

**Джатыков Темирлан Ермековичтің**  
**6D070800 – «Мұнай-газ ісі» мамандығы бойынша**  
**философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындаған**  
**диссертациясына**  
**АҢДАТПА**

**Қабатты гидрожару үрдісін орындау және талдауды жобалаудың кешенді әдістемесін әзірлеу**

**Жұмыстың өзектілігі.**

Қабатты гидравликалық жару (ҚГЖ), оның ішіндегі проппанттық ҚГЖ көмірсутегі өндірісін ынталандырудың ең тиімді әдістерінің бірі екені жалпыға мәлім. Ынталандырудың бұл түрі көптеген кезеңдерді, жабдықтар мен материалдарды қамтитын жоғары технологиялық әдіс болып табылады. Осылайша, гидравликалық жару технологиясына әсер ететін көптеген маңызды факторлар бар, мысалы, гидравликалық жаруға жабдықты таңдау, жерасты жабдықтарының жүйелері, логистика және басқару, гидравликалық жаруды кен орнының динамикалық моделіне интеграциялау және т. б. ҚГЖ-ды жобалау мен жүзеге асыру кезінде жұмыстың тиімділігіне, яғни дебиттің өсуіне әсер ететін негізгі факторлары ретінде келесі кезеңдер қарастырылады

- ҚГЖ жарығының оңтайлы геометриясын модельдеу үшін ұңғыманың түпасты қимасының геологиялық-геомеханикалық моделін құру;

- Қабаттар мен ұңғымалардың берілген жағдайында гидравликалық жаруға арналған материалдарды, атап айтқанда, жару сұйықтықтары мен проппанттарды таңдау;

- Геологиялық-геомеханикалық модельді, ҚГЖ жарығының геометриялық моделін, айдау жоспарын, сұйықтықтар мен проппанттардың көлемін калибрлеу үшін диагностикалық айдау кезіндегі қысымды талдау;

- Өртүрлі қабат жағдайлары мен берілген ҚГЖ жарығының геометриясына арналған проппантты айдаудың кестесін құру;

- Жарық моделі және ҚГЖ-дың айдау параметрлеріне байланысты дебиттің ықтимал өсуінің болжамы.

Бүгінгі күні ғылыми және инженерлік қоғамдастық жоғарыда аталған кезеңдерге байланысты көптеген зерттеулер жүргізді. Дүние жүзі бойынша миллиондаған проппант пен жару сұйықтығы сәтті айдалып, ҚГЖ-ды диагностикалау, модельдеу, жоспарлау және айдаудың көптеген әдістері дамыды. Осындай жұмыс көлемінің нәтижесінде алынған көптеген ақпаратқа қарамастан, белгілі бір шектеулер тудыратын көптеген мәселелер бар. Атап айтқанда, жоғарыда айтылған тармақтарға қатысты келесі өзекті мәселелердің шешімдерін ұсыну қажет:

- геологиялық-геомеханикалық модельді құру үшін үлкен көлемдегі мәліметтер қажет, атап айтқанда, тау жыныстарының механикалық қасиеттерін анықтау үшін арнайы керн зерттеулерінің мәліметтері және ұңғыма оқпаны бойынша геомеханикалық қасиеттердің үздіксіз мәліметтерін беретін регрессия формулалары, олар әрқашан бола бермейтін маңызды ресурстарды қажет етеді, соның ішінде - берілген ұңғыма үшін жынысөзектің жиі болмауы; Бұл мәселеге ұсынылатын шешім – бір диагностикалық айдаумен калибрленген қолданыстағы литологиялық баған негізінде бір өлшемді геологиялық-геомеханикалық модель құрудың баламалы әдістемесі;

- гидравликалық жару сұйықтығын іріктеу кезінде көбінесе қиындық туғызатын факторлар - таңдалатын компонент құрамы, сәйкес концентрациялар, резервуар жағдайына байланысты зертханалық зерттеу әдістері және ҚГЖ-дың айдау технологиясы; мәліметтерді жүйелеу, компоненттерді жіктеу, шарттар мен критерийлерді анықтау, жүйелік зертханалық талдауларды таңдау гидравликалық жару сұйықтықтарын таңдауды жеңілдетуі мүмкін;

