

Философия докторы (PhD) дәрежесіне ұсынылған диссертацияның
АННОТАЦИЯСЫ
6D070800 - Мұнай-газ ісі мамандығы бойынша
Алишевой Жанат Нуркуатовны

**«Импульсті әсер ету әдістерімен мұнай беруді арттыру
технологиясын жетілдіру»**

Қазақстан Республикасының орнықты экономикалық дамуы және халықтың әл-ауқатының өсуі айтарлықтай дәрежеде мұнай өндіру өнеркәсібінің даму деңгейіне байланысты. Мұнай өндіруші кәсіпорындар қызметінің тиімділігіне әсер ететін процестерді дамыту проблемалары ұлттық экономиканы жаңғырту үшін өзекті болып табылады.

Қазақстан шетелдерге миллиондаған тонна металл, сұйық және газ тәрізді шикізат жеткізетін ірі шикізат базасы болып табылады. ҚР дамудың инновациялық жолына көшетіндіктен, өндірістің қайта өңдеу салалары дамитын болады, бұл мұнай-химия үшін шикізаттың қосымша көлемін талап етеді. Сонымен бірге, қосымша көлемді есепке алмағанда, көмірсутектердің едәуір қоры алынады. Мәселен, жақында өткен уақытта елдегі мұнай өндірудің жалпы көлемі (2018 ж.) тәулігіне 1,698 млн барр (тәулігіне 0,232 млн т) немесе жылына 620 млн барр (жылына 84,5 млн т) деңгейінде жоспарланған болатын. Сол жылдың қазан айында Қашаған алып кен орны бірнеше жыл кідірістен кейін өндіруді қайта бастады. Қашаған тәулігіне 0,37 млн баррель (тәулігіне 50 мың тоннадан астам) береді деп күтілуде, ал 2018 жылдың шілдесінде Теңізшевройл консорциумы 2022 жылдан бастап теңіз жобасында мұнай өндіруді тәулігіне шамамен 0,26 млн баррельге арттыруы тиіс кеңейту жоспарларын жалғастыру туралы шешім қабылдады.

Ұңғымалар мен жабдықтардың тозуы, пайдалану ұңғымалары қорының азаюы, мұнай дебитінің төмендеуі, ҒЗТКЖ-ға жеткіліксіз инвестициялау қазіргі жағдайда мұнай өндіру саласының негізгі теріс сипаттамалары болып табылады. Мұнай кен орындарын пайдалану кезінде мұнай өндірісінің тиімділігін арттыру мәселесі үлкен экономикалық маңызға ие болатыны анық.

Мұнай өндіру саласын дамытудың қазіргі кезеңі өсудің экстенсивті факторларын іске асыру мүмкіндіктерінің көп жағдайда таусылуымен ерекшеленеді, кен орындарының едәуір бөлігі игерудің кеш сатысында; шикізат базасы қалдық және қиын алынатын мұнай ресурстарымен қалыптасады.

Қиын алынатын қорларға ең алдымен төмен өткізгіш, терең жатқан қабаттарда шоғырланған мұнай қорлары және мұнайдың жоғары тұтқырлығы бар резервуарлар жатады.

Тұтқырлық-бұл мұнай өндіруге негізгі кедергі. Термиялық және өңдеудің басқа түрлері, әдетте, тұтқырлықты төмендетудің ең тиімді әдісі болып саналады, бірақ кейбір қабаттар үшін жылуды әдетте қолданылатын жылу әдістерімен енгізу ұсынылмайды. Резервуарлардың бұл түрлері үшін электромагниттік өңдеу ұсынылады. Электромагниттік әсерлер резервуардың

негізгі бөлігіне емес, оның бір бөлігіне бағытталған, яғни белгіленген аймақ басқа әдістерді қолданудан гөрі тиімді және жылу шығыны аз болуы мүмкін. Электромагниттік әсер әлі де салыстырмалы түрде жаңа және дәстүрлі жылу қалпына келтіру әдістеріне балама немесе қосымша ретінде кеңінен қолданылмайды. Алайда, зерттеулер жүргізіліп, оны қолдануды кеңейтуге көмектесетін жаңа технологиялар ұсынылады. Осылайша, бұл зерттеудің мақсаты мұнай қабатының төменгі шұңқыр аймағына электромагниттік толқындық әсерді қолдануды зерттеу болып табылады.

Бүгінгі таңда мұнай ұңғымаларын электромагниттік ынталандыру қазіргі заманғы, жоғары технологиялық, реагентсіз геофизикалық әдіс деп айтуға болады, бұл резервуарға және кенжар аймағына ағынды қарқындату және мұнай өндіруді арттыру үшін бақыланатын және селективті әсер етеді. Геологиялық және технологиялық жағдайлардың кең ауқымында, жеткілікті ұзақ (2 жылға дейін және одан да көп) және Елеулі (көбінесе көп) әсері бар, сонымен қатар қойнауқат пен мұнай ұңғымасы үшін іс жүзінде дефектісіз және экологиялық таза, сондай-ақ интенсификацияның және мұнай беруін арттырудың басқа да белгілі әдістерімен жеңіл үйлеседі.

Тақырыпты дамытуға арналған негіздер мен бастапқы мәліметтер.

Осылайша, тәжірибе көрсеткендей, өндіру, дайындау және тасымалдау кезінде мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің қолданыстағы әдістерін қолдану үлкен шығындарға әкеледі. Осыған байланысты, мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздерін іздеу, мұнайды қалпына келтірудің едәуір ұлғаюын (60 - 80% дейін) қамтамасыз ету Қазақстандағы қазіргі заманғы мұнай-газ саласының өзекті ғылыми проблемасы болып табылады.

Бұл мәселені шешу мұнай эмульсияларының сыртқы әсерлермен өзара әрекеттесуінің негізгі заңдылықтарын құру және оларды тұтқырлықты кем дегенде 2 есе азайту үшін қолдану арқылы мүмкін болады.

Диссертациялық жұмыс ГҚ № АР05130483 «Мұнай өндірудің айтарлықтай өсуін қамтамасыз ететін қазақстандық мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздері» шеңберінде жүргізілді. Жетекшісі - т.ғ.д., профессор Молдабаева Г.Ж. Сонымен қатар, докторант № 4.926.16 «Мұнайды қалпына келтіруді күшейту үшін азот пен сейсмикалық толқындардың қабатқа әсер ету қызметтерін ғылыми сүйемелдеу» тақырыбы бойынша келісімшарттық зерттеу жұмысына қатысты, тапсырыс беруші: «ПетроҚазақстан Құмкөл Ресорсиз» АҚ, келісім-шарт 2016 жылғы 23 қыркүйектегі No 1609053 Орындау мерзімі: 01.10.2016 жылдан бастап 30.09.2017 ж., жетекшісі - т.ғ.д., профессор Абдели Д.Ж..

Осы зерттеу жұмысының қажеттілігін негіздеу

Бұрын алынған зерттеу нәтижелері тұтқырлықты төмендететін мұнай қасиеттерін өзгерту мүмкіндігін көрсетті.

"Әсер-Жауап" жүйесінде су-мұнай эмульсиясының компоненттерін синтездеу процестері үшін сутегі мен оттегі жеткізушісі ретінде судың активтендірілген күйін зерттеуге ерекше назар аударылады. Фазалық

шекараның күйін зерттеу зерттелетін мұнайдың берілген қасиеттерін алу үшін жетекші мәнге ие.

