөліктердің тұтастығы сияқты қарастыру қажет. Элементар бөліктегі электрод реакциясының белсенділігі мен сипаты оның потенциялы мен жақын маңдағы потенциялдардың ара қатынасымен анықталады деп болжау керек.

2. Сутегі деполяризациясымен бейтарап ерітіндіде темірдің тоттану үрдісін математикалық моделін тұрғызу кезінде металл бетінде тоттану өнімдері мен түз тұнуының қалыптасу ықтималдығын есепке алу керек.

3. Тұнба қалыптасуының реакциялық моделдері бетке реакция компоненттері массасының ауысу кезеңі мен өнімнің шығарылуын есепке алу.

4. Әдетте дифференциалды теңестірудің күрделі жүйесінде қолданылатын жалпы және оңаша жердегі тоттануды математи-калық бейнелеу кезінде ондағы келтірілген өлшеусіз көлемді қолдану жолымен жасалады, олар электрод реакциясы мен масса ауысудың әр түрлі үрдістердің жылдамдығының ара қатынасын бағалауға мүмкіндік береді.

5. Дифференциал теңдеулердің күрделі жүйесін шешу қиын әрі мүмкін емес болғандықтан, мұндай теңдеулер дұрыс масштаб факторларын таңдау жолымен өлшемсіз пішін түрінде алынуы мүмкін, сонымен бірге дефференциялдар бір текті тәртіптің өлшемдері болады. Бұл жағдайда өлшеусіз топталған коэффи-циенттердің қатысты көлемін әрбір мүмкін болатын үрдістердің маңызымен анықталады. Объектінің геометриясына қатысты емес көлемдердің тиісті топтарының оңаша жердегі тоттануы үшін миграция мен диффузия, конвенция мен

диффузия, реакция беті мен масса ауысуының жылдамдық қатысына сәйкес.

6. Ұзақ жүктеме әсерінен конструкция элементінің бұзылу үрдісі ұзақ беріктіктің талдап қорытылған моделімен суреттеледі. Бұл модель әрекетті ортаның бар екенін ескереді.

7. Тоттану және тұз жиналумен күресудің қиыншылықтарын шешу кезінде жоғары тиімділікке қол жеткізу және осы үрдістердің дамуына бақылау жасау үшін деректер жинағын анағұрлым арттырып, оларды одан әрі өңдеу мен алынған нәтижелерді талдау қажет.

3.1. Пайдалану скважиналарынан және мұнай кәсіпшілік коммуникациясынан, сондай-ақ айдау скважиналарынан (теңіз суы) түсетін сұйықтар сынағын химиялық элементтік талдау

Көлемдік химиялық және фотометрлік әдістер арқылы Жетібай кен орнының су сынамасының құрамына талдау жүргізілді. Талдау нәтижелері көрсеткендей құбыр суын натрий-хлоркалыцилі суына жатқызуға болады, ол металл беттеріне тұнба жасауға бейім және жоғарғы тоттандыру әрекеттілігіне ие. Су құрамындағы өзгерістің ең көбі натрий ионында байқалады: 20-дан 40-қа дейін г/л. Суда темір иондары болған жоқ.

Мұнай сынамасын талдау физикалық және химиялық әдістермен орындалады. Мұнай жоғары парафиндікке жатады, 60°С кезіндегі оның құрамындағы парафин 24,1% құрайды, ал азот пен күкірт көлемі аз. 3.1 кестесінде мұнайдың химиялық құрамы мен физикалық көрсеткіші келтірілген.

Мұнайдың құрамы мен көрсеткіші

3.1 кесте

№ №	Көрсеткіштер	мәні
1.	Тығыздық 20°С-де ,г/см^3	0,825
2.	Құрғау температурасы	28° С
3.	Кокстену ,%	2,03
4.	Қышқылдық саны (1 г мұнайдың)	

№ №	Көрсеткіштер	мәні
5.	Құрамы %	0,08
6.	Силикагельді шайыр	
7.	Асфальтендер	17,0
8.	Парафин, 60° С-де	1,95
9.	Нафтенді қышқылдар	24,1
10.	Фенолдар	0,008
11.	Кьелдал бойынша азот	0,009
12.	Күкірттер	0,13
13.	Кинематикалық тұтқырлық 50°С-де	0,11 21,82
	Түстілердің шығуы,%	
	200° С-ге дейін	15,9
	350° С-ге дейін	40,2

3.2 Сорапты компрессорлы құбырдағы тұз тұнбаларының элементтік құрамын радиоактивтік талдау

Бір қатар жағдайларда ұзақ пайдалану үрдісінде мұнай өндіру кешенінің технологиялық жабдығында жоғарғы радионуклид жиынтығы бар тұнбалар пайда болады. Жиынтық пен радионуклид құрамын зерттеу осы зерттеудің негізгі мақсаты болды. Технологиялық жабдықтардағы тұнбалардан басқа тұнбаның шығу тегін шешуді анықтау үшін технологиялық циклдегі керн мен су сынағы зерттелді.

Зерттелетін үлгідегі радионуклидтерді анықтау әдісі жартылай өткізгіштікті гамма-спектрі бар гамма-спектрометрияға негізделген. Алғашқы сапалы өлшеулер көрсеткендей, тұнбалар құрамында тек табиғи радиоактивтік элементтер бар. Гамма-спектрлерде әдетте Чернобыль атом электростанциясы апатынан кейін қоршаған орта объектілерінде аз көлемде болуы цезий-137, кобальт-60, церия-144, сызықтары табылмады. Бұл жағдай радиоактивтік элементтердің жиналуы олардың табиғи сулардан отыруы нәтижесінен болатынын көрсетеді.

Жартылай-өткізгішті гамма-спектрометрия әдісімен табиғи радиоактивті элементтерді анықтау альфа-спектрометрия әдісімен салыстырғанда белгілі бір басымдыққа ие. Бұл

басымдық әдістің қарапайымдығына негізделген, өйткені элементтерді бөлуде өткізу радиохимиялық бөліністі қажет етпейді. Басқа жағынан алсақ, гамма-спектрлік талдауда радиоактивтік мүшелер қатарларының арасында радиоактивтік тепе-теңдік дәрежесін анықтау көп жағдайда мүмкін болмай қалады. Әсіресе, бұл уран-238(4n+2) радиоактивтілік қатарына жатады, қатар басында орналасатын болғандықтан ұзақ жасайтын изотоптар (уран-238, торий-234, протактиний-234, торий-230, радий-226) гамма-сызықты талдау жасау үшін толық қолайлы жағдайы жоқ. Радиоактивтік тепе-теңдік дәрежесін анықтау 186 кэв гамма сызықтарының, 235-ураннның және 238 уран қатарындағы нуклид сызықтары қатынасы бойынша орындалуы мүмкін. Бұл анықтаудың дәлдігі үлкен емес,(30-50%), бірақ көп жағдайда осы дәлдік жеткілікті.

Радиоактивті қатарда (4n) торий-232 бастапқы туындысынан басқа 6,7 жылдан аса (радий-228) жартылай құлдырау кезеңімен де жоқ болады. Бұдан басқа актиния-228 де қарқынды гамма-сызығының бар екенін аламыз қатардың басында және оның соңында орналасатын изотоптар арасындағы тепе-теңдіктің болуын айтарлықтай толық анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жағдайлар торий-228 ден кейін жүретін радий-228 бен нуклидтер арасындағы олардың болмауын немесе тепе-теңдігін анықтауға мүмкіндік береді, актини-228-дің жартылай құлдырауы мен торий-228 өнімдерінің құлдырауының қысқа кезеңі бірнеше күннің ішінде олардың туыстас нуклидтерімен радий-228 бен торий-228 радиоактивті тепе-теңдік құрамда болуына әкеп соқтырады. Радий,торий және өнімдердің химиялық қасиеттерінің әртүрлілігін есепке ала отыра тепе-теңдіктің бұзылуына әкеліп соғатын химиялық үрдістер туралы ұйғарымдар жасауға болады. Бірақ, радиоактивтік мүшелер қатарлары арасындағы радиоактивтік тепе-теңдіктің қозғалуы туралы дәл деректерді тек альфа-спектрометрді қолдану арқылы толық радиохимиялық талдау жасағаннан кейін алуға болады. Бұл талдау күрделі әрі қымбатқа түседі.

Бұл зерттеуде 80 см көлемді германий-литиевтік детекторлы және 1332 кэв кобальт-60 гамма-сызығына арналған 3 кэвті шешіммен жартылай өткізгіштікті гамма-спектрометрде өлшенді. Экспозиция уақыты кезінде ақпараттар көп арналы амплитудалық анализаторда жинақталады, өлшеулер аяқталғаннан кейін ақпараттар өңдеуге беріледі. Өңдеу бағдарламасы энергия мен фотопиктер алаңын табуға мүмкіндік берді. Гамма-сызықтардың талдамасына уран мен торийдің

радиоактивтік қатарларының жиі гамма-сәулелік сызықтары таңдалып алынды. Талдамалы гамма сызықтардың энергиясы мен квантты шығыстары 3.2 кестесінде көрсетілген.

Гамма-сызықтардың энергиясы мен квантты шығыстары

3.2 кесте

Нуклид	Е (кэв)	Квантты шығыс (%)
Торий қатары		
^{228}Ac	338	10,4
^{212}Pb	911 238	25,0 44,8
^{208}Tl	583	28,7
^{235}U	186	54
Уран-238 қатары		
^{214}Bi	609 1120 11764	48,4 16,8 16,6
^{214}Pb	295 352	20,1 16,8

Радионуклидтер құрамының сандық есебі тиісті фотопиктер, детектордың тіркелу тиімділігі, тиісті гамма-сызығының кванттық шығысы бойынша өткізілді. Бұдан басқа детектор-үлгі арақашық-тығымен салыстырылатын сызықтық өлшемі бар көздерді өлшеу кезінде үлгінің геометриялық өлшеміне түзетулер енгізу керек. Детекторды тіркеу тиімділігі үлгіленген стандартты гамма-көздері-нің белгілі әрекеттілігінің өлшемдерімен анықталды. 100-2000 кэв энергия аумағындағы қисық тиімділік мына теңдеумен бейне-ленеді:

$$\ln^{\varepsilon}=A-{}^{\beta}\ln E, \quad (3.2.1)$$

мұндағы ε- гамма-сәулесінің Е энергиясымен тіркелу тиімділігі, А және β - құрылым геометриясы мен детектор кристалының өлшеміне байланысты коэффициенттер. Әдетте (3.1) қатынасының орнына қарапайым қатынас пайдаланылады

$$\varepsilon_i=\varepsilon_0(E_0/E_i)^{\beta}, \qquad (3.2.2)$$

гамма-көздері E_i энергиясымен және кейбір "даулы" көздер E_0 гамма-квант энергиясы үшін екі тендеуді (3.1) шешу кезінде пайда болады. Берілген жұмыстағы даулы көздер үшін цезий-137 (Е=662 кэв) ε=0,00263, β=1,03 детектор-көздерінің арақашықтығы үшін 5см. Бұл нәтижелер осы сияқты детекторларға арналған әдебиеттермен сәйкес келеді.

Осылайша формула меншікті әрекеттілік есебі үшін мына түрде болады:

$$A = N\Omega/(t\varepsilon\eta m) \qquad (3.2.3)$$

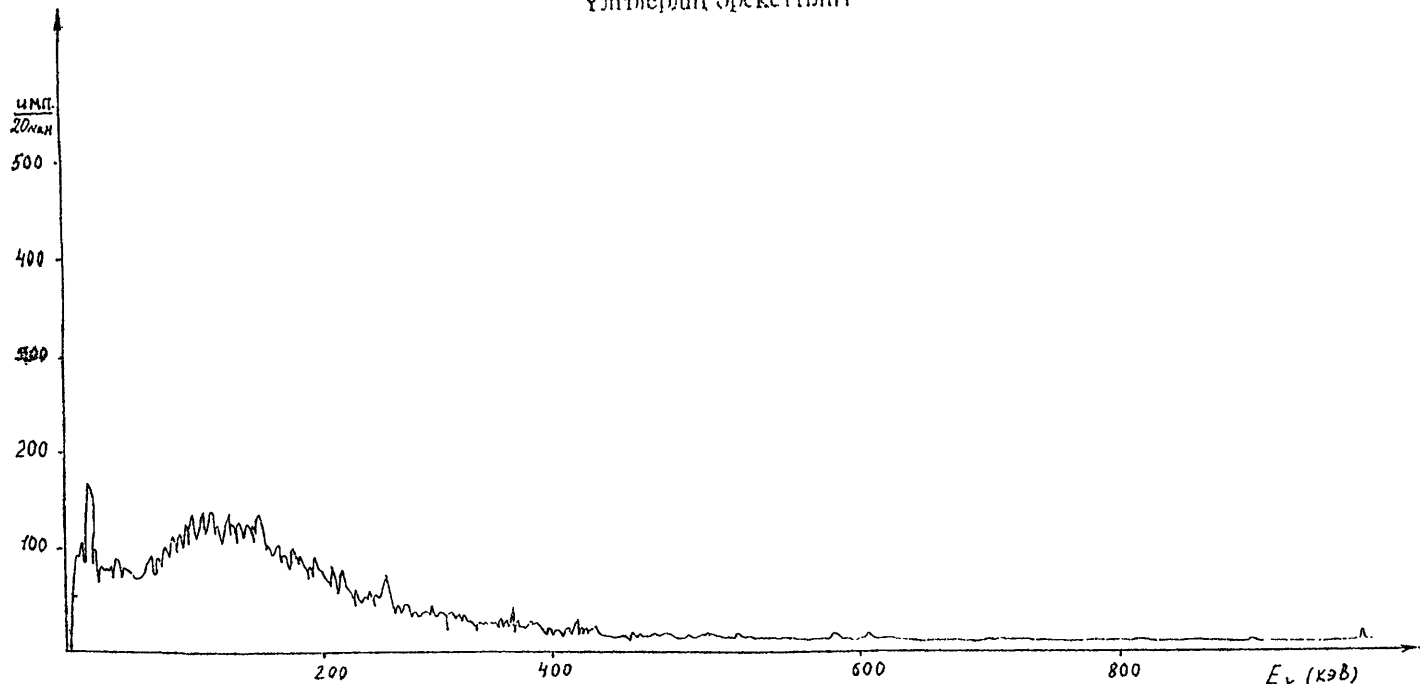
мұнда N- t өлшеу кезіндегі фотопикке тіркелген импульстер саны, ε және η- сәйкесті тиімділік пен квантты шығыс, Ω- үлгінің геометриялық өлшеміне түзету, m-үлгінің массасы.

Әрекеттілік массасының орнына құбыр кесінділерін өлшеу жағдайы үлгінің ұзындығына қатысты болды. Үлгінің геометрия-лық өлшемдеріне түзету күрделі және дөлдіксіз. Бұл созылған көздердің гамма-сәулесін тіркеу есебін теориялық қарау интеграл-дық түрге өкелуіне байланысты:

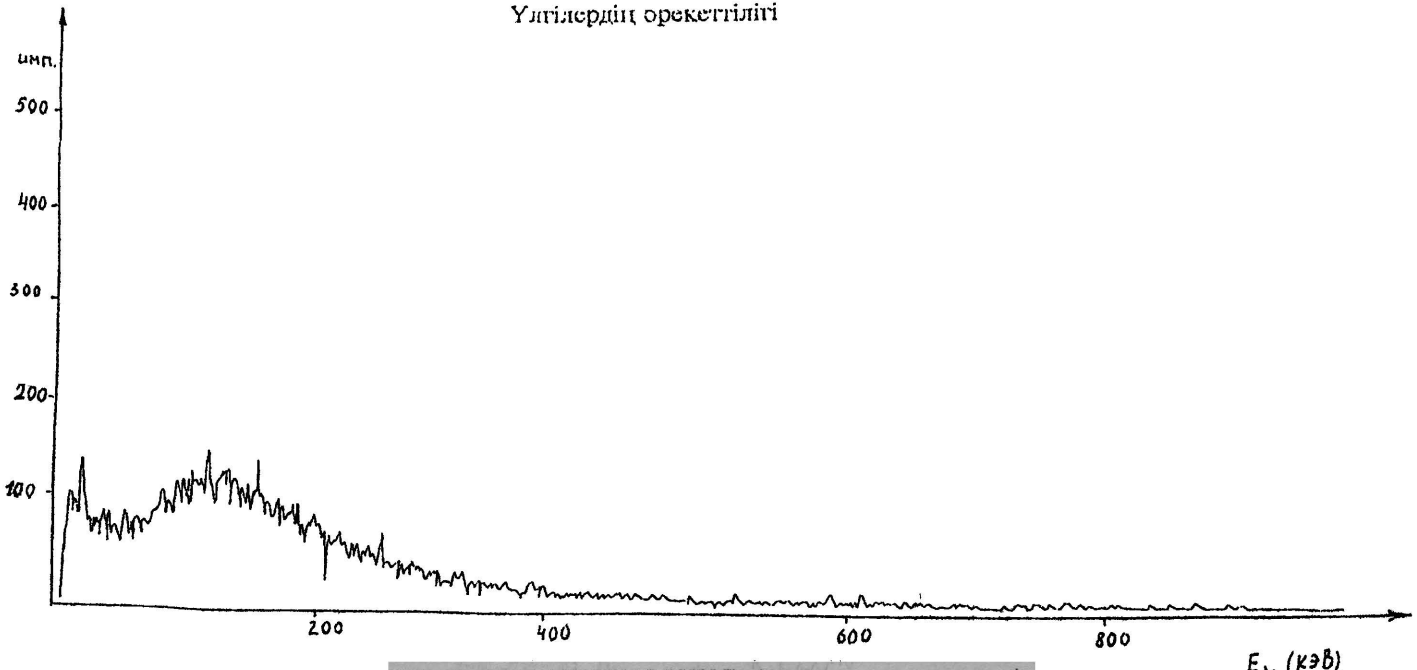
$$G = A\int_0^{\alpha}\frac{e^{-\mu x}}{h-x}dx, \qquad (3.2.4)$$

мұнда А,α,h-кейбір сынақ параметрлері, μ-үлгі материалындағы гамма-сәулесінің сызықты жұтылу коэффициенті.

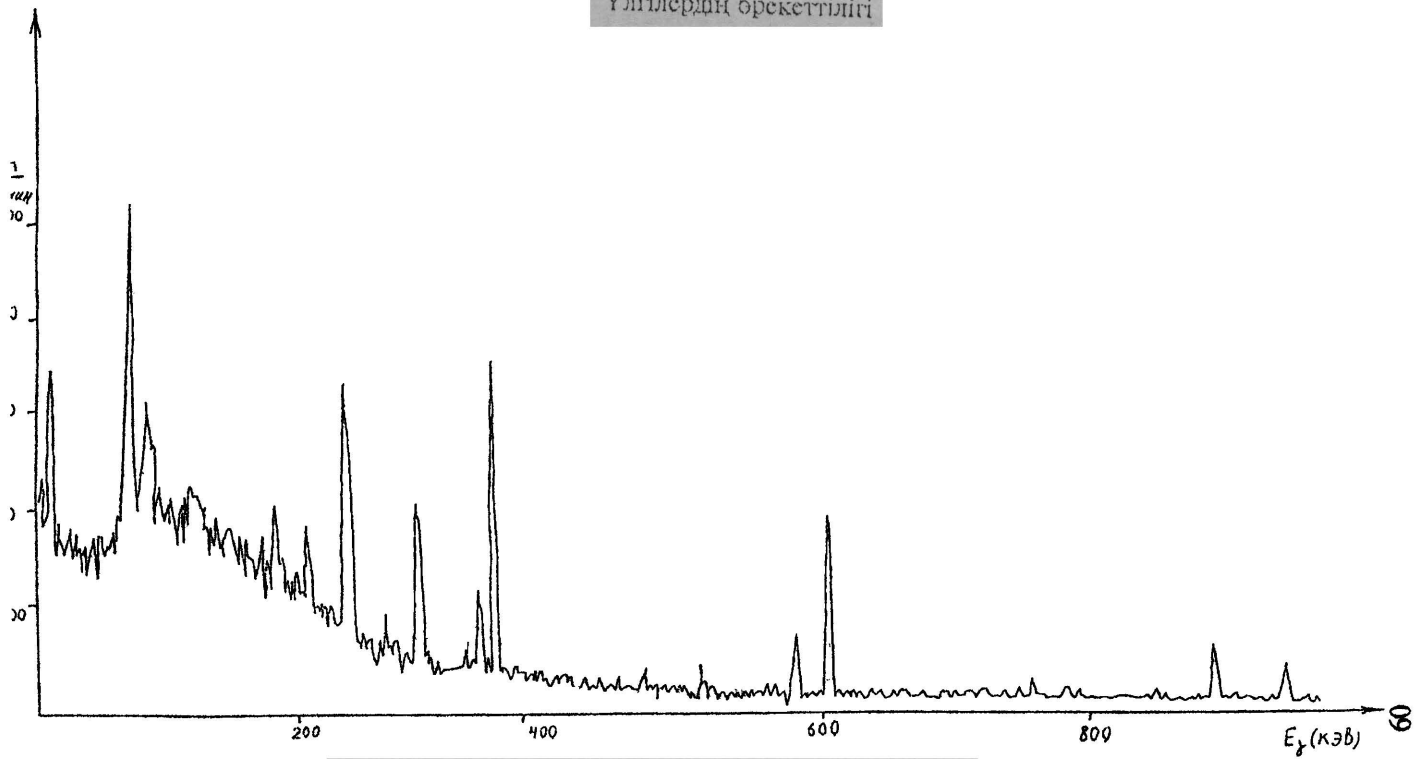
Әдетте μ-белгілі болған жағдайда сандық интегралдау әдісі қолданылады. Алайда желінің жұту коэффициенті мен күрделі геометриялық өлшемдер белгісіз болған жағдайда үлкен қиындықтар туындайды . Негізгі қиындық көптеген параметрлердің белгісіз болуымен байланысты. Теңестірілген түрлерді шешумен қатар бұлар мен байланысты моделдік сынақтар да жүргізілді. Бұл сынақтар нәтижесінде белгілі болғандай ең дұрысы екінші дәрежелі полиноммен экстратегістеу арқылы геометриялық



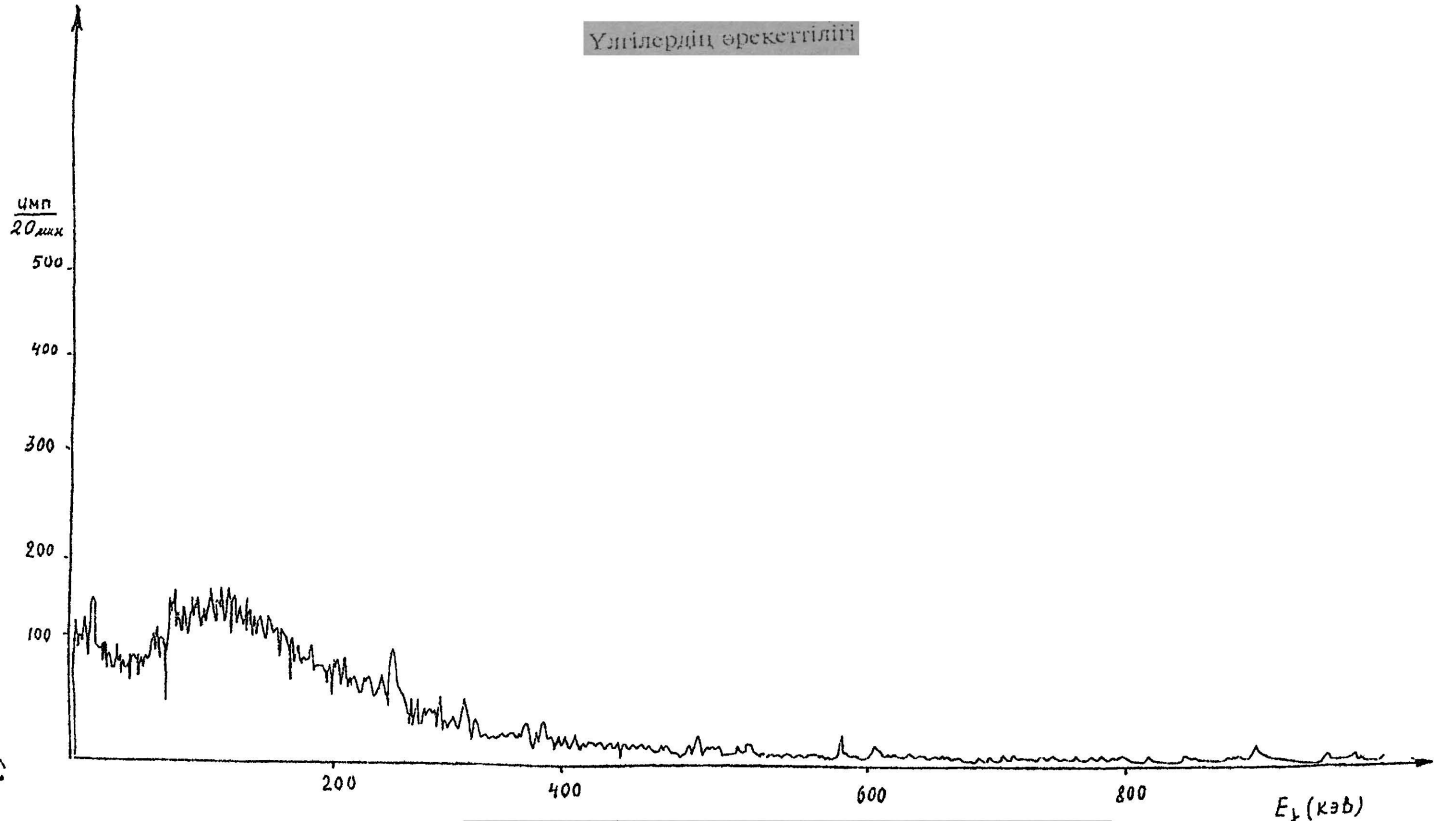
3.1. Сур Фонның гамма-спектрі



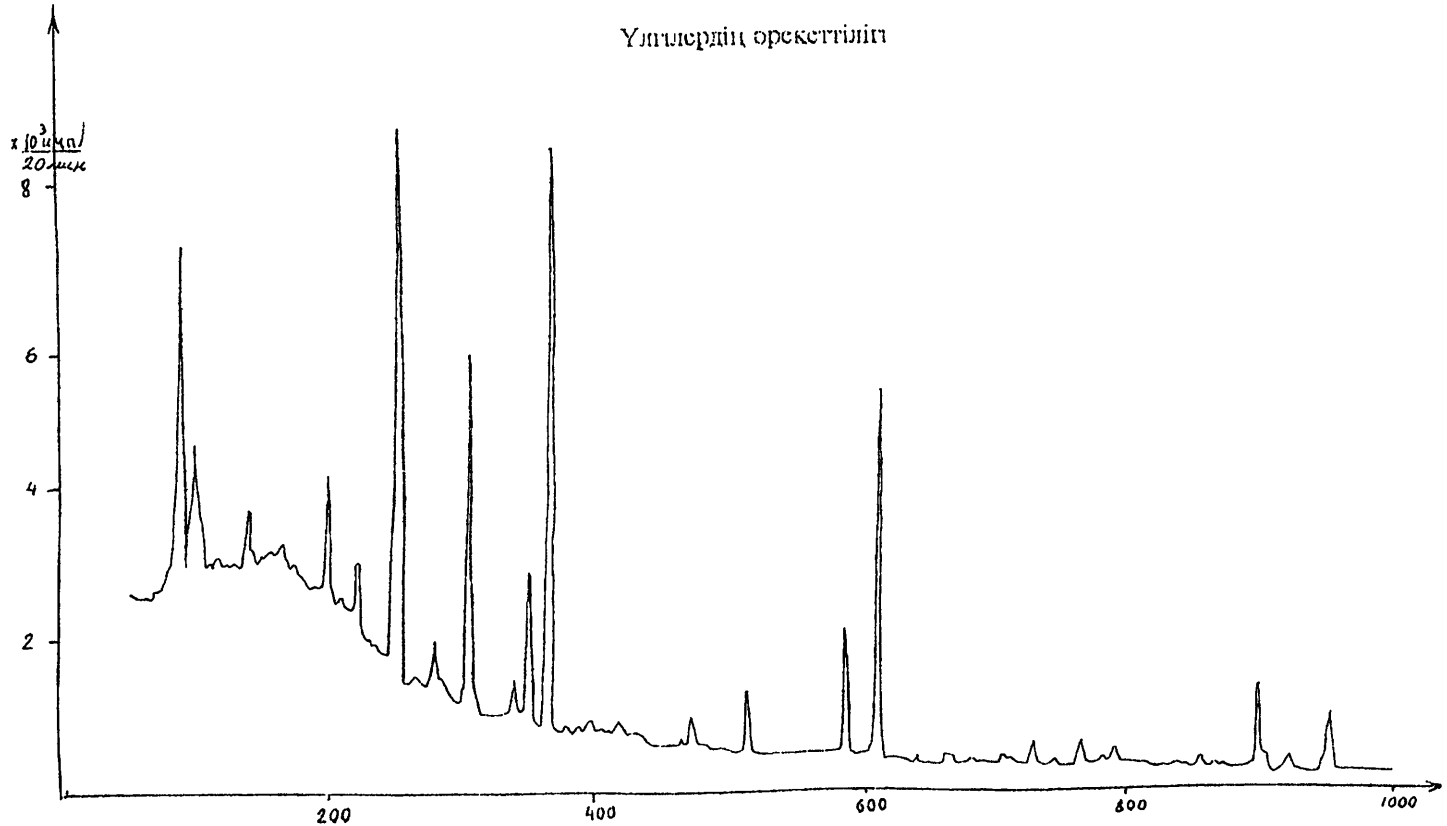
3.2. Сур. ЦПИД ЗБКИС-ті судың гамма-спектрі



3.3. Сур. ЦПТН РВС 2 -ті судың гамма-спектрі



3.4. Сур. (2380-2390) көрі үлгісінің гамма-спектрі



3.5 Сур. СКК 2 құбыр үлгісінің гамма-спектрі

өзгеріс енгізген жөн. 180-нен 1300 кэв энергиялы гамма-кванттар үшін теңестіру параметрлері гамма-сәулелену энергиясына онша көп қатысты болған жоқ, ал теңестіру мынадай түрде болды:

$$\Omega = \frac{1}{\left(5{,}65 - 1{,}071R + 0{,}0707R^2\right)} \qquad (3.2.5)$$

(4.4) формуласы бойынша есептер Беккерель/кг бірлігінде нәтиже береді. Масса - мг/г, мг/см бірлігіндегі радиоэлементтер құрамының есебі мына формула бойынша жасалуы мүмкін:

$$C = A\lambda M / N^0 \qquad (3.2.6)$$

мұнда С- элемент жиынтығы (уран немесе торий),
А- өрекеттілік,
λ - тұрақты төмендеу,
М- атом салмағы,
N_A- Авогадро саны.