- проппантты таңдағанда гидравликалық жарудан кейін проппанттың қайта шығуымен байланысты айтарлықтай проблема туындайды, бұл ұңғыманы пайдалану кезінде қиындықтарға әкеледі; шешім ретінде жарықты әртүрлі материалмен толтырудың матрицасы және таңдау алгоритмі ұсынылады;

- ҚГЖ-дың диагностикалық айдауларын талдауда, айдауды тоқтатқаннан кейін қысымның құлдырау тәртібінің интерпретациясы кезінде көптеген белгісіздіктер туындайды, атап айтқанда, талдау кезінде қолданылатын G-функциясы литологияға сілтеме жасай отырып талданбайды; мүмкін G-функциясын литологияға қатысты қолдану литологиялық стратификацияны нақтылауға мүмкіндік береді;

- қолданыстағы айдаудың кестесін жоспарлайтын әдістеме нормадан тыс жоғары тау мен қабат қысымындағы төмен өткізгішті карбонатты түзілімдерге жара бермейді; осыған ұқсас жұмыстарды талдау және ҚГЖ-дың сәтті айдалуына ықпал ететін айдау параметрлерін анықтау шешім бола алады;

- ҚГЖ-дан кейін дебиттің әлеуетті өсуін болжаудың қолданыстағы әдістері көптеген жорамалдарға, литологияларға байланысты шектеулерге ие, әдістердің дәлдігі салыстырмалы, ауқымды мөлшерде кіріс мәліметтері қажет; әдістерді жіктеу арқылы жүйелеу болжаудың жалпыланған әдістемесін беруі мүмкін.

Сондықтан проппантты ҚГЖ-ды жобалау мен жүзеге асырудың интеграцияланған әдістемесін құру жалпы жару технологиясы мен түпкілікті өндіріске әсер ететін жоғарыда аталған факторларды кешенді тәсіл мен оңтайландыру арқылы қосымша зерттеуді қажет етеді.

**Жұмыс мақсаты:** қабат геологиясын, гидравликалық жару сұйықтығын, айдалатын проппантты, сынақ және диагностикалық айдауды, сондай-ақ негізгі проппант массасының айдау әдісін ескере отырып, ұңғыма өнімділігінің артуына қол жеткізу үшін мұнай мен газ кен орындарында проппантты

гидравликалық жаруды жобалау мен жүзеге асырудың интеграцияланған әдістемесін құру.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды:

- Мини-ҚГЖ деректерін талдаумен бірге каротаждар мәліметтерін пайдалануға негізделген ұңғыма бойында бір өлшемді геологиялық-геомеханикалық модельді құру әдісін әзірлеу;

- Гидравликалық жаруға арналған сұйықтықтардың заманауи химиялық реагенттеріне шолу, содан кейін гидравликалық жару сұйықтығын таңдау үшін зертханалық тәжірибелер жасап, ұсынылатын нормаларды алу;

- Жарықты проппантпен толтыру технологиясын, айдау кезінде қолданылатын материалдарды және айдау жабдықтарды жүйелеу негізінде проппанттың шығуымен қарсы күрестің нақты әдісін таңдау үшін матрицаны және оған сәйкес шешім қабылдау алгоритмін құрастыру;

- Проппанттық үйінділердің құрылымдық қасиеттерін сынау мен зерттеу үшін біріккен проппант сынамаларын тырналау арқылы зерттеу әдісін әзірлеу

- Мини-ҚГЖ әдісін зерттеу және талдау, атап айтқанда, жарықтың геометриясын тиімді калибрлеу, қабаттар литологиясын нақтылау, жарықтардың жабылу қысымын және ҚГЖ сұйықтығының тиімділігін анықтау үшін G-функциясының интерпретациясына жаңа көзқарас және талдау;

- Аномальды жоғары қабат қысымы мен кернеуліктегі төмен өткізгішті карбонатты тау жыныстарына проппантты айдау әдісін әзірлеу;

- ҚГЖ нәтижесінде дебиттің ұлғаюын болжау әдістерін зерттеу және шолу, маңызды факторларды анықтау.