Жұмыстың маңыздылығы мұнайдың реологиялық және физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруінің негізгі заңдылықтарын белгілеу болып табылады, бұл осы ғылыми білімді пайдалану кезінде алу коэффициентін 30-40% - дан кем дегенде 60% - ға дейін және одан да көп арттыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, ұлттық жоспарда зерттеуді іске асыру тұтқырлығы жоғары қазақстандық мұнайдың алынуын арттыруды қамтамасыз ететін мұнай өндірудің жаңа энергия үнемдейтін технологияларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Демек, саланың бәсекеге қабілеттілігі артады, өйткені бұл технологияларды жаңа кен орындарында да, консервацияланған кен орындарында да қолдануға болады.

Бұдан басқа, жұмысты ұлттық және халықаралық ауқымда іске асыру өндірудің жаңа энергия үнемдейтін технологияларын құруға және қолдануға ғана емес, сонымен бірге Табиғи жатыс жағдайында көмірсутек шикізатын дайындау мен өндеудің жаңа технологияларын әзірлеуге де серпін береді.

Өндіру коэффициентінің ұлғаюымен және өндірудің өзіндік құнының төмендеуімен байланысты экономикалық әсерден басқа, мұрағатталған әлеуметтік әсерді де күту керек, өйткені консервацияланған кен орындарын пайдалануға тартуға болады, осылайша қала құраушы кәсіпорындарда жаңа жұмыс орындарын құруға болады.

Қолданыстағы аналогтардан түбегейлі айырмашылық қысымның жоғарылауымен емес, экстракцияның жоғарылауы болып табылады. Мысалы, резервуарларды су басу немесе газды айдау және тұтқырлықты төмендетуді қамтамасыз ететін фазалық шекарадағы мұнай қасиеттерін өзгерту.

Соңғы нәтиже-су-мұнай эмульсиясының химиялық құрамының өзгеруі, бұл әртүрлі тәсілдермен әсер еткен кезде мұнай қабатының мұнай шығынын 60% немесе одан да көп арттыруға әкеледі.

Метрологиялық қамтамасыз ету туралы ақпарат

Эксперименттік зерттеулер Д.А. Қонаев қылыми-зерттеу институтының "Кен орындарын игерудің физика-техникалық проблемалары" зертханасының негізінде жүргізілді, И. М. Губкин атындағы РММ (ҒЗУ) (Мәскеу қ., Ресей Федерациясы) "Мұнай және газ кен орындарын игеру және пайдалану" кафедрасының базасында, және ҚазҒЗЖИ зертханасында болды. Барлық пайдаланылған стандартты зертханалық жабдықтар мен бақылау-өлшеу аспаптары жыл сайын метрологиялық тексеруден өтеді.

Тақырыптың өзектілігі. Мұнай өндіруші елдердің мұнай саласының шикізат базасының маңызды құрамдас бөлігі ауыр және битумдық мұнай қорлары болып табылады. Мамандардың бағалауы бойынша олардың әлемдік жиынтық көлемі 810 млрд.тоннаға бағаланады, бұл тек 162,3 млрд. тоннаны құрайтын шағын және орташа тұтқырлықтағы мұнайдың алынатын қалдық қорларының көлемінен бес есе артық.

Көмірсутегі шикізатының осы түрінің жоғары ресурстық әлеуеті оны әзірлеуге мұнай компанияларының көбірек көңіл бөлуіне себепші болады.

Осыған байланысты мұнай өндіруді арттыру үшін ауыр мұнай өндіру технологияларын жетілдіру барған сайын өзекті бола түсуде. Отандық және шетелдік мамандардың пікірінше, мұнайға әсер етудің ең перспективті әдістері мұнай қауымдастықтарының құрылымдарының бұзылуына әкелетін және сол арқылы мұнайдың тұтқырлығын төмендететін физикалық өрістердің (магниттік, импульстік, ультрадыбыстық, діріл және т. б.) әсері болып табылады, бұл мұнай алу коэффициентін арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Жұмыстың мақсаты импульстік әсер ету әдістерімен мұнай өндіруді арттыру технологиясын жетілдіру болып табылады.

Қойылған мақсатты шешу үшін келесі **міндеттер** шешіледі:

- Осы бағыт бойынша қолданыстағы технологияларды талдау;
- Импульстік әсер ету кезінде фазалық шекарада құрамында флюид бар жыныстардың қасиеттеріне функционалдық схеманы әзірлеу және эксперименттік зерттеу жүргізу;
- Электрофизикалық әсер ету процестерін компьютерлік модельдеу;
- Эксперименттік зерттеулерден алынған деректер негізінде мұнай өндіруді арттырудың импульстік технологиясын әзірлеу;
- Импульстік технологияның экономикалық тиімділігі негізделген.

Зерттеу объектісі мен пәні

Зерттеу нысаны жоғары тұтқырлы мұнайдың өнімді қабаты болып табылады, зерттеу пәні мұнай өндіруді арттыру үшін электромагниттік әсер ету кезінде мұнайдың реологиялық қасиеттерінің өзгеру процестері болып табылады.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ұстанымдары:

- 42,8 кГц жиіліктегі көмірсутектерге импульстік әсер ету кезінде су H_2 және O_2 -ге ыдырайды;
- атом күйінде осылайша алынған сутегі өте белсенді және оңай реакцияға түседі және тұтқырлығы төмен майдың құрамдас бөліктерімен қосылып гидратталады;
- Белсендірілген су көмірсутек молекулаларының, атап айтқанда алкандар немесе конденсатты хош иісті құрылымдардың перифериялық алкил алмастырғыштарының синтезі мен бөлінуіне қолайлы жағдай жасайды..

Тақырыптың ғылыми жаңалығы

- Импульстің белгілі бір жиілігінде су H_2 және O_2 -ге ыдырайды;
- Алынған сутегі тұтқырлығы жоғары мұнай компоненттерімен гидрацияланатыны және оның тұтқырлығын төмендететіні анықталды;
- Көмірсутектер молекулаларының синтезі мен ыдырауы шарттары импульсті әсер ету арқылы суды белсендіру арқылы қамтамасыз етіледі.

Импульстік әрекет гидрлеу процестерінің жүруін қамтамасыз етеді, бұл ИҚ-спектроскопия нәтижелерімен расталады.

Автордың жеке үлесі диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша әдебиеттер мен патенттік шолу мен талдау жұмыстарын жүргізу, міндеттерді қою, зерттеу стратегиясын құру, ұсынылған технологияның теориялық шешімдерін анықтау үшін аналитикалық зерттеулер жүргізу, эксперименттік

зерттеулер жүргізу, өңдеу және алынған нәтижелерді интерпретациялау, зерттелетін процестерді компьютерлік модельдеу, сонымен қатар ұсынылған технологияның экономикалық тиімділігін есептеу.