3.3 және 3.4 кестелерінде өлшемелі үлгідегі уран мен торий жиынтығы келтірілген. Нәтижелер көрсеткендей құбырдан басқа зерттелген объектілердің бәрінде радиоэлементтер өдеттегіден артпайды.

Осылайша, құбырдың ішкі бетіндегі радиоактивті элементтер-мен біраз қанықтырылған тұнбалардың табылуы құрамында радиоэлементтер аз көп көлемдегі суды құбыр арқылы айдаған кезде болады.

3.1-3.5 суреттері үлгі түріндегі гамма-спектрдің түрленген көрінісін көрсетеді. Көрініп тұрғандай құбыр үлгісінің өрекеттілігі үлгінің барлық басқа түрлерінің өрекеттілігінен артықтау. Сондай-ақ суреттер өлшеу кезінде фонның аз екенін көрсетеді, ал бұл уақытта су немесе керн сияқты объектілердегі өрекеттік фонның деңгейінде болды. Бұл үлгідегі әртүрлі жағдайда өткізілген өлшемдер түнудан кейін көрсеткендей, негізгі радиоактивтілік құбырдың түбіне жинақталған ауыр фракция түрінде жиналады.

Құбырдағы радиоактивтілікті өлшеу нәтижелері

3.3 кесте

№№	Үлгі көрінісі	Уран құрамы Бк/см	мг/см	Торий құрамы Бк/см	мг/см
1.	НКТ 2 ЦПРС нефт. скв.	200	16	180	45
2.	НКТ 2 ЦПРС нефт. скв.	320	26	230	55
3.	НКТ 2 құбырлық база ЦПРС айдау скв.	210	17	140	34
4.	Айдау скважинасы	110	9	95	23
5.	НКТ	1150	93	410	100
6.	РВС 9 ЦППН	1,0 Бк/г	0,08 мг/г		

Судағы радиоактивтілікті өлшеу нәтижелері

3.4 кесте

№ №	Су сынағының көрінісі	Уран құрамы Бк/л	мг/л	Торий құрамы Бк/л	мг/л
1.	ЦППН РВС 2	1110	92	1700	46
2.	ЦППН РВС 2	4	$3{,}2\cdot10^{-2}$	0,1	$2{,}4\cdot10^{-2}$
3.	Шығару сорабындағы ЦППН бұралқы су	<1		<0,1	
4.	РВС 2 бұралқы су ЦППН	<1		<1	
5.	РВС 2 бұралқы су ЦППН	<1		<1	
6.	ЦППН РВС 2 құйылу	<1		<1	
7.	ЦППД БКНС бұралқы су	1	$2\cdot10^{-3}$	1	$2\cdot10^{-2}$

Кернді өлшеу оларда табиғи радиоактивті элементтердің жоғары жиынтығының жоқ екенін көрсетеді. 3.5 кестесінде ұсынылған керн үлгісінде уран мен торийді анықтау нәтижелері көрсетілген.

Керндегі радиоактивтілікті өлшеу нәтижелері

3.5 кесте

№№	Скважина нөмері,горизонт	концентрация,г/Т	
		уран	торий
1.	3218,2380-2390 м	7,1	3,3
2.	1013,1925-1852 м	<2	<1
3.	3213,2380-2390 м	<2	<2
4.	3218,2380-2390 м	<2	<2
5.	3369,2367-2376 м	<1	<2

Радиометриялық өлшеуден басқа құбырдың ішкі бетіндегі тұнба үлгісіне ренгендік флуоресценттік талдау жүргізілген. Бұл талдау тұнбаның темір мен барий тұздарынан және стронций мен кальций қоспаларынан тұратынын (сапалы) көрсетті.

3.3 Никель және мырышпен қапталған болат муфталарды тоттануға сынау

Гальваникалық қаптау машина бөлшектерін, сутығындық арматураларды, өткізгіш құбырларды және т.б. тоттанудан сақтау үшін кең қолданылады. Оның ішінде никель және мырышпен қаптау арзан әрі қол жетерлік материал болып табылады. Осыған байланысты бұрғылау құбырларынан кесіліп алынған болат үлгілердің тоттануына сынақ жүргізілді, оларға гальваникалық әдіс арқылы әртүрлі қалындықта никельді және мырышты қаптаулар жасалды. Үлгілердің өлшемі 1х2х0,5 см. болды және қаптау алдында механикалық қорғалып, майсыздандырылды, кептірілді және өлшенді. Қаптаулар гальваникалық ваннада тұрақты режимде жүргізілген. Қапталғаннан кейін үлгілер сумен жуылып, кептірілді және өлшенді. Тұрақты ток көзінің теріс полюсі болат үлгіге, ал оң полюсі (мырыш немесе никель) сәйкесті металлдың анодына жалғанды. Үлгіні қаптағаннан кейін сумен жуылып, кептіріліп өлшенді. Қаптау қалындығы үлгі салмағының өсуі бойынша анықталды. Қапталған және қапталмаған болат үлгілер 70° С температурада жетібай суында 10 тәулік бойы тоттануға

сыналды. Қапталған муфтамен байланыстағы құбырдың тоттануын бағалау үшін, никельмен немесе мырышпен қапталған үлгілермен байланыстағы қапталмаған болат үлгілердің тоттануы зерттелді. Тоттануға сынау нәтижелері 3.5 кестесінде келтірілген.

Жетібай суында үлгілердің тоттануы

3.6 кесте

№	Қапталған	Қалыңдық мкм	Қуыстылық шт/см	Тоттану, г/м^2 сағ қапталған үлгіде	байланысты үлгіде
1.	Қапталмаған	-	-	0,20	0,20
2.	Цинк	10	20	0	0,01
3.	Цинк	30	6	0	0,01
4.	Цинк	50	0	0	0,01
5.	Никель	10	12	0,10	0,29
6.	Никель	30	5	0,08	0,33
7.	Никель	50	0	0	0,33

Кестеде көрсетілгендей көріністің екі түрі де 5 мкм қалыңдықпен қапталған және қуыстық жоқ кезде үлгілерді толықтай тоттанудан қорғайды. Қаптау болмаған жағдайда тоттану көлемі едәуір жоғары, сағатына 0,2 г/м^2 болады. Аз қалыңдықты никельдік қаптаудың аздаған қуыстылығы болады, бұл қаптаудың қорғау қасиетін тез төмендетіп жібереді. Толық қорғаушылық тек қуыстылық мүлде болмаған жағдайда ғана мүмкін болады, бірақ практикада бұған қол жеткізу қиын. Оған қоса технологияның аздаған бұзылысы, шаңның ваннаға түсуі никельді қаптаудың қуыстылығына әкеліп соғады. Оған қоса кез - келген қуыстылықта немесе қуыстылық мүлде болмаған жағдайда никельмен қапталған үлгімен байланыстағы болат үлгінің тоттануы өсе түседі. Муфтаны никельдік қабатпен қаптау кезінде муфта мен құбырдың байланысқан тұсында тоттану күшейе түседі.

Айтылған кемшіліктерге никельдік қаптау кірмейді. Кезкелген қуыстылықта ол қапталған үлгілерді ғана емес, онымен байланыс-тағы болатты да қорғайды (яғни құбырды). Бұл тиімділік мырыш қаптауы толық бұзылғанға дейін сақталады, яғни қорғау әсерінің ұзақтығы мырыш қаптауының қалыңдығына байланысты болады. Мырыш қаптауының ең жоғарғы қалыңдығы бұл жағдайда муфта-ның құбырмен байланысындағы бұранда саңылауымен шектеледі.

Осылайша, мырышпен қаптау Жетібай суында жұмыс істейтін муфтаны қорғау үшін жартылай өндірістік сынаққа ұсынылуы мүмкін.

3.4 Тұз тұнбалары мен тоттану үрдістерінің сынақтық зерттелінуі

№№ 746, 919, 313, 461 мұнай скважиналарының шығару желілерінің сынақтық құбырларына тұз тұнбалары мен тоттану үрдістеріне табиғи бақылау жүргізілді. Тәжірибелік қондырғы үлгісі 3.6 суретте көрсетілген. Ұзындығы 0,6 м тәжірибелік құбырлар үлгісі сырмен ,эмальмен боялған, сондай-ақ салыстырмалы талдау үшін жай құбыр және металлқыш сүзгілі құбыр қондырылған.

Бұл тәжірибелік қондырғы № 746 скважинада 1990 ж. 10 мамырда, № 919 скважинада 1990 ж. 20 мамырда, №№ 313,461 скважиналарда 1991ж. наурызда орнатылған.

1991 жылдың 26 наурызында № 919 скважинадан тұнбаны химиялық талдау үшін тәжірибелік үлгілер алынған. Сынамалық құбырлардың кесінділері электрлі пісірмемен алынған, бұл қаптау мен тұнудың бұзылуына әкеліп соқты. Сондықтан 1991 жылы 10 шілдеде № 746 скважинадан сынақтық құбырлар алынды олардың кесінділері "Жетібаймұнай " МГӨБ-ның механикалық цехында жасалды. Сынақты құбырлар үлгілеріндегі тұнбалардың химиялық құрамы 3.7 кестеде көрсетілген. Құрам химиялық және физика-химиялық әдіспен анықталды. Тұнбалардың химиялық құрамы бойынша мәліметтері рентгенофазалық талдаумен алынған нәтижелерімен толықтай ұқсас болып шығады.

№ 1 ЗК үлгісі. Тұнба қалыңдығы 10-15 мм. $^{\alpha}$-FeO(OH), FeO(OH) сипатталатын желілер бар. $Si_4 O_{12} \cdot 6H_2O$, Ba_2NCl, $Ca(NO_2)_2$, желілері әлсіз көрінеді.

№ 1 үлгі (қарапайым). SiO_2 ,$CaCO_3$, $Fe(SO_4)_3 \bullet H_2O$ бар. Желілер біршама араласқан.

№ 2 үлгі (эмаль). Ішкі беттегі тұнба негізінен мұнай өнімдерінен тұрады. Эмальмен қапталмаған жерлерді тот басады. Рентгенограммада $Si_4O_2 \bullet 6H_2O$, α-FeO(OH) желісі шайылған.

№ 3 үлгі (металлқыш). Рентгенограмма рентгеноаморфенді түсіре алмады.

№ 4 үлгі (эмаль). Ішкі бетте тұз тұнбасы жоқ. Эмалды қаптау бұзылған жерлерді тот басады. Рентгенограмма № 2 үлгіге ұқсас.

№ 5 үлгі (бояу). Ішкі бетте тұз тұнбасы жоқ. Аздаған мұнай өнімінің қабаты. Рентгенограмма № 2 ,№ 4 үлгілеріне ұқсас.

№ 6 үлгі (бояу). Тұз тұнбасы жоқ. Бетінде мұнай өнімдерінің жұқа қабаты. Рентгенограмма № 2,4,5, рентгенограммаларына ұқсас, бірақ желілер жиірек көрінеді.

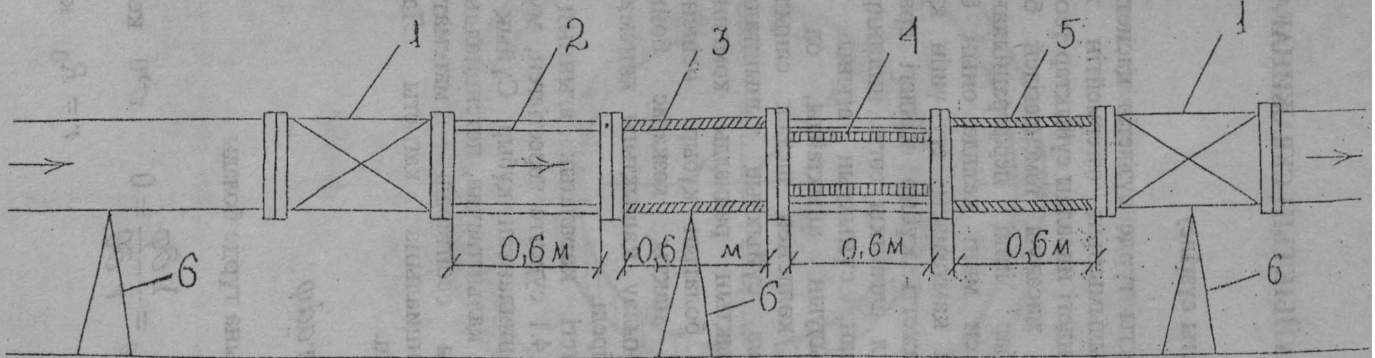
Тұнбаның химиялық құрамы

3.7 кесте

№	Үлгі нөмірлері	SiO_2	Fe общ.	CaO+MgO	SO_3	Ba	Мұнай	Прокаливание кезінде жоғалту
1.	1 ЗК	14,2	42,1	21,1	5,9	6,8	-	9,3
2.	1 қарапайым.	13,5	30,2	10,9	сл.	-	30,1	8,6
3.	2 эмаль			сл.	сл.	сл	43,1	10,2
4.	3 металлқыш	8,1		-	-	-	72,4	10,9
5.	4 эмаль	10,1	24,8	сл.	сл.	сл.	39,8	10,5
6.	5 бояу	8,3	30,3	сл.	Сл.	-	40,1	10,0
7.	6 бояу	8,3	30,6	1,3	0,6	1,5	40,3	9,5

СКВАЖИНАДАН 80м КАШЫКТЫҚТА

Тәжірибелік қондырғының үлгісі



1 - БЫСЫРМА. 2 - ҚАРАПАЙЫМ ҚҰБЫР.
3 - ТӘЖІРИБЕЛІК БОЯУМЕН БОЯЛҒАН ҚҰБЫР.
4 - СҰЗГІ. 5 - ТӘЖІРИБЕЛІК ЭМАЛЬМЕН БОЯЛҒАН.
6 - ТІРЕУШІ ТАБАН

3.6. сур.

СҮЗІЛЕТІН СҰЙЫҚТЫҢ СКВАЖИНАҒА ҚОЗҒАЛЫСЫ

4.1. Идеал сұйықты сүзгілеу

Сұйықтың тұрақты түрде сүзілетін қасиеті мен кеңістіктің жыныстық құрылымының өзгермейтін жағдайы кезінде фильтра-цияның міндеті идеалды сұйықтар теориясына тіреледі. Бұл тапсырманың жасалуы төмендегідей болады. Берілген саңылау саны бар ішкі перфорацияланған құбырдың радиусының берілген мәні кезінде оның барлық бетіндегі біртектес сүзгілеуді қамтамасыз ету үшін қуысты элементті орналастыруға қажетті құбыр өсіндегі ара қашықтықты анықтау керек. Бұл алғашқы сәтте цилиндрлік сұғындырма арқылы сығылмаған сұйықтың ағыны туралы сыртқы тапсырмалар қойылуын анықтайды, ол сұғындырманың тұрақты ағынның көлденең шелдік саңылаулары болады. Шексіздік бойынша сұйықтың тыныштала-тыны есептеле отырып, жылдамдықтың радиалды компаненттері бөлудің біртектестік эпюра болатын құбыр өсінен арақашықтығы анықталады. Бұл нақты көзқарас бойынша мұндағы перфорациялық саңылау қашықтығы кинематикалық ағынға әсер етпейтінін білдіреді.

Көлденең тіліктегі қаралатын ағынның схемасы мен координат жүйесі 4.1 суретте көрсетілген, мұндағы 1-қуысты құбыр, 2- перфорацияланған құбыр. Сұйық идеалды болып саналады. Қозғалыс қалыптасқан, потенциалды деп есептеледі. Есептеу аясындағы есептердің математикалық моделі жылдамдық потенциалына қатысты Лаплас тендеуін интегралдауға әкеледі.

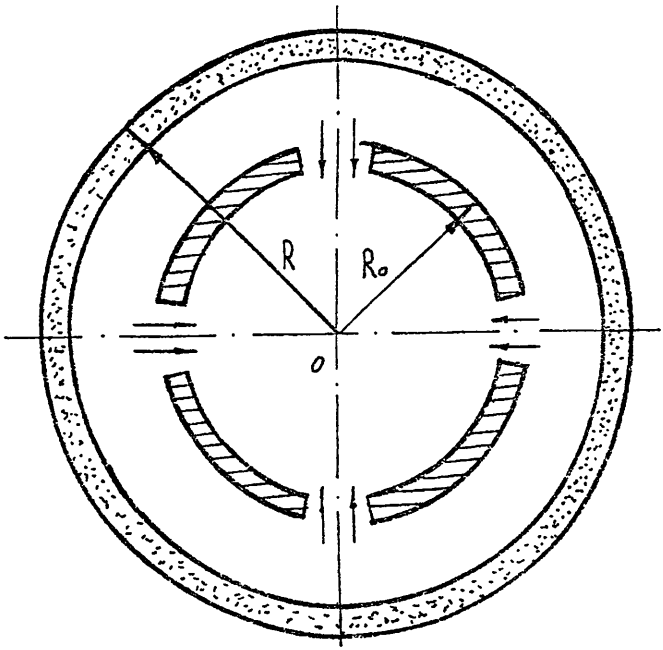
$$\nabla^2\varphi = 0, \overline{\vartheta} = grad\varphi \qquad (4.1.1)$$

Шектік жағдай мына түрде болады

$$\vartheta_r = \frac{\partial\varphi}{\partial r} = 0, \vartheta_\theta = \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\theta} = 0 \qquad r \to 0 \text{ кезінде} \qquad (4.1.2)$$

$$\vartheta_r = V(\theta), \qquad r = R_0 \text{ кезінде}$$

Көлденең тіліктегі ағынның үлгісі



4.1 сур.

мұнда $V(\theta)$ - берілген жылдамдық бағытының радиус бойынша таралуы.

θ - координаты қайталамалы координат болып табылады. Сондықтанда бұл шартты орындау үшін мынадай қайталамалы жағдайды ескеру қажет

$$\varphi(r,\theta) = \varphi(r,\theta + 2\pi) \qquad (4.1.3)$$

(4.1.1) теңдеуді шешу үшін, ауыстырмалы [49] әдісімен табылады

Егерде $\varphi(r,\theta) = R$

R(r) және θ(ө) арқылы, есептейтініміз

$$\frac{\frac{d}{dr}\left[r\frac{dR(r)}{dr}\right]}{rR(r)} + \frac{\frac{d^2}{d^2\theta}\theta(\theta)}{r^2\theta(\theta)} = 0;$$

$$\theta''(\theta) + \lambda^2\theta(\theta) = 0; \qquad (4.1.4)$$

$$r\frac{d}{dr}\left(r\frac{dR}{dr}\right) - \lambda^2 R = 0\ ; \qquad (4.1.5)$$

Басқаша шешімге келсек , θ(ө) үшін

$$\theta_K(\theta) = A_K \cos k\theta + B_K \sin k\theta \qquad (4.1.6)$$

(4.1.3) қанағаттандыратын шарт, тек қана

$$\lambda^2 = k^2, \text{ мұнда } k \text{ - бүтін сан.} \qquad (4.1.7)$$

болғанда ғана

Сонда (4.1.6) теңдеуінің шешімі мынадай түрде болады

$$R_K(r) = C_K r^K + D_K r^{-K},$$

$$R_0(r) = A_0 \ln r + B_0. \qquad (4.1.8)$$

Шешудің шексіздігіне байланысты $r \to \infty$, онда $C_k=0$ деп алып, оның үстіне жалпы шешпей-ақ $D_k=1$ алуға болады.

(4.1.1) берілген теңдеуінің түзу сызықты және біртекті болуын ескеріп, оның жалпы шешімін R_k, θ_k, R_o суперпозициялы арқылы көрсетуге болады

$$\varphi(r,\theta) = \sum_{\kappa=1}^{\infty} \left(A_K \cos k\theta + B_K \sin k\theta\right) r^{-K} + A_0 \ln r + B_0 \quad (4.1.9)$$

Жылдамдық компоненттері мынадай түр алады

$$\varphi(r,\theta) = -\sum_{K=1}^{\infty} k\left(A_K \cos k\theta - B_K \sin k\theta\right) r^{-K-1} + \frac{A_0}{r} \quad (4.1.10)$$

$$V_\theta(r,\theta) = \sum_{K=1}^{\infty} k\left(B_K \cos k\theta - A_K \sin k\theta\right) r^{-K-1} \quad (4.1.11)$$

Жасалған шектік есепті толассыз анықтау үшін A_k, B_k, A_o суммаларының коэффициентін табу қажет. Олар үшін белгілі бір шарттар бар (4.1.2)

$V(\theta)$ функциясы есебін төмендегідей қараумен шектелеміз:

$$V(\theta) = \begin{cases} V_o, \left(-\theta_o + \dfrac{2m_o\pi}{n}\right) \le \theta \le \left(\theta_o + \dfrac{2m\pi}{n}\right) \\ O, \left(\theta_o + \dfrac{2m\pi}{n}\right) \prec \theta \prec -\theta_o + \dfrac{2(m+1)\pi}{n} \end{cases} \quad (4.1.12)$$

Мұндағы V_o=const, n - цилиндр сұғындырмадағы бүйір тесіктердің саны, m= 0,1,....,(n-1).

2^π кезеңдік функцияны Фурье қатарына жатқызамыз [49]

$$V(\theta) = \frac{a_0}{2} + \sum_{K=1}^{\infty} \left(a_K \cos k\theta + в_K \sin k\theta\right)$$

(4.1.13)

мұнда $a_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} V(\theta)d\theta$ (4.1.14)

$$a_K = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} V(\theta)\cos k\theta d\theta, \qquad в_K = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} V(\theta)\sin k\theta d\theta$$

(4.1.2) -ден тең болу тиістігі шығады.

$$-\sum_{K=1}^{\infty} k\left|A_K \cos k\theta + B_K \sin k\theta\right| R_0^{-K-1} + \frac{A_0}{R_0} =$$
$$= \sum_{K=1}^{\infty}\left|a_K \cos k\theta + \%o_K \sin k\theta\right| + \frac{a_0}{2}$$

Қатарды сәйкесті теңестіруден мынадай байланыс табамыз

$$A_0 = \frac{R_0}{2}a_0,\ A_K = -\frac{R_0^{K+1}}{k}a_K, B_K = -\frac{R_0^{K+1}}{k}в_K, \quad (4.1.15)$$

Осылайша қаралатын есептің шешімі толық анықталды. A_o,A_k , B_k коэффициенттерін шығарамыз.

$$a_0 = \frac{2nV_0\theta_0}{\pi},\ a_K = \frac{2nV_0 \sin kn\theta_0}{kn\pi},\ \begin{matrix} в_K = 0, \\ k = 1,2,3,... \end{matrix} \quad (4.1.16)$$

n- бұл цилиндрлік сұғындырманың бүйір саңылауының жалпы санына сәйкес толық сан

Бұдан шығатын

$$\varphi(r,\theta) = \sum_{K=1}^{\infty} A_K \cos n\theta_K r^{-nk} + A_0 \ln r + \varphi_0; \quad (4.1.17)$$

$$\vartheta_r(r,\theta) = -\sum_{K=1}^{\infty} nkA_K \cos nk\theta\, r^{-nk-1} + \frac{A_0}{r}; \quad (4.1.18)$$

$$\vartheta_\theta(r,\theta) = -\sum_{K=1}^{\infty} nkA_K \sin nk\theta\, r^{-nk-1} \quad (4.1.19)$$

Алынған қатынастарды өлшемсіз түрде алып көреміз. Анықтауыш параметрлер ретінде перфорацияланған ішкі құбыр радиусы мен сүзгі бірлігіне келетін көлемдік секундтық шығын Q алынады. Сонда

$$\bar{r} = \frac{r}{R_0}, \qquad \overline{\vartheta_r} = \frac{R_0}{Q}\vartheta_r,$$

$$\overline{\vartheta_\theta} = \frac{R_0}{Q}\vartheta_\theta, \qquad \bar{\varphi} = \frac{\varphi}{Q},$$

мұнда $Q = R_0 V 2\pi\theta_0$

Осылайша,

$$\bar{\varphi}(\bar{r},\theta) = -\sum_{K=1}^{\infty} \frac{\sin kn\theta_0}{(kn)^2 \pi\theta_0} \cos kn\theta \bar{r}^{-kn} + \frac{1}{2}\ln\bar{r} + \overline{\varphi_0}; \qquad (4.1.20)$$

$$\overline{\vartheta_r}(\bar{r},\theta) = \sum_{K=1}^{\infty} \frac{\sin kn\theta_0}{kn\pi\theta_0} \cos kn\theta \bar{r}^{-kn-1} + \frac{1}{2\pi\bar{r}}; \qquad (4.1.21)$$

$$\overline{\vartheta_\theta}(\bar{r},\theta) = \sum_{K=1}^{\infty} \frac{\sin kn\theta_0}{kn\pi\theta_0} \sin kn\theta \bar{r}^{-nk-1} \qquad (4.1.22)$$

Ағынның кинематикалық мәселесі бізге басым қызығушылық тудыратын болғандықтан назар қатынас талдауына ауады (4.1.21)

(4.1.2)-(4.1.6) суреттерінде құбыр периметрі бойынша бір-бірінс бірдей қашықтықта орналасқан тесіктердің әртүрлі сандарына арналған r=1.0,1.2,..... қимасындағы радиалды жылдамдықтың $\overline{\vartheta_r}(\theta)$ таралуы көрсетілген.

Перфорацияланған құбырдан бөлінген соң жылдамдық кескіні бірте-бірте теңеседі, ал R қимасы, ондағы жылдамдық кескіні біртекті болады, перфорацияланған құбыр бағытына n ұлғаюымен қозғалады.

Төмендегі ескертулерді жасау қажет. 1м жұмыс жүрісі бар 55 мм сорапты сүзгінің таңдалған құрылымына қолданудың бір сору көлемі мынаған тең

$$V_{BC} = \pi\left(R_0^H\right)^2 \bullet 1м = 2{,}46 \bullet 10^{-3} м^3$$

Құбыр аралық кеңістіктің V көлемі мына формула бойынша анықталады

$$V = \left[\pi R^2 - \pi\left(R_0^H\right)^2\right] \bullet L,$$

Мұнда R_0^H -ішкі құбырдың сыртқы радиусы

R -сыртқы құбырдың ішкі радиусы

L -сүзгі ұзындығы.