### **Зерттеу әдістері.**

Алға қойылған міндеттерді шешу үшін әдеби деректерді жалпылау мен талдаудан, Батыс Қазақстанның кен орындарындағы гидравликалық жару жұмыстарын талдаудан тұратын теориялық және эксперименттік зерттеулер кешені, сондай-ақ ұқсастыру, модельдеу, сандық және сапалық байқау, зертханалық зерттеулер қолданылып, көп факторлы эксперимент жүргізілді де, мәліметтер математикалық статистика әдістерімен өңделді. Сонымен қатар, алгоритмдерді құру әдістері мен блок-схемалар қолданылды. Компьютерлік бағдарламалық өнімдер негізінде ақпаратты өңдеу құралдары қолданылды.

### **Жұмыстың ғылыми жаңалығы.**

1. Қабат геологиясын, гидравликалық жару сұйықтығын, айдалатын проппантты, сынақ және диагностикалық айдауды, сондай-ақ негізгі проппант массасының айдау әдісін ескере отырып, ұңғыма өнімділігінің артуына қол жеткізу үшін мұнай мен газ кен орындарында проппантты гидравликалық жаруды жобалау мен жүзеге асырудың интеграцияланған әдістемесі дамытылды.

2. Каротаждар мәліметтерін талдаумен бірге мини-ҚГЖ деректерін пайдалануға негізделген ұңғыма оқпаны бойында бір өлшемді геологиялық-геомеханикалық модель құрудың әдісі әзірленді. Гидравликалық жаруды

модельдеуге арналған бір өлшемді геологиялық, петрофизикалық және геомеханикалық модельдерді құру кіріс мәліметтерінің минималды мөлшерін қолдану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

3. Қабат жағдайына және айдау параметрлеріне байланысты гидравликалық жару сұйықтықтары зерттелді:

- Гидравликалық жару сұйықтықтарын сынау үшін зертханалық әдістер жиынтығы құрылды: термиялық тұрақтылық сынағы, брейкер концентрациясының өзгеруіне сезімталдық сынағы, эмульгатордың тиімділігін тексеру

- Үш негізгі тапсырманы қанағаттандыратын гидравликалық жару сұйықтығын таңдаудың оңтайлы процедурасы таңдалды: қажетті технологиялық функцияларды орындау, қабаттың сүзгіштік-сыйымдылық сипаттамаларын сақтау және қабаттан тиімді қайту

- Температурасы 100 С-тан жоғары терең жатқан қабаттардың нақты жағдайы үшін гидравликалық жару сұйықтығы зерттеліп, компонент құрамы таңдалды.

4. Проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдауға арналған матрица және таңдау алгоритмі дамытылды:

- Қазіргі кездегі проппанттың қайта шығуымен күресудің он төрт алдын алу әдістері жүйеленген

- ҚГЖ басталғанға дейін берілген көмірсутегі кен орны үшін проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдау үшін кейбір дәлдікпен және болжамдармен бастапқы скринингті жүргізуге мүмкіндік беретін алғашқы шешімдерді қабылдауға арналған матрица түріндегі кесте құрылды

- Шешім қабылдау матрицасымен жұмыс жасау үшін алгоритм жасалып тексерілді. Ұсынылған алгоритмді инженерлік әдіс ретінде пайдалануға болады.

5. Проппанттық үйінділердің құрылымдық қасиеттерін біріккен проппант сынамаларын тырналау арқылы зерттеу әдісі әзірленді

- Проппанттық сынамаларды бірігуіне сынайтын құрылғы жасалды

- Эксперименттің нәтижелері мен резеңкеленген проппанттың қасиеттеріне сәйкес талдау, атап айтқанда, оның беріктік сипаттамалары алынды

- Проппант үйіндісінің бірігуіндегі ең маңызды фактор бірігу температурасы екендігі, қысу күші екінші маңызды фактор екені, ал бірігу уақыты қарастырылған үш фактордың ішінде проппант үйіндісінің бірігуіне ең аз әсер ететіні анықталды.

6. Мини-ҚГЖ әдісі зерттеліп, атап айтқанда, ҚГЖ жұмысы тоқталғаннан кейін қысым құлдырауының G-функциясының интерпретациясына жаңа тәсіл ұсынылып, талдау берілді.