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы - айнымалы электромагниттік өрістердегі су-мұнай композицияларының химиялық және физикалық қасиеттерінің өзгеруінің беттік әсерлері анықталды. Эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша бөлу шекарасындағы компоненттердің химиялық құрамының өзгеру шарттары анықталды, бұл Жоғары парафинді майлардың тұтқырлығын төмендетуге мүмкіндік береді. Алынған зерттеу нәтижелері Құмкөл кен орнындағы 3103 және 1032 ұңғымаларындағы зертханалық сынақтармен расталды. Өнеркәсіптік өндіріс сатысында шығындарды едәуір арттырмай жоғары тұтқырлы мұнай алу әдісі эксперименталды түрде негізделген. Өзірленген әдістеме мен физикалық модельді импульстік әсерді қолдана отырып, сұйықтықтардың химиялық құрамын өзгерту арқылы ауыр майларды алу коэффициентін арттыру үшін ғылыми-зерттеу, жобалау және пайдалану мұнай кәсіпорындарында қолдануға болады.

Практикалық маңыздылығы. Практикалық және зертханалық нәтижелермен расталған ауыр мұнайдың ағымын арттыру мәселесінің тиімді шешімі табылды.

Жұмысты апробациялау. Диссертация материалдары халықаралық конференцияларда талқыланды:

- East European Science Journal, 4(20), Международная Восточно-Европейская конференция. - 2017. – С. 122-124.

- Российско-китайский научный журнал «Содружество». Ежемесячный научный журнал научно-практической конференции № 16, 2 Часть. – 2017. – С. 4-9.

- Российско-китайский научный журнал «Содружество». Ежемесячный научный журнал научно-практической конференции № 16, 1 Часть. – 2017.- С. 55-59.

- Naukowa Przestrzen Europy-2018: Материалы XIV международной научно-практической конференции (07-15 апрель 2018). – Volume 10 Przemysl: Nauka I studia.- С. 26-31.

- The 25th World Mining Congress 2018.-Astana.-P. 20-24.

- Naukowa Przestrzen Europy-2018: Материалы XIV международной научно-практической конференции (07-15 апрель 2018). – Volume 10 Przemysl: Nauka I studia.- С. 31-36.

- «Современные тренды высшего образования и науки в области химической и биохимической инженерии» 13-14 сентября 2018 г., Алматы, ISBN 978-601-04-3552-0.

Диссертацияның негізгі мазмұны 19 баспа жұмысында, оның ішінде ҚР БҒМ Білім және ғылым саласын бақылау комитеті тізбесіндегі үш басылымда, Scopus деректер базасына кіретін бес басылымда, Web of Science платформасында Russian Science Citation Index (RSCI) екі басылымда жарияланды, өнертабысқа бір өтінім берілді.

Жұмыстың негізгі мазмұны

Кіріспеде диссертациялық жұмыс тақырыбының өзектілігі айтылады, зерттеудің мақсаты мен міндеттері тұжырымдалады, ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы, өтініш берушінің жеке үлесі көрсетілген.

Бірінші бөлімде кен орындарының өнімді қабаттарының мұнайды қалпына келтіруді күшейтудің қолданыстағы технологияларына шолу және мұнай қабаттарына импульстік әсер ету әдістерін жақсартуға бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстары талданған. Осы бағыттағы қолданыстағы технологияларды құру мен пайдаланудағы проблемалар анықталып, кемшіліктері ашылды. Дамудың экономикалық тиімділігін арттыру, тікелей капиталдық салымдарды азайту және кен орнын игеру мерзімін барынша ұзарту үшін үш негізгі кезең бөлінеді.

Бірінші кезеңде, белгілі болғандай, кен орнының табиғи энергиясы мүмкіндігінше мұнай өндіруге жұмсалады (серпімді энергия, еріген газдың энергиясы, шеткі сулардың энергиясы, газ қақпағы, гравитациялық күштердің потенциалдық энергиясы).

Екінші кезеңде су немесе газ айдау арқылы қабат қысымын сақтау әдістері жүзеге асырылады. Бұл әдістер екінші реттік деп аталды.

Үшінші кезеңде кен орнын игерудің тиімділігін арттыру үшін майды қалпына келтірудің кеңейтілген әдістері қолданылады. Бұл әдістер үшінші реттік деп те аталады. Құрама Штаттарда және әлемнің көптеген мұнай өндіруші елдерінде мұнайды қалпына келтірудің жақсартылған әдістері деп мұнайдың ығыстырылу тиімділігін арттыратын қолданылатын жұмыс агенттерімен ерекшеленетін әдістер тобы түсініледі.

EOR технологияларының дамуымен жақсартылған майды қалпына келтіру тұжырымдамасы енгізілді. Кейде төртінші кезең деп те аталатын бұл әдістерге жоғарыда келтірілген EOR топтарының элементтерінің тіркесімі, сондай-ақ көлденең ұңғымалар сияқты мұнайды қалпына келтірудің перспективалы техникалық құралдары жатады. EOR-ны жақсарту үшін көлденең ұңғымаларды пайдалану, негізінен, тік ынталандыруды ұйымдастыру, дамудың ауырлық күші режимінің тиімділігін арттыру және игеруге қатыспайтын мұнай қорларын игеру сияқты стратегиялық міндеттерді шешумен байланысты екендігін атап өткен жөн. . Бұл көлденең ұңғымаларды пайдалануды біздің елімізде жиі насихатталатын мұнайдың тәуелсіз күшейтілген әдісі ретінде қарастыруға болмайтындығын білдіреді. Бұл өте маңызды, өйткені көлденең ұңғымалар көбінесе мұнай өндіруді ынталандыру құралы ретінде қолданылады. Көлденең ұңғымаларды осылайша пайдалану әрдайым мұнай өндірудің артуына әкелмейді.

Технологиялық және экономикалық сипаттамаларымен ерекшеленетін ауыр майлар мен табиғи битум кен орындарын игерудің әртүрлі тәсілдері бар. Осы немесе басқа даму технологиясының қолданылуы төсек жабындарының геологиялық құрылымымен және шарттарымен, қабат сұйықтығының физико-химиялық қасиеттерімен, көмірсутектердің күйі мен қорымен, климаттық-географиялық жағдайлармен және т.б. анықталады. Шартты түрде оларды

үшке, тең емеске бөлуге болады. іске асыру көлемі бойынша топтар: 1 - карьерлер мен шахталарды игеру әдістері; 2 - «суық» деп аталатын тау-кен әдістері; 3 - термиялық экстракция әдістері. Төмендегі 1-кестеде өнімді формация үшін қолдану критерийлері бойынша ынталандыру әдістерін таңдаудың салыстырмалы талдауы көрсетілген.

Көмірсутегі шикізатын игерудің экономикалық тиімділігін арттыру және тікелей инвестицияларды азайту, сондай-ақ капиталды қайта инвестициялау үшін оңтайлы жағдайлар жасау мақсатында кен орнын игерудің барлық кезеңінде мұнай өндіруді арттырудың әртүрлі әдістері қолданылады. Мұнайды қалпына келтіруді жақсарту (екінші реттік) немесе күшейту (үшінші реттік) үшін қолданылатын технологиялар мен әдістер негізінен бірін-бірі толықтыратындығын ескеру қажет. Сонымен қатар, қай әдістер екінші реттік, ал қайсысы үшінші реттік болып анықталуы керек деген нақты анықтама жоқ. Осыған сүйене отырып, әр түрлі статистикалық дереккөздерде қазіргі заманғы EOR қолдану дәрежесі туралы әр түрлі нақты деректер бар.

Талдау көрсеткендей, (1-кесте) қазіргі уақытта мұнай бергіштікті жоғарылату проблемасы өзекті болып қалуда.