Құрылғы талаптарына сәйкес құбыр аралық кеңістік көлемі бір реттік сору көлемінен 10 еседен кем емес мөлшерде болуы керек. Анықтамалық үшін

$$V = 20 \bullet V_{BC} = 4{,}93 \bullet 10^{-2} м^3$$

сонда $$R = \sqrt{\frac{V + \pi\left(R_0^H\right)L}{\pi\alpha}} = 5{,}16 \bullet 10^{-2} м$$

немесе

$$R = 1{,}6R_0^H$$

Оған қоса құрылғының қажетті қаттылығын сақтау үшін перфорацияның жалпы ауданы құбырдың бүйір бетінің жалпы ауданының 25%-не дейін құрау керек. Бұл қаралған жағдайға орай

$$S_{n\,эф} = 2R_0^H \sin\theta_0 Ln; S_{тр} = 2\pi R_0^H L;$$

$$S_{n\,эф} = 2 \bullet 0{,}33 \bullet \sin 10° \bullet 10 пм^2 = 1{,}15 \bullet 10^{-1} \bullet пм^2;$$

$$S_{тр} = 2 \bullet 3{,}14 \bullet 0{,}33 \bullet 10 м^2 = 2{,}07 м^2$$

жағдайынан

$$\varepsilon = \frac{S_{n\phi\phi}}{S_{mp}} \bullet 100\% \le 25\%$$

n=4 табамыз, бұл жағдайда $\varepsilon \approx$ 22% болады.

Осылайша, жұмыс жүрісі 1м, құбыр аралық кеңістік көлемі $V = 20V_{BC}$ болатын 56 мм сорапқа арналған перфорацияланған шек саны төртке, ал қуыстылық сұғындырмасының ішкі радиусы $r \approx 1{,}6R_0^H$ тең болуы мүмкін.

Келтірілген есептердің (4.4) нәтижелері көрсеткендей қуыстық сұғындырма жоқ болғанда да n=4 пен $\bar{r} = 1{,}6$ кезінде сүзілу жылдамдығының кескіні біртектес болады. Егер көрсетілген қашықтықта қуыстылық элементін орналастырса, онда жылдам-дық кескіні теңеседі.

4.2. Қуыстылық элементінің қарсылысу есебінен тұтқыр сұйықтың қозғалысы

Есептің нақты физикалық қойылымы төмендегідей. Тесілген ішкі құбырдың радиусы мен тесіктің саны белгілі болып, оның ішіне орналастыратын металлқыш сүзгінің өткізгіштік коэффициенті белгілі болғандағы оны ішкі құбырдың өзінен бір текті сүзілу бетін қамтамасыз етудегі қажетті ара қашықтықты табу керек.

Егерде сұйықтың тұтқырлығы өте жоғары деп алсақ ($R \le 1$) және тұрақты қозғалыстың математикалық моделі Стокс теңдеуін [62] құбыраралық кеңістікте қозғалуын интегралдауға әкеліп соғады:

$$\frac{\partial P}{\partial r} = \mu\left(\frac{\partial^2 \vartheta_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \vartheta_r}{\partial r} - \frac{\vartheta_r}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \vartheta_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial \vartheta_\theta}{\partial \theta}\right); \quad (4.2.1)$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial \theta} = \mu\left(\frac{\partial^2 \vartheta_\theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \vartheta_\theta}{\partial r} - \frac{\vartheta_\theta}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \vartheta_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial \vartheta_r}{\partial \theta}\right);$$

қуысты ортада

$$\frac{\partial P}{\partial r}=\mu\left(\frac{\partial^2\vartheta_r}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\vartheta_r}{\partial r}-\frac{\vartheta_r}{r^2}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\vartheta_r}{\partial\theta^2}-\frac{2}{r^2}\frac{\partial\vartheta_\theta}{\partial\theta}\right)-\frac{\mu}{k}\vartheta_r \quad 4.2.2)$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial\theta}=\mu\left(\frac{\partial^2\vartheta_\theta}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\vartheta_\theta}{\partial r}-\frac{\vartheta_\theta}{r^2}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\vartheta_\theta}{\partial\theta^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial\vartheta_r}{\partial\theta}\right)-\frac{\mu}{k}\vartheta_\theta$$

мұндағы k- өткізгіштік коэффициенті.

Бастапқы жақындасу кезінде, қуысты сұғындырманың қалың-дығы шексіздікке дейін жуылады деп есептейміз.

Жазылған жүйенің (4.2.1) және (4.2.2) жалпы шешімін табамыз.

(4.2.1) ауыспалы деп жазамыз ($_{\omega,\psi}$), мұнда $_{\omega}$ - жылдамдық құйыны, $_{\psi}$ - токтың функциясы:

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\omega}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\omega}{\partial\theta^2}=0;$$

(4.2.3)

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial\theta^2}=-\omega;$$

(4.2.4)

(4.2.3) және (4.2.4) теңдеулерінің жалпы шешімі мына түрге келеді

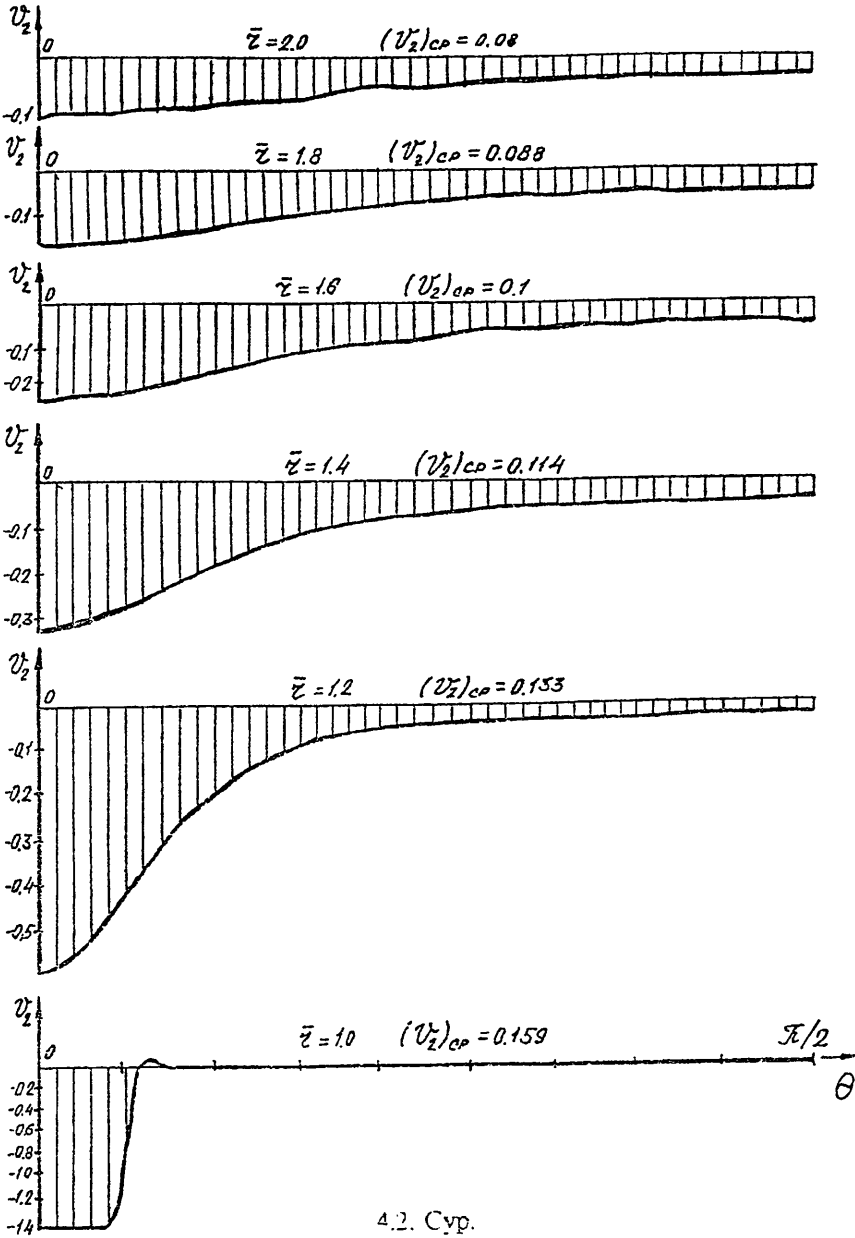
$$\omega(r,\theta)=\sum_{K=1}^{\infty}\left(A_K^I\cos k\theta+B_K^I\sin k\theta\right)\left(r^{-K}+D_K^I r^K\right)+A_0^I\ln r+B_0^I;$$

(4.2.5

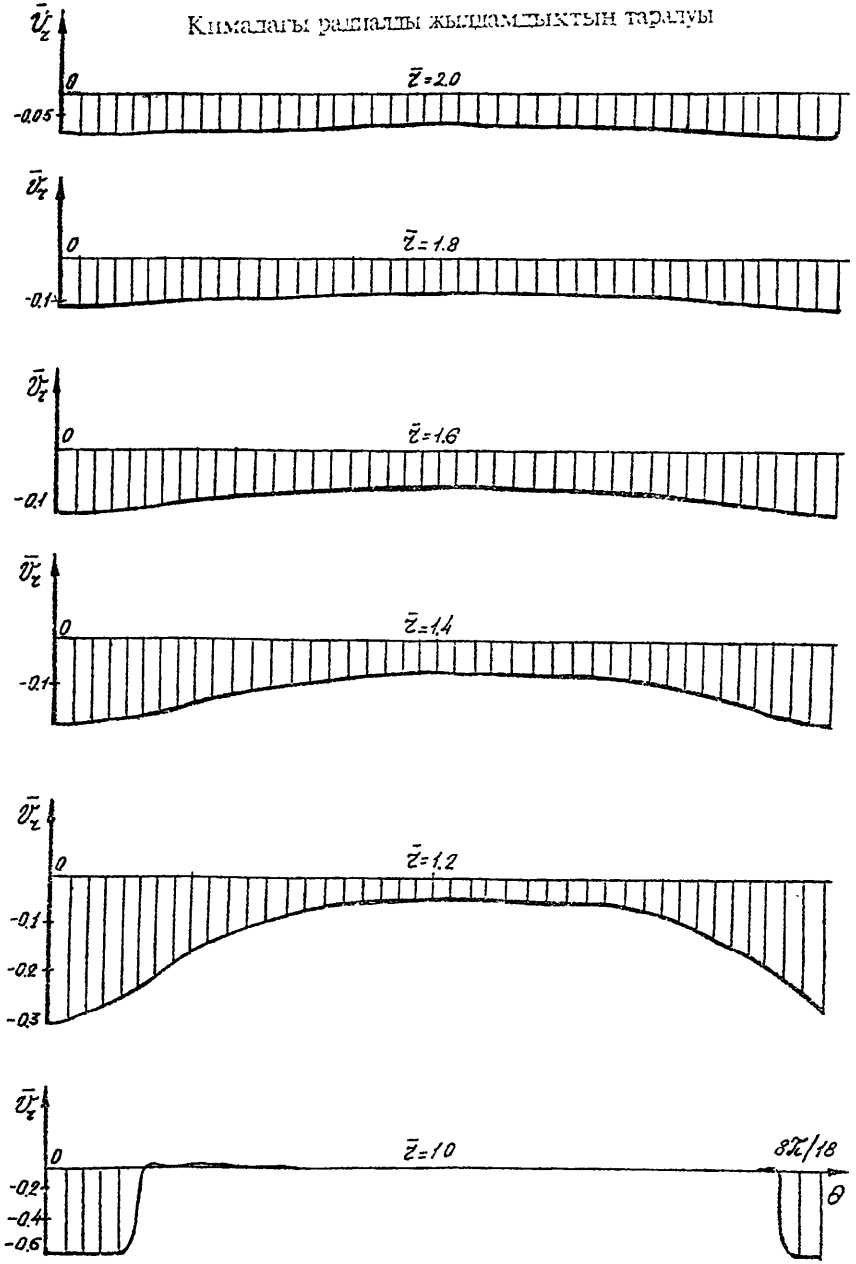
$$\psi(r,\theta)=\sum_{K=1}^{\infty}\left|f_K(r)\cos k\theta+\varphi_K(r)\sin k\theta\right|-\frac{A_0^I}{8}\left|2r^2\ln r-2r^2\right|-$$

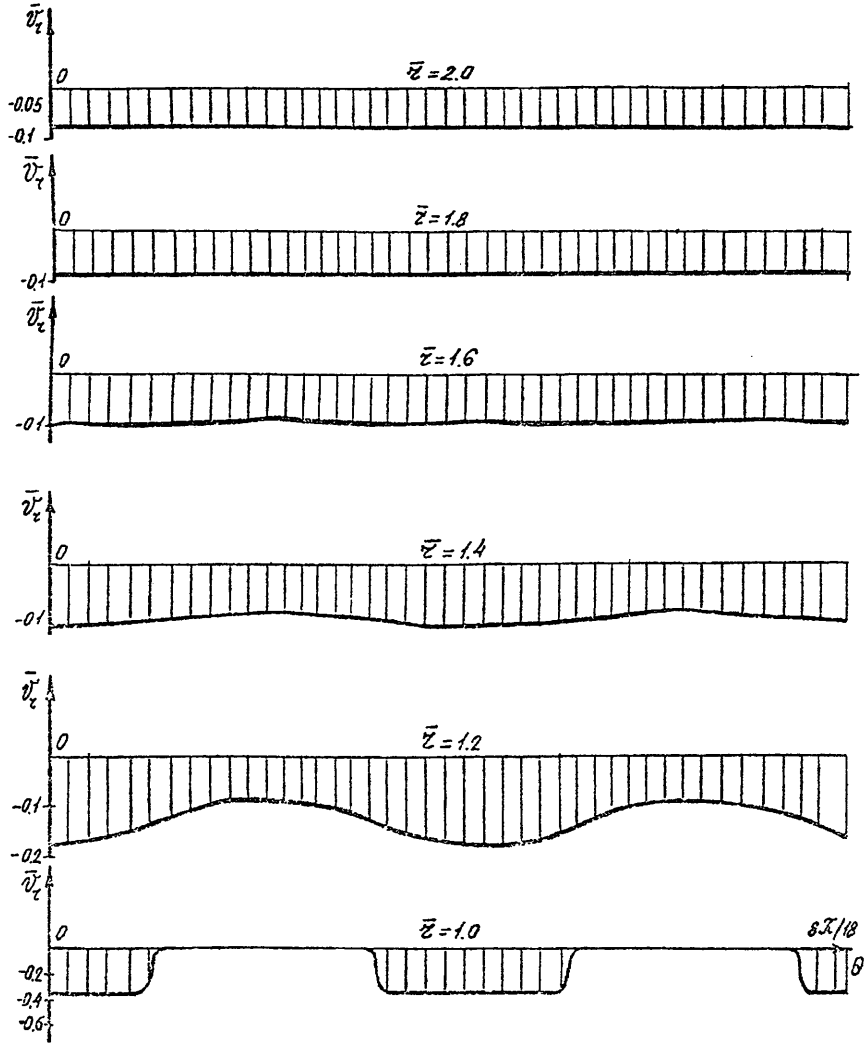
$$-\frac{B_0^I}{4}r^2+M^I\ln r+N^I\theta+\psi_0 \qquad (4.2.6)$$

мұнда

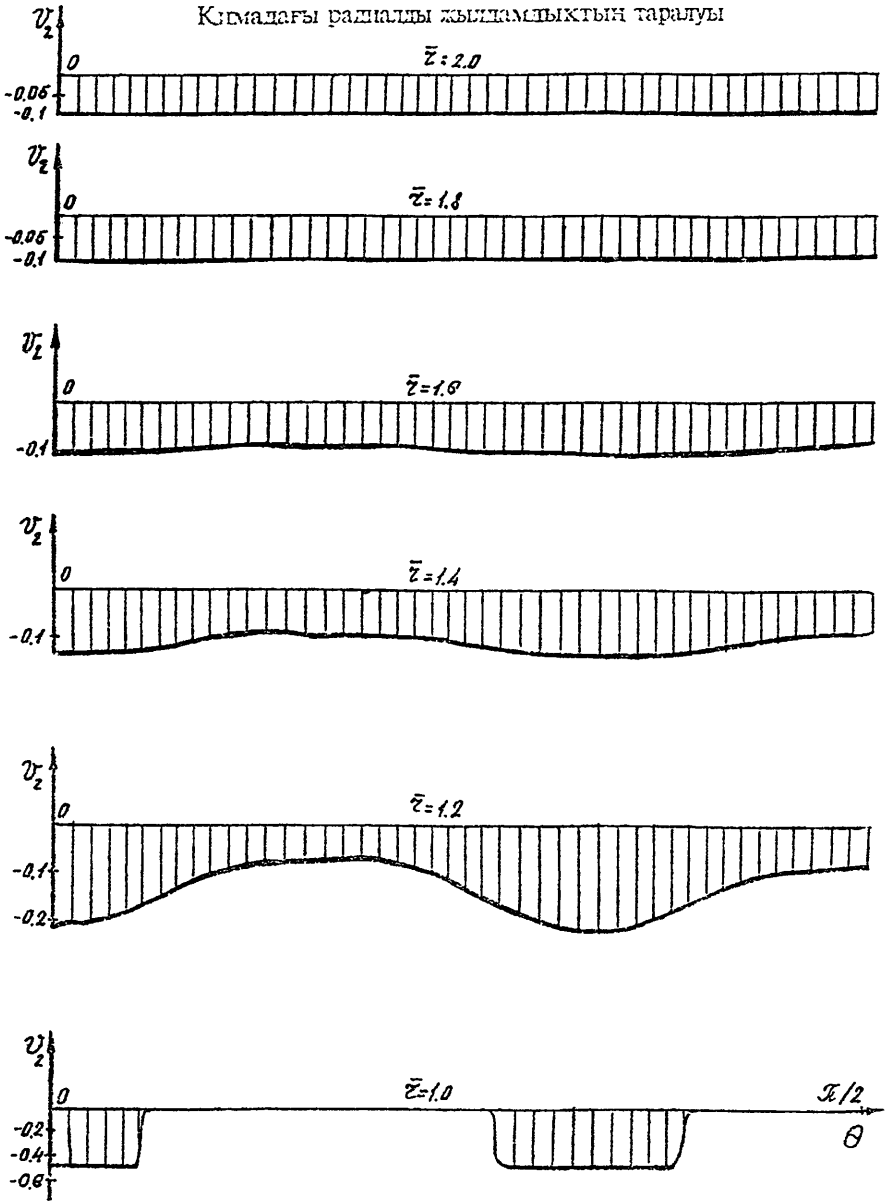

v_2
0
$\bar{r} = 2.0$
$(v_2)_{ср} = 0.08$
-0.1
$\bar{r} = 1.8$
$(v_2)_{ср} = 0.088$
$\bar{r} = 1.6$
$(v_2)_{ср} = 0.1$
-0.2
$\bar{r} = 1.4$
$(v_2)_{ср} = 0.114$
-0.3
$\bar{r} = 1.2$
$(v_2)_{ср} = 0.133$
-0.4
-0.5
$\bar{r} = 1.0$
$(v_2)_{ср} = 0.159$
$\pi/2$
θ
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
-1.2
-1.4

4.2. Сур.

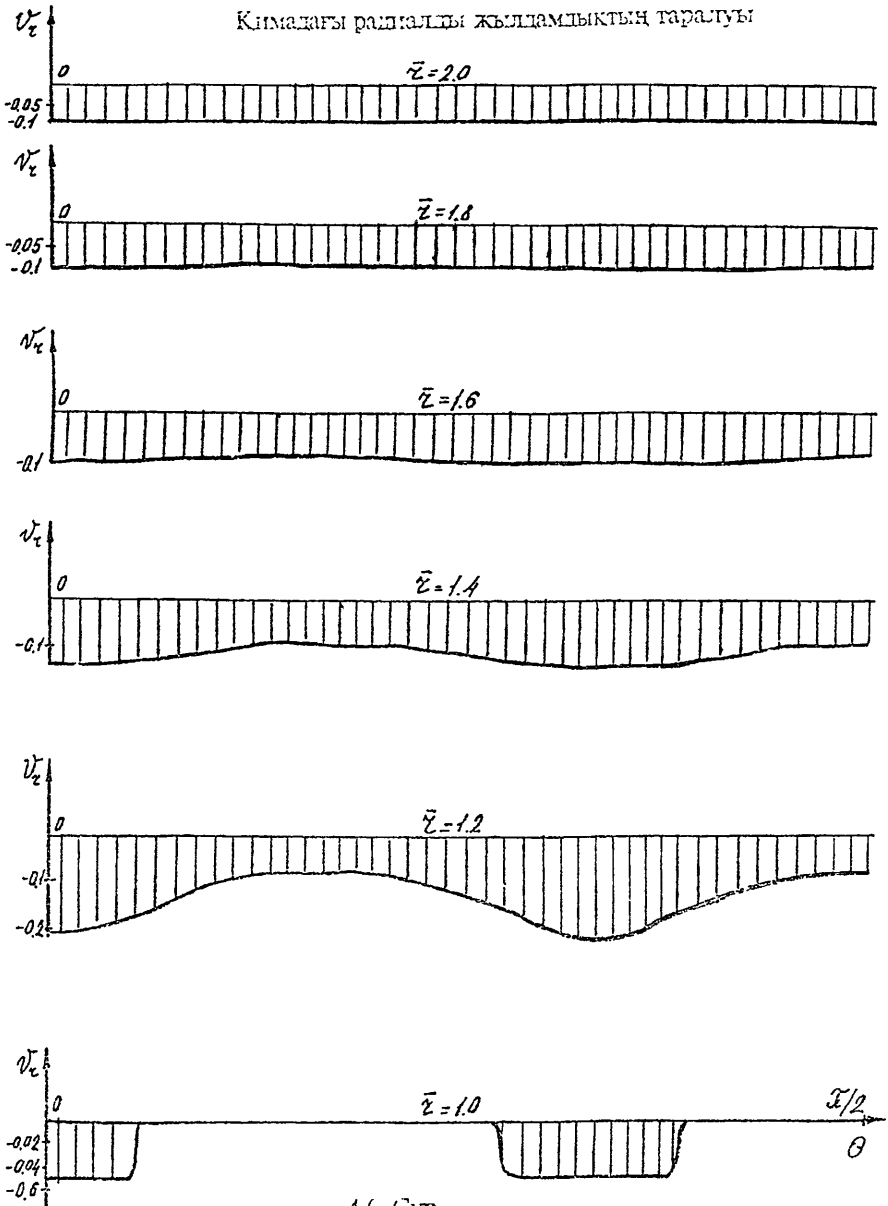

$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=2.0$
-0.05
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.8$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.6$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.4$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.2$
-0.1
-0.2
-0.3
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.0$
$8\pi/18$
θ
-0.2
-0.4
-0.6


$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=2.0$
-0.05
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.8$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.6$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.4$
-0.1
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.2$
-0.1
-0.2
$\bar{v}_r$
0
$\bar{r}=1.0$
$8\pi/18$
θ
-0.2
-0.4
-0.6

4 4. Сур.


Қимадағы радиалды жылдамдықтың таралуы
v_z
0
$\bar{r}=2.0$
-0.05
-0.1
v_z
0
$\bar{r}=1.8$
-0.05
-0.1
v_z
0
$\bar{r}=1.6$
-0.1
v_z
0
$\bar{r}=1.4$
-0.1
v_z
0
$\bar{r}=1.2$
-0.1
-0.2
v_z
0
$\bar{r}=1.0$
$\pi/2$
θ
-0.2
-0.4
-0.6

4.5. Сур.


v_r
0
$\bar{r}=2.0$
-0.05
-0.1
v_r
0
$\bar{r}=1.8$
-0.05
-0.1
v_r
0
$\bar{r}=1.6$
-0.1
v_r
0
$\bar{r}=1.4$
-0.1
v_r
0
$\bar{r}=1.2$
-0.1
-0.2
v_r
0
$\bar{r}=1.0$
$\pi/2$
θ
-0.02
-0.04
-0.6

46 Сур.

$$f_K(r)=\frac{A_K^I}{2k}\left[\frac{kr^{-K+2}}{2k-2}-\frac{D_K^I kr^{K+2}}{2k+2}\right]+C_K^I r^K+E_K^I r^{-K};$$

(4.2.7)

$$\varphi_K\left|r\right|=\frac{B_K^I}{2k}\left|\frac{kr^{-K+2}}{2k-2}-\frac{D_K^I kr^{K+2}}{2k+2}\right|+$$

$$+б_K^I r^K+L_K^I r^{-K},A_K^I,B_K^I,C_K^I,D_K^I,E_K^I,б_K^I,$$
$$L_K^I,M^I,N^I,\Psi_0-$$

- тұрақты интегралданады.

Сол сияқты (4.2.3) және (4.2.4) жүйесі (4.2.2) ауыспалы (ω,ψ) мына түрге келеді.

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\omega}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\omega}{\partial\theta^2}-\sigma\omega=0.,\sigma=\frac{1}{k}$$

(4.2.8)

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial\theta^2}=-\omega;$$

және жалпы шешімі

$$\omega(r,\theta)=\sum_{K=1}^{\infty}\left(A_K^{II}\cos k\theta+B_K^{II}\sin k\theta\right)\left[K_K\left(\sqrt{\sigma}k\right)+D_K^{II}I_K\left(\sqrt{\sigma}k\right)\right]+$$
$$+A_0^{II}\left[K_0\left(\sqrt{\sigma}r\right)+D_K^{II}I_0\left(\sqrt{\sigma}k\right)\right]$$

(4.2.9)

$$\psi(r,\theta)=\sum_{K=1}^{\infty}\left[\alpha_K(r)\cos k\theta+\beta_K(r)\sin k\theta\right]-A_0^{II}\ln r\int r\left[K_0(\sqrt{\sigma}2)+D_0^{II}I_0(\sqrt{\sigma}r)\right]dr+$$

$$+A_0^{II}\int rdr\left[K_0(\sqrt{\sigma}2)+D_0^{II}I_0(\sqrt{\sigma}r)\right]+M^{II}\ln r+N^{II}\theta+P^{II}$$

мұнда

$$\alpha_K(r)=\frac{A_K^{II}}{2k}\left\{K_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+K_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+D_K^{II}\left[I_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+I_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)\right]\right\}\frac{2}{\sqrt{\sigma}}+$$
$$+C_K^{II}r^K+E_K^{II}r^{-K};$$

(4.2.10)

$$\beta_K(r)=\frac{B_K^{II}}{2k}\left\{K_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+K_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+D_K^{II}\left[I_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+I_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)\right]\right\}\frac{2}{\sqrt{\sigma}}+$$
$$+Ж_K^{II}r^K+L_K^{II}r^{-K};$$

бұл жердегі $K_K\left(\sqrt{\sigma}r\right),I_K\left(\sqrt{\sigma}r\right)$ – Бесселдің I және II туындысының модифицияланған функциясы, $A_K^{II},B_K^{II},C_K^{II},D_K^{II},E_K^{II},Ж_K^{II},L_K^{II},M^{II},N^{II}$,P – тұрақты интегралдау.

Ток функциясының анықтамасы бойынша

$$\vartheta_r=\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial\theta};$$

Сонда (4.27),(4.28) және (4.30),(4.32) есепке алып радиал жылдамдықтың таралуын аламыз

$$\vartheta_r^I(r,\theta)=\frac{N^I}{r}+\sum_{K=1}^{\infty}\frac{k}{r}\left[\varphi_K(r)\cos k\theta-f_K(r)\sin k\theta\right];\quad (4.2.11)$$

құбыраралық аймақта және

$$\vartheta_r^{II}(r,\theta)=\frac{N^{II}}{r}+\sum_{K=1}^{\infty}\frac{k}{r}\left[\beta_K(r)\cos k\theta-\alpha_K(r)\sin k\theta\right];\quad (4.2.12)$$

қуысты ортада.

Белгісіз тұрақты интегралдауды есептеп табу үшін шекті шарттарды береміз

$$r=R_0,\qquad \vartheta_r^I(R_0),\theta=V(\theta)$$

$$r=R,\qquad \vartheta_r^I=\vartheta_r^{II},\frac{\partial\vartheta_r^I}{\partial r}=\frac{\partial\vartheta_r^{II}}{\partial r}-$$

екі орта шекарасындағы жылдамдықтардың кездесетін шарты

$$r=0,\qquad \vartheta_r^I=0,\qquad \vartheta_r^{II}=0,\qquad (4.2.13)$$

Жылдамдықтың таралуын $V(^{\theta})$, алдыңғы есептің шешімін тапқандай қылып қалдырамыз, яғни (4.1.12) түрінде.