- G-функция қылығының жарық жабылуының негізгі сәтіне дейін литологиялық бағанға тәуелділігі анықталып, көп қабатты резервуарлардағы жарықтардың жабылу механизміне тиісті түсініктеме берілді

- Юра шөгінділерінің терригендік жыныстарындағы көп қабатты көмірсутек кен орнының берілген деректері бойынша осы техниканың қолдану мысалы көрсетілген

7. Аномальды жоғары қабат қысымы мен кернеуліктегі төмен өткізгішті карбонатты тау жыныстарына проппантты айдау әдісін әзірленді

- Проппантты айдаудың тиімділігін арттыру және қажетті жарықты алу үшін негізгі ҚГЖ-дың оңтайлы айдау кестесі алынды

- Негізгі ҚГЖ-ды айдау алдындағы дайындықтың блок-схемасы анықталды

8. ҚГЖ нәтижесінде дебит ұлғаюының болжау әдістері зерттеліп, қабаттың өткізгіштігі, жарықтың өткізгіштігі, жарықтың өлшемсіз өткізгіштігі, жарық геометриясы, жарық пен ұңғыманың өзара байланысы сияқты шығымның әлеуетті өсуіне әсер ететін ең маңызды факторлар анықталды.

### **Қорғауға келесі ғылыми ұстанымдар шығарылады.**

1. Автормен әзірленген қабат геологиясын, гидравликалық жару сұйықтығын, айдалатын проппантты, сынақ және диагностикалық айдауды, сондай-ақ негізгі проппант массасының айдау әдісін ескере отырып, ұңғыма өнімділігінің артуына қол жеткізу үшін мұнай мен газ кен орындарында проппантты гидравликалық жаруды жобалау мен жүзеге асырудың жаңа интеграцияланған әдістемесі.

2. Каротаждар мәліметтерін талдаумен бірге мини-ҚГЖ деректерін пайдалануға негізделген ұңғыма оқпаны бойында бір өлшемді геологиялық-геомеханикалық модельді жүзеге асырудың қағидаттары.

3. ҚГЖ сұйықтығын оңтайлы таңдау бойынша ұсыныстар және үш негізгі тапсырманы қанағаттандыратын зертханалық эксперименттердің сәйкес нәтижелері: қажетті технологиялық функцияларды орындау, қабаттың сүзгіштік-сыйымдылық сипаттамаларын сақтау және қабаттан тиімді қайту.

4. Проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдауға арналған матрица және таңдау алгоритмі негізіндегі ұсыныстар.

5. Проппанттық үйінділердің құрылымдық қасиеттерін біріккен проппант сынамаларын тырналау арқылы сынау мен зерттеуге арналған зертханалық эксперименттердің нәтижелері және тиісті зертханалық сынақтарды өткізуге арналған жаңа құрылғы.

6. ҚГЖ жұмысы тоқталғаннан кейін қысым құлдырауының G-функциясының интерпретациясына жаңа талдау және тәсіл.

7. Аномальды жоғары қабат қысымы мен кернеуліктегі төмен өткізгішті карбонатты тау жыныстарына проппантты айдау жоспары бойынша ұсыныстар.

8. ҚГЖ нәтижесінде дебит ұлғаюының болжау әдістерінің қолдану шарттары, сонымен қатар ең маңызды факторларға байланысты орнатылған тәуелділіктер.

### **Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы**

1. Бірөлшемді геологиялық-геомеханикалық модельді құру және калибрлеу әдісі жарық моделін калибрлеуді жеделдетуге, оны құруға қажетті мәліметтер көлемін азайтуға және әрі қарай ҚГЖ жұмысы туралы шешім қабылдауға көмектеседі.

2. ҚГЖ жұмыстарын жоспарлауда сұйықтықтың түрін және оның параметрлерін таңдау сатысында гидравликалық жару сұйықтығын оңтайлы таңдау бойынша ұсыныстарды қолдануға болады.

3. ҚГЖ үшін алынған жару сұйықтығының рецептурасы ҚГЖ операцияларына таңдау кезінде негізгі құрам ретінде қолданыла алады.

4. Проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдауға арналған матрица және алгоритм ҚГЖ-ды жобалау кезеңінде кәсіпшілікте қолдануға болатын алдын алу әдісі.

5. Тырнау тәсілімен алынған проппанттың құрылымдық қасиеттерін анықтайтын әдіс пен құрылғы проппанттың сапасын бақылап, механикалық сипаттамаларын анықтау үшін өндірістік және далалық зертханаларда қолданыла алады, сондай-ақ проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдауға арналған матрица және алгоритмге қосымша бола алады.