Кесте 1 - өнімді формация үшін қолдану критерийлері бойынша ынталандыру әдістерін таңдау

| Параметрлері | Средние значения геолого-физических параметров месторождения | Методы воздействия и критерии применимости | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | Гидродинамические методы | Физико-химические методы | | | Газовые методы | | | Микробиологические методы | | |
| | | Заводнение | Нагнетание ПАВ | Нагнетание полимера | Нагнетание щелочи | Нагнетание CO ₂ (смеш.) | Нагнетание углеводородного газа (несмеш.) | Водогазовые воздействия | Нагнетание биополимера | Активация пластовой микрофлоры | Микробное (мелассное) заводнение |
| Тау жынысы түрі | Терригенді | Тер., карб. | Тер., карб. | Тер., карб. | Тер., карб. | Тер. | Тер. | Тер., карб. | Тер. | Тер. | Карб., тер. |
| Коллектор түрі | Поралық | Поралық | Поралық | Поралық | Поралық | Поралық | Поралық | Поралық | Пор., жар. | Поралық | Жар. - пор. - пор |
| Жату тереңдігі, м | 850-1350 | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | 900-6000 | 800-6000 | Қолд-майды | 30-1500 | 30-2000 | 0-1500 |
| Құлау бұрышы, град | 25 | 0-5 | 0-5 | 0-5 | 0-5 | 0-90 | 0-90 | 0-90 | Қолд-майды | Қолд-майды | 0-10 |
| Бастапқы қабаттық қысым, Мпа | 11 | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | 8-55 | 5-55 | Қолд-майды | 1-20 | 1-20 | 0-15 |
| Бастапқы қабат температурасы, °С | 55 | 20-100 | 10-70 | 10-90 | <150 | 20-200 | 20-200 | <100 | 0-150 | 20-80 | 20-60 |
| Тиімді мұнайға қаныққан қалыңдығы, м | 7,2 | 3-100 | 7-15 | Қолд-майды | Қолд-майды | 6.30 | Қолд-майды | Қолд-майды | 3-20 | >1 | 3-100 |
| Өткізгіштігі, мкм ² | 0,711 | 0,1-5,0 | 0,1-2,0 | 0,1-2,0 | >0,1 | 0,001-3,0 | 0,005-3,0 | 0,004-0,8 | 0,05-5,0 | 0,1-5,0 | 0,1-5,0 |
| Кеуектілік коэффициенті, үлес бірлігі | 0,268 | 0,1-0,5 | 0,1-0,35 | 0,1-0,35 | 0,1-0,35 | 0,04-0,35 | 0,04-0,35 | 0,1-0,35 | 0,25-0,4 | 0,25-0,4 | 0,1-0,4 |
| Балшықтық құрамы, % | 23,3 | 0-5 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | Қолд-майды | Қолд-майды | 0-25 | 0-10 | Қолд-майды | Қолд-майды |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|-----------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|--------------|
| Коэффициент нефтенасыщенности, д/и ед. | 0,792 | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 | 0,5-1,0 | 0,6-1,0 | 0,25-1,0 | 0,4-1,0 | 0,5-1,0 | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 | 0,5-1,0 |
| Плотность нефти, кг/м ³ | 780 | 650-1000 | 800-950 | 820-950 | Қолд-майды | 650-880 | 650-880 | 650-950 | 650-850 | 650-880 | 650-900 |
| Вязкость пластовой нефти, мПа·с | 1,2 | 0,1-25 | 0,1-60 | 10-100 | 0,1-40 | 0,01-15 | 0,4-10 | 0,1-100 | 0,4-25 | 0,1-20 | 0,1-60 |
| Массовое содержание: АСВ, % Парафинов, % | 20,1 5 | Қолд-майды 0-5,5 | 15-40 0-2 | Қолд-майды Қолд-майды | Қолд-майды Қолд-майды | 0-15 0-30 | Қолд-майды Қолд-майды | Қолд-майды Қолд-майды | Қолд-майды Қолд-майды | 0-40 0-30 | 0-40 0-30 |
| Общая минерализация воды, г/л | 7,7 | Қолд-майды | 0-25 | 0-20 | 0-50 | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | 0-150 | 0-20 | 0-100 |
| Жесткость пластовой воды, г/л | 0,315 | Қолд-майды | 0-5 | 0-5 | 0,025 | Қолд-майды | Қолд-майды | Қолд-майды | 0-10 | 0-5 | Қолд-майды |
| Заключение о применимости метода | - | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд. | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд-майды | Әдіс қолд. |

Екінші бөлімде мұнай қабатының төменгі шұңқырлы аймағына және мұнайды дайындау сатысында төмен жиілікті гидроимпульсті және электромагниттік толқындық әсер ету процестерін теориялық зерттеу нәтижелері Берілген. Бұл тарауда электромагниттік толқындармен бірге мұнай қабаттарына төмен жиілікті гидропульсті әсер етудің кешенді технологиясының параметрлері мен режимдерін теориялық зерттеу нәтижелері, сондай-ақ оны дайындау кезінде мұнайдың химиялық құрамының өзгеруіне импульстік әсердің әсері келтірілген.

Зерттеуден ГИЭ әдістерін қолдану технологиясын жетілдіру келесі шарттар негізінде жүргізілуі керек:

- біріншіден, қуат жүктемелерін азайту қажеттілігі айқын, өйткені жұмыс сұйықтығын тәулігіне 500 м³ дейін тұтынған кезде 10-20 МПа қысымды ұстап тұру энергия шығындарының жоғарылауымен байланысты;

- екіншіден, резервуардың кеуек арналарында аз сіңуіне байланысты төмен жиілікті тербелістерді қолданатын әдістерге артықшылық беру керек. қабат маңы аймағын өңдеудің аралас жиілік режимдерін тиімді пайдалану;

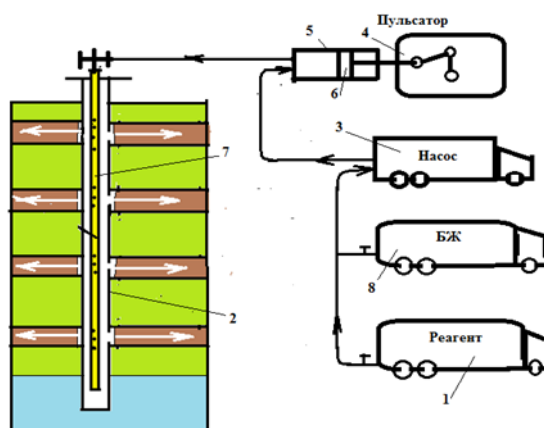
- үшіншіден, энергияны үнемдеу тұрғысынан тиімді өңдеу режимін таңдау үшін параметрлерді оңтайландырудың әртүрлі әдістерін қолдану қажет, мысалы, математикалық модельдеу арқылы. Соңғысын қабат маңы аймағын өңдеу әдісін де, жер үсті немесе жер асты әсерін жобалаудың бірыңғай әдіснамасының болмауына байланысты қолдану маңызды. Қазіргі уақытта мұндай таңдау ұсыныстар түрінде жүзеге асырылады және ықтималды сипатқа ие, бұл қымбат сынақ және қателік әдісі.