(4.2.11), (4.2.12) және (4.1.13) салыстыра (4.1.16) есепке алғанда, ол мынаны көрсетеді

$$f_K(r)=\alpha_K(r)=0\qquad (4.2.14)$$

Оған қоса, (4.35) шекаралық шарттар төмендегіні талап етеді

$$D_K^I=Ж_K^I=D_K^{II}=Ж_K^{II}=0$$

Нөлдік өткізгіштік k=0 ($\sigma=\infty$) кезінде қуысты ортада сұйықтың жылжуы мүмкін емес, яғни $\vartheta_r^{II}\big|_{r\to\infty}=0$ Бұдан $K_k(\infty)=0$, қабылдау керек $L_K^{II}=0$

Осылайша ,

$$\vartheta_r^I(r,\theta)=\frac{N^I}{r}+\sum_{K=1}^{\infty}\frac{k}{r}\varphi_K(r)\cos k\theta; \qquad (4.2.15)$$

$$\vartheta_r^{II}(r,\theta)=\frac{N^{II}}{r}+\sum_{K=1}^{\infty}\frac{k}{r}\beta_K(r)\cos k\theta; \qquad (4.2.16)$$

$$\varphi_K(r)=\frac{B_K^I}{2(2k-2)}r^{-K+2}+L_K^I r^{-K}; \qquad (4.2.17)$$

$$\beta_K(r)=\frac{B_K^{II}}{2k}\left\{K_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)+K_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}r\right)\right\}\frac{r}{\sqrt{\sigma}}; \qquad (4.2.18)$$

Алғашқы үш шекаралық шарт (4.2.13) қалған белгісіз константтар B_k^I, B_k^{II}, L_k^I есептеп шығару үшін алгебралық теңдеулер жүйесін жазуға мүмкіндік береді.

$$B_K^I\frac{K}{2(k-1)}R_1^{-K+1}+L_K^I kR_1^{-K-1}=B_K^{II}\frac{1}{\sqrt{\sigma}}\left[K_{K-1}\left(\sqrt{\sigma}R_1\right)+K_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}R_1\right)+K_{K+1}\left(\sqrt{\sigma}R_0\right)\right];$$

(4.2.19)

$$-B_K^I\frac{K}{2}R_1^{-K}-L_K^I k(k+1)R_1^{-K-2}=-B_K^{II}\frac{1}{2}\left[K_{K-2}\left(\sqrt{\sigma}R_1\right)+2K_K\left(\sqrt{\sigma}R_1\right)+K_{K+2}\left(\sqrt{\sigma}R_1\right)\right];$$

(4.2.19) жүйесінің шешімі қиындықтар туғызбайды. Бұнда (4.1.16) қатынасымен анықталады.

Табылған мәндерді B_K^I, B_K^{II}, L_K^I (4.2.15) және (4.2.16) теңдеулеріне қоя отырып келесі теңдеуді шығарамыз

$$\varphi_K(\bar{r}) = a_K\left\{\frac{C_1}{z}(\bar{r})^{-K+1}(\bar{r}_1)^{-2} - \frac{C_2}{z}(\bar{r})^{-K-1}\right\};$$

(4.2.20)

$$\beta_K(\bar{r}) = -2a_K\frac{\Lambda_1(\bar{r})}{z}\bullet\frac{(\bar{r}_1)^{-K-2}}{\sqrt{\bar{\sigma}}},$$

мұнда,

$$\bar{r} = \frac{r}{R_0}, \quad \bar{r}_1 = \frac{R_1}{R_0}, \quad \bar{\sigma} = \sigma R_0^2,$$

$$\Lambda_1(\bar{r}) = K_{K-1}(\sqrt{\bar{\sigma}}\bar{r}) + K_{K+1}(\sqrt{\bar{\sigma}}\bar{r}),$$

$$\Lambda_2(\bar{r}) = \frac{1}{2}\left[K_{K-2}(\sqrt{\bar{\sigma}}\bar{r}) + 2K_K(\sqrt{\bar{\sigma}}\bar{r}) + K_{K+2}(\sqrt{\bar{\sigma}}\bar{r})\right]$$

$$C_1 = \Lambda_2(\bar{r}_1) - \frac{1}{\sqrt{\bar{\sigma}}}(k+1)\frac{\Lambda_1(\bar{r}_1)}{\bar{r}_1},$$

$$C_2 = \Lambda_2(\bar{r}_1) - \frac{1}{\sqrt{\bar{\sigma}}}(k-1)\frac{\Lambda_1(\bar{r}_1)}{\bar{r}_1},$$

$$z = \left[\frac{1}{(\bar{r}_1)^2} - 1\right]\Lambda_2(\bar{r}_1) + \frac{1}{\sqrt{\bar{\sigma}}}\left[\frac{k-1}{\bar{r}_1} - \frac{k+1}{(\bar{r}_1)^3}\right]\Lambda_1(\bar{r}_1).$$

Анықтаушы параметр ретінде және де сүзгінің ұзындық бірлігіне келетін көлемдік секундтық шығын Q қабылдаймыз

$$Q = R_0 V_0 2n\theta_0$$

Фильтрация жылдамдығын құрайтын радиалды таралу эпюрасы үшін өлшемсіз түрдегі соңғы формуланы аламыз

$$\vartheta_r^{(i)}\left(\bar{r},\theta\right)=\frac{1}{2\pi r}=+\sum_{K=1}^{\infty}\frac{kn}{r}\gamma_{kn}^{(i)}\left(\bar{r}\right)\cos kn\theta.,\quad i=1,2 \qquad (4.2.21)$$

$$\gamma_{kn}^{(1)}=\varphi_{kn}\left(\bar{r}\right);\qquad \gamma_{kn}^{(2)}=\beta_{kn}\left(\bar{r}\right); \qquad (4.2.22)$$

n-перфорацияланған тесіктер саны.

4.7 суретінде (4.2.21), (4.2.22) талдау шешімінен алынған сандық есеп нәтижелері келтірілген, көрініп тұрғандай σ параметрінің өте аз мәні кезінде де (қуысты элементтің жоғары өткізгіштігі кезінде) жылдамдық пішініндегі біртексіздік, қуысты сұғын-дырмасыз ағын үшін сипатталатын, металлқыш сүзгі жағынан қосымша кедергілер әсерінен тез өшеді. Радиалдық жылдамдық пішіні инженерлік көзқарас бойынша перфорацияланған құбыр мен қуысты сұғындырма арасындағы аз ғана саңылау кезінде тепе-теңдік жағдайға жетеді.

4.3 Сүзілетін сұйықтықтың остік симметриялы ағыны кезінде сүзгі бетінде қатты бөлшектердің отыруы

Тұрақты қысымдағы сұйықтың өстік симметриялы ағыны кезінде сүзгіде қатты бөлшектердің отыруы жағдайы қарастырылған.

Бұл кезде үздіксіздік теңдеуі мен Дарсидың қозғалыс заңы мына түрде болады:

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\rho u\right)+\frac{\partial m\rho}{\partial t}=0,\qquad u=-\frac{k}{\mu}\frac{\partial P}{\partial r} \qquad (4.3.1)$$

Сүзгінің ішкі радиусын r_c, ал сыртқы радиусын $r_ф$ -деп белгілейміз.

Бұл шекарадағы қысымдарды P_c, $P_ф$ -деп белгілейміз. Өспелі отырудың қалыңдығын $\delta(t)$-деп белгілейміз, сәйкесті сыртқы шекарасымен r_{oc} , ондағы ұсталатын тұрақты қысым P_o. Осыған сәйкес $\delta(t)= r_{oc}- r_ф$ тұнбасында қысымның толық құлауы $P_c- P_ф(t)$ тең, ал қабырға қалыңдығы $r_ф-r_c$ сүзгісінде қысымның толық құлауы $P_ф-P_c$ тең.

Осындай белгіленген мәндердегі сүзгі мен тұнбадағы шектік жағдайды мына түрде жазамыз.

$$P = P_C, \qquad r = r_C$$

$$P = P_\phi(t), \qquad r = r_\phi$$

$$P = P_0, \qquad r = r_\infty(t) \tag{4.3.2}$$

$$(r\rho u)_{r\phi-0} = (r\rho u)_{r\phi+0} \tag{4.3.3}$$

Сұйықтың сығымдылығын ескермей, қабылдаймыз

$$\rho = const \tag{4.3.4}$$

Сүзгі үшін:

$$K = K_\phi = const, \qquad m = m_\phi = const. \tag{4.3.5}$$

(4.3.4), (4.3.5) ескере отырып (4.3.1) теңдеуі мына түрде болады:

$$\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial P}{\partial r}\right) = 0, \qquad r_c \prec r \le r_\phi \tag{4.3.6}$$

(4.3.6) теңдеуінің жалпы шешімі мына түрде болады:

$$P = C_1 \ln r + C_2 \tag{4.3.7}$$

(4.3.2) теңдеуін қолдана отырып, табамыз:

$$C_1 = \frac{P_\phi - P_c}{\ln\left(\frac{r_\phi}{r_c}\right)}, \qquad C_2 = \frac{P_c \ln r_\phi - P_\phi \ln r_c}{\ln\left(\frac{r_\phi}{r_c}\right)}, \tag{4.3.8}$$

Нәтижесінде (4.3.7) теңдеуі мына түрде болады:

$$P = P_C + \left(P_\phi - P_0\right)\frac{\ln\left(r/r_C\right)}{\ln\left(r_\phi/r_C\right)}, \quad r_C < r \le r_\phi \qquad (4.3.9)$$

Мұнда P_Φ, t-ға байланысты және анықтауға жатады.
Тұнба үшін және де жазық параллелді ағын жағдайында

$$K = K_{OC}\ ,\ m = m_{OC} \qquad (4.3.10)$$

Тұнба қабатындағы тек қана жалпы құлауына тәуелді деп есептеуге болады, яғни $P_0 - P_\phi(t)$

Тұнба қабаты үшін мынаны ескеріп

$$m_{OC} = m_{OC}\left(P_0 - P_\phi(t)\right) \qquad (4.3.11)$$

(4.3.1) теңдеуі мына түрге келеді

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{K_{OC}}{\mu}\frac{\partial P}{\partial t}\right) = \frac{\partial m_{OC}}{\partial t} \qquad (4.3.12)$$

Себебі k_{oc} және m_{oc} r-дан тәуелсіз болғандықтан, r- бойынша (4.3.12) теңдеуін интегралдай отырып, мынаны аламыз:

$$\frac{\text{ж}_{\text{м}_\text{п}}}{\mu}\ P = \frac{1}{4}\frac{\partial m_{OC}}{\partial t}\ r^2 + \bar{C}_1 \ln r + \bar{C}_2 \quad , \quad r_{\text{тм}} < r \le r_{OC} \qquad (4.3.13)$$

Тиісті шарттардан (4.3.2) табамыз

$$\overline{C_1} = \frac{\frac{K_{OC}}{\mu}\left(P_0 - P_\phi\right) - \frac{1}{4}\frac{\partial m_{OC}}{\partial t}\left(r_{OC}^2 - r_\phi^2\right)}{\ln\left(r_{OC}/r_\phi\right)},$$

$$\overline{C_2} = \frac{\frac{K_{OC}}{\mu}\left(P_\phi \ln r_{OC} - P_0 \ln r_\phi\right) - \frac{1}{4}\frac{\partial m_{OC}}{\partial t}\left(r_\phi^2 \ln r_{OC} - r_{OC}^2 \ln r_\phi\right)}{\ln\left(r_{OC}/r_\phi\right)}$$

(4.3.13) теңдеуіне $\overline{C}_1$, $\overline{C}_2$ қоя отырып мынаны аламыз:

$$P = \left[\left(P_0 - P_\phi\right) - M\left(r_{OC}^2 - r_\phi^2\right)\right]\frac{\ln\left(r/r_\phi\right)}{\ln\left(r_{OC}/r_\phi\right)} + M\left(r^2 - r_\phi^2\right) + P_\phi \ldots, r_\phi \prec r \prec r_{OC}$$

(4.3.14)

мұнда:

$$M = \frac{\mu}{4K_{OC}}\frac{\partial m_{OC}}{\partial t} \qquad (4.3.15)$$

Сүзгідегі сұйық қысымының өзгерісін анықтау үшін сүзгінің түнбамен шекарасындағы үздіксіздік (4.3.3) шартын пайдаланамыз. Бұл шарт (4.3.1) ескеріп мына түрге келеді

$$K_\phi \left.\frac{\partial P}{\partial r}\right|_{r_\phi - 0} = K_{OC} \left.\frac{\partial P}{\partial r}\right|_{r_\phi + 0} \qquad (4.3.16)$$

(4.3.16) теңдеуінің сол жағына (4.3.9)-ін, ал оң жағына (4.3.14)-ін қоямыз. Қарапайым қайта өңдеу нәтижесінде r_{oc} -ға тәуелді P_ϕ -ға арналған түсіндірмені аламыз, яғни:

$$P_{\phi} = \frac{\left[P_0 - M\left(r_{OC}^2 - r_{\phi}^2\right)\right]\frac{k_{OC}}{k_{\phi}}\ln\frac{r_{\phi}}{r_C} + \left[P_C + 2Mr_{\phi}^2\frac{k_{OC}}{k_{\phi}}\ln\frac{r_{\phi}}{r_C}\right]\ln\frac{r_{OC}}{r_{\phi}}}{\left(k_{OC}/k_{\phi}\right)\ln\left(r_{\phi}/r_C\right) + \ln\left(r_{OC}/r_{\phi}\right)} \qquad (4.3.17)$$

Одан әрі сүзгі арқылы өткен сұйықтың мөлшеріне байланысты r_{oc} өзгеріс заңын анықтаймыз. Сүзгідегі h_{Φ}-биіктікті тұнба көлемі сүзгі арқылы өткен сұйық мөлшеріне Q пропорционал , яғни:

$$2_{\pi}(r_{oc}-r_{\Phi})h_{\Phi} = Vf\,(P_{\Phi})\,Qh_{\Phi}. \qquad (4.3.18)$$

мұнда V , $f(P_{\Phi})$- сұйықтың сорылу коэффициенті және тұнбаның сығылу функциясы екенін еске саламыз.

Себебі

$$Q = -\int_0^t udt,$$

онда (4.3.1)-ін ескере отырып және (4.3.9)-ін пайдаланып мынаны аламыз:

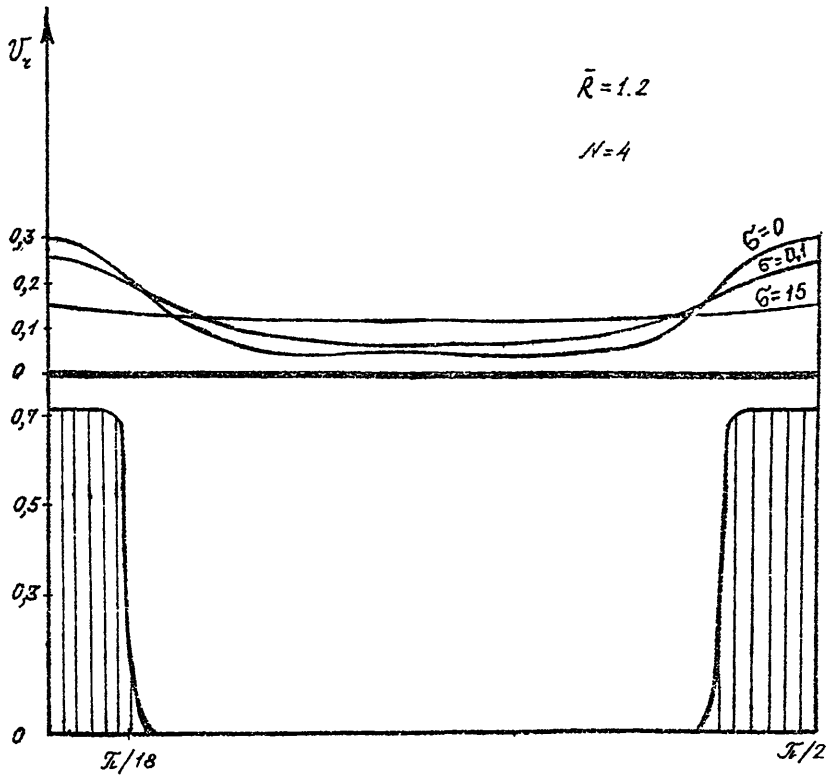
$$Q = \frac{2\pi k_{\phi}}{\mu\ln\left(r_{\phi}/r_C\right)}\int_0^t\left(P_{\phi} - P_C\right)dt \qquad (4.3.19)$$

(4.3.19) теңдеуін (4.3.18) теңдеуіне қоя отырып, аламыз

$$\frac{\mu\ln\left(r_{\phi}/r_C\right)}{K_{\phi}\vartheta f\left(P_{\phi}\right)}\left(r_{OC} - r_{\phi}\right) = \int_0^t\left(P_{\phi} - P_C\right)dt \qquad (4.3.20)$$

t-бойынша (4.3.20)-теңдеуін дифференциалдап және ауыспалыны бөле отырып, аламыз

Қуысты конденсатты перфорацияланған құбыр үшін радиалды жылдамдықтың профилі



4.7. Сур.

$$dt = \frac{\mu \ln\left(r_\phi / r_C\right)}{K_\phi \vartheta \left(P_\phi - P_C\right)} \frac{d}{dr}\left(\frac{r_{OC} - r_\phi}{f\left(P_\phi\right)}\right) dr_{OC} \qquad (4.3.21)$$

(4.3.21) теңдеуінің сол жақ бөлігін r_ϕ-тан r_o бойынша ,ал оң жағын о-ден t-бойынша интегралдай отырып, (4.3.17) ескеріп мынаны аламыз

$$t = \frac{\mu \ln \frac{r_\phi}{r_C}}{\vartheta K_\phi} \int_{r_\phi}^{r_{OC}} \frac{1}{P_\phi - P_C} \frac{d}{dr_{OC}}\left(\frac{r_{OC} - r_\phi}{f\left(P_\phi\right)}\right) dr_{OC}., P_\phi = P_\phi\left(r_{OC}\right)$$

(4.3.22)

Осылайша (4.3.17) теңдеуі P_ϕ-тің r_{oc}- дан тәуелділігін ,ал (4.3.22) r_{oc} -ның берілген сүзгі арқылы t-сүзгілеу уақытынан тәуелділігін көрсетеді. Көпшілік жағдайда f (P_ϕ)=1-деп есептеуге болады.

(4.3.22) мына түрде болады

$$t = \frac{\mu \ln \frac{r_\phi}{r_C}}{\vartheta K_\phi} \int_{r_\phi}^{r_{OC}} \frac{dr_{OC}}{P_\phi - P_C} \qquad (4.3.23)$$

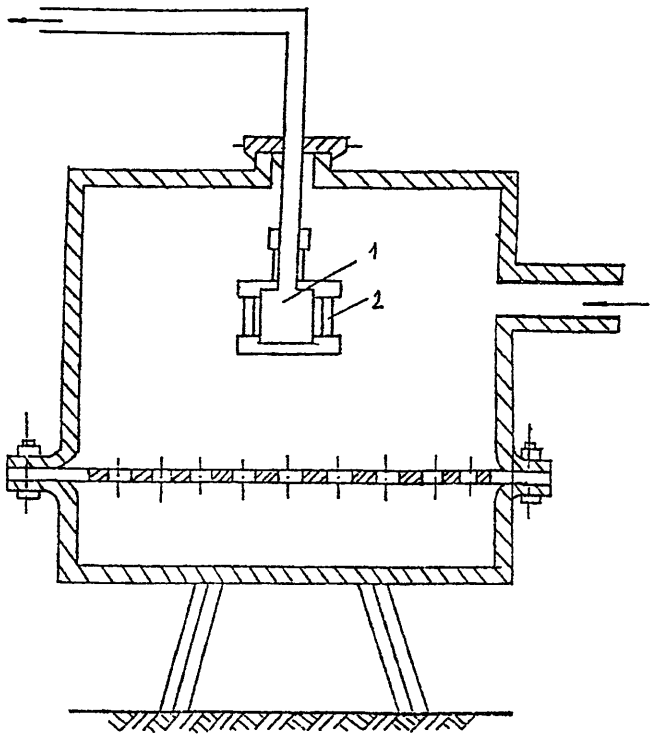
Осылайша сүзгі бетінде қатты бөлшектердің тұну уақыты мен қысым аралығындағы функционалдық тәуелділікті алдық ,бұл сүзгіні қатты бөлшектердің түнба қабаттарынан тазарту үшін сораптан қуатты кері импульсті берудің қажетті уақытын бағалауға мүмкіндік береді.

ҚАБАТТА ҚҰМ ПАЙДА БОЛУЫ КЕЗІНДЕГІ МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ КӨТЕРУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

5.1. Лабораториялық зерттеулер

Өткізгіш металлқыш материалдардың сүзгілеу және регенерациялау сапасын зерттеу үшін скважина түбін қазбалайтын қондырма қойылды (5.1). Сүзгілеу 1 элементі 2

Скважинаның түбін имитациялайтын лабораториялық қондырғы



5.1. Сур.

болт көмегімен пластинкамен бекітілетін екі тартпа арасында резеңке тығынға орнатылады.Бұл жүйе цилиндр тәріздес 3 саңылаусыз баллонға орнатылады, оған бір бүйірден қатты қоспалары бар сұйық құйылып тұрады. 1 сүзгі элементі тік орнатылады және оның бетіндегі борпылдақ тұнба белгілі бір қалыңдық кезінде өз ауырлығымен төмен сырғиды. 3 баллонның төменгі жағы бұл тұнбаны жинаушы болады.

Сынақ әдісі төмендегідей жүргізілді және мазмұны мынадай: Кеңқияқ кен орнынан екі жүзінші қатардағы скважинадан құм үлгілері әкелінді. Бұл құмды мазутта белгілі бір концентрацияда ($0 < C < 0,05$) араластырды. Алынған дисперсті қоспа 3 баллонға айдалды, 1 элементте сүзіліп және бөлек ыдысқа құйылды. Одан соң құйылған ыдыста және де сынақ қондырғысының жинағында механикалық қоспалардың қатысуымен талданды. Сынақ үрдісі кезінде қондырғыда қысым өзгерісі бір мезгілде өлшенді. Тәжірибенің соңына қарай зерттеліп отырған сүзгі элементінің сүзгілеу қасиетінің регенерациясы мақсатында 4 құбырша арқылы таза мазутты айдау жүргізілді. Осындай сынақ негізінде ТСП-600 ТУ 0220167 маркалы 102-94-600 өлшем түріндегі сүзгілеу элементі алынды. Таңдалып алынған металлқыш құбырының сапасын соңғы рет тексеру үшін қондырғы Кеңқияқ кен орнына, табиғи жағдайда болатын мұнайдан құмды тазарту кезіндегі аппараттың

сүзгілеу қабілетін тексеру мақсатында әкелінді.

Мұнай скважинадан баллонға 3 түсіп отырды,1 сүзгі арқылы сүзілді және механикалық қоспалардан тазартылды. Тұнба баллонның төменгі жағына (жинаушы) жиналып, уақыт өткен сайын тарап кетіп отырды. Аппарат №246 скважинасының шығару желісіне қондырылды, мұнда 5 тәулік бойы үзіліссіз жұмыс істеді. Осы уақыт ішінде мұнайды құмнан тазарту дәрежесінің көрсеткіші алынды. Нақты жағдайдағы тәжірибелер көрсеткендей сүзгілеу қондырғысы арқылы өткен мұнай жеткілікті жақсы тазартылған. Үздіксіз 5 тәулік жұмыс істегеннен кейін аппарат ашылды. Құм аппараттың төменгі жағын 5 см қалыңдықпен жапқан, өндірілген мұнай көлемі бойынша механикалық қоспалардың 0,03%-тін құрайды.

Нақты жағдайда аппарат жұмысы қанағаттанарлық деп танылды және осыған байланысты сорап асты вариантында түп сүзгілерінің құрылғысын жасау көзделді. Сүзгілер жасалды. Сынақ үшін жеті жүзінші қатардан 5 жұмыс істемей тұрған скважиналар бөлінді, құмның пайда болу сипаттамасы екі жүзінші қатардағыға жақын.

5.2. Сүзгідегі қысым өзгерісі мен шығын өзгерісіне сорапты-компрессорлы құбырдың параметрлерінің әсері

Сүзгінің өткізу қабілеті және оның сорылу дәрежесінің негізгі көрсеткіштерінің бірі сүзілетін сұйықтың шығынына пропорционал сүзілу жылдамдығы болып табылады.Сондықтан шығынды өлшеу сүзгі секциясында өтетін тәжірибенің қажетті құрамдас бөлігі болып саналады. Шығын өлшем ыдысын сүзгішемен (филтратпен) толтыру уақыты бойынша анықталды және төмендегі формула шығарылды:

$$Q = V/\Delta t,$$

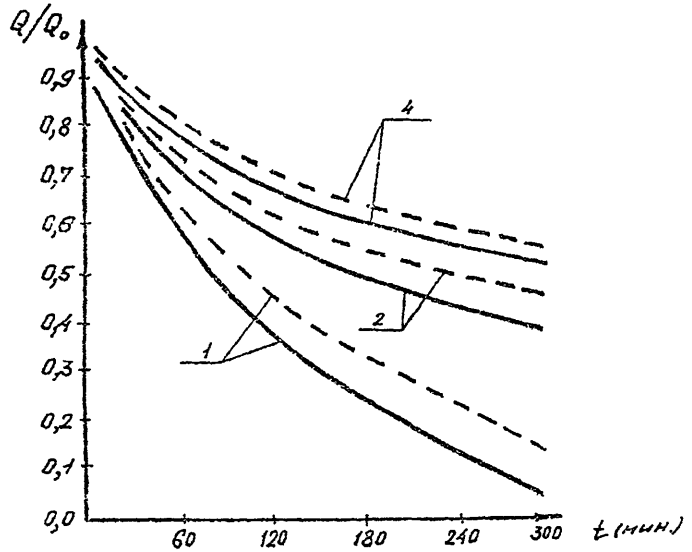
мұнда V- өлшемді ыдыстың көлемі, Δt- оның толу уақыты. Алғашқы өлшем үрдіс басында оның тұрақтануынан соң тез жүргізілді (осы кезде алынған Q_0 шығын мәні, бастапқы деп қабылданды), ал кейінгілері - әр 30 минут сайын жүргізілді.

d = 2" және d=2.5" диаметрлі алынған құбырда сүзгі үшін әр түрлі мөлшердегі перфорациялық тесіктер кезіндегі Q/Q_0 ,t-дан тәуелділік графигі 5.2, 5.3 сур. көрсетілген.

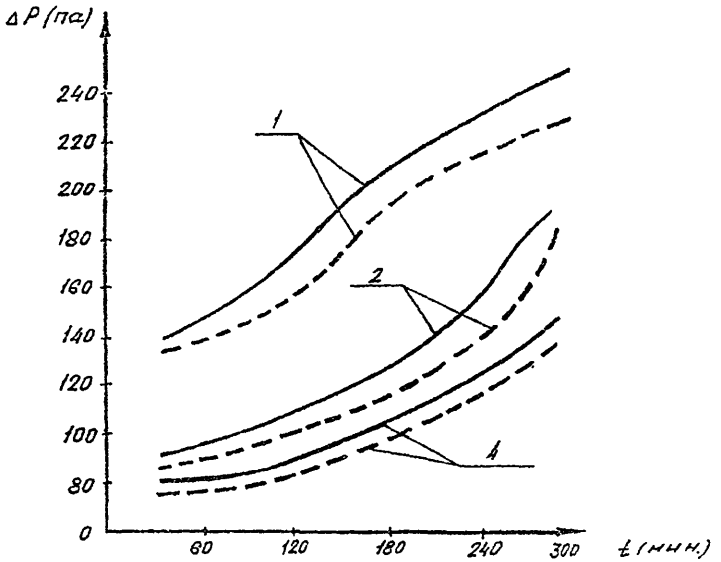
Көрініп тұрғандай, екі жағдайда да уақыт өткен сайын сұйық шығыны тұрақты құлайды, ізінше фильтрацияның орташа жылдамдығы азаяды. Бұл сүзгінің ластануына және оның бетін қатты қоспалар қабаты жабуына байланысты, сүзілетін сұйықтың қозғалыс кедергілерінің өсуіне әкеледі. Құбырдағы тесіктердің саны артқан сайын тиісті уақыт сәтінде шығын мөлшері артады, яғни сүзгілеу жылдамдығы артады. Бұл сүзгілеу үрдісіне қуысты құбыр бетіндегі жаңа участкілерді тартумен және соған сәйкес жергілікті сұйықтардың төмендеуімен түсіндіріледі,бұл сүзгінің тез ластануын төмендетуге әкеледі.