6. G-функцияны интерпретациялаудың жаңа тәсілі литологиялық құрылымды түсінуді жақсартады, қабат асты сулардың ену ықтималдығын төмендетеді және жарық геометриясын оңтайландырады.

7. Төмен өткізгішті, дәстүрлі емес карбонат түзілімдеріне проппантты айдау жоспары бойынша ұсыныстар ұқсас кен орындарда қолданыла алады.

8. ҚГЖ-дан кейінгі дебиттің әлеуетті өсуін есептейтін ұсынылған әдістің ҚГЖ-дың қажеттілігін және жарықтың тиісті параметрлері мен геометриясын алдын-ала бағалауда практикалық маңызы бар.

#### **Автордың жеке үлесі**

- ұңғыма бойымен бірөлшемді геологиялық-геомеханикалық үлгіні модельдеу
- ҚГЖ сұйықтығын оңтайлы таңдау бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер
- Қайтқан проппант ағынымен күресу үшін ҚГЖ-дың жарық толтырғыштарын оңтайлы таңдау бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер
- Проппант қайтуымен күресу әдісінің бастапқы таңдау алгоритмін және матрицасын құру
- Біріккен проппантты сынау әдісі мен құрылғысын құру
- G-функциясын талдау әдісін құру және негізгі жарық жабылғанға дейінгі функцияның тәртібін түсіндіру
- Аномальды жоғары қабат қысымы мен кернеуліктегі төмен өткізгішті карбонатты тау жыныстарына проппантты айдау және ағынды стимуляциялау бойынша ұсыныстарды әзірлеу

- ҚГЖ нәтижесінде дебиттің ұлғаюын болжайтын әдістердің қолдану шарттарын жалпылау, сондай-ақ маңызды факторларға тәуелділікті орнату
- Әдебиеттерге шолу және деректерді жалпылау
- Зерттеу тапсырмаларының қойылымы
- Әдістемелік тәсілдерді негіздеу
- Мақалалар жазу және конференцияларға қатысу

### **Жұмыстың апробациясы**

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері келесі халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда баяндалып, талқыланды:

- «SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference 2019» (Манама, Бахрейн, 2019);

- «Фундаменталды және қолданбалы ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер және инновациялар» XLII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Пенза, 2021);

- «Қазіргі ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер мен инновациялар» XVI Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Пенза, 2021).

- «Фундаменталды және қолданбалы ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер және инновациялар» L Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Пенза, 2021);

### **Жарияланымдар**

Осы диссертациялық жұмыс аясында қарастырылатын тақырып бойынша 10 зерттеу жұмыстары дайындалды және шығарылды, оның ішінде 3 мақала ҚР Білім министрлігінің жоғары аттестаттау комиссиясының талаптарына жауап беретін баспаларда жарияланды, 1 мақала Scopus компаниясының ақпараттық базасына кіретін ғылыми журналда жарияланды, 1 мақала басқа ғылыми журналда, 4 мақала халықаралық конференция еңбектерінің жинағында жарияланды, 1 патент.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған жұмыстардың тізімі:

1. Джатыков Т.Е., Сагиндыков Б.Ж. Современные особенности проведения гидроразрыва пласта как эффективного метода интенсификации добычи углеводородов // Журнал «Нефть и газ Казахстана». – Алматы, 2017. – №3(99). – С. 52-67. ISSN 1562-2932 (Print), ISSN 2708-0080 (Online).

2. Джатыков Т.Е., Сагиндыков Б.Ж., Бимуратқызы К. Геологическая и геомеханическая модель при проектировании гидроразрыва пласта // Журнал «Нефть и газ Казахстана». – Алматы, 2018. – № 6(108). – С. 46-61. ISSN 1562-2932 (Print), ISSN 2708-0080 (Online).

3. Istayev A., Jatykov T., Kosset T. Hydraulic Fracturing in a Devonian Age Carbonate Reservoir: A Case Study // Paper presented at the SPE Middle East Oil and

Gas Show and Conference. - Manama, Bahrain, 2019. Paper Number: SPE-194942-MS. <https://doi.org/10.2118/194942-MS>.