Осыған байланысты жұмыста төменгі жиілікті гидроимпульсті қабаттың төменгі шұңқырлы аймағына әсер етуге мүмкіндік беретін технологиялар мен жабдықтар ұсынылады. Әр түрлі жиіліктегі және қуаттылықтағы қабатқа әсер ету қабат маңы аймағы құрылымын едәуір өзгертуге, өткізгіштігін арттыруға, ұңғыма жүйесіндегі сүзу кедергісін азайтуға мүмкіндік береді. Төменгі жиілікті гидропульсті әсердің резервуардың төменгі шұңқыр аймағын өңдеудің электромагниттік толқындарымен үйлесуі барлық кен орындарында сәтті қолданыла алады.

1-суретте төменгі жиілікті гидропульсті әсер ету технологиясын резервуардың төменгі шұңқыр аймағына енгізудің технологиялық схемасы көрсетілген. Агент ретінде су, азот (қалдық мұнайды карбонатты тау жыныстарының матрицаларынан шығару кезінде), мұнай еріткіші – АСПО-ны кетіруге арналған бензол тобы бар мұнайдың жеңіл фракциясы, қабат қысымын сақтауға арналған су, қышқыл ерітіндісі және т.б. болуы мүмкін.

1- агент (немесе реагент) 2-ұңғымаға сорғы қондырғысының көмегімен 3-пульсатор арқылы 4 айдалады. Пульсатор иінді механизмі бар жетектен, 5 поршеньден және 6 кіріс 7 және шығыс 8 саптамалары бар цилиндрден тұрады. Ұңғымаға берілетін реагент ағынының пульсаторы импульстік қозғалыс жасайды. Пульсатордан реагент сорғы компрессорлық құбырлар 9 тесілген

тесіктері арқылы және ұңғыманың тесілген тесіктері резервуардың төменгі шұңқыр аймағына жіберіледі.



1-сурет - Қабат маңы аймағына төмен жиілікті гидроимпульсті әсер ету технологиясын жүзеге асырудың технологиялық схемасы

Содан кейін резервуардан буферлік сұйықтық реагент резервуардың түбіне басылады. Импульстің арқасында реагент қозғалысы қабат маңы аймағы тиімді өңделеді.

Пульсатор жұмысының мәні гидропульсті режимде сұйықтықты қабатқа айдауға негізделген. Әр түрлі химиялық агенттермен тиімді өңделген коллекторлар бар. Алайда, іс жүзінде жиі кездесетіндіктен, резервуардың төменгі шұңқырлы аймағы соншалықты тығыздалған, сондықтан ұңғыманың резервуармен гидродинамикалық байланысының болмауына байланысты химиялық реагенттерді оған айдау мүмкін емес.

Бұл мәселені шешу үшін қалыпты қозғалысқа қарағанда импульсті (тербелмелі) режимде кеуекті коллектордағы сұйықтықтың қозғалысының артықшылығына (гидродинамикалық кедергілерді азайту мағынасында) ставка жасалды.

Осылайша, зерттеу мұнай қабатының төменгі шұңқырлы аймағына төмен жиілікті гидропульсті әсер ету процесінің ұсынылған технологиясы мен тұжырымдамасын гидравликалық соққы энергиясын пайдалану кезінде резервуардың төменгі шұңқырлы аймағының сүзу сипаттамаларын жақсарту арқылы тік, көлбеу және көлденең ұңғымаларда мұнай өндіруді арттыру тәжірибесінде сәтті қолдануға болатындығын көрсетеді, бұл бірқатар жарықтардың пайда болуына әкеледі.

Ортадағы барлық механикалық тербелістер ақыр соңында жылуға айналады. Тербелістерге байланысты шығарылатын жылу температураны жоғарылатады, бұл мұнай тұтқырлығының тиісті төмендеуімен және, мүмкін, сұйықтықтардың ішінара фазалық ауысуымен (булануымен). Бұл өрісті біртекті деп санап, кулонның итеру күштерін елемей, электрондардың қозғалысын белгілі арақатынаспен сипаттауға болады:

$$z = (t - t_2) \cdot v - \frac{a(t - t_2)^2}{2}, \quad (1)$$

бұл жерде z – екінші тор жазықтығынан өлшенген ток координаты;

t_2 – электрондардың екінші торға өту уақыты;

t – қазіргі уақыт;

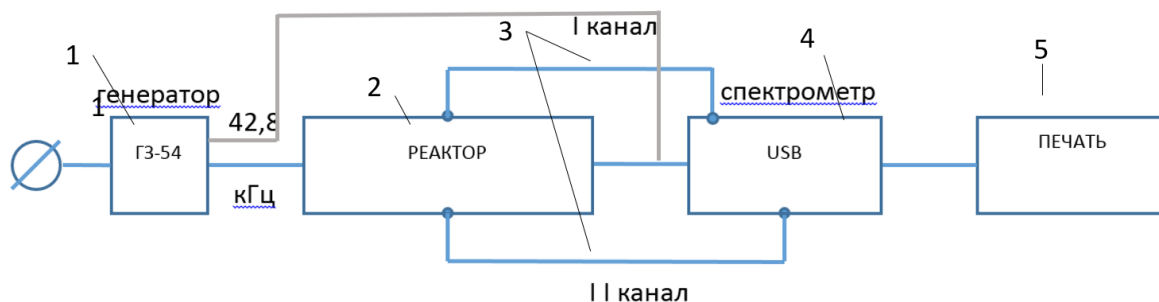
v – екінші тор жазықтығындағы электрондардың жылдамдығы;

$a = \frac{k V_0 + |V_r|}{m D}$ – үдеу;

D – екінші тордан рефлекторға дейінгі қашықтық.

Қатынастан электрондар рефлектор өрісінде қаншалықты көп уақыт болса, резонатор қуысынан шығуда олардың жылдамдығы соғұрлым көп болады деген қорытынды шығады.

Үшінші бөлімде эксперименттік қондырғы, зертханалық жағдайда сынақ жүргізу шарттары және олардың нәтижелері, ұзақтығы сипатталған. Құрылған эксперименттік модуль алынған нәтижелермен расталған интерфейсте болатын процестерді физикалық модельдеуді қамтамасыз етеді. Нәтижесінде өнімді жиіліктің төменгі қабаттарына төменгі жиілікті гидропульс пен электрлік толқын әсерінің процестерінің заңдылықтары анықталды.



2 -сурет - Интерфейстегі реакцияны бағалауға арналған эксперименттік қондырғының функционалды схемасы

(1 - импульстік генератор G5-54; 2 - кварцтық кюветасы; 3 - USB кіріс каналы, USB шығу каналы; 4 - USB түрлендіргіші; 5 – басып шығу)

Зертханалық сынақтар Шығыс Жетібай, Қарабұлақ, Жаңатан кен орындарының мұнайларына жүргізілді, олардың құрылымдық-топтық құрамы 2-кестеде көрсетілген.