Бірақта, төрттен бастап және одан жоғары тесіктерде шығын ескерілусіз өсетінін ескеру керек.

d=2" және d=2,5" жағдайларында алынған салыстыру нәтижелері көрсететіндей, алып жүретін құбыр диаметрі өскен сайын тиісті уақыт сәтінде шығын төмендейді, соған байланысты сүзгінің өткізу қабілеті төмендейді. Сірә, бұл құбылыстың себебі d-ның ұлғаюына байланысты қуысты және алып жүретін құбырлар арасындағы саңылау кішірейеді, соның нәтижесінде перфорациялық тесіктер сүзгілеу элементіне жақындайды. Бұл "соратын" дене бұрышының төмендеуіне


Q/Q₀
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
60
120
180
240
300
t (мин)
1
2
4

5.2. Сур.


ΔP (па)
240
220
200
180
160
140
120
100
80
0
60
120
180
240
300
t (мин.)
1
2
4

5.3 Сур.

әкеледі және соған сәйкес сүзгілеуге тікелей қатысатын сол бөліктердің ауданларының қысқаруына әкеліп соқтырады. Нәтижесінде бұл бөліктерде сүзгілеу жылдамдығы артады, қоспа жиірек тұнады, яғни бұл сүзгінің тез бітелуіне әкеледі.

Зерттелініп отырған үрдістің басқа да маңызды сипаттамасы сыртқы құбырдың қабырғаларындағы қысымның түсуі болып табылады. Тек осы ғана сүзгінің қуысты элементі арқылы сұйық қозғалысын тудырады, және одан жоғары сорапқа апарады.Қысым төмендеуіне басқа да көптеген сипаттамалар байланысты, соның ішінде сүзгілеу жылдамдығы да, сондықтан оны өлшеу сынақта маңызды орын алады.

Қысымның төмендеуі ΔP бір жақ шеті атмосфераға ашылған, ал екінші жағы шланганың көмегімен перфорацияланған құбырдың ішкі бетіне жалғанған деференциалды монометр ішіндегі сынап деңгейінің әр түрлілігімен анықталады. Қысымның төмендеуі шығын кезіндегі сияқты сол уақыт сәттерінде өлшенді (5.3 сурет). Қысымның төмендеуіне байланысты сипаттама уақыт сайын екі сүзгіге де (d=2" және d=2,5") бірдей болады, уақыт өткен сайын қысым түсуі айтарлықтай артады. Бұл қоспалардың тұнуы бойынша сүзгі кедергілерінің артуына байланысты, және сорап тұрақты түрде тартып, ал сүзу үрдісі тоқталмағандықтан құбыр ішіндегі босау дәрежесі өседі және бұл қысымның төмендеуінің өсуін білдіреді. Перфорация жиілігінің артуына байланысты сүзгінің ластану деңгейі төмендейді, сондықтан осыған сәйкес уақыт сәтінде қысым түсуі азаяды. Шығын өлшеу жағдайындағы сияқты үштен бастайтын тесік сандарының артуы кезінде аталған эффект өзгеріссіз қалады.

d=2" және d=2,5" үшін нәтижелерді салыстыру кезінде ,соңғы жағдайда жылдамдық өсуі біршама жоғары болады (Q/Q_0 мәні бірдей тесіктер саны кезінде сәйкесті уақыт сәтінде жоғары). Бұл алып жүру құбыры диаметрінің өсуіне байланысты сүзгінің толып қалу үрдісін үдету фактісін дәлелдейді.

5.3 Сүзгілеу үрдісіне қатты қоспалардың концентрациясының әсері.

Жоғарыдағы параграфтарда айтылған барлық сынақтарда сүзілетін сұйықтың судағы тұнбасы ұсақ көмір ретінде көрінді, оның ішінде барлық тәжірибелерде 1 тонна суға 8кг ұнтақ көмір күйінде өзгеріссіз қалды. Бұдан туындайтын сұрақ көмірдің басқаша қосылыс кезінде қандай заңдылықтары болуы мүмкін,

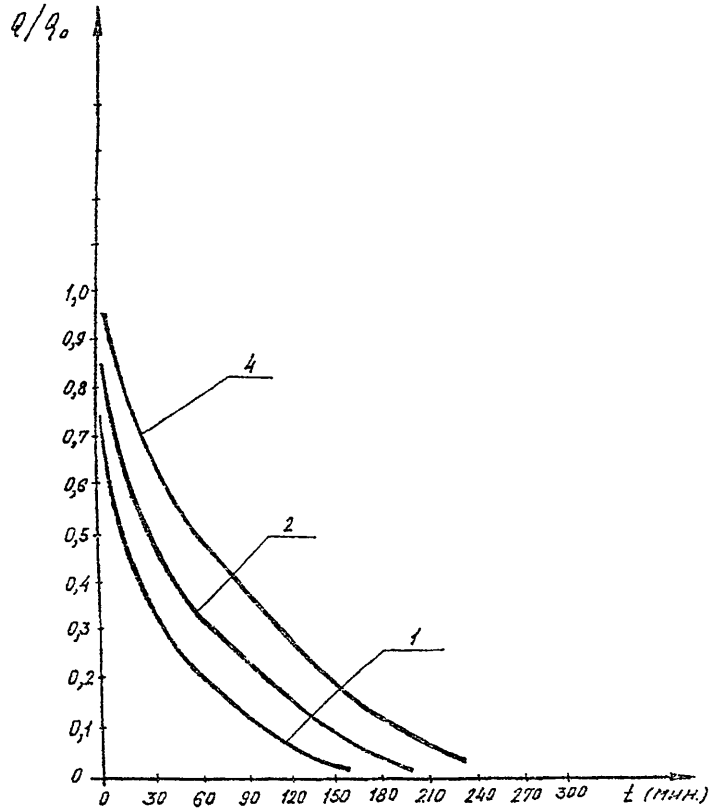
және шығын мен қысым түсуіне оның қатысы бола ма ? Бұл мәселелерді анықтау үшін біраз сынақтар жүргізілді, оның ішінде С қоспа концентрациясы 15 кг құрады. Өлшеу нәтижелері 5.4 және 5.5 суреттерінде көрсетілген. Көрініп тұрғандай Q және АР тәуелділік сипаты t-дан болады және бұл жағдайда да сол күйінде қалады, бұдан басқа С=8кг/т кезіндегі сияқты тесік сандарының өзгерісі кезінде де сол эффекттер байқалады. Перфорация жиілігінің жоғарылауы сүзгінің толып қалуын төмендетеді (Q(t) графигі жоғарыда жатады), бұл жағдайда қысым түсу өсімінің жылдамдығы төмендейді (P(t) сызығы керісінше тесік сандарының артуымен төмен түседі). Бірақта, С=15кг/т кезінде сүзгі беті бұрынғысынан гөрі жиірек толып қалады, бұл жөнінде сәйкесті график қисық сызығынан бағалауға болады. Оған қоса егер С=8 кг/т кезінде камерадағы барлық сұйықты сүзгілеуге қол жетсе, ал С=15 кг/т кезінде белгілі бір уақыттарда сүзгі мүлдем бітеліп қалған; үш тесікті құбыр жағдайында бұл t=330 мин, екі тесікті құбырда t=200 мин, бір тесікті құбырда t=160 мин кездерінде болды.

Осылайша қоспа концентрациясының ұлғаюына қарамастан сүзгілеу процесінің негізгі заңдылықтары өзгеріссіз қалады, сандық нәтижелері айтарлықтай өзгереді. Сүзгілеу жылдамдығы бірден төмендейді, сүзгінің толып қалуы тез болады.

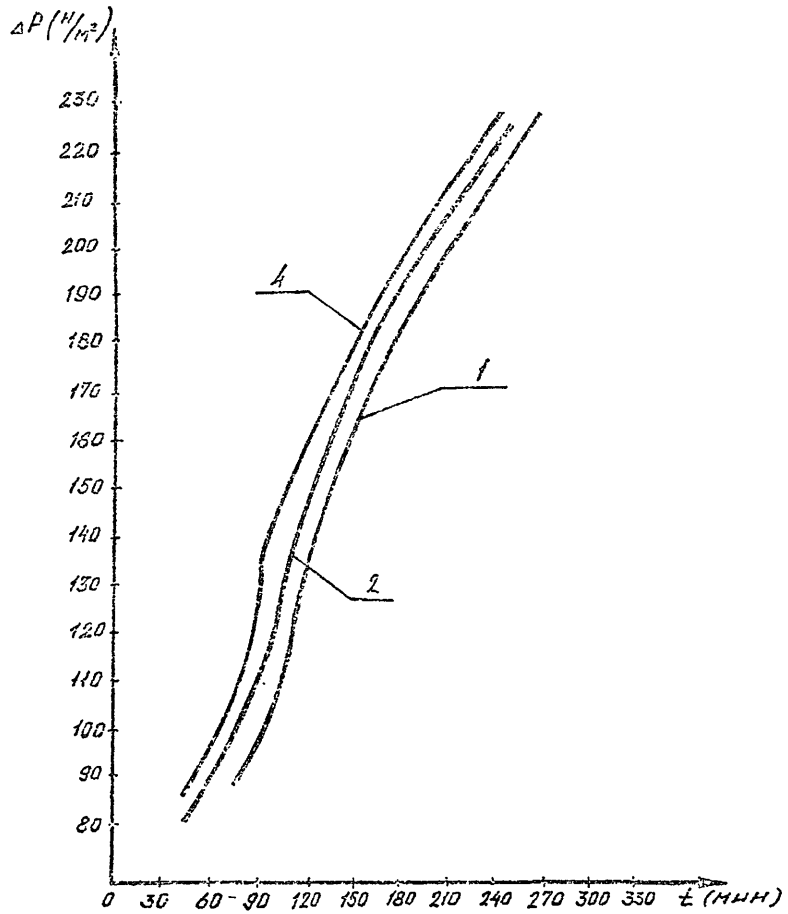
Сынақтық зерттеудің мазмұнын аяқтай отырып, жүргізілген тәжірибенің тағы бір түрін айта кету қажет. Жоғарыда көрсетілгендей перфорациялық тесіктердің саны азайған кезде сүзгі беріктігі өседі, бірақ құбырдың сыртқы бетінің жұмыс тепе-теңдігі төмендейді.

Перфорация жиілігін арттыру кезінде қуысты элементтің беті тепе-тең жағдайда жұмыс жасай бастайды, бірақ құрылғы беріктігі төмендейді. Осыған байланысты сұрақ туады: сүзгі бетінің жұмыс тепе-теңдігін артыра отырып және осы уақытта құрылым беріктігін сақтауға қол жеткізсек, егер тесік сандарын арттырып, ал диаметрлерін азайтсақ, яғни перфорацияның көлемді ауданы өзгеріссіз қалу үшін?

Бұл мәселені анықтау үшін сынақтар жүргізілді, онда тесік сандары алдыңғы тәжірибедегіден екі есе көп тасымал құбырлары қолданылды, бұл кезде олардың диаметрі d_2 есеп бойынша 11мм-ге тең деп алынды, осындай екі тесік ауданы, бір тесік d_1=15мм ауданындай болады.


q/q₀
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
t (мин.)
4
2
1

5.4. Сур


ΔP (Н/м²)
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
t (мин)
4
1
2

5 5. Сур.

$$\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 = 2\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2$$

Жасалған сынақтар көрсеткендей, тесіктер диаметрін азайтып және бір мезгілде олардың санын арттыру арқылы сүзгінің жұмыс қабілетін жақсарту туралы ұсыныс дұрыс емес. Барлық алынған мәліметтер алдыңғы зерттеу нәтижелерімен сәйкес келді.

5.4. Түптік металлқышты сүзгіні құрылғылық жетілдіру

Құм пайда болуы мен сұйықты қатты қоспадан тазарту үрдісі скважина түбіндегі гидродинамикалық жағдайға талдау жасау тек қана мұнайгаз скважиналары үшін ғана емес сонымен бірге артезиандық скважиналарға да қажетті түптік сүзгі аппаратының физикалық жетілдірілген жұмыс үлгісін игеруге мүмкіндік берді.

Алдыңғы параграфтарда мазмұндалған сүзгілеудің кейбір параметрлерінің жұмыс режимін математикалық моделдеу, сондай-ақ өндірістік сынауды зерттеу нәтижелерін қолдана отырып, түптік металлқыш сүзгісінің құрылғысы жасалды және осындай сүзгілерді жобалауға арналған техникалық талаптар анықталды.

Сүзгі құрылғысы сорапты компрессорлы құбырдан және оның сырт жағынан жағалай орналасқан саңылауы бар цилиндрлі қуысты металлқыш элементінен тұрады. Бұл сүзгі элементі сорапты компрессорлы құбырдың сыртына орналастырылған, сүзгі элементінің металлқышты компоненті алдын ала лабораториялық зерттеу негізінде алынған.

5.6 суретінде сүзгі тілініп бейнеленген. Құрылғы негізгісі жоғары өткізгіштік металлқыштық элементі 2 (5.7 сур.) болып табылады. Ішіне диаметрі 2,5" болатын перфорацияланған сорапты компрессорлы құбыр 1 орналасқан. Сорапты компрессорлы құбырдың 1 жоғарғы шеті сораппен 3 жалғанған. Төменгі шетінде бастырма орнатылған 5, бұған металдық сақинасы 6 бар муфта 4 бекітіледі, ол бірінші сүзгі элементінің қондырылуы мен бекітілуіне арналған. Соңғының басқа шеті сол сияқты металды сақинамен бекітіледі, оған бір уақытта басқа жағынан екінші сүзгілеу элементі бекітіледі және т.б. Осылайша, әрбір металлқышты элемент екі шетінен де муфта 4 көмегі арқылы металды сақинамен 6 тартылған болып шығады, олардың арасында майысқақтық беретін және

саңылаусыздандыруды қамтамасыз ететін төсемі бар қорғау сақинасы 7 орнатылған.

Сыртқы сүзгі аралығында саңылау қалдырылып орнатылғандықтан ол перфорацияланған сорапты компрессорлы құбырға тақалмайды да, "сору" режимінде сүзгінің барлық сыртқы беті жұмыс істейді. Тазаланған мұнай сақиналы кеңістікке жиналады да, перфорацияланған тесіктер арқылы сорапты компрессорлы құбырдың ішіне келіп түседі.

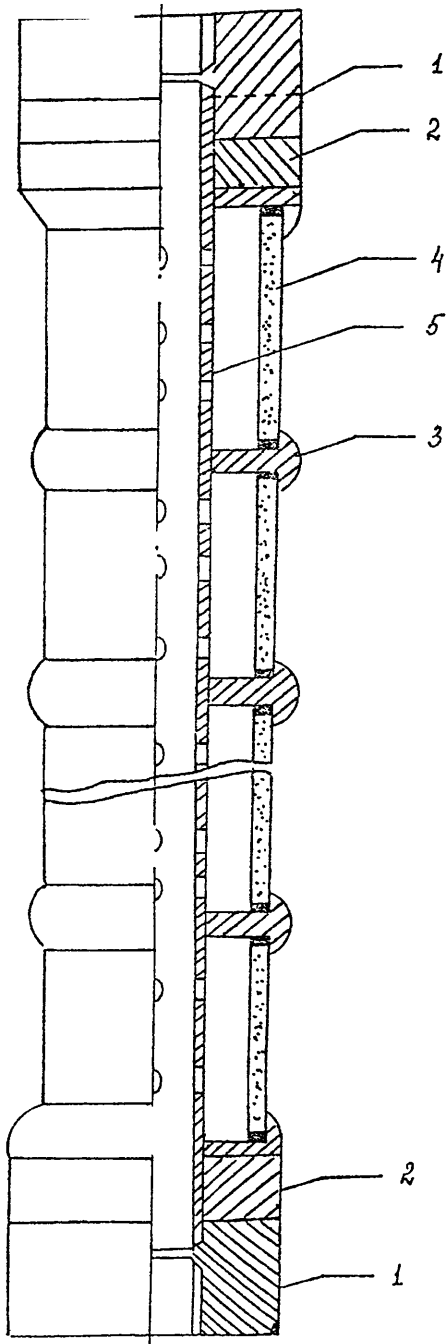
Сүзгінің жоғарғы жақ бетінде пайда болатын құмды қабатша өзінің салмағының әсерінен сүзгілеуші элементтің тегіс беті арқылы сырғанап төмен түседі. Бұған сораптың поршенінің кейін жүрісі кезіндегі мұнайдың кері импульсі де септігін тигізеді.

Оған қоса жоғарыда көрсетілген скважиналар сипаттамасына ұқсас пакерлі скважиналарға қолданылуы мүмкін скважина сүзгісінің құрылғысы жасалды.

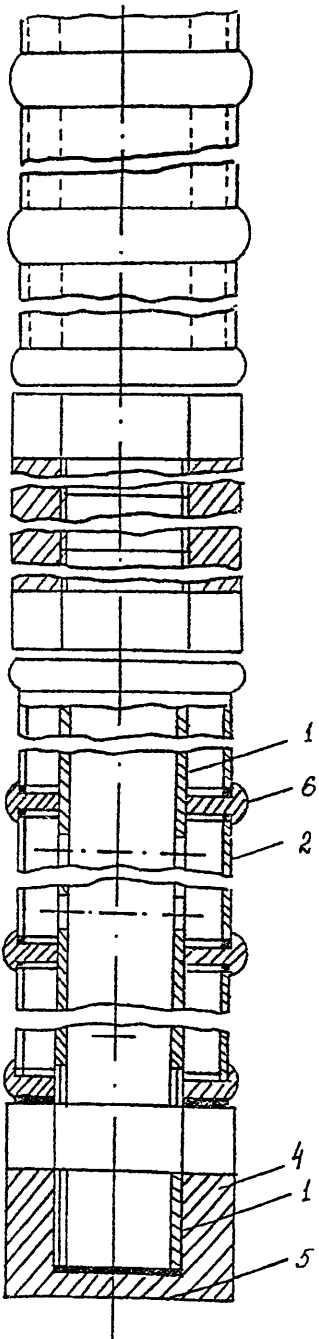
Металлқыш сүзгілерінің сорап асты варианты (5.8 сур.) және пакерлі (5.9 сур.) жаңа моделдеріне сынақтар жүргізілді. Олардың ұзындығы 2 метрлік жекеленген секциялары бар. Бір-бірімен муфта арқылы жалғасқан, олар перфорация аймағында түрлі қашықтықтағы, әртүрлі скважиналар үшін кез-келген ұзындықты жинауға мүмкіндік береді. Қондырғы төменгі шетінде бекітілген шектеуліктері бар перфорацияланған оқпаннан 5 тұрады. Сақина 8 көмегімен оқпанға қуысты төлке 7 бекітіледі, ол сұйықты сүзу қызметін атқарады. Төлкенің тарткыларын бекіту мақсатында резеңке сақиналар қолданылады. Олар түсіру кезінде сынуды болдырмау үшін амортизатор қызметін атқарады.

Қуысты қабырғаларды орталықтандыру үшін оқпан өсін жағалай серіппе орнатылған, олардың бір шеті жоғарғы шектемеге 2 тіреліп, екінші жағы сақина 6 арқылы қуысты төлкені оқпанға пісірілген басқа шектемеге тұрақты қысады. Жоғарғы шектеме 2 винттер 3 көмегімен құбырға 1 бекітіледі, олар сораппен бірге ажыратылады. Шектеменің 2, қуысты төлке диаметріне қарағанда үлкен сыртқы диаметрі болады және оларды түсіріп-көтеру операциясы кезінде кездейсоқ соққылардан сақтайды. Металлқышты сүзгілеу элементтер өзара бір-бірімен муфталар арқылы жалғанады.Сүзгінің соңғы секциясының аяғына тығын 10 орнатылады. Алдыңғы сүзгі құрылғысындай мұнайды тазарту сыртқы бетінде өтеді және осының әсерінен, жиналған қоспа массасының ауырлық күші

Сузгіш қимасы

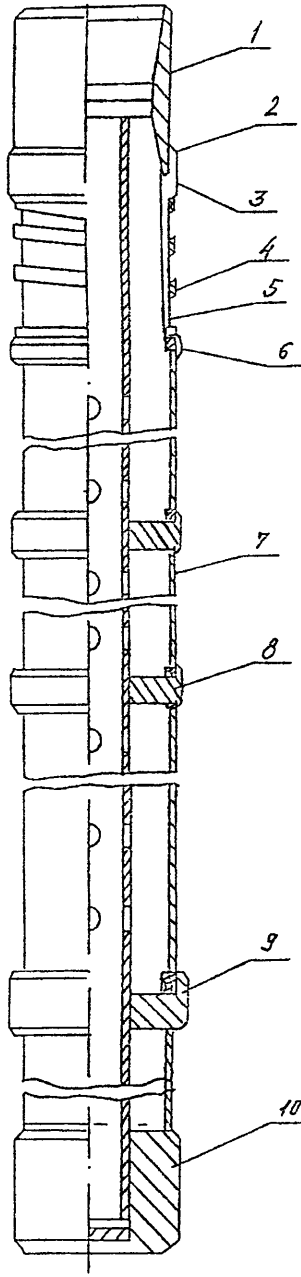


5 6. Сур



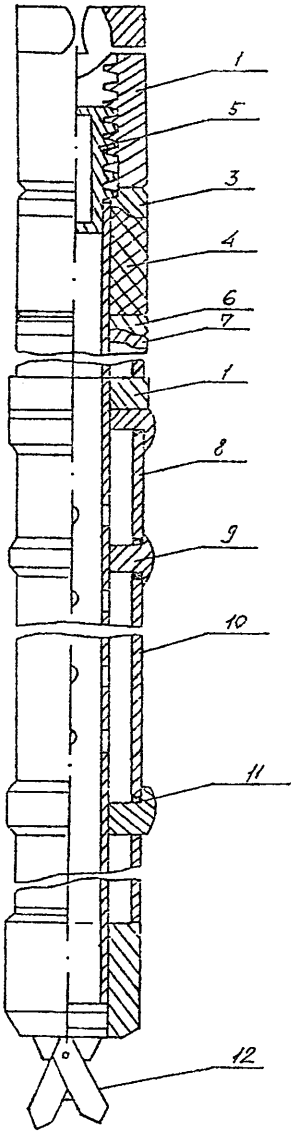
5.7. Сур.

Серапасты сүзгісі



5 8. Сур.

Пакерлі металлкыш сүзгісі



5-9 Сур

әсерінен өздігінен тазартуға қабілетті аршымалы жұмыс беті болады.

Техникалық талаптар:

1.Сүзгі секциясының жалпы ұзындығы 2000

2.Металлқышты сүзгі элементінің (ішкі) диаметрі $94^{\pm}1$

3.Металлқышты сүзгі элементінің (сыртқы) диаметрі $102^{\pm}1$

4.Перфорацияланған құбыр диаметрі (конструктормен келіседі) $2^{\div}2,5$

5. Перфорацияланған құбырдағы 1 метрге диаметрі 15 мм тесіктердің саны (тесіктер саны көбейген кезде перфорацияланған тесіктердің жалпы ауданы сақталады) 0,006 м/тес. 1метрге-40

6.Металлқышты элементінің ұзындығы бойынша жіберілімі $^{\pm}3$

7.Қорғау сақинасының диаметрі 110

8.Сүзгінің сыртқы диаметрі бойынша жіберілімі +2

9. Қорғау сақинасы шегіндегі - майысу стрелкасы

10. Сұйық бойынша қысым түсуінен металлқыш секцияларының жалғамаларының герметикасын қамтамасыз ету қажет 2ат

11. Мұнай құбырларына арналған ГОСТ бойынша - муфта асты бұрандалы қосылыстар

12. Перфорацияланған құбыр материалы - 40х болат немесе туындысы (құрылғы үрдісі кезінде бекітіледі)

13. Масса бойынша талап шектелмейді

14.Сүзгі биіктігі бойынша жіберілім $^{\pm}100$

15. Металлқыш сүзгінің тығыздалуы аз шыдамды

16.Металлқыш сүзгіге (МҚС) түсетін күштің шамасын шектеу тетігін қарастырып, керек болса элементтің құрамына қажетті енгізулер қажет.

Ұзындығы 2 метр сүзгінің жинақталу элементтерінің құрылғысы жасалды. Олардың пайдалану мақсаты төмендегідей: сүзгі құрылғысының жалпы принципін сақтай отырып, элементтерден сүзгінің кез-келген ұзындығын жинайды, бұл 2 метр және одан да жоғары метрде скважина түп аймағын

жабдықтауға мүмкіндік береді. Бұл кезде металлқыш сүзгі элементтерін үнемдеуге қол жетеді. Сүзгі тораптарының дербестігін сақтау кезінде олардың құрылғылық түр өзгерісі болуы мүмкін және екі нұсқада: сорап асты және пакер асты қолданылуы мүмкін. Екі жағдайда да (ГОСТ 633-80) құбырлық бұранда қосылысы қолданылады. Бұл кәсіпорын шығаратын стандартты пакерлерді қолдануға мүмкіндік береді, және сүзгінің қабын сорапты компрессорлы құбырға тікелей бекітеді. 2.8, 2.9 суреттерінде екі нұсқаның да жалпы түрі берілген. Пакер асты сүзгісінің нұсқасы ұзындығы 20 метр болып көрсетілген және 10 жинау элеметінен тұрады. Астынан ол башмакпен бірге тірекпен (якорь) бекітілген өйткені пакер мен тіректі түпте тіреу үшін қажет.

Сорап асты нұсқасы сол сияқты 10 жинау элементімен көрсетілген, астынғы бөлігінде бастырмасы бар, ал үстінгі жағы сорапты компрессор құбырына бекітіледі (бұранда МЕСТ 633-80).

5.10 суретте скважинаға түсіруге және жинауға дайындалған ұзындығы 10 метр сүзгі көрсетілген.

5.11 суретте жинау элементі секциясының жалпы түрі көрсетілген. Оның жалпы ұзындығы 2071 м. Қорғау сақинасы 3 бойынша диаметр 155 мм құрайды, сүзгілеу элементінің 4 диаметрі 102мм. Құрылғының алып жүру звеносы екі дюймді перфорацияланған құбыр 5 болып табылады. Қуысты металқышты сүзгі элементінің ТСП-600(ТУ 0220167-83) ұзындығы 600 мм- ден (5.1 суретте осындай элемент бейнеленген). Олардың қосылыстарының герметизациясы гайкамен 2 тарту арқылы іске асады. Құбырдың 5 диаметрі 15 мм болатын 72 тесігі болады, бұл арқылы сорапқа сүзгі элементтерімен және құбыр аралық кеңістіктен сүзгі ағыны өтеді.

Техникалық жағдайлар. Батыс Қазақстан жер жағдайындағы сұйықтарды (сулар мен мұнайларды) механикалық қоспалардан сүзгілеуге арналған және скважиналы сүзгінің құрылғысының толық жұмысына қолданылатын пісірілген қуысты құбырларға (ПҚҚ) таралады.

1. ПҚҚ нақты техникалық жағдайлар талаптарына сәйкес болуы керек:

1.1 ПҚҚ келесі жағдайда пайдаланылады:

орта - су және мұнай;

қоршаған орта температурасы , °С - 0-ден 50-ге дейін.

1.2 ПҚҚ негізгі өлшемдері мен құрылғысы келтірілген суретке сәйкес болу керек.

1.3 ПҚҚ аргон -доғалық пісіру әдісімен $\varnothing$102 х $\varnothing$94 х100 мм сүзгі элементтерінен жасалады.

1.4 Құбырды құрайтын сүзгі элементтер ПРХ18Н9 МЕСТ 14086-68 тот баспайтын болат ұнтағынан жасалады.

1.5 Сүзгі элементтерінің қасиеті келесі талаптарға сәйкес болу керек:

Р=490 Па (Р=50мм су.бғ.), м/с (м/мин) -5 10 (0,3) кезіндегі ауаны нақты жіберу ағыны, (Р=490 Па (Р=50 мм су.бғ.), м/с (м/мин)-30 10 (1,8) кезінде ПҚҚ үшін ауаны нақты жіберу ағыны);

қуыстың орташа размері, мкм- 230 аспайды;

беріктігі (ішкі бұзатын қысым) Па- 98-ден кем емес.

1.6 Құбыр майысуы 0,003 м дейін жіберіледі.

1.7 0,25 м дейінгі биіктіктен еркін құлау кезінде дөнекерленген құбырда ұсақ жарықтар пайда болмауы керек.

1.8 Құбыр бетінде кедір-бұрыр, жарық болмауы керек. Дөнекерлеп қосу аймағында төбешіктер, күюлер, жарықтар, беттік қуыстар, дөнекерленетін бөлшектер араласпасы болмауы керек.