4. Джатыков Т.Е., Сагиндыков Б.Ж., Бимуратқызы К. Оперативное определение оптимального заполнителя трещины при гидроразрыве пласта // Журнал «Нефть и Газ Казахстана». – Алматы, 2020. – №6(120). – С. 74-92. ISSN 1562-2932 (Print), ISSN 2708-0080 (Online).

5. Джатыков Т.Е., Бимуратқызы К. Комплексная интерпретация и анализ параметров закачки при проведении диагностического гидроразрыва пласта на юрские отложения песчаников. // Матер. XVI междунар. науч.-прак. конф. “Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации”. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2021. – С. 49-55.

6. Jatykov T.E., Sagindykov B. Zh., Vimuratkyzy K. Hydraulic Fracturing Design Improvements by proppant flowback mitigation method application during Hydrocarbon Production // The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin. – 2021. - Vol.36, №1 – P. 99-109. <https://doi.org/10.17794/rgn.2021.1.8>.

7. Джатыков Т.Е., Бимуратқызы К. Результаты экспериментального анализа свойств прорезиненного проппанта методом динамического измерения параметров // Матер. XLII-й Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации». – Пенза: «Наука и Просвещение», 2021. - С. 50-54.

8. Пат. ҚР №6224. Проппант үлгілерін бірігу қасиеттеріне сынауға арналған құрылғы және оны жүзеге асыру тәсілі. / Джатыков Т.Е. басп. 02.03.2021

9. Case Study: An Approach for Hydraulic Fracturing Minifrac G-Function Analysis in Relation to Facies Distribution in Multilayered Clastic Reservoirs. (SPE Production & Operations, 2021; Paper number: SPE-206751-PA. Published on 26.10.2021. <https://doi.org/10.2118/206751-PA>)

10. Важные этапы при проектировании проппантового гидроразрыва пласта для интенсификации добычи углеводородов. (Сборник статей L Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» с. 46-52, 2021, Пенза).

#### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі**

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 8 бөлімнен, қорытындыдан, 102 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертация жазбаша мәтіннің 131 бетінде жазылған, оның ішінде 42 сурет, 26 кесте, 4 қосымшаны қамтиды.

#### **Диссертацияның қысқаша мазмұны.**

Кіріспе диссертациялық жұмыстың өзектілігін негіздейді және оның негізгі ережелерін ұсынады.



**Бірінші бөлімде** проппанттық ҚГЖ-ды жобалау мен жүзеге асырудың қолданыстағы тәсілдері мен әдістеріне шолу жүргізіліп, қиындықтар тудыратын маңызды факторлар анықталып зерттелген. Келесі негізгі мәселелер қарастырылды: ҚГЖ-ды жобалау тәртібі, геологиялық-геомеханикалық қасиеттерді модельдеу тәсілдері, ҚГЖ сұйықтықтарын таңдауды жүйелеу, проппанттың қайтуымен күресудің әр түрлі әдістері, проппанттың құрылымдық қасиеттерін анықтау әдістері, мини-ҚГЖ талдаулары, карбонатты түзілімдердегі жобалық есептер, ҚГЖ-дан кейінгі шығынды болжау әдістері. Осы талдау нәтижесінде диссертацияның мақсаты мен міндеттері анықталды.

**Екінші бөлімде** ҚГЖ-ды жобалауға арналған бір өлшемді геологиялық-геомеханикалық модельді құру туралы мәселе қарастырылған. Бұл бөлімде ұсынылған әдіс - ҚГЖ-ды модельдеуге арналған қабат моделінің петрофизикалық, геологиялық және геомеханикалық үлгісін есептеуге және құруға мүмкіндік беретін жүйелік бірізділік. Бұл әдістемеді кең жолақты акустика немесе керн зерттеулері сияқты басқа да қымбат деректерді қажет етпейтін стандартты каротаждар жиынтығы, сондай-ақ мини-ҚГЖ талдау нәтижелері қолданылады.

