

## АҢДАТПА

**Жұмыстың өзектілігі.** Суланумен күресу шараларының тиімділігін арттыратын сукелімін шектеуші технологияларды және өндіру процесін реттеу әдістерін сәтті қолдану үшін кешенді зерттеу жүргізу қажет, оған геолого-физикалық жағдайды сараптау, пайдаланылатын құрамдардың реологиялық және сүзгіштік сипаттамаларын меңгеру кіреді. Соңғысы жоспарлауды, эксперименталды және өндірістік зерттеулерді жүргізуді талап етеді.

Сонымен, өндіріліп жатқан өнімнің қатты сулануына және сукелімін шектеуші технологиялар тиімділігінің жеткіліксіз болуына байланысты бірқатар қиындықтардың туындауы – бұл мәселенің өзектілігіне дәлел бола алады, сондай-ақ сукеріністерінің себебін анықтау бойынша зерттеулерді жоспарлап-жүргізу, суданоқшаулау жұмыстары үшін қолданылатын технологиялар мен құрамдарды жетілдіру қажеттіліктерін айқындайды. Суданоқшаулау жұмыстарының тиімділігін арттыру – қажетті технологияны пайдалану үшін геолого-техникалық жағдайдың сәйкестігін жіті меңгеріп-анықтау арқылы, сондай-ақ оқшаулау қасиеті салыстырмалы түрде жақсырақ болып келетін құрамдарды меңгеру, жетілдіру және қолдану арқылы мүмкін болады.

**Жұмыстың мақсаты** – модельдеу және белгісіздік жағдайда шешім қабылдау негізінде ұңғымаларды пайдалану кезіндегі суданоқшаулау жұмыстарының тиімділігін арттыру.

### **Зерттеу міндеттері:**

– суданоқшаулау жұмыстарын жүргізу технологиясының жағдайы мен салыстырмалы тиімділігі жайлы заманауи көзқарастарды сараптау және жалпылау;

– полимер негізіндегі құрамдардың әртүрлі ортада көрсететін реологиялық сипаттамалары мен оқшаулау қасиеттерін эксперименталды түрде зерттеу;

– суданоқшаулау жұмыстары үшін тұнбагелтүзуші құрамдарды қолдану мүмкіндігі мен тиімділігін анықтайтын критерийлерді негіздеу, басты геолого-физикалық және техникo-технологиялық факторларды ескере отырып оларды модельдеу;

– оқшаулау жұмыстарының тиімділік көрсеткіштеріне геолого-физикалық факторлардың әсерін зерттеу және сукелімдерін шектеу тиімділігін арттыру бойынша технологиялық шешімдерді жасау;

– сукелімдерін шектеу бойынша практикалық ұсыныстарды жасау және іске асыру.

### **Міндеттерді шешу әдістері**

Қойылған міндеттер эксперименттерді жоспарлау әдісін қолданып, эксперименталды зерттеулерді жүргізу әдісі арқылы шешілді. Экспименталды зерттеулердің мәндерін, өндірістік мәндерді өңдеу және мәліметтерді сараптау кезінде математикалық статистикада белгілі болған әдістер қолданылды. Шешімдерді қабылдау – анық емес жиын теориясының ережелерін қолдана отырып жүргізілді.

**Зерттеу объектісі** – ұңғымаға сукелу мәселесі болып табылады.

**Зерттеу нысаны** – суданоқшаулау жұмыстарын ұйымдастыру мен жүргізу барысында модельдеу және шешім қабылдау.

**Диссертацияның ғылыми жаңалығы:**

– қалдық кедергі факторының полимерлі ерітінді концентрациясы мен орта өткізгіштігінен тәуелділігі анықталып, осы тәуелділіктің аналитикалық өрнегі алынды;

– қалдық кедергі факторының максималды мәнін қамтамасыз ету шартын басшылыққа ала отырып, полимерлі ерітіндінің концентрациясын анықтауға арналған өрнек алынды;

– суданоқшаулау жұмыстарының тиімділік көрсеткіштерінің әртүрлі геологиялық және технологиялық факторлардан тәуелділіктері алынды;

– белгісіздік жағдайын ескере отырып, көпкритерийлі міндетті қою арқылы, суданоқшаулау жұмыстарының шешімдерін қабылдау сұлбасы жасалды.

**Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар**

– максималды оқшаулау қабілетін қамтамасыз ететін полимерлі ерітіндінің қажетті концентрациясын анықтауға және қолданылатын композициялар құрамының олардың реологиялық сипаттамаларына әсерін бағалауға арналған өрнектер;

– белгісіздік жағдайында су ағынын шектеу туралы шешім қабылдау модельдері мен әдісі;

– Су басқан ұңғымалардан мұнай өндіру тәсілі мен құрылғысы.

**Жұмыстың ғылыми-практикалық маңызы**

Полимер ерітіндісінің кедергі факторы бірнеше факторлардың әсеріне ұшырағыш болып келеді: полимер концентрациясы, қабаттың петрофизикалық сипаттамалары, жыныстың кеуекті құрылымы, ерітіндінің реологиялық сипаттамалары және т.б. Жұмыста ПАА концентрациясының, орта өткізгіштігінің қалдық кедергі факторына әсері эксперименталды түрде қарастырылды. Жүргізген эксперименталды зерттеулер аталып өткен факторлардың кедергі факторына әсер ету заңдылықтары жайында ойды жетілдіруге мүмкіндік береді. Зерттеулер нәтижелері композициялық жүйелердің рецептурасын, сонымен қатар мұнай өндірісінің тиімділігін арттыру үшін және нақты геология-физикалық жағдайларда сукелімін шектеу үшін композициялық жүйелерді қолдану технологиясын мақсатты түрде таңдауға мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер мұнай ұңғымаларының түпкі аймағында тұнбагелтүзуші құрамдардың негізінде суданоқшаулаушы экрандарды жасау кезінде тұнбатүзілетін аумақты басқару әдісі мен өндірістік жұмыстардың технологиялық сұлбасын ұсынуға мүмкіндік берді.

Жасалған модельдерді пайдалану – нақты шарттарда қарастырып жатқан геолого-техникалық жағдай үшін максималды технологиялық және экономикалық эффектті қамтамасыз ететін ұңғыманың түпкі аймағын тұнбагелтүзуші құрамдармен өңдеу технологиясын таңдауға мүмкіндік береді.

Ғылыми тұжырымдар мен нәтижелердің сенімділігі мен негізделгендігі заманауи әдістер мен зерттеу құралдары арқылы, мәліметтерді өңдеуде статистикалық әдістерді пайдалану арқылы, теориялық тұжырымдарды эксперименталды мәліметтер көмегімен растау арқылы қамтамасыз етілген.

### **Жұмыстың негізгі идеясы**

Суданокшаулау жұмыстарының тиімділік көрсеткіштеріне геологофизикалық және технологиялық факторлардың әсерін сараптау және тұнбагельтүзуші құрамдарды қолдана отырып, технологиялық шешімдерді қабылдау.

**Автордың жұмыстағы жеке үлесі** – қойылған мәселені сараптау және зерттеу міндеттерін анықтау, мәліметтерді өңдеу, эксперименталды және өндірістік бақылау арқылы алынған мәліметтерді сараптау.

Қазіргі уақытқа дейін аталмыш мәселенің маңыздылығын растайтын және зерттеушілердің осы мәселеге ден қоюын түсіндіретін көптеген зерттеулер жасалды. Түрлі эксперименталды және өндірістік зерттеулер жүргізілді. Қабаттарды әртүрлі құрамдардың көмегімен, сонымен қатар полимер негізіндегі, оқшаулау механизмдері меңгерілді. Соңғы жылдары тұнбагельтүзуші құрамдарды қолдануға елеулі назар аударылуда.