1.9 Қаттама:

1.9.1 Әр бұйым МЕСТ 9569-79 бойынша парафинделген қаттамалық қағазда оралуы тиіс.

1.9.2 Оралған ПҚҚ МЕСТ 515-77 бойынша сәйкестелген қаттама қағазға салынып МЕСТ 2991-76 бойынша ағаш жәшікке салынады. Қатталған зат тасымалдап сақтаған кезде, оның өз түрін әр кезде сақтауы қажет, өніммен тиелген жәшіктің салмағы 50 кг аспауы қажет.

1.9.3 Қаттама ішіне өнімнің төмендегі нұсқаулары бар нақты техникалық шарттар талаптарына сәйкестілігін куәлайтын құжат салынады :

- дайындаушы-кәсіпорын атауы;
- өнімнің атауы;
- техникалық шарттар шифрі;
- техникалық сипаттамалар;
- ПҚҚ дана саны;
- партия нөмірі;
- шығарылған мерзімі.

Ескерту. ПҚҚ партиясы деп бір аусым ішінде дөнекерленген құбыр саны есептеледі.

1.9.4 Әр жәшікке нұсқау көрсетілген бирка салынады:

- дайындаушы-кәсіпорын атауы;
- бұйымның атауы, партия нөмірі мен белгісі;
- дайындау мерзімі;
- нетто және брутто салмағы (ыдысты және ыдыссыз салмағы);
- ТУ деректерінің белгілері.

1.9.5 ПҚҚ жәшігінде МЕСТ 14192-77 сәйкесті "жоғары", "домалатпау қажет" және "сақтан-сынғыш" белгілері болуы керек.

2. Қабылдау ережелері:

2.1. ПҚҚ қабылдау нақты техникалық талаптарға сәйкес ОТК дайындау-кәсіпорыны арқылы жүргізіледі.

2.2. ПҚҚ 5.1. кестеде көрсетілген қабылдау-тапсыру сынақтары көлемінде жүргізіледі.

Қабылдау-тапсыру сынағының көлемі

5.1 кесте

Параметрлер атауы	"Техникалық талаптар"бөлімінің пункт нөмірі	Партиядан тексерілетін ПҚҚ саны	"Сынақ әдістері" бөлімінің пункт нөмірі
Геометриялық өлшемдер	1.2	100%	3.1
Сүзгі элементтерінің қасиеті	1.5	3%, 2 ден аз емес	3.2;3.3;3.4;
Құбыр майысуы	1.6	100%	3.5
Пісірілген құбырдың беріктігі	1.7	100%	3.6
Беттік сапасы	1.8	100%	3.7
Қатталу	1.9	100%	3.7

2.3. Ішкі бұзылу қысымын және қуыстың орташа өлшемін, ауаның номиналды жіберу ағынын анықтау сынағына сүзгі элементтерінің партиядан 3%-ті ұшырайды. Егер де сүзгі элементі-нің біреуі нақты техникалық шарттар талабын қанағаттандырмаса барлық партия жарамсыз болып табылады.

Сүзгі элементтер партиясы деп бір технологиялық циклда, бір партиялық ұнтақтан дайындалған сүзгі элементтерінің саны болып табылады.

3. Сынақ әдістері:

3.1. 1.2 тармағы бойынша геометриялық өлшемдерге сәйкестілігіне ПҚҚ тексеру МЕСТ 166-80 бойынша штанген-циркулдің көмегімен, МЕСТ 427-75 бойынша өлшеу сызғышымен жүргізіледі.

3.2. 1.5 тармағы бойынша сүзгі элементтерінің ауаны номиналды жіберу ағынын анықтау МУ 26-11-75 әдістемесімен жүргізіледі.

3.3. 1.5 тармағы бойынша сүзгі элементтерінің қуысының орташа өлшемін анықтау МУ 26-14-76 әдістемесімен жүргізіледі.

3.4. 1.5 тармағы бойынша сүзгі элементтерінің ішкі бұзылу қысымын анықтау МУ 26-15-76 әдістемесімен жүргізіледі.

3.5. ПҚҚ майысуға тексеру МЕСТ 882-75 бойынша щуп көмегімен іске асырылады.

3.6. 1 тармағы бойынша дәнекерленген құбырдың беріктігін тексеру қосымшада көрсетілген әдістеме бойынша жүргізіледі.

3.7. Беттік сапалығының талаптарына сәйкес ПҚҚ тексеру және орамалар құжат пен салыстыру арқылы жүргізіледі.

4. Тасымалдау және сақтау:

4.1. ПҚҚ атмосфералық жауын-шашын, соққылар, агрессивті газдар мен сұйықтар әсері болмайтын транспорттың кез-келген түрімен тасымалдауға болады.

4.2. ПҚҚ ылғалдылығы 80%-тен аспайтын және температурасы 5 °С-ден аз емес жабық үй-жайда қаттаулы күйде сақталуы керек, сонымен бірге ауада қышқылды және агрессивті қоспалар жоқ кезде.

5. Дайындаушының кепілдемесі:

5.1. ПҚҚ-ға даярлаушы-кәсіпорын техникалық бақылау қабылдануы тиіс.

5.2. Даярлаушы-кәсіпорынның ПҚҚ-ның нақты техникалық шарттар талаптарына сәйкесті кепілдік береді. Сақталу мерзімі дайындалған сәттен бастап 6 ай.

Скважина сүзгісінде бөлінген өткізбегіш-сақинасы бар сфералық түрдегі металлқыш сүзгі элемент қойылған саңылаулы, тартпа, перфорациялық құбыр болады. Сүзгі элементінің тартпа бөлігінің беті R_1 радиусты сфералық бет түрінде болады. Бүйірлік сыртқы және ішкі бет те соған үқсас.

Бұл үш бет қисық, ал дұрысы R_1 мен R_2 қисығы R_2 мен R_3 қисығымен біріктірілген. Бұл жағдайда $R_2 > R_3$.

Құбыр сүзгі мен сорапты байланыстыратын сораптық-компрессорлық құбыр болып табылады. Скважина сүзгісінің секциясын жинау перфорацияланған құбырда іске асады. Әр сүзгі элементі тартпа серппелі сақинамен оралады, олардың диаметрі элементтердегі диаметрінен сәл үлкен. Скважина сүзгісінің мұндай жиналмалылығы секцияның майысқақтығын қамтамасыз етеді. Бұл механикалық әсер қасиеті болатын сфералық беттері бар сүзгі элементінің басымдығын күшейтеді. Сүзгі ішіндегі қысым көлемі сыртқы мұнай қабаты қысымынан үлкен болғандықтан ішкі бүйірлік радиус, сүзгі элементтің сыртқы бүйірлік сферасының радиусынан кіші болып орындалған.

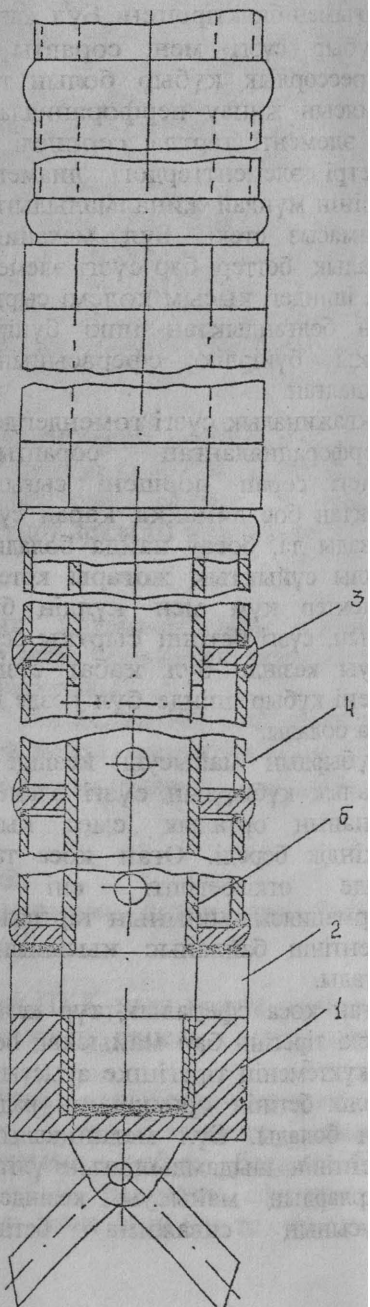
Скважиналық сүзгі төмендегідей жұмыс жасайды:

перфорацияланған сорапты-компрессорлық құбырдың ішіндегі сорап поршені сығылған кезде қысымы жоғары аймақтан бос аймаққа қарай сүзгіленетін сұйықтың ағынын туғызады да, босау пайда болады. Одан әрі клапандар жүйесі арқылы сұйықтық жоғары көтеріледі. Сұйық ішіндегі қатты бөлшектер құм мен күлдің бір деңгейлес қабатын жасай отырып, сүзгі бетінің сыртқы бетінде қалады. Поршеннің кері қайтуы кезінде бұл қабат сүзгі элементінен түсіп қалады, өйткені құбыр ішінде бұл кезде қысымның артықтық импульсі пайда болады.

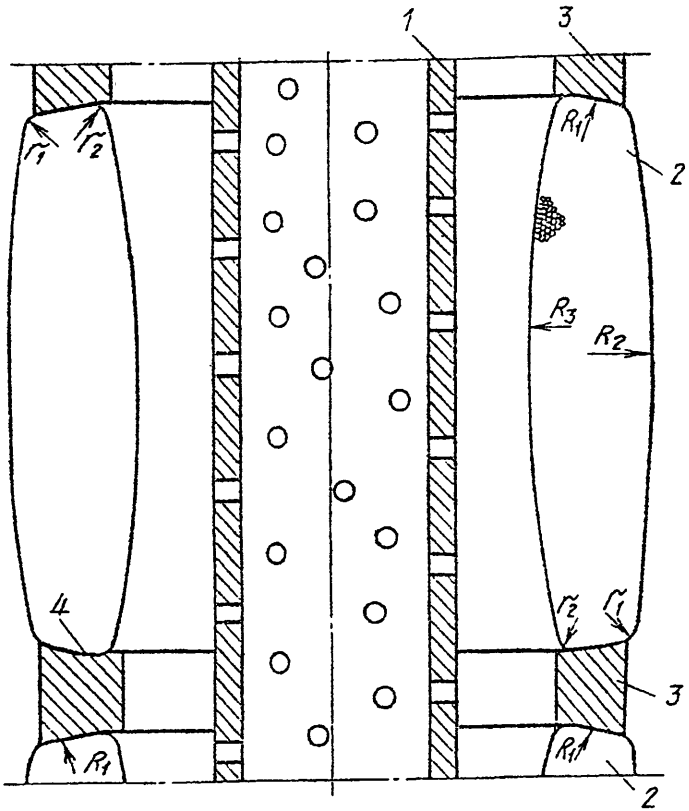
Құбырдың майысуы кезінде сүзгі элемент тартпасының сфералық құбырдың сүзгі элементтер арасындағы өткізбегіш-сақинаның орталық емес қысымы күшеюін төмендетуге мүмкіндік береді. Оған қоса тартпаның сфералық формасы кезінде өткізбегішті ені біршама үлғаяды, бұған деформациясызғышының тартпаларын көбейту керек. Бұл сүзгі элементінің байланыс қысымын төмендетеді және мерзімін ұзартады.

Оған қоса сфералық түр кезінде сүзгі элементінің бүйірлі беті екі тірегіші бар майысқан белдік сияқты жұмыс жасайды, бұл жүктеменің тірегішке ауысуына жол береді. Сфераның ішкі бүйірлік бетінің орындалған радиусы ішкі сфера радиусынан үлкен болады. Бұл механикалық әсерді төмендетуге, сүзгі элементінің шыдамдылығын ұлғайтуға мүмкіндік береді. Ішкі құбырлардың майысуы кезінде ішкі бүйір беттің үлкен радиусының скважина бетіне, ал кіші радиусын

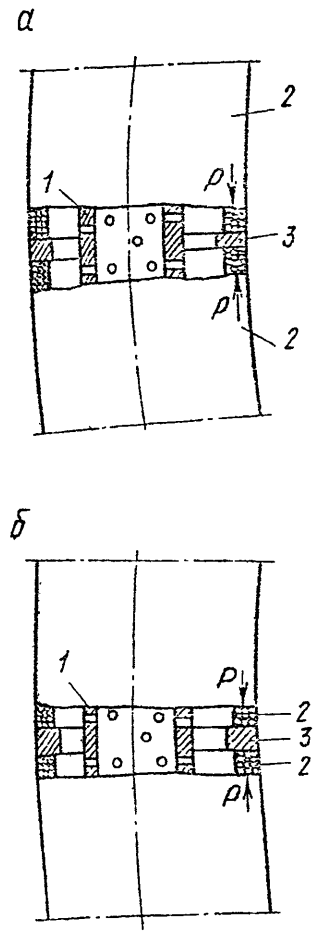
Құрастырылмалы элементтің жалпы көрінісі



5.11. Сур.



5.12 а. Сүр.



5.12 б. Сур.

перфорацияланған құбырға жүргізген дұрыс. Бұл жүктеме кезінде пайда болатын қысым көлемін төмендетеді.

Сүзгілеу үшін сүзгі элементінің барлық беті пайдаланылады, сондықтан сұйықтық баяу ғана қабырға арқылы өтеді.

Сүзгілеудің бұл құрылғысының сүзгі элементінің сыртқы жағындағы үңгірі болмайды, өйтпеген жағдайда оған құм мен күл жиналуы мүмкін. Сондықтан ол тоқтаусыз жұмыс жасайды. Пайда болған құм мен күл қабаты үздіксіз төмен сырғып отырады. Осылайша, сорап поршені қозғалысының келесі циклiне дейін сүзгі элементінің беті толық тазарады.

Ұсынылып отырған скважина сүзгісінің құрылғысы оның жұмыс тиімділігін арттырады, жуу аралық мерзімді ұлғайтады, сүзгі элементтерін алмастыруға арналған қаражат шығындарын үнемдейді, төменгі металл сыйымдылығымен ерекшеленеді, мұнай жабдықтарының сенімділігін арттырады.

ТЕРЕҢ ҚАБАТТАРДЫҢ МҰНАЙБЕРГІШТІГІН АРТТЫРУ ӨНДІРІСТІК СЫНАҒЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Бұл тарауда кеніштік металлқыш сүзгінің тәжірибе-өндірістік сынау нәтижелері және оның "Ақтөбемұнай" ӨБ Кеңкияқ кен орнына енгізу мысалға алынады.

Скважиналарды таңдау бойынша ұсыныстар әзірленді және оларды сүзгімен жабдықтауға дайындалды. Скважиналарды металлқыш сүзгімен жабдықтау екі нұсқада қарастырылады: пакерлік түптік қондырма және пакерсіз сорғыштық қондырма. Скважиналарды сүзгімен жабдықтау туралы егжей-тегжейлі жазылған. Кеңкияқ кен орнының түптік металлқыш сүзгі жұмысына талдау жасалған.

Жетібай кен орнындағы өндірістік сынақ нәтижелері мысалға келтірілген.

6.1. Скважиналарды дайындау және оларды сүзгімен жабдықтауға дайындау

1.1.Металлқыш сүзгілерді қондыруға арналған объектілер ретінде құм пайда болуымен жұмыс жасайтын скважиналар алынуы мүмкін.

1.2.Объектіні металлқыш сүзгілермен жабдықтар дайындап игеріліп тұрған және сүзгі сипаттамасына жауап беретін кен орындарында жүргізіледі.

1.3.Металлқыш сүзгіні қолдану скважинадағы мұнай тұтқырлығы 0,5 (500) Па•с (сп) болғанда мүмкін болады, соның өзінде сүзгі қабырғасының қысымы 0,5 МПа аспауы және сипаттама бойынша көптіктен аспауы керек.

1.4.Пайдалануға жаңадан берілген немесе кеніштің аймақ өткізгіштігі төмендеген скважиналарда сүзгіні орнатпастан бұрын кеніштік аймаққа әсер ететін шаралар жүргізу керек.

1.5.Сүзгі орнатылардың алдында скважина мұқият дайындалуы тиіс. Дайындық жұмыстары кешеніне:

1.5.1. Скважинаны зерттеулер сұйықтың шығымын өлшеу, скважина өнімділігіндегі құм көлемін анықтау, терендік сорабының белгіленген режиміндегі жұмысы т.б.

1.5.2.Кенішті аймақтың сүзгіштілігін төмендетпейтін әдістермен скважина кенішін тазалау.

1.5.3.Пайдалану бағанасының жай-күйін анықтау.

1.5.4. 1.4. тармағы бойынша Г.Т.М. өткізудің орындылығын анықтау, қажет болса жүргізу.

1.6.Процестің тиімділігін объективті бағалау мақсатында сүзгіні орнатқанға дейін және одан кейін скважинаға гидродинамикалық зерттеу жүргізіледі.

2. Процесті жүргізуге арналған жабдықтар мен материалдар.

2.1.Скважинаны дайындау процесі мен оны металлқыш сүзгімен жабдықтау жер асты және скважинаның күрделі жөндейтін жабдықтар бригадасын пайдаланумен, сондай-ақ ЦА-320 м, 2АН-500 агрегаттары, 4ПА құмараластырғыш, АЦН-11-257 немесе 4ЦР типтес автоцистерналар қолданумен жүргізіледі.

2.2.Сүзгіні қондырғанға дейін сұйықтар ағынын жиілету бойынша шараларды атқару үшін скважинада УКП-80, КПУ 16/100 қондырғылары мен Азинмаш-30 қышқыл тасығышы қолданылады.

2.3.Кеніщ алаңы мен сүзгі арасындағы кеңістікті кавернмен толтыру үшін көлемі 2-4 мм қабақшалар, кварц құмы және сүзгілік материалдардың сынықтарын жақсы іріктеу керек. Олардың қажетті көлемі тәжірибе жолымен анықталады.

3.Скважинаны сүзгімен жабдықтау технологиясы.

3.1.Скважиналарды металлқыш сүзгімен жабдықтау үш нұсқамен қаралады: пакерлі түптік қондырғы, пакерсіз сорап қондырғысы және атқылау лифтінің башмак асты қондырғысы.

3.2.Терең сорапты пайдалану кезінде скважинаға пакерлі сүзгіні орнатуда төмендегі тәртіптер орындалады:

3.2.1. 1.5.1., 1.5.2. тармақшалары бойынша операциялар орындалады.

3.2.2. Скважина жерасты құралдарынан босатылады. Құм тығындардан тазартылады және диаметрі 120 мм немесе 140 мм шаблонмен шаблондалады.

3.2.3.Қажет болса мұнай ағынын ұлғайту бойынша шаралар жүргізіледі (түп аймақты қышқылмен, ПАВ қоспасымен, жылумен өңдеу).

3.2.4.Перфорацияның төменгі саңылауына цемент мост-тығын немесе ВП-118, ВП-140 типтес жарылғыш пакер орнатылады.

3.2.5.Сорапты-компрессорлық құбырды перфорация интервалының ортасына дейін түсіреді және скважинаны қабатқа көмекші сүзгілеу материалдарын: ракушечникті, кварцті құмды немесе полимерлі түйіршектерді айдауға дайындау керек. Қажетті материалдар мөлшері осы сияқты скважиналарда жасалған жұмыс нәтижелері бойынша анықталады.

3.2.6. СКҚ арқылы қабатқа сұйықты-тасымалдағыш (мұнай тұтқырлығы 0,2-0,3 Па с) көмегімен сүзгілеу материалын айдайды. Айдаудың аяқталуы қысымның жіберілген шегіне дейін өсуімен анықталады.

3.2.7. СКҚ-ды қауіпсіз биіктікке көтеріп, скважинаны екі сағатқа тыныш қойдыру керек.

3.2.8. Барлық перфорация аралығын пакермен және тығындармен бітеу есебінен сүзгіні дайындау.

3.2.9. СКҚ-ды түпке дейін түсіріп скважинаны сүзгілеу материалдарын артық заттардан жуу керек және СКҚ-ды толық көтереді. СКҚ-ды көтеру кезінде қабаттағы қысымға қарсылықты ұстау үшін скважинаға мұнай құйылады.

3.2.10. Спайдер немесе АПР-2ВБ көмегімен скважинаға сүзгі компановкасын түсіреді.

3.2.11. Ұстау құралының көмегімен сүзгі құрылғысы қосылады және оны есептелген тереңдікке дейін түсіріледі. Түсірілу жылдамдығы 0,17 м/с-тен аспауы керек және құрылғы айналмауы тиіс.

3.2.12. Сүзгі түсірілген соң құрылғы оңға қарай 8-10 рет айналдырылып, пакер манжетіне тығыздау жүргізіледі, 1/4 солға айналдырылып, тығыздау аяқталған соң, жай ғана көтеру арқылы құрал босатылады да жоғарға шығарылады.

3.2.13. Тереңдік сорапты түсірген соң, скважина іске қосылады, бұл кезде сорапты ілу тереңдігі сүзгі элементінің шыдамдылығы есебінен таңдалады.

3.2.14. Сұйықтың шығымына, құмның шығуына тұрақты бақылау өлшемдерін және сорап жұмысының динамографпен сипаттау бақылау жүзеге асырылады.

3.3. Скважинаға сорап пен сүзгі орнату төмендегі тәртіппен орнатылады:

3.3.1. 3.2.1., 3.2.3., 3.2.5. - 3.2.7. тармақтары бойынша операциялар орындалады.

3.3.2. Сүзгі секцияларынан перфорациялардың барлық қашықтарын бітеу есебінен сүзгі компоновкасын дайындайды. Сүзгінің үстіне сол-оңға ауыстырманы орнатып, төменгі жағын тығынмен жабдықтайды.

3.3.3. 3.2.9., 3.2.10. тармақтары бойынша операциялар орындалады.

3.3.4. Сол-оңға ауыстырма көмегі арқылы сүзгіні сорап қабылдауына қосу керек және оларды СКҚ мұнайдың құйылуының қажетті тереңдігіне дейін скважинадағы СКҚ-ға түсіріледі. Түсіру жылдамдығы 0,17 м/с.

Ескерту. Хвостовик ұзындығы сүзгі элементтерінің беріктік есебінен таңдалынады, яғни хвостовиктегі сұйық бағанасының биіктігі сүзгі элементтерінің қабырғаларындағы шектелген қысым төмендеуін қамтамасыз етеді.

3.3.5. Штанга арқылы сорап плунжерін түсіру керек (егер сорап НГН болса) немесе сорап НГВ болса және скважинаны пайдалануға қалқыма өдісімен жіберу керек.

3.3.6. Қалғаны 3.2.14 тармағы бойынша орындалады.

3.4. Фонтанды лифтінің башмак астына сүзгіні орнату келесі тәртіппен орындалады:

3.4.1. 2.5.1,2.5.2 және 2.6 тармақтары бойынша қажетті операциялар орындалады.

3.4.2. Түп аймағы өткізгіштігін төмендетпейтін және жөндеу жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігіне жауап беретін арнайы жуу сұйықтарымен скважинаны бекіту керек.

3.4.3. Скважинаны СКҚ арқылы түпке дейін жуып және оларды көтеру керек:

3.4.4. Диаметрі 120 немесе 140 мм шаблонмен пайдалану тізбегін шаблондау керек.

3.4.5. Перфорация арасын секциямен жабу есебімен сүзгі компановкасын дайындайды. Сүзгі үстіне оңды-солды ауыспа қойылады, ал төменгі жағы арнаулы клапанмен жабдықталады.

3.4.6. 3.2.10. тармағы бойынша жұмысты орындау керек;

3.4.7. Сол жақ бұранда арқылы жалғастырғыш көмегімен сүзгіні СКҚ-ға жалғайды және сүзгіні скважинаға перфорация интервалына түсіреді.

3.4.8. Скважина сағасын оны меңгеру үлгісі бойынша бекіту және оны коллекторға қосу жүргізіледі.

3.4.9. Бастыратын сұйықты мұнайға айналдырып, скважинаны мұнаймен қарсы айналыммен жуу керек.

3.4.10. Клапанды жабу үшін СКҚ-ға қысым тудыру керек. Жабу қысымы сүзгіні түсірер алдындағы тәжірибе жолымен анық-талады.

3.4.11. Скважинаны біртіндеп қосып, меңгеріп және оны пайдалануға енгізу керек.

3.4.12. Қалғанын 2.6. тармағы бойынша орындау керек.

3.5. Скважинаны металлқыш сүзгімен жабдықтаудың ұсынылған технологиялық үлгісі кен орнының жағдайына байланысты өзгеріп, жетілдіруі мүмкін және прогрессивті шешімдер мен шет ел практикаларының тәжірибелерін қолданып, кәсіпшілікті технологияны жаңарту керек.

4. Сүзгі элементтерінің жұмыс беттерінің уақытша герметизациясы:

4.1. Металлқыш сүзгі элементтерін түпке түсіру үрдісі кезінде жұмыс беттерінің толып қалуын болдырмау тәсілдерінің бірі, СКҚ тізбегін скважинаға түсіру үшін және оны меңгеруге уақытша қажетті сүзгі қуысын уақытша герметизациялау болып табылады.

4.2. Мұнайда еритін герметиктерді қолдану кезінде сүзгінің жұмыс бетінің герметизациясының бұзылуы олардың қабат мұнайында еруі есебінен болады, ал термобалқығыш герметиктерді қолдану кезінде олардың жойылуы табиғи немесе жасанды жылу әсерінен болады.

4.3. ВНИПИтермнефть уақытша герметик ретінде күкіртті қолдануды ұсынады.

Ұнтақталған техникалық күкірт (МЕСТ-127-76) сары түсті ұнтақ болып табылады. Ол суда ерімейді, бірақ та күкіртқөміртегінде, бензолда, эфирде, анилинде, фенолда, ал

жоғары температурада мұнайда жақсы ериді. Балқу температурасы 113-119° С, тығыздығы 1,92-2,07 г/см .

4.4. Сүзгі бетіне күкірт салу технологиясы төмендегідей:

4.4.1. Көмкеру күкірт ерітіндісімен іске асырылады, оның температурасы мен заттың балқу температурасының айырмасы 20 С-дан көп болмауы, яғни 130-140 С шамасында болуы керек.

4.4.2.Күкірт балқымасын дайындау үшін сәйкес өлшемдегі кез-келген металл ыдыс қолданылады.

4.4.3. Ыдыс қажетті мөлшердегі кристалды герметикпен толтырылады, ол жабық қыздырғыш аспа көмегімен 140 °С-ден жоғары емес температурада қыздырылады.

4.4.4. Герметикпен көмкеру алдын-ала күкірттің балқу температурасынан 15-20 °С төмен температурада, яғни 90-100 °С температураға дейін қыздырылған сүзгіні батыру немесе домалату жолымен жүргізіледі.

4.4.5. Бір сүзгі элементінің (диаметрі 102 мм және ұзындығы 600 мм) жұмыс бетін 1 мм қалыңдықпен көмкеру үшін 0,30 кг күкірт қажет.

4.4.6. Көмкеру қалыңдығын 6.1 кестесіне сәйкес штангенциркуль көмегімен бақылайды.

Көмкеру қалыңдығы мен мұнай температурасына тәуелді күкірттің мұнайда еру уақыты

6.1 кестесі

Көмкеру қалыңдығы, мм	Мұнай температурасы, °С	Герметизацияның бұзылуының басталуы,сағ.	Герметизацияның бұзылуының аяқталуы, сағ.
0,25	50±5	20	40
1,0	50±5	50	60
0,25	70±7	1	10
0,50	70±7	4	24
1,0	70±7	10	40
1,5	70±7	20	50
0,25	90±7	-	4
0,5	90±7	4	8
1,0	90±7	4	12
1,5	90±7	5	15

Кестеде герметизацияның бұзылуының басталуына сүзгі бетінде кейбір жаланданған жерлердің пайда болу уақыты алынады, герметизация бұзылуының аяқталуына күкірттің мұнайда толық еру уақыты алынады.

Қабат температурасын және скважинаны меңгеру уақытын біле отырып, кесте бойынша керекті көмкеру қалыңдығы анықталады.

4.5. Герметикті тасымалдау және сақтау ережелері:

4.5.1. Алты қабат битумдалған қағаз қаптарға салынған ұнтақталған күкіртті тек жабық вагондармен тасымалдайды.

4.5.2. Күкіртті атмосфералық жауын-шашын әсерінен қорғалған құрғақ, жабық орындарда немесе ағаш аспаларда сақтайды. Қаптар арасында, сондай-ақ қаптар мен қойма қабырғалары арасында 0,5 м кем емес арақашықтық болуы керек. Күкірті бар қаптарды су мен канализация құбырларына және жылыту аспаптарына жақын жерге орналастыруға болмайды.