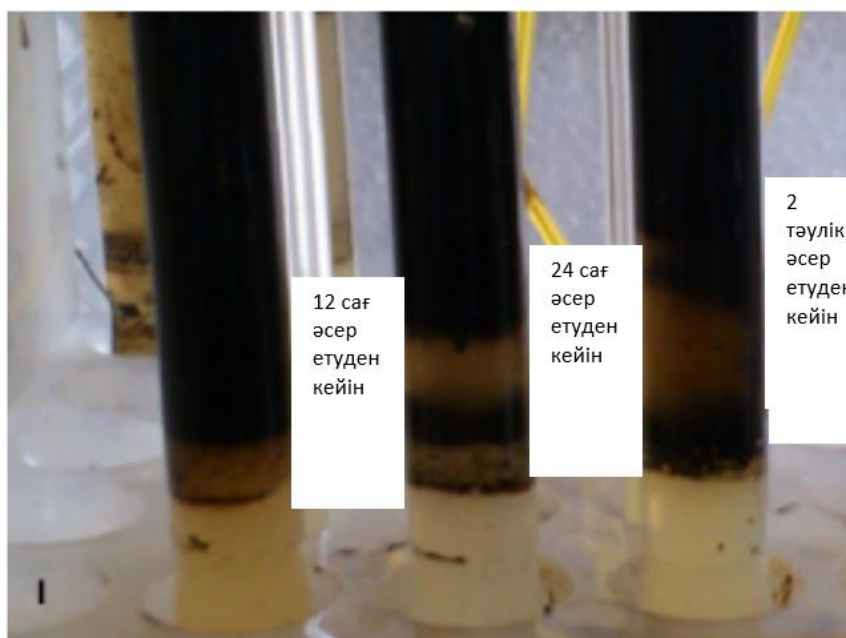
Мұнай 2 реакторында 20°C температурада өңделді, содан кейін майдың тұтқырлығы өлшенді. Бұл жағдайда генератор 1 импульстік жиілік тогын құрды, ол кабель арқылы түрлендіргішке 4 берілді. Алынған импульсті тербелістер толқын өткізгіш арқылы күшейтілді. Импульстік генератор G - 54 түрлендіргіштерді әртүрлі технологиялық қондырғыларда қоректендіруге

арналған. Генератор кернеуі 100 В (айнымалы мәні) бар 60 кГц дейінгі диапазондағы импульстік жиіліктің электр тербелістерін, сондай-ақ 0,15 Ом-ға дейінгі белсенді жүктеме кедергісімен 20 А дейінгі тұрақты ауытқу тоғын жасайды.

2 - кесте - Шығыс Жетібай, Қарабұлақ, Жаңатан кен орындарындағы мұнайдың құрылымдық-топтық құрамы

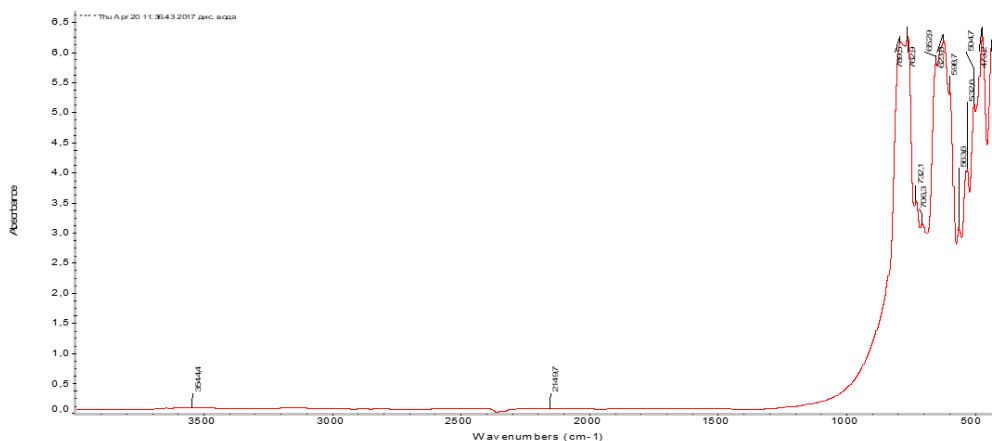
| Маңнай сипаттамалары | Шығыс Жетібай к/о мұнайы | Жанатан к/о мұнайы | Карабулак к/о мұнайы |
|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 20°С температурадағы тығыздық, кг/м ³ | 945 | 880 | 920 |
| Құрамы, % масс: | | | |
| Асфальтендер | 4,0 | 3,8 | 3,8 |
| Шайырлар | 15,2 | 19,3 | 19,3 |
| Парафин | 18,9 | 28,3 | 28,3 |
| 20 ° С температурадағы динамикалық тұтқырлық, мПас | 360 | 575 | 575 |

Әр түрлі ұзақтықтағы импульс әсерінен кейінгі Шығыс Жетібай кен орнынан алынған мұнай үлгілері 3-суретте көрсетілгендей, әр түрлі ұзақтықтағы импульс әсерінен кейін (12 сағат, 24 сағат, 2 күн) мұнайдың деэмульсиясы байқалады. 2 күннен артық әсер еткенде, ең үлкен әсер байқалады.

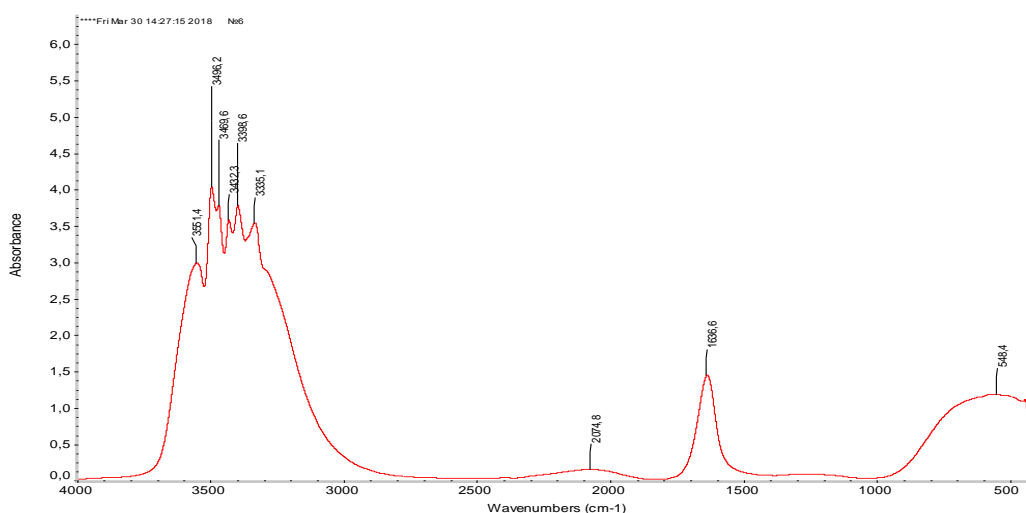


3 - сурет - Шығыс Жетібай кен орнының импульс әсерінен кейінгі мұнай үлгілері

Мұнайдың тиксотропия қасиеті бар, яғни құрылымның қаңқасының бұзылуына байланысты тұтқырлықты сыртқы әсерлерден азайтуға және тыныштықта тұтқырлықты арттыруға бейім. Импульстік режимде өңдеуден кейін алынған сынамалардан ИҚ спектрлері алынды, өйткені бұл талдау түрі органикалық қосылыстардың сапасын бағалауда ең тиімді болып табылады. 3544 шыңдары НС қосылыстарын көрсетеді; 2149 шыңы - еріткіштердің болуы туралы; 1000-нан бастап әр түрлі күрделі байланыстар. Интерфейсте гидрогенизациямен жүретін химиялық реакциялардың болуы ИҚ-спектроскопия деректерімен расталады (4 а, б-сурет).



а) өңдеуге дейін



б) өңдеуден кейін

4 - сурет - Шығыс Жетібай кен орнынан алынған мұнайдың ИҚ - спектрограммасы (1,5 сағат өңдеуден кейін)

4-суретте суда өңдеуден кейін ауыр мұнайға тән реакциялар пайда болғандығы көрсетілген. Бұл таңдалған физикалық модельдеу әдісінің дұрыстығын көрсететін жаңа әсер.