**Үшінші бөлімде** ҚГЖ сұйықтығын таңдау әдістемесін құру бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Мәселені шешу үшін белгілі бір жағдайларға байланысты реагентті таңдау үшін бірқатар зертханалық зерттеулер таңдалып өткізілді, қажетті реагенттер таңдалды, ҚГЖ сұйықтығына талаптар табылып қойылды. Сонымен бірге техниканы көрсету үшін белгілі бір жағдайларға байланысты сұйықтықты таңдаудың белгілі бір мәселесі шешілді. Шарттар айдау режимінің, қабат қасиеттерінің, сондай-ақ ұңғыманы режимге келтірудің оңтайлы режимінің талаптарына сәйкес белгіленеді.

**Төртінші бөлім** проппанттың қабаттан қайтуымен күресудің матрицасы мен алгоритмін құруға арналған. Сонымен, проппантпен байланысты проблемалардың бірі – ҚГЖ-дан кейін оның бүкіл өндірістік кезең ішінде қабаттан қайтуы, зардаптары осы бөлімде сипатталған. Бұл мәселені шешу үшін проппанттың қабаттан қайтуын алдын алу күресу әдістері зерттелді және жүйеленді. Он төрт әдісті жүйелеу негізінде ҚГЖ басталғанға дейін берілген көмірсутегі кен орны үшін проппанттың қайта шығуымен күресу әдісін таңдау үшін кесте түріндегі шешімді қабылдауға арналған матрица, сонымен қатар кейбір дәлдікпен және болжамдармен бастапқы скринингті жүргізуге мүмкіндік беретін алгоритм құрылды.

**Бесінші бөлім** проппанттардың құрылымдық қасиеттерін анықтауға арналған эксперименттік әдіс пен құрылғы жасауға арналған. Мында проппанттарды зерттеудің оңтайлы әдісі мен құрылғысы, экспериментті жүргізу тәсілі және резеңкеленген проппанттың демонстрациялық сынағының нәтижелері ұсынылады. Бірнеше қызықты заңдылықтар анықталды, мысалы, проппант үйіндісінің беріктік қасиеттеріне температураның, сығылу күштерінің және бірігу уақытының айтарлықтай әсері. Осы әдіс пен құрылғының көмегімен

тестілеу нәтижесінде алынған мәліметтердің ақпараттылығы артады, құрылғының өзі автономды, сонымен қатар көпфакторлы.

**Алтыншы бөлімде** G-функциясы негізінде мини-ҚГЖ мәліметтерін егжей-тегжейлі интерпретациялау және осы функцияны талдау мен түсіндірудің жаңа әдісін әзірлеу қарастырылған. G-функциясын геологиялық тұрғыдан қабаттап тілу және кешенді талдау интерпретациясы көрсетілген. Бұл литологиялық баған құрылымын сипаттауға мүмкіндік берді, ол геологиялық және геомеханикалық параметрлерді түсіндіру тұрғысынан көмектеседі. Бұл жағдайда G-функциясының өзі ғана емес, сонымен қатар оның туындысы, күшейтілген G-функциясы, литологиялық баған, сондай-ақ басқа тәсілдерден белгілі резервуарлық мәліметтер талданады. Бұл тәсіл жарық моделінің құрылысындағы белгісіздіктерді азайтады.

**Жетінші бөлімде** аномальды жоғары қабат қысымы мен кернеуліктегі төмен өткізгішті карбонатты тау жыныстарына проппантты айдау тәсілі ұсынылады. Ол үшін карбонат қабатына проппант айдалған жұмыстардың нақты деректері негізінде ҚГЖ симуляторы қолданылды. Осы тәсілге сүйене отырып, проппантты осындай күрделі геологиялық жағдайларда жақсы орналастыру үшін айдаудың оңтайландырылған кестесі жасалды.

**Сегізінші бөлімде** қабатты ҚГЖ-мен ынталандырғаннан кейін дебиттің әлеуетті өсуін болжалайтын әдістер бойынша зерттеулер жүргізіледі. Дебитті немесе ҚГЖ әсерін болжауға арналған адаптивті тәсілдің негіздемесі көрсетілген, дәлірек айтсақ, нақты жағдайлар мысалын қолдана отырып, адаптацияны қолданбай Экономидес әдісінің шектеулері көрсетілген. Жаңа әдісті қолдану үшін белгілі бір алгоритм келтірілген, оның ішінде айтарлықтай шектерде өзгеруі сенімді бейімделуге мүмкіндік беретін параметрлер бөлектелген.

**Қорытындыда** диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері мен тұжырымдары келтірілген.