5. Сүзгілердің регенерациясы және оларды жөндеу

5.1. Сорап қабылдауында орналасқан сүзгілердің регенерациясы сүзгінің скважинадан көтерілуінсіз тікелей жуу арқылы жүргізіледі. Бұл кезде алдын-ала скважинадан штангілер және плунжер конусымен (егер сорап құбырлық болса) немесе

штангілер (сорап алмалы-салмалы болса) шығарылады. Жуу сұйығы ретінде мыналарды қолдануға болады: қыздырылған товарлық мұнайды (t=70 С), еріткіштер (газ конденсаты, керосин, дизель жанармайы), БАЗ су ерітіндісі, мысалы, сульфаттың 1% ерітіндісі немесе ОП-10.

5.2. Пакерлі түпке тірек арқылы немесе фонтандық лифт қабылдауына қондырылған сүзгілерді тікелей жуу жолымен регенерациялауға болады, бұл кезде жоғарыда айтылған сұйықтардың біраз бөлігі қабатқа жұтылады.

5.3. Скважинадан алынған сүзгілер сумен жуу немесе жуу стендінде еріткіштермен гидродинамикалық әсер ету жолымен регенерацияланады.

Ескерту: сүзгілерді регенерациялағанда сүзгі элементтері қабырғасындағы қысым құламасы сипаттамалық құжатта көрсетілген шектен аспауы керек.

Сүзгі тәжірибелік өндірістік сынаудан өткізілген. NN 792 және 793 скважиналар 1980 жылдың наурыз айында бұрғыланып, аз шығыммен пайдалануға қосылған болатын. Оларды МҚС-мен жабдықтаған кезде олар мұнай беруді тоқтатқан еді. N 792 скважинаға 1981 жылдың ақпанында МҚС қондырылды, бұл үшін төмендегі дайындық және монтаж жұмыстары жүргізілді. Жерасты қондырғыларын көтеру және түпті Яковлев аппаратымен өлшеу, 300-ден 360 м-ге дейінгі терендікте құм тығынын таза мұнайға дейін жуу, құбырларды шаблонымен бірге көтеру (360 м түпке дейін 118 м шаблонмен шаблондалған).

Одан әрі 302-296 м перфорация аралығына 2,4 м мұнайдағы ракушка 80-90 атм. қысымдағы жуу сұйығымен айдалды. Құбырларды толық көтеріп және түпті Яковлев аппаратымен өлшегеннен кейін скважинаға 2,5 дюймдік сораптық-компрессорлық құбырларға бекітілген 43 мм сорабы бар төрт дюймдік МҚС 308 м терендікке дейін түсірілді, және сүзгінің жоғарғы жағы 290 м терендікте орналасты. Монтаж жұмыстары аяқталғаннан кейін скважина 0,2 т/тәулік шығыммен пайдалануға берілді, уақыт өте скважина ары қарай игеріліп, шығымы көтерілді.

N 793 скважина N 792 скважинамен қатар орналасқан және ол да 1981 жылдың ақпанында 308-302 м, 296-292 м перфорация аралықтарына орналастырылған төрт дюймдік МҚС-мен жабдықталды. Бұл скважинада төмендегі жұмыстар жүргізілді: жерасты қондырғылары толығымен көтерілді және 135 мм шаблон түсірілді (ол 304 м терендікте құм тығынын анықтады),

скважина 360 м тереңдікке дейін, таза мұнайға дейін жуылды, ары қарай құбырларды көтеріп (аспа 290 м тереңдікке орнатылды), 2 м мұнайдағы ракушка 80-100 атм. қысымдағы жуу сұйығымен айдалды, ал құбырларды толық көтергеннен соң түп Яковлев аппаратымен өлшенді және 2,5 дюймдік сораптық-компрессорлық құбырларға (СКҚ) бекітілген 32 мм сорабы бар сүзгі 308 мм тереңдікке орналастырылды, оның жоғары жағы 300 м тереңдікте. Скважинаны пайдалануға тапсырғанда оның орташа тәуліктік шығымы 0,4 т/тәулік болды, кейін скважина ары қарай игеріліп оның шығымы 3,2 т/тәулікке дейін өсті.

Сүзгілер қондырылғаннан кейін бұл екі скважинада екі жылдан астам уақыт жөндеу жұмыстары жүргізілген жоқ. Сүзгінің күйін анықтау мақсатында 1982 жылдың наурызында осы мақсатта N 793 скважинадан шығарылған МҚС тексерілген. Оның жайы жұмысқа жарамды болып шықты. Ешқандай бұзылулар, тоттанулар табылған жоқ. 1982 жылдың аяғында бұл скважина-лардың жұмысқа жарамдылығы анықталып, буланды. 1983 жылдың 1 қарашасындағы жағдай бойынша № 792 скважинасы тәулігіне 1,8 т. шығыммен жұмыс істеді.

Қондырылған сүзгілердің жұмыс тиімділігі жөнінде күдіктер айтылды. Сондықтан олардың жайын тексеру мақсатында 1983 жылғы жұмыс жоспарына №792, 793 скважиналардағы сүзгілерді тексеру енгізілді. Бірақ, екі скважина да екі жыл бойы жөндеусіз жұмыс істегендіктен бұларды арнайы тоқтату тиімсіз болды.

Дұрысы, олар табиғи тоқтағаннан кейін сүзгілердің қызмет мерзімін белгілеу. Бұндай сәт № 793-ші скважинаға 1983 жылы туды, ол тоқтады. Сүзгі алынғаннан кейін белгілі болғандай сүзгі элементтерінің секцияларының үшеуінен басқасы бұзылмаған болып шықты. бұл үшеуінде жаңадан пайда болған жарық пайда болды. Бұл сүзгінің ішінде механикалық араластың жоқтығын көрсетеді. Сірә, егер біз мұнай рентабелділігін сақтағымыз келсе, бұның алдын алу қажет шығар. Осыған байланысты металлқыштық сүзгі элементі таңдалынып алынады. Сочдықтан сорапқа түсетін мұнайда қатты заттардың болуы мүмкін.

1983 жылдың 12 қарашасында № 793 скважина сорабы алмастырылмаған соң ол сүзгісіз сынақтан өтті, бірақ ол екі апта жұмыс істегеннен кейін сораптың бітелуіне байланысты тоқтап қалды. Апат жойылғаннан кейін скважина қайтадан МҚС-пен жабдықталды.

Осылайша № 793-ші скважинада сүзгінің жоғарғы тиімділігі расталды. Бұл скважина 2,5 жыл жұмыс істеді, № 1504 скважина. Ол 1974 жылдың 7 қарашасында пайдалануға берілген. Жасанды кеніші 380 метр, перфорация қашықтығы 367-314 метр. Скважинаның алғашқы шығымы тәулігіне 0,3 т құрамындағы құм 0,811%. Скважина 98 %-ке дейін сумен бастырылған. 1978 жылға дейін скважинада бірнеше рет күрделі жөндеу жұмыстары болды. 1978 жылдың желтоқсанында скважина НСТФ-3 сымды сүзгісімен жабдықталды. Бұзылу қайталана берген соң 1983 жылы оны МҚС-пен жабдықтауға шешім қабылданды. Жөндеу жұмыстарынан кейін скважинаның 286 метр терендігіне 4 дюймдік МҚС түсірілді. Бірақ ол мұнай өндірісін қысқартты. Жөндеу кезінде сорап- компрессорлық жабдық пен штанганың істен шыққаны белгілі болды. Кеніштің шығарылған МҚС жағдайы жұмысқа жарамды, секцияның беті таза болып шықты. Сүзгінің ішкі жағдайын білу үшін оны ашуға тура келді. Мұнда сүзгі толықтай құм, сазбен бітелгені анықталды, яғни скважинаны бұлай қарай сынақ сүзгісімен жабдықтауға болмайтыны анықталды.

№ 322-ші скважина. Ол 1978 жылы 24 желтоқсанда пайдалануға берілген, жасанды кеніш 390 метр, перфорация ара қашықтығы 365-325 метр, скважинаның ағымдағы шығымы тәулігіне 2 т. Скважина 1979 жылдың мамырында төрт дюймдік сым сүзгісімен жабдықталған. 1982-83 жылдары 4 күрделі жөндеу жұмыстары жүргізілді. 1983 оған МҚС орнатылды. Скважина жөнделгеннен кейін орта тәуліктік шығымы тәулігіне 5,0 т жұмыс істеуде.

№ 2610 скважинасы 1983 жылдың маусымында пайдалануға берілген. Табиғи кеніш 389 метр, перфорация қашықтығы 386-360 метр, 1983 жылдың 2 қарашасында скважина қорғағыш сақиналары бар МҚС -пен жабдықталды.

Сүзгі 341-331 ара қашықтықта түсірілді. Жөндеуден кейінгі тәуліктік шығымы 1,5 т/тәу., бірақ № 2610 скважинасы апаттан кейін 1 ай жұмыс істемеді.

1980 жылдың наурызында №№ 792 және 793 скважиналары бұрғыланып, пайдалануға берілді. Оларды металлқыш сүзгімен жабдықтау кезінде мұнай беру тоқтатылды.

1981 жылдың ақпанында № 792 скважина сорап асты нұсқадағы МҚС-пен жабдықталды. Скважинаға диаметрі 114 мм МҚС диаметрі 43 мм терең сораппен диаметрі 73 мм СКҚ арқылы 308 м терендікке түсірілді, сүзгінің үсті 280 м терендікте орналасқан. Сүзгі қондырылған соң скважина

тәулігіне 0,2 т/тәу. шығыммен пайдалануға берілді, одан әрі оның шығымы 1,8 т/тәу. дейін көтерілді.

№ 793 скважинасы № 792 скважинасының қатарына орналасқан және 1981 жылдың ақпанында МҚС-пен жабдықталған. Скважина пайдалануға берілгеннен кейін оның алғашқы орташа тәуліктік шығымы 0,4 т/тәу. құрады, одан әрі шығымы 3 т/тәу. дейін көтерілді.

Сүзгілер орнатылғаннан кейін бұл екі скважинада 2 жылдан астам уақыт жөндеусіз жұмыс істеді.

1983 жылдың аяғында бұл скважиналардың жұмысқа қабілеттілігін білу үшін ревизия жүргізілді. 01.10.83 ж. жағдайы бойынша № 792 скважинасы 1,8 т/тәу. орташа тәуліктік шығыммен жұмыс істеді, механикалық қоспалар 0,021-%-ті құрады. № 793 скважинасының шығымы сол мерзімде 3,2 т/тәу. -ті, ал механикалық қоспалары 0,028%- ті құрады.

Сынақ жоспарына №№ 792, 793 скважиналарындағы сүзгілерді және соңғысының сүзгісіз пайдалануды тексеру енгізілді.

Сүзгілер 2 жылдан астам жұмыс істеді және 1983 жылдың қазанында № 793 скважинадан мұнай беру тоқталды. Сүзгіні алғаннан кейін сүзгілеу элементінің екі секциясында, түсіру-көтеру операциясы кезінде жарықтар пайда болғаны белгілі болды. Бұл жарықтардағы механикалық қоспаның және оның ішкі айналасында табылмауымен нақтыланады. Сорап поршенінің тозуы, сүзгіде ұсақ қатты заттары бар қалың дисперсті қоспаның болуына байланысты.

12.10.83 ж. сорап ауыстырылған соң № 793 скважина сүзгісіз сыналды, бірақта екі апта ғана жұмыс істеп терең-сорап жабдығының бітеліп қалуына байланысты тоқтап қалды. Апатты жойған соң 31.10.83ж. скважина тағайындалған перфорация аралығы 308-302, МҚС-пен қайта жабдықталды және тәуліктік шығымы 4 т/тәу., құрады.

Осылайша, № 793 скважинасына да МҚС-ні қолданудың тиімділігін растады.

Қазіргі кезде Кенқияқ кен орнында осындай сүзгімен 44 скважина жабдықталған.

Кенқияқ кен орнының өнімді деп есептелетін орта юра қабаты 250 - 400 м тереңдікте жатыр және ұсақ түйіршікті құмнан, алевриттен және сазды фракциялардан тұрады.

Осының әсерінен мұнай скважиналарын пайдалану кезінде құмның пайда болуы үлкен орын алады. Нәтижесінде скважина оқпанында тығын пайда болады және мұнаймен ілесе отырып

сорап бөлшектерінің тозуына ұшыратады. Терең-сорап жабдықтарының қызмет мерзімінің ұзаруы, жөндеу аралық кезеңінің созылуы және өндірілген мұнайдың өзіндік құнының төмендеуіне негізінен скважиналы сүзгілерді пайдалану көмегімен қол жетеді. Өкінішке орай, қатты қоспаларды ұстауға арналған танымал сүзгілерден түп аймағы аралығында сенімді жұмыс күтіп беруге болмайды. Осыған байланысты "Ембімұнай" ӨБ-нің ұсынысы бойынша металлқұйыс негізіндегі скважиналы сүзгілерді жасау жұмыстары басталды. Нәтижесінде жаңадан бөлініп шыққан "Ақтөбемұнай" ӨБ-де сорап асты нұсқасындағы сүзгі құрылғысы жасалды (авторлық ізденіс СССР № 1161692). Сүзгі құрылғысы жетілдірілген және кез-келген қабат қалыңдығы үшін жекелеген екі метрлі секциялардан жиналады. 1981 ж. сүзгімен жабдықталған алғашқы екі скважина (№ 792 және № 793) жақсы нәтижелер берді. Бірақ, металлқұйыс сүзгі элементтерінің болмауы енгізу аумағын ұлғайтуға, статистика жинақтауға мүмкіндік бермеді. Біздің елімізде қуысты металлқұйыс құбырлары химиялық және қорғаныс кәсіпорындарының қажеттілігі үшін аз мөлшерде шығарылады. Ал бұл министрлер жоспарына ену мүмкін емес.

Скважина сүзгілерін өндірістік-тәжірибеге енгізумен қатар, оның әр түрлі параметрлерінің өзгеруі кезіндегі сүзгі жұмысының заңдылығын анықтау бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді. Мұнайды түптен сүзгілеудің жуықтатылған математикалық моделі жасалды, құбыр аралық кеңістіктің саңылау өлшеміне, перфорациялық тесіктер санына және сүзгілеу режиміне қатты қоспалар концентрациясына байланысты сүзгі сипаттамасын анықтау мақсатында физикалық эксперимент жүргізілді.

6.2. Кенқияқ кен орнындағы металлқыш сүзгілерінің жұмысына талдау

Кенқияқ кен орнына МҚС енгізу 1981 жылы басталды, ол кезде екі скважина МҚС-пен жабдықталды. Төменде жыл бойынша скважинаның сүзгімен жұмыс істеу мәліметі берілген.

Бұл кезде кеш қосылған скважиналар үшін талдау деректері кезінде ұқсас мәліметтер жіберілген. Алғашқы скважиналар - № 792 және № 793.

Скважиналар 1980 ж. наурызында бұрғыланған және аз ғана шығыммен пайдалануға берілген. Оларды МҚС-мен жабдықтау кезінде мұнай беруін тоқтатқан. 1981 жылдың 16 ақпанында 792 скважина МҚС -мен жабдықталды, бұл үшін келесідей дайындау және монтаждау жұмыстары жүргізілді: жер асты жабдықтарын көтеру және түпті Яковлев аппаратымен өлшеу, таза мұнайға дейін 300 м-ден 360 м-ге дейінгі тереңдікте құм тығындарын жуу, құбырды шаблонмен көтеру, 360 м түпке дейін 118 м шаблонмен толық шаблондау.

Одан әрі 80-90 атм. қысым кезінде 302-296 м перфорация интервалы арқылы жуу сұйығына (1 $м^3$ мұнай) 2,4 $м^3$ ракушканы мұнайға араластырып айдады. Құбырды толық көтерген соң және түпті Яковлев аппаратымен - 308 м өлшеуден кейін скважинаға 308 м тереңдікке дейін 2,5 дюйм СКҚ 43 мм сораппен 4 МҚС түсірілді, сүзгінің үстіңгі жағы 290 м тереңдікте орналасқан. Монтаждау жұмыстары аяқталған соң скважина тәулігіне 3,0 т/тәу. шығыммен пайдалануға берілді.

№ 793 скважина 14.02.1981 ж. тағайындалған перфорация интервалы 308-302 м, 296-292 м МҚС-мен жабдықталды. Бұл скважинада келесідей жұмыстар жүргізілді: жер асты жабдықтарын толықтай көтеру және 135 мм шаблонды түсіру (304 м тереңдікте

құм тығындарының бар екенін көрсетті), скважина 360 м тереңдікке дейін таза мұнаймен жуылды, құбырды көтеру (алқаны 290 м терецдікте орнатты), 80-100 атм. қысымда бастыру сұйығы (1,1 м мұнай), 308-302 м, 296-292 м перфорация интервалы арқылы скважинаға 2 $м^3$ ракушканы мұнайға араластырып айдады, ал құбырды көтерген соң Яковлев аппаратымен түпті - 360 м перомен толық өлшсу жүргізілді. Сүзгі 43 мм сораппен 2,5 дюймді СКҚ 308 м тереңдікте орнатылды, сүзгінің үстіңгі жағы 300 м тереңдікте. Скважина пайдалануға берілген соң, оның шығымы 4 т/тәу. құрады.

1982 жылдың наурызында бұл скважиналарға сүзгілерді орнатқан соң, сүзгілердің жай-күйін анықтау мақсатында № 793 скважинадан алынған МҚС-ге тексеру жүргізілді. Ол ешқандай мұқалып қажалмаған және тоттанбаған, жұмысқа жарамды болып шықты. МҚС-сі тексергеннен кейін қайта орнына қойылды.

1983 жылдың аяғында бұл скважиналардың жұмысқа қабілеттілігі анықталып, оларды буландырды. 01.10.83 ж. жағдайы бойынша № 792 скважина 1,8 т/тәу. орташа тәулік шығыммен жұмыс істеді (индивидуалді өлшем бойынша), бұл жағдайда су -5%, мұнай -95%, механикалық қоспалар -0,021%. Осы мерзімде № 793 скважинасының шығымы 4,2 т/тәу., су болмаған, механикалық қоспалар - 0,028% болды.

1983 жылдың қазанында № 793 скважина мұнай беруді тоқтатты. Сүзгі алынғаннан кейін анықталғандай, сүзгі элементі секциясының ақауы жоқ, тек көтеру жұмыстары кезінде жарық болды. Бұл сондай-ақ сүзгінің ішкі қуысында механикалық қоспалардың жоқтығын айқындайды. Сорап қажалып тозған. 12.10.83 ж. сорап ауыстырылған соң № 793 скважина сүзгісіз сыналды, бірақ 26.10.83 ж. терең-сорап жабдығының толып қалуына байланысты тоқтап қалды. Апатты жойған соң 29.10.83 ж. скважина МҚС-мен қайта жабдықталды, оның тағайындалған

перфорация интервалы 308-301 м болды. Тәуліктік шығым 4,0 т/тәу. құрады. 29.06.86 ж. сорапты жабдықтарды алмастыру жүргізілген соң скважина жұмысқа қайта қосылды. 03.09.87 ж. жер асты жабдықтарын жөндеу жұмыстары жүргізілген соң скважина жұмыс жасауын тоқтатпады.

26.07.85 ж № 792 скважинада жер асты жабдықтарын жөндеу жұмыстары жүргізілді, бұдан соң скважина 29.06.87 дейін жұмыс істеді. Жер асты жөндеу жұмыстарын тағы қайта жүргізген соң скважина жұмыс істеуін жалғастырды.

Осылайша № 792 скважинадағы жөндеу аралық кезең 1600 және 722 тәулікті, ал № 793 скважинада 975 және 430 тәулікті құрады.

Бұдан басқа 1982 жылы № 233 скважина МҚС жабдықталды, бірақта мұнай ағыны болмағандықтан іске аспады.

№ 233 скважина пайдалануға 24.12.78 ж. енгізілді. Өнімді қабат - орта юра, жасанды түп 390 м, перфорация интервалы 365-325 м (қабатшалары бар, 323-325 м интервал жұмыссыз). Түптік тау жынысының сипаттамасы - сазды құм, өнімдегі

механикалық қоспалар құрамы - 0,8 дейін. 1979 жылдың мамырында скважина сымды сүзгімен жабдықталды. 1982-83 ж.ж. кезеңдерінде сорапты-компрессорлы жабдықтардың толып қалуынан және қажалып тозуының әсерінен жер асты жабдықтарын ауыстыру арқылы скважинаға төрт күрделі жөндеу жұмыстары жүргізілді. 02.10.83 ж. скважина МҚС 4 жабдықталды. Сүзгі 354-340 м перфорация интервалында орнатылды. Сүзгі орнатылғаннан кейін скважина-ның орташа тәуліктік шығымы 5,0 т/тәу құрады. 27.04.86 жылы жер асты жөндеу жұмыстары жүргізілуінің арқасында скважина жұмысын тоқтатқан жоқ. Жөндеу аралық кезең (ЖАК) 940 тәулікті құрады. Келесі жөндеуді 03.10.87 ж. (ЖАК-545 тәу.) және 08.07.88 ж. (ЖАК- 156 тәу.) құрады. Орташа жөндеу аралық кезең 547 тәулік.

1984 жылы №№ 1508 және 1509 скважиналарына МҚС орнатпақ болған шаралар,бу қыздыру скважиналарына жақын орналасқандықтан қабат қысымының жоғары болуына байланысты іске аспады. № 2010 скважинаға 02.10.83 МҚС орнатылды, бірақ бұл скважинада бұрандалы қосылыстардың үзілуіне байланысты жұмысын тоқтатты.

1985 жылы бес скважина: №№ 245, 2117, 2127, 2128, 2152 жабдықталды.

№ 246 скважинаға МҚС 15.06.85 қондырылды. Жер асты жабдықтарын жөндеу 15.11.86 және 05.05.87 жүргізілді, жөндеу аралық кезең 520 тәулік болды.

№ 545 скважина МҚС-мен 15.06.85 жабдықталды. Жабдықтарды жөндеу 13.05.86, 11.12.86 және 22.01.87 жүргізілді, жөндеу аралық кезең 330 тәу., 205 тәу., 42 тәу. сәйкесінше болды. Соңғы жөндеуден кейін скважина жұмыс жасап тұр, сәйкесінше ЖАК 500 тәуліктен жоғары. Бұдан мынаны қорытындылауға болады, ЖАК-нің аз мәні №1 жөндеу бригадасының МҚС жинау мен түсіру кезіндегі жайсыздықтарға байланысты.

№ 2117 скважинасына 24.08.85 МҚС қондырылды. Жөндеу жұмыстары 16.02.86 ж. және 13.05.86 ж. жүргізілді. Жөндеу аралық кезең бірінші жағдайда 300 тәулікті және екіншісінде 89 тәулікті құрады. 27.03.87 МҚС-ін құрылғысын "Союзтермонефть" жасаған сымды сүзгілермен ауыстыру жүргізілді,бұл сүзгілердің салыстырмалы сипаттамасын білу мақсатында жасалды. МҚС жұмысының соңғы кезеңіндегі бұл скважинадағы жөндеу аралық кезең 285 тәулікті құрады. № 2117

скважинадағы, оның МҚС-мен жұмыс істеу кезеңінің орташа жөндеу аралық кезеңі 225 тәулікті құрады.

№ 2127 скважинасына 23.08.85. МҚС қондырылды. Жер асты жабдықтарын жөндеу жұмыстары 27.02.87 ж. жүргізілді. Бұл кезде жөндеу аралық кезең 185 тәулікті құрады. 03.03.86 ж. бұл скважина осы тармақтағы басқа да скважиналар сияқты "Союзтермнефть" сым сүзгілерімен жабдықталған. Скважиналардың сымды сүзгімен жабдықталған кездегі орташа жөндеу аралық кезеңі 01.11.87 ж. 100 тәулікті құрады.

№ 2152 скважинасы МҚС-мен 19.05.85 ж. жабдықталды. Сүзгімен жабдықталғаннан кейін алғашқы жөндеу жұмыстары 15.01.87 ж. жүргізілді, сәйкесінше жөндеу аралық кезең 606 тәулік. Қазіргі кезге дейін скважина жұмыс істеп тұр, жөндеу аралық кезең алғашқы жағдайдағыдан кем емес.

Салыстыру үшін №№ 2016 және 2018 скважиналарының "Лайенс" фирмасының сүзгілерімен жабдықталғанын еске сала кеткен жөн, 08.09.83 ж. және 26.07.83 ж. қондырылған. Берілген құрылғыдағы сүзгімен скважина жұмысының орташа жөндеу кезеңі 303 және 150 тәулікті құрады.

Осылайша бұл скважиналар әр түрлі құрылғыдағы сүзгілер тиімділігін салыстыру үшін ыңғайлы болып табылады.

МҚС-мен жабдықталған №№ 2117, 2128 скважиналары бойынша орташа жөндеу аралық кезең 306 тәулікті құрады.

"Лайенс" фирмасының сүзгілерімен жабдықталған № № 2016 және 2018 скважиналары бойынша орташа жөндеу аралық кезең 227 тәулікті құрады.

"Союзтермнефть" құрылғылы сымды сүзгілермен жабдықталған №№ 2117, 2127, және 2128 скважиналары бойынша орташа жөндеу аралық кезеңі 01.11.87 ж. 155 тәулікті құрады және соңғы уақытта жұмыс есебін айқындауды талап етеді. Бұл берілгендерді салыстырмалы талдау көрсететіндей: МҚС-і ЖАК бойынша "Лайенс" сүзгісінен 1,5 есе, ал "Союзтермнефть" сымды сүзгісінен үш есе асып түседі. Сонымен қатар МҚС-нің бағасы сымды сүзгілер бағасынан үш-төрт есе төмен екені қызықтырады.

1986 жылы осыларға қосымша №№ 442,690,1510,2173,2308, 2407 скважиналарына сүзгілер орнатылды.

27.05.86 ж. № 442 скважина сүзгімен жабдықталды. 800 тәуліктен аса жұмыс істеді.

13.07.86 ж. № 690 скважина МҚС-мен жабдықталды. Скважина 31.08.86 ж. дейін жұмыс істеді және жөндеу аралық кезеңі 47 тәулік болатын жабдықтардың қажалып тозуының

әсерінен тоқтады. Шығару кезінде МҚС-нің көптеген элементтерінің жарықтары бар екені белгілі болды. Бұдан кейін скважина "Союзтермнефть" сымды сүзгілерімен жабдықталды, содан кейін жөндеу аралық кезеңі 600 тәуліктен астам болатындай тұрақты жұмыс істеді. Осындай жағдайға біздің ойымызша екі фактор әкелуі мүмкін еді: 1) скважинаны МҚС-мен жабдықтау кезінде жөндеу бригадасының олақтығынан және 2) металлқыш негіздегі сүзгілерді пайдалануға мүмкіндік бермейтін скважинаның шеген құбыр тізбегінің үлкен майысуы.

№ 1510 скважинасына 21.05.86 ж. МҚС орнатылды. Скважина 21.06.86 ж. дейін жұмыс істеді және жөндеу аралық кезеңі 30 тәулік болып, сораптың бітеліп қалуы мен қажалып тозуы әсерінен тоқтап қалды.Шығарғаннан соң, алдыңғы жағдайдағыдай сүзгі элементінің ақауы бары анықталды. Ақау себебі жоғары мазмұндағыдай.

№ 2173 скважинасына 11.02.86 ж. МҚС орнатылды. Жер асты жабдықтарын жөндеу 10.08.86 ж. жүргізілді, жөндеу аралық кезең 190 тәулікке сәйкес келеді. Жер асты жабдықтарын жөндеу және ППУ-3 жуудан соң скважина жұмыс істеп тұр.

10.08.86 ж. № 2308 скважинасы МҚС -мен жабдықталды. Бірақ та оны одан әрі пайдалану ыстық будың түпке жарып өтуіне байланысты тоқтатылды.

03.07.86 ж. № 2407 скважинасы МҚС -мен жабдықталды және 17.07.87 ж. дейін жұмыс істеді, жөндеу аралық кезең 380 тәулікке сәйкес келеді, көрсетілген мерзімнен кейін мұнай ағымының тоқтауына байланысты скважина істен шықты.

1987 жылы №№ 297, 896, 897, 1206, 1338, 2170, 2422 скважиналары сүзгілермен қайта жабдықталды.

31.10.87 ж. № 297 скважинасы МҚС -мен жабдықталды. Жөндеу аралық кезең 300 тәулікті құрады.