Төртінші бөлімде COMSOL Multiphysics компьютерлік бағдарламада поралық ортадағы және құбыржолдарындағы ультрадыбыстық әрекетті компьютерлік модельдеу нәтижелері келтірілген.

Ультрадыбыстық әсер ету процестерін модельдеу үшін келесі шарттар енгізілді:

- Қалыпты жағдайда мұнайдың тығыздығы $\rho=850$ кг/м³;
- $t=20$ С температурадағы мұнайдың динамикалық тұтқырлығы, $\mu=1980$ мПа*с;
- Юнг модулі 5,6 мПа (серпімділік);
- Пуассон коэффициенті 0,4.

1. Дыбыстың толқын ұзындығы мына формула бойынша анықталады

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

v - толқындардың таралу жылдамдығы; f - толқын жиілігі.

2. Жазық дыбыстық толқын үшін муфтаны Омның акустикалық заңы анықтайды $\frac{p}{y} = \rho \cdot v = R_a$.

p – дыбыстық қысым; y – тербелмелі жылдамдық; ρ – аймақ тығыздығы, кг/м³; R_a – акустикалық кедергі.

3. Синуустық жазықтық үшін ультрадыбыстық интенсивтілік анықталады

$$I = \frac{pv}{2} = \frac{p^2}{2\rho c} = \frac{v^2 \rho c}{2}$$

p - дыбыс қысымының амплитудасы, Па, v - бөлшектердің дірілдеу жылдамдығы, м/с, c - дыбыс жылдамдығы, м/с

Толқындық әрекеттің тербеліс амплитудасындағы тұтқырлықтың өзгеруі келесі эмпирикалық тәуелділіктің көмегімен есептелген:

$$\mu_w = \mu_0 * ((0,80498 - 0,013468) * (\ln(p_w + 5.145 * 10^{-7})))$$

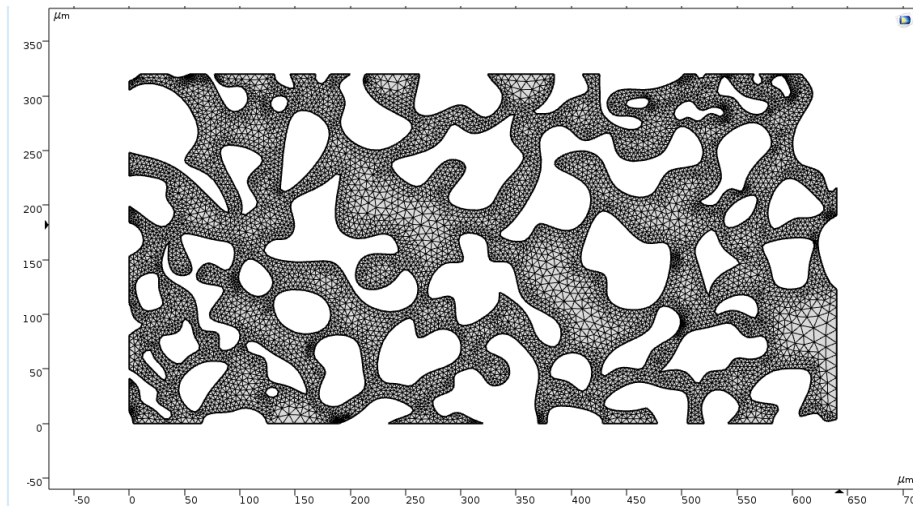
μ_w - толқын әсеріндегі сұйықтық тұтқырлығы, μ_0 – бастапқы динамикалық тұтқырлық; p_w – акустикалық тербелістердің амплитудасы, па.

Мұнайды масштабты ультрадыбыспен өңдеу COMSOL Multiphysics бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып, нақты деректерді қолдана отырып жасалды.

Поралық кеңістік үшін келесі шарттар енгізілді:

- қалыпты жағдайда мұнай тығыздығы $\rho = 850$ кг / м³;
- қалыпты жағдайда мұнайдың динамикалық тұтқырлығы $\mu=0,025$ Па*с.

640 * 320 мкм поралық кеңістіктегі сұйықтық ағынына ультрадыбыстық әсерді қарастырдық. 5-суретте имитацияланған поралық кеңістігінің торы көрсетілген.



5-сурет - Модельденген поралық кеңістіктің берілуі

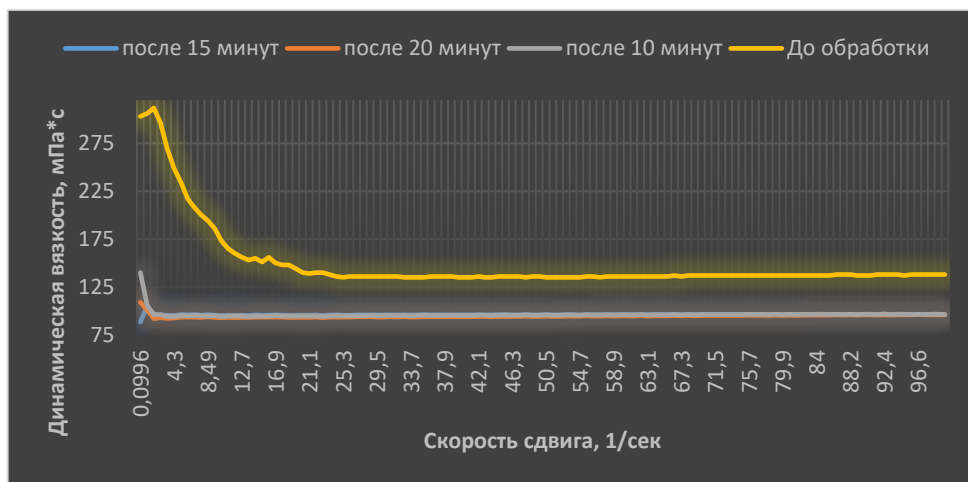
Егер экспозиция ұзақтығы t_p уақыттан асып кетсе, онда молекулааралық байланыстар үзіледі:

$$\tau_p = \frac{N_p}{\omega}$$

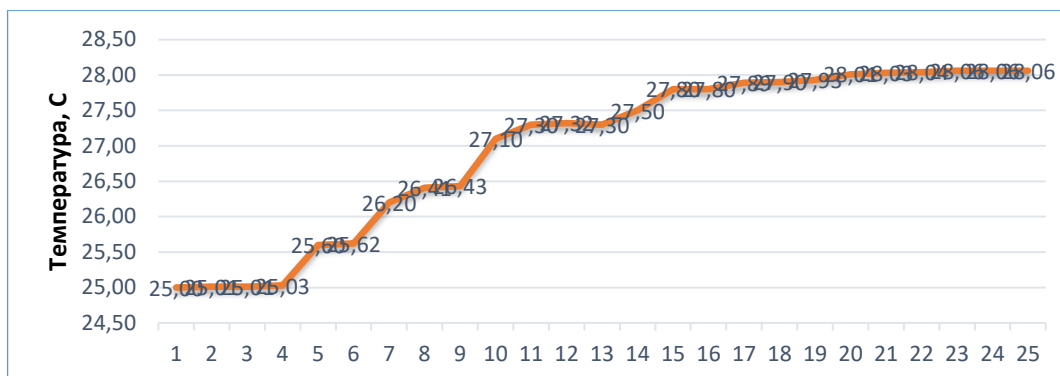
$$N_p = \frac{\sigma_T}{\sigma_0} - \frac{kT}{\gamma\sigma_0} \ln \left\{ \frac{\sigma_T}{\sigma_0} \right\}$$

мұнда σ_T – осы типтегі молекулааралық байланыстардың үзілу кернеуінің мәні; γ – молекулааралық байланыстың осы түрін сипаттайтын параметр; K – Больцман тұрақтысы; T – температура, τ – ығысу кернеуі, ω – тербеліс жиілігі.

Компьютерлік модельдеуден алынған мәліметтер негізінде тұтқырлықтың ультрадыбыспен әсер ету уақытына тәуелділігі (6-сурет) және ультрадыбыспен кезінде температураның өзгеруі (7-сурет) алынды.



6-сурет - Тұтқырлықтың ультрадыбыспен әсер ету уақытына тәуелділігі



7 - сурет – Ультрадыбыстық әсер етуден температураның өзгеруі

Өлшеулерге сәйкес, өңдеудің 15 минутында температураның 27 С дейін жоғарылауы байқалды, өзгергеннен кейін олар шамалы болды (7 сурет).

Бесінші бөлімде зерттеу нәтижелерінің экономикалық тиімділігі көрсетілген.

Біз жасаған әдістің мүмкіндіктеріне сәйкес «ауыр» мұнайды сутектендіру процестері екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін:

- біздің әдісіміз бойынша іске қосылған суды ұңғымаларға айдау;
- әсер ету жиілігінде жұмыс істейтін электродты ұңғыға орналастыру

арқылы фазалық шекараға сыртқы импульсті әсер ету.

Екі әдіс тиімділігінің экономикалық көрсеткіштерін есептеу технологиялық әсердің әрбір компонентінің экономикалық нәтижеге әсерін бағалауды қарастырады. Қазіргі кезде өндіруші ұңғымаларды пайдалануда мұнай өндірудің күшейтілген әдістерін енгізуден алынған экономикалық эффект индикаторы әдетте формула бойынша есептеледі:

$$\mathcal{E} = (\Delta Q * (Ц - З_{пер}) - З_{м}) * (1 - n)$$

мұнда \mathcal{E} – осы ұңғымада мұнай өндіруді арттыру әдістерін енгізудің экономикалық тиімділігі, тенге/скв.; ΔQ – мұнай өндірудің өсуі, тонн/скв.; $Ц$ – мұнай сату бағасы, тенге/тонн.; $З_{пер}$ – 1 тонна мұнай өндіруге шартты-ауыспалы шығындар, тенге/тонн.; $З_{м}$ – осы ұңғымада мұнай өндіруді ұлғайту жөніндегі іс-шараларды жүргізуге арналған шығындар, тенге/скв.; n – пайда салығы, %.



8 - сурет-импульсті әсер ету әдістерімен мұнай беруді арттыру технологиясын қолданғаннан кейінгі шығындардың Өзгеру диаграммасы

Көріп отырғанымыздай, 8-суреттен осы технологияны қолданған кезде (мұнайдың тұтқырлығы 1980 МПА*с температурада 20°C) есептеулер жалпы шығындар 2% - ға азаятынын, ал мұнай беру 30% - ға артқанын көрсетеді. Ұлттық жоспарда жобаны іске асыру тұтқырлығы жоғары қазақстандық мұнайдың алынуын арттыруды қамтамасыз ететін мұнай өндірудің жаңа энергия үнемдейтін технологияларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Демек, саланың бәсекеге қабілеттілігі артады, өйткені бұл технологияларды жаңа кен орындарында да, консервацияланған кен орындарында да қолдануға болады. Бұдан басқа, жобаны ұлттық және халықаралық ауқымда іске асыру өндірудің жаңа энергия үнемдейтін технологияларын құруға және қолдануға ғана емес, сонымен қатар көмірсутек шикізатын өңдеудің жаңа технологияларын әзірлеуге де серпін береді.

Экономикалық тиімділіктен басқа, мұрағатталған әлеуметтік әсерді де күту керек, өйткені консервацияланған кен орындарын пайдалануға тартуға болады, осылайша қала құрушы кәсіпорындар үшін жаңа жұмыс орындарын құруға болады.

Диссертациялық зерттеулердің нәтижелері бойынша қысқаша қорытындылар

Диссертацияда Қазақстан Республикасының ауыр мұнайын өндіру үшін импульсті әсер ету әдістерімен мұнай беруді арттыру технологиясын әзірлеудің өзекті ғылыми міндеті шешілді. Жұмыста судың ыдырау жиілігіне импульсті әсер ету арқылы фазалық шекарада мұнайды гидрогенизациялау процестерін физикалық модельдеу қолданылады.

Негізгі ғылыми нәтижелері мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік берді:

- Эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша мұнай компоненттерінің химиялық құрамының фазалық шекарада өзгеру шарттары анықталды, атап айтқанда 42,8 кГц жиілікте импульсті әсер ету кезінде сутегі судан бөлінеді;

- Мұнайдың тұтқырлығын төмендету арқылы өнеркәсіптік өндіру сатысында және кәсіпшілік жағдайларда шығындарды елеулі арттырмай, мұнай өндіруді арттыру әдісі тәжірибелік түрде негізделген, бұл мұнай бергіштік коэффициентін ұлғайтуға мүмкіндік береді;

- Өзірленген әдістеме мен физикалық модельді импульстік әсерді қолдана отырып, флюидтердің химиялық құрамын өзгерту арқылы ауыр мұнайды алу коэффициентін арттыру үшін ғылыми-зерттеу, жобалау және пайдалану мұнай кәсіпорындарында қолдануға болады.

Төменгі жиілікті гидропульсті әсер етуді өндіруге мүмкіндік беретін технологиялар мен жабдықтар ұсынылған. Әр түрлі жиіліктегі және қуаттылықтағы қабатқа әсер ету қабат маңы аймағының құрылымын едәуір өзгертуге, өткізгіштігін арттыруға, ұңғыма жүйесіндегі сүзу кедергісін азайтуға мүмкіндік береді. Төменгі жиілікті гидропульсті әсердің резервуардың төменгі шұңқыр аймағын өңдеудің электромагниттік толқындарымен үйлесуі барлық кен орындарында сәтті қолданыла алады.

Осы технологияны Қазақстан Республикасының аумағында тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақ шеңберінде қолдану ұңғыманы пайдаланудың су тегеурінді режимінің тиімділігін арттыру, сондай-ақ мұнай алу коэффициентін ұлғайту және өндірілетін мұнайдың тұтқырлығын 10 сП дейін төмендетуді қамтамасыз ету бойынша оң нәтиже береді, су басу майданында судың қанығуын 55,7% - ға дейін арттыру, сондай-ақ мұнай өндіру коэффициентін 39,37% - ға дейін арттыру.

Өзірленген электромагниттік өңдеу әдісін қолдану ұсынылады, яғни мұнайдың жоғары тұтқырлық мәні бар ұңғымаларға ультрадыбыстық әсер ету, сондай-ақ төменгі ұңғыма аймағын ынталандыру үшін сұйықтықтармен өндірілетін және айдалатын тұтқырлықтардың үлкен айырмашылығы бар.