29.10.87 ж. № 896 скважинасы МҚС-мен жабдықталды. Жуу мен жер асты жабдықтарын жөндеу 11.12.87 (ЖАК - 43 тәу.) жүргізілді.

05.11.87 ж. № 897 скважинасы МҚС-мен жабдықталды. ЖАК 200 тәулікті құрайды.

08.03.87 ж. № 1206 скважинасы МҚС -мен жабдықталды. ЖАК 600-ден астам тәулікті құрады.

16.03.87 ж. № 1338 скважинасы МҚС -мен жабдықталды. ЖАК 600-ден астам тәулікті құрады.

01.11.87 ж. № 1339 скважинасы МҚС -мен жабдықталды. Жер асты жабдықтарын жөндеу 02.04.88 ж. жүргізілді, жөндеу аралық кезең 251 тәулікті құрады.

30.10.87 ж. № 2170 скважинасы МҚС-мен жабдықталды. ЖАҚ 250-ден астам тәулікті құрады.

07.04.87 ж. № 2422 скважинасы МҚС-мен жабдықталды. ЖАҚ 450-ден астам тәулікті құрады.

1988 жылы №№ 106, 156, 459,2472,401, Г-26 скважиналары МҚС-мен жабдықталды.

Осылайша 1981 жылдан бері қазіргі уақытқа дейін металлқыш сүзгілерімен 44 скважина жабдықталды.

Жүргізілген талдау көрсетілген сүзгілердің сорап асты нұсқасымен мұнай өндіру және құм пайда болу кездерінде өндірістік қажеттілігін көрсетті. Барлық скважина бойынша орташа жөндеу аралық кезең пайдаланудың барлық жылында 371 тәулікті құрады.

Бұл кезде жөндеу аралық кезеңді талдау олардың өлшемін екі топқа бөлуге мүмкіндік береді:

1) Ұзақ мерзімді жөндеу аралық кезең (300 тәуліктен аса)

2) Аз мерзімді жөндеу аралық кезең (30-60 тәулік)

Бірдей құрылғылы МҚС пайдалану кезінде жөндеу аралық мерзімдерінің ондаған және оданда көп соншалық үлкен айырмашылықтары олардың жұмысына таза құрылғылық элементтер факторынан басқа технологиялық сипаттағы факторларда әсер етеді. МҚС-нің ерекшеліктерін ескере отырып біздің ойымызша бұған мынадай себептермен қарауға болады , скважинаның геометриялық сипаттамасы, сонымен бірге жинау кезінде зақымдануды.

Скважинаның геометриялық сипаттамасы МҚС пайдалану кезінде кері рөл атқаруы мүмкін, егер шеген тізбек үлкен айналмалы болса. Скважинаны жабдықтау кезінде, МҚС-нің бұндай тізбекте жылжуы өз мақсатын орындамауға әкеліп соғады. Жинау кезіндегі ақау да осыған ұқсас.

Аз жөндеу аралық кезеңді скважиналардағы МҚС-інде жарық пайда болған деген пікір айтылады. Оған қоса бұл пікір ТУ 0220167 ТСП -600 бойынша майысу көлемінің аздығынан расталады.

Бірақ, ТУ 0220167-87 -де жіберілген салмақ туралы және қосылған салмақ кезінде сүзгі элементтерінің бұзылу сипаты жөнінде дерек жоқ. Осыған байланысты біз сүзгі элементтерінің механикалық беріктігіне тексеру жасадық.

Тексеру МЕСТ 7855-74 бойынша жоғары салмағы 10 т дейін Р-10 универсалды сынақ машинасында жүргізілді.

Машина күш қоздырғыш, күш өлшегіш шкафы мен көрсетілген салмақты жазу үшін өзі жазғыштан тұрады.

Сынақ жекелеген сүзгі элементтері үшін өстік сығу үлгісі бойынша жүргізілді.

Сүзгі элементтерін сығу сынағының сипаттық нәтижесі 6.1. суретте келтірілген. Тексеру кезінде бақылау көрсеткендей элементке салмаққа дейін 3 т дейін (шөгу 1 мм дейін) элемент тұтастығы бұзылмайды. Осы көрсетілген салмаққа жеткенде сүзгі элементінің бүйір бетінде цилиндр бойымен өсіп отырған алғашқы көрінетін жарық пайда болды. 5 т салмақ кезінде жарық пайда болуы жалпы сипат алады. Ал салмақ 8 т жеткенде сыналған үлгіні морт түрі бойынша бұзылуы байқалды.

Бұдан шығатын қорытынды ТУ 0220167-83 бойынша ТСП-600 қолданылуымен орындалған МҚС скважинада жинау және жүктеу кезінде 3 т артық жүктеме болмауы керек. Бұл жағдай бұзылған кезде сүзгі элементтерінің тұтастығы бұзылады және МҚС ішіне қатты бөлшектердің енуі мүмкін, бұл жер асты жабдығының тез тозуына әкеледі.

Осы көріністегі себептерге байланысты №№ 690, 1510, 896 скважиналарындағы сүзгі элементтерінің тиімділігі төмендеп кетті.

МҚС жұмысын зерттеу нәтижелері көрсеткендей СКҚ диаметрін, сүзілетін сұйықтағы қоспа мөлшерін, сүзгінің жекелеген секцияларындағы перфорация жиілігін өзгерту кезінде 2 және 2,5 СКҚ перфорациялық тесіктердің жеткілікті саны диаметрі 20 мм 4 тесік болады.

Бірақ, Кенқияқ кен орнындағы МҚС пайдалану тәжірибесі және моделдеуге сынақтың жалғасы көрсеткендей бірнеше стандартты секциялардан құралған сүзгінің ортақ кемшілігі бар. Ол сорапқа жақын орналасқан секциялардағы сұйықтың фильтрация жылдамдығы, алшақ орналасқандарға қарағанда үлкен көлемде болуымен түсіндіріледі. Көрсетілген жағдай сүзілетін сұйықтың үлкен көлемдегі тұтқырлығымен анықталады.

Бүйірлік қабырғадағы бірнеше тесіктері бар құбырдағы күшті тұтқырлықты сұйық ағынының есебі қиын болғандықтан, сораптан арақашықтықтан тәуелді перфорациялық тесіктердің қажетті санын анықтау бұрын қойылған қондырғы көмегімен сынама түрінде жүргізілді. Бұл жағдайда қуысты сүзгі элементтері арқылы сұйықтың фильтрация тендігін, сүзгінің сыртқы бетіне қатты қоспалардың (ұсақ түйіршікті көмір) тұну жылдамдығы бойынша тұжырымдады.

Судағы көмір суспензиясы және ТУ 0220167-87 бойынша сүзгі элементтерінде сынақ кезінде анықталғандай, сүзгі бетінде қатты фазаның біркелкі қабаты сораптан кейінгі бірінші секцияда - 4, екіншісінде-4, үшіншісінде-8, төртіншісінде-12 диаметрі 20 мм болатын перфорациялық тесіктер бар болған кезде қалыптасады. Қондырғы бағында орын шектелгендіктен одан артық секцияларды сынау мүмкін болмады.

Сүзгі секцияларындағы перфорациялық тесіктер санындағы көрсетілген айырмашылық 1988 жылы №№ 459, 2472, Г-26, 4011, 156,106 скважиналарын жабдықтау кезінде ескерілді.

Қорытындысында түптік металлқыш сүзгілері көмегімен скважинадан құм шығуының алдын алу тәсілдерінің техника-экономикалық тиімділігі жөнінде мәліметтер келтіреміз. Оларды пайдаланудың экономикалық тиімділігі РД 39-3-370-79 "Мұнай өндіру кәсіпорындарындағы жаңа техниканың, өнертабудың және ұсыныстардың экономикалық тиімділігін анықтау бойынша әдістемелік нұсқаулар" [57] және "Әлсіз цементтелген жыныстарда скважинаның түп аймағына жасанды сүзгілерді жасау бойынша технологиялық нұсқаулар"- РД 39-1-732-82 [58] сәйкес есептелді. Техника-экономикалық тиімділіктің көрсеткіші ретінде енгізу көлемі; МҚС-мен жабдықталған скважина саны; бір скважинаның орташа шығымы; қосымша өндірілген мұнай; сүзгіні ауыстыруға кететін уақыт шығыны; МҚС мен НПО "Союзтермнефть" құрылғылық сүзгісінің бағасы; сүзгіні ауыстырудағы (қондырудағы) скважинаны күрделі жөндеу бригадасының шығыны.

"Лайенс" (АҚШ) фирмасының сүзгілерімен, "Союзтермнефть" сымды сүзгілерімен, металлқышты және титанды сүзгілермен жабдықталған скважина жұмыстарын салыстыру жүргізілді.

Кенқияқ кен орны скважиналарындағы әртүрлі сүзгілердің жұмыстары туралы жиынтық салыстырмалы мәліметтер төмендегі кестеге енгізілген.

Сүзгілерді пайдаланудың жөндеу аралық мерзімінің ұзақтығы

Кесте 6.2

Сүзгілердің аталуы	Жабдықталған скважиналар саны	Сүзгілерді пайдаланудың жөндеу аралық мерзімінің ұзақтығы, сағ	
		мөлшері	орташа
"Лайенс" жүйесі,АҚШ	2	150-270	210
Сымды сүзгілер	820	30-160	152
Титанды сүзгілер	20	100-320	260
Металлқыш сүзгілер	36	80-920	690

Сүзгілердің техника-экономикалық тиімділігінің басқа көрсеткіштері

Кесте 6.3

Сүзгілердің атауы	Қызмет көрсету, адам	Сүзгіні жинау уақыты, сүзгі / сағ
Лайенс жүйесі АҚШ	10	-
Сымды сүзгілер	6	48
Титанды сүзгілер	4	30
Металлқыш сүзгілер	2	2

Бұл деректер көрсеткендей түптік металлқыш сүзгілерін қолдану оларды пайдалану кезінде жөндеу аралық кезеңінің ұзаруына да, сол сияқты скважина өнімділігінің артуына да септігін тигізеді. Олар Кенқияқ кен орнындағы скважиналарда қолданылатын басқа сүзгілерден жөндеу аралық кезеңі бойынша 2-4 есе асып түседі. Оған қоса металлқыш сүзгілерінің бағасы сымды сүзгіден екі есе арзан және оны жинау үлкен шығын талап етпейтін екі ғана маманмен іске асады.

НЕГІЗГІ НӘТИЖЕЛЕР МЕН ҚОРЫТЫНДЫЛАР

1. Алғашқы екі аймақтағы, тұтқырлықтың температурадан және температуралық ұлғаюға тәуелділігін ескеріп суық, ыстық

сулар және будың температуралық аймақтық шекараларын анықтаудың есебі шешілді.

2. Орталық су айдау скважиналарынан қисық галереяға (тізбек қатарға) немесе пайдалану скважинасының батареясына қарай жылу тасымалдағыштармен мұнайды радиалды ығыстыру міндеті шешілді.

3. Лабораториялық және сынақтық зерттеулер жүргізіле отырып, мұнай кәсіпшілігіндегі құбырларда түз түнбалары мен тоттану үрдісін шектейтін әдіс-амалдар нақтыланды.

4. Қабатта құм пайда болу жағдайында түп сүзгілерінің құрылғысын жасау мақсатында өткізгішті қуысты материалдардың сүзгілік және регенерациялық сапасын зерттеуге мүмкіндік беретін лабораториялық қондырғы жасалды. Қондырғы мұнай өндіретін скважиналардың басында нақты сынақ жұмысын жүргізуге мүмкіншілік туғызады.

5. Сорапты - компрессорлы құбырдың диаметріне, оның перфорациялық жиілігіне, перфорациялық тесіктерінің өлшемдеріне, сонымен қатар сүзілетін сұйықтағы қатты қоспалардың құрамына тәуелді түптік металлқышты сүзгілердің өткізу қабілеті мен тығындалу қарқынын, фильтрация жылдамдығын комплексті моделдік зерттеулер орындалды.

6. Сорапты - компрессорлы құбырдың диаметріне және оның перфорация жиілігіне тәуелді сүзгі элементінің барлық жұмыс бетінде идеал сұйықтың біртекті фильтрациясының жағдайы туралы есебі шешілді.Сұйықтың тұтқырлығы жоғары және қозғалыс тұрақты деп алынып, осы өткізгіш қуысты элементтің кедергісін есепке ала отырып фильтрация үрдісі зерттелді.

7. Сүзгілеудің құрылғылық параметрінің жұмыс режимін лабораториялық (физикалық) және математикалық моделдеу негізінде жоғарғы регенттілік қабілетімен ерекшеленетін, түптік металлқыш сүзгілерінің құрылғысы жасалды.

8. Сүзгі құрылғысының жинақтылығы және оның скважинаның стандартты жабдығымен қалыптасуы, скважинаның түп аймағының ұзаруына байланысты сүзгі бөлшектерінің қажетті ұзындықтарын жинауға және жөндеуге мүмкіндік береді.

9. Тұрақты қысымда сұйықтың жарыса аққан өстік симметриалы ағыны кезінде сүзгіге тұнатын қатты бөлшектердің есебі қаралып, рет-ретімен шешімін тапты. Сүзгіден өтетін сұйықтың мөлшеріне қарай сүзгі бетінде және түнбалар қабаттарында қысымның өзгеру зандылығы анықталды.

10. Сүзгі бетіне қатты бөлшектердің тұну уақыты мен қысым арасындағы функционалды тәуелділік табылды. Бұл скважинаны пайдалану үрдісінде қатты бөлшектердің тұнған қабатшаларынан сүзгіні тазарту үшін қуатты кері импульс берудің қажетті уақытын бағалауға мүмкіндік береді.

11. Маңғышлақ кен орнындарындағы өндірістік сынақтар мен оны енгізу нәтижелері мұнайды сумен ығыстыру кезінде су айдау және пайдалану скважиналарының қолайлы дұрыс бөлінуі жоғары тиімділікті көрсетті .

12. Кенқияқ кен орнындағы тәжірибе-өндірістік сынақтар мен оны енгізу нәтижелері скважина өнімділігін арттыруға да, оларды пайдаланудың жөндеу аралық кезеңін ұзартуға да түптік металлқыш сүзгілерін қолданудың болашағы бар екенін көрсетті. Техника-экономикалық тиімділігі жағынан сүзгі жұмысы сол кен орнындағы скважиналарға орнатылған басқа сүзгілерден басым түседі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Раковский Н.Л. Методика определения потерь тепла в нагнетательных скважинах при закачке в пласт теплоносителей // Тр. ВНИИ "Разработка месторождений и гидродинамика пласта". Вып.55.М.: Недра, 1970.С.82-93.

2. Кубарев Н.П., Бобровский В.В. Номограммы для определения тепловых потерь по стволу скважины при закачке пара в пласт // В сб.: Новые методы повышения нефтеотдачи пластов на месторождениях Татарии. Бугульма, ТатНИПИнефть, 1979.С. 77-86.

3. Ялов Ю.Н., Лунев В.Ю. Приближенный расчет тепловых потерь в паронагревательных скважинах // Тр. ВНИИ "Техника и технология добычи нефти". Вып.77.М.: ВНИИ,1981.С.52-56.

4. Кащавцев В.Е.,Гаттенбергер Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение солеобразования при добыче нефти. М.: Недра,1985.

5. Коваленко Ю.Ф., Христианович С.А. Об упругом режиме эксплуатации нефтяного месторождения // ПМТФ, 1991. № 1. С. 18-7.

6. Ержанов Ж.С., Смагулов Ш., Умаров М., Жангазиев Ж.С. Об одном приближенном методе модели фильтрации // Изв. АН РК. Сер. физ.-мат., 1992. № 5. С. 77-80.

7. Умаров М.,Баймухаметов М.А., Жангазиев Ж. Модельная задача потока жидкости через фильтр при пескопроявлении глубинных пластов // Деп.в КазгосИНТИ 24.12.93.Регистр.номер 4560-Ка93. -С.10.

8. Умаров М.,Баймухаметов М.А.,Жангазиев Ж. Задача осаждения твердых частиц на фильтре // Международная конфер. "Проблемы механики и технологии". Тез.докл.Бишкек: "Илим",1994. С.75.

9. Умаров М. Разработка конструкции и исследование режима работы забойного металлокерамического фильтра в условиях пескопроявления глубинных пластов : Автореф. дис. . . канд. техн.наук. Алма-Ата, 1990.

10. Байбаков Н.К., Гарушев А.Р. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений. М.:Недра,1981.

11. Белов С.В. Методы борьбы с выносом песка из нефтяных скважин // Обзорная информация ВНИИОЗГ.М., 1980.

12. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензии. М.:Химия, 1986. 400 с.

13. Курбанов А.К.,Куранов Ф.К. Об уравнении движения двухфазных жидкостей в пористой среде и теория и практика добычи нефти.М., 1968.

14. Маслов И.И. Методы борьбы выносом песка нефтяных скважин. Обзорная информация.М.:ВНИИОЭНГ.-Т2,1980.64 с.

15. Умаров М. Результаты экспериментального исследования очистки воды с использованием пористых труб // Труды VI Казахстанской межвузовской научной конференции по математике и механике. - Алма - Ата,1977. -С.172-173.

16. Ершин Ш.А., Умаров М. Исследование возможности применения металлокерамических элементов в забойном фильтре для борьбы с пескопроявлением при добыче нефти на месторождении Кенкияк // Труды VII Казахстанской межвузовской научной конференции по математике и механике.- Караганда, 1981. -С.131-132.

17. Умаров М. Влияние скважинного фильтра на динамику пласта с пескопроявлением // Динамика сплошной Среды. - Алма-Ата, 1982.-С. 100-102.

18. Головин В.А.,Искаков Ш.Р., Умаров М. К расчету забойного фильтра с пористым элементом // Труды YIII Казахстанской межвузовской научной конференции по математике и механике. - Алма-Ата, 1984. -С.142.

19. Ершин В.А., Умаров М. Разработка конструкции фильтров применительно к пескопроявлениям скважин месторождения Кенкияк и построение приближенной математической модели процесса очистки нефти от твердых примесей // Деп. в КазИНТИ 29.12.85. Регистр. номер 01823053382.46 с.

20. А.с. № 1161692. Скважинный фильтр / Ершин Ш.А.,Умаров М., Балгимбаев Н.У.,Сейтпагамбетов Ж.К.,Алиманов Д.М.,Табилов С.Т. // Б.И., 1985. № 22.

21. Ершин Ш.А., Умаров М., Свиридов Б.В., Балгимбаев Н.У., Сейтпагамбетов Ж.К. Разработка математической модели, создание новой конструкции металлокерамических фильтров и внедрение их на нефтяных скважинах //Актюбинск, 1986. -47 с.

22. Ершин Ш.А., Умаров М.,Балгимбаев Н.У., Свиридов Б.В., Сейтмагамбетов Ж.К. Опыт применения забойных металлокерамичес - ких фильтров // Нефтяная промышленность. Экспресс - информация. Сер. Нефтепромысловое дело. - Москва, 1987. -Вып.5. -С. 13-15.

23. Умаров М. Авторский надзор оказания технической помощи при внедрении металлокерамических фильтров на месторождении Кенкияк // Актюбинск, 1987. -15 с.

24. Умаров М. Забойный металлокерамический фильтр // Деп. в КазНИНТИ 12.04.1984. Регистр.номер 304. -С.8.

25. А.с. № 1788219. Скважинный фильтр /Умаров М., Кунакбаев М. и др. // Б.И., 1992.

26. Умаров М., Жангазиев Ж. Оптимальное распределение нагнетательных и эксплуатационных скважин при вытеснении нефти водой // Деп.в КазгосИНТИ 5.06.95. Регистр.номер 6192-Ка95. -С.12.

27. Ержанов Ж.С.,Умаров М.,Баймухаметов М.А. Осаждение твердых частиц на фильтре при осесимметричном потоке жидкости //Деп.в КазгосИНТИ 29.02.96. Регистр.номер 6768-Ка96. -С.9.

28. Умаров М. Приближенный метод моделирования фильтрации жидкостей в нефтяном пласте // Деп. в КазгосИНТИ 29.02.96. Регистр.номер 6769-Ка96. -С.4.

29. Умаров М. Характеристика и исходные параметры месторож-дения Кенкияк для гидродинамических и технологических расчетов // Деп. в КазгосИНТИ 6.03.96. Регистр.номер 6780-Ка96. -С.8.

30. Умаров М., Баймухаметов М.А. Вытеснение нефти теплоносителем от нагнетательной скважины к эксплуатационным скважинам//Деп.в КазгосИНТИ 6.03.96.Регистр.номер 6781-Ка96.-С.12.

31. Умаров М., Баймухаметов М.А. Осесимметричное течение жидкости в упругой неоднородной пористой среде // Деп.в КазгосИНТИ 6.03.96. Регистр.номер 6779-Ка96. -С.6.

32. Умаров М. Интенсификация разработки месторождения Жетыбай с применением искусственных методов поддержания пластового давления //Деп.в КазгосИНТИ 6.03.96. Регистр.номер 6778-Ка96. -С.6.

33. Умаров М. Влияние параметров насосно-компрессорной трубы на изменение расхода и перепада давления в фильтре //Деп.в КазгосИНТИ 13.03.96. Регистр.номер 6790-Ка96. -С.6.

34. Умаров М. Влияние концентрации твердых примесей на процесс фильтрации // Деп.в КазгосИНТИ 13.03.96. Регистр.номер 6791-Ка96.6с.

35. Взаимосвязь процессов солеотложения и коррозии при добыче обводненной нефти // Нефтяное хозяйство. -М., 1990. -№8. -С.59-60.

36. Методы коррозионного контроля // Экспресс-информация. Сер. Коррозия и защита от коррозии. -М., 1988. - Вып.22. -С.28-29.

37. Устройство для оценки интенсивности солеотложения в нефтепромысловых трубопроводах // ИЛ Мангышлакский ЦНТИ. -Шевченко, 1988. - № 40-48.

38. Киинов Л.К., Розенберг М.Д., Теслюк Е.В. и др. Программа перехода на энергосберегающую технологию термозаводнения месторождения Узень путем нагнетания холодной воды для продвижения ранее закачанной оторочки //ВНИИ. - М., ПО Мангышлакнефть, - Актау, НГДУ Узеннефть. - Новый Узень, 1992. -220 с.

39. Серикбаев О.К., Шалабаев Е.С., Батырбаев А.Т., Сагиндиков А.А., Киинов Л.К., Тулешов К.Т., Симонов В.А. Опыт инициирования внутрипластового горсния с применением углещелочного реагента на месторождении Каражанбас //НТИС/ВНИИОЭНГ. Сер. "Геология геофизика и разработка нефтяных месторождений". -1989. -Вып. 2. -С. 16-17.

40. Ержанов Ж.С.,Калыбаев А.А.,Умаров М., Баймухаметов М.А. Основные закономерности математического моделирования процессов коррозии и солеотложений на нефтепромысловом оборудовании // Деп.в КазгосИНТИ 6.06.96. Регистр.номер 7050-Ка96. -С.19.

41. Умаров М., Баймухаметов М.А., Жангазиев Ж. Коррозионные испытания стальных муфт с покрытиями на месторождении "Жетыбай"//Деп.в КазгосИНТИ 6.06.96.Регистр.номер 7048-Ка96.-С.14

42. Умаров М., Баймухаметов М.А. Изучение образования и состава радиоактивных элементов в отложениях солей нефтепромыслового оборудования //Деп.в КазгосИНТИ 6.06.96. Регистр.номер 7047-Ка96. -С.16.

43. Баймухаметов М.А., Жангазиев Ж., Умаров М. Задачи осаждения твердых частиц на забойном фильтре при нефтедобыче // Материалы 1-го Республиканского съезда по теорет. и прикл. механике. Алматы: Гылым, 1996. -Часть 2. - С.185-186.

44. Умаров М. Применение искусственных методов поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений //Тезисы докладов Международной научной конференции "Современные проблемы механики горных пород", посвященной 75-летию академика АН РК Ж.С.Ержанова. Алматы: Гылым,1997. -С.131.

45. Умаров М., Нұрсұлтанов Ғ.М. Қазақстанда мұнай өнеркәсібі-нің даму тарихы // Алматы:Арыс баспасы,1998. -Б.24.

46. Нұрсұлтанов Ғ.М., Умаров М. және т.б. Мұнай және газ өнеркәсібінің орысша-қазақша түсіндірме терминдер сөздігі //Алматы:ҚазҰТУ, 1998. -Б.64.

47. Умаров М.,Насибуллин Б.М. Мұнай өндіруде кездесетін құм қиыршықтарына қарсы металлқыш сүзгілерін пайдалану // ҚазҰТУ хабаршысы.Алматы,1997. -Б. 94-96.

48. Умаров М. Тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарына бу жылуымен әсер ету // ҚазҰТУ хабаршысы. Алматы,1998. -Б. 34-36.

МАЗМҰНЫ

	бет
1. КІРІСПЕ	3
1.1.Мұнай өндіруді арттыру әдістері жөніндегі әдебиеттерге шолу	4
1.2.Филтрацияны моделдеудің жақындастырылған әдісі	14
2. ЖЫЛУ ТАСЫҒЫШ АРҚЫЛЫ АУЫР МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ ӘДІСІ	20
2.1. Жылу тасығыш арқылы мұнайды ығыстыру үрдісін зерттеуге арналған берілген параметрлер	20
2.2. Кеңқияқ кен орны жағдайына арналған жылу **тасымалдағыштың** гидродинамикалық және технологиялық есебі	21
3. МҰНАЙ КӘСІПШІЛІК ҚҰБЫРЛАРЫНДА ТҰЗ ЖИНАЛУЫ МЕН ТОТТАНУ ҮРДІСІН ТӨМЕНДЕТУ ӘДІСІН НЕГІЗДЕУ	42
3.1. Пайдалану скважиналарынан және мұнай кәсіпшілік коммуникациясынан, сондай-ақ айдау скважиналарынан (теңіз суы) түсетін сұйықтар сынағын химиялық элементтік талдау	53
3.2. Сорапты компрессорлы құбырдағы тұз түнбаларының элементтік құрамын радиоактивтік талдау	54
3.3. Никел және мырышпен қапталған болат муфталарды тоттануға сынау	65
3.4. Тұз түнбалары мен тоттану үрдістерінің сынақтық зерттелінуі	67
4. СҮЗІЛЕТІН СҰЙЫҚТЫҢ СКВАЖИНАҒА ҚОЗҒАЛЫСЫ	70

4.1. Идеал сұйықтың сүзілуі 70
4.2. Тұтқыр сұйықтың элементтің қуысымен қозғалғанда оған әсер ететін қарсы күштердің есебін шығару 77
4.3. Сүзілетін сұйықтықтың өстік симметриялы ағыны кезінде сүзгі бетінде қатты бөлшектердің отыруы 89

5. ҚАБАТҚА ҚҰМ ҚҰЙЫЛУ КЕЗІНДЕ МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ КӨТЕРУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ 95
5.1. Лабораториялық зерттеулер 95
5.2. Сүзгідегі қысым және шығын өзгерісіне сорапты- компрессорлы құбырдың параметрлерінің әсері 98
5.3. Сүзгілеу үрдісіне қатты қоспалардың концентрациясының әсері 100
5.4. Түптік металлқышты сүзгіні конструкциялық жетілдіру 104

6. ТЕРЕҢ ҚАБАТТАРДЫҢ МҰНАЙБЕРГІШТІГІН АРТТЫРУ ӨНДІРІСТІК СЫНАҒЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ 119
6.1. Скважиналарды дайындау және оларды сүзгімен жабдықтауға дайындау ***119***
6.2. Кенқияқ кен орнындағы металлқыш сүзгілерінің жұмысына талдау 132

НЕГІЗГІ НӘТИЖЕЛЕР МЕН ҚОРЫТЫНДЫЛАР 140

ӘДЕБИЕТТЕР 143

ББК 35.514
У 51

М.Умаров "Тұтқырлығы жоғары және ауыр мұнайлы қабаттардан жылу тасығышпен ығыстыру арқылы мұнай бергіштікті көбейту негіздері мен тиімді жабдықтарды қолдану" Алматы, ҚазҰТУ, 1999. 151 бет

ISBN 9965-487-21-9

Редактор Г.Х.Бабаева
Корректор Р.Т.Толқанова
Компьютерлік теру Г.И Нусипова

Теруге 22.01 1999ж. берілді Басуға 27.02.1999ж қол қойылды.
Пішімі 60*80 1/16
Қағаз № 1. «Таймс» гарнитурасы Есепті баспа табағы 9,6 б.
Офсетті басу. Таралымы 500 дана Тапсырыс № 29.
Бағасы келісімді.