Атқарылған жұмыстардың сараптамасы көрсеткендей – суланумен күресетін іс-шаралардың тиімділігін арттыратын сукелімдерді шектеуші технологияларды және өндіру процесін реттеу әдістерін сәтті пайдалану үшін геолого-физикалық жағдайларды сараптаумен қатар, қолданылатын құрамдардың реологиялық және сүзгіштік сипаттамаларын меңгеру қажет. Соңғысы эксперименталды зерттеулерді анықтауды, жоспарлауды және жүргізуді талап етеді. Жоғарыда қарастырылған зерттеулердің шолуы ұңғымаларда сукелімдерінің пайда болу себептерін анықтауға мүмкіндік берді. Зерттеулерге сүйенсек, сукелімдерінің пайда болу себептері сан алуан. Негізгі себептер – көпқабаттылық, петрофизикалық сипаттама бойынша әркелкілік, жекелей алғанда, өткізгіштік пен мұнайға қаныққандық, өнімді горизонттарда тұтқырлығы жоғары мұнайдың болуы, сұйықтықты жоғары темппен өндіру, технологиялық ақаулар және т.б. Сонымен қатар, жасалған шолу - сукелімдерге байланысты мәселелерді шешу үшін жүйелі негізді жасауға, зерттеуді жүргізуге әдістер мен әдістемелік тәсілдерді таңдауға мүмкіндік берді, басқа сөзбен айтқанда, жасалатын зерттеулердің әдіснамасын түсініп, жоспарлауды қамтамасыз етті. Бұл әдіснама тұтас жүйе шеңберінде мақсат пен міндеттерді, зерттеу объектісі мен нысанын негіздеп, тұжырымдауға, зерттеу барысында «не зерттеліп жатыр?», «қандай мақсатпен зерттеліп жатыр?», «қалай зерттеліп жатыр?» деген сұрақтарға жауап беруге мүмкіндік береді. Зерттеу әдісі қандай, қандай құралдармен қолданайын деп жатырмыз және т.б. анықтап алған жөн.

Осы және басқа да сұрақтарға жауап бермес бұрын, жалпылама түрде мәселенің заманауи зерттелу жағдайына баға беріп, жіті қарауды талап ететін сұрақтар мен міндеттерді белгілеп алу қажет. Мұндай сараптама жұмыста берілген.

ҚР кен орнында гелтүзуші технологияларды қолдану арқылы кешенді әсер етудің (өндіру және айдау ұңғымаларында) технологиялық тиімділігі жоғары болғанын атап өту қажет, бұл технологиялар өз кезегінде өндіру ұңғымаларындағы сулануды аймақ бойынша 20%-ға төмендетуге мүмкіндік берді. Бұл жағдайда өзекті болған мәселе – өндіру және айдау ұңғымаларындағы суданоқшаулау және ағынды түзетуші жұмыстарға арналған тиімді құрамдарды жасау мен материалдарды зерттеу, сонымен қатар қарастырылып жатқан өндіріс объектісіндегі өндіріліп жатқан мұнайдың сулылығын төмендету бойынша жасалатын шаралардың технологиялық тиімділігін болжау.

Осылайша, қарастырған шолуды қорыта келе, жұмыста зерттеу мақсаты мен міндеттерін анықтауға мүмкіндік берген нәтижелер тұжырымдалды. Ең жақсы технологияны таңдау - технологиялық шешімдер қабылдауды сәтті іске асыруға жағдай жасайтын сараптау мен модельдерді тұрғызуды талап етеді. Осыған байланысты, мәліметті алу, сараптау және берілген жағдайда шешім қабылдау қызығушылық тудырады да, мақсатты айқындауды негіздейді. Осыдан шыға келе, диссертациялық жұмыстағы жүргізілген зерттеулер - орта өткізгіштігі мен полимерлі ерітінді концентрациясының қалдық кедергі факторына әсерін бағалау мүмкіндігін негіздеуге және қалдық кедергі факторының полимерлі ерітінді концентрациясы мен орта кеуектілігінен тәуелділігін анықтауға жағдай жасады. Мәндерді статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша кедергі факторының орта өткізгіштігі мен полимерлі ерітіндінің концентрациясынан тәуелділігінің келесідей аналитикалық өрнегі алынды:

$$R_{\text{калд расч}} = 19.959 \times C^{0.4287} \times K_{\text{өтк}}^{-0.8453} . \quad (1)$$

Полимерлі ерітінділерді қолданудың негізгі сәті – реагент концентрациясын негіздеу мен таңдау болып табылады. Қалдық кедергі факторының максималды мәнін қамтамасыз ету шартын негізге ала отырып, полимерлі ерітіндінің концентрациясын анықтауға арналған өрнек ұсынылды:

$$C = 0.5 \times K_{\text{өтк}} , \quad (2)$$

мұндағы  $K_{\text{өтк}}$  – өткізгіштік коэффициенті,  $\text{мкм}^2$  .

Диссертацияның үшінші бөлімі тұнбагелтүзуші құрамдардың реологиялық және сүзгіштік сипаттамаларын зерттеуге арналған. Тұнбагелтүзуші құрамдардың ішіне кіретін компоненттердің тұнба түзулу механизміне әсері меңгерілді. Эксперименталды зерттеу нәтижелері өңделді. Сонымен бірге, кестеде берілген ПАА-ның концентрация мәні тұрақты болғандағы тұнба мөлшерінің сілті концентрациясына тәуелділігі тұрғызылды. Әртүрлі жағдайлардағы тұнба мөлшерінен сілті концентрациясының аналитикалық тәуелділігі орнатылды. Әрмен қарай осы өрнек параметрлерінің ПАА концентрациясына тәуелділігі анықталады. Осылайша, тұнба мөлшерінің сілті мен ПАА концентрацияларынан тәуелділігін келесідей түрде аламыз

$$v=f(k_{NaOH},k_{PAA}).$$

Кейіннен есептеулер нәтижелері келтіріледі. Статистикалық өңдеу арқылы суретте берілген әр тәуелділіктің аппроксимациясы алынды. Берілген жағдай үшін ең сәйкес келетіні және барлық жағдайлар үшін ортақ болып келетін – дәреже түріндегі тәуелділік, ол келесідей өрнектеледі:

$$V_{oc}=aC_{NaOH}^b, \quad (4)$$

мұндағы:  $b$  параметрі полиакриламидтың концентрациясына байланысты болады.

Түзілген тұнба көлемінің сілті мен ПАА концентрациясынан жалпыланған тәуелділігін алу үшін  $b$  параметрінің ПАА концентрациясынан тәуелділігі анықталды. Нәтижесінде тұнба көлемінің сілті мен полиакриламид концентрациясынан тәуелділігі келесідей түрде алынды:

$$V_{oc} = 0,3289 \cdot C_{NaOH}^{0,0716} \cdot e^{11,582 \cdot C_{ПАА}}. \quad (5)$$

Осы өрнек бойынша есептеулер жасалды да, нақты эксперименталды мәндермен салыстырылып, олардың едәуір ұқсастығы байқалды.

Қолданыстағы ТГТҚ-ның реологиялық сипаттамалары меңгерілді. Өздерінің реологиялық ерекшеліктеріне байланысты белгіленген құрамдар Оствальд-Де Вааленің дәрежелік заңының моделіне бағынатынын алдыңғы жүргізілген зерттеулер көрсетті.

Бұл модель келесідей түрде өрнектеледі:

$$\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n, \quad (4.3)$$

мұндағы:  $\tau$  – ығысу кернеуі, Па;

$k$  – консистенттік коэффициенті, Па·с <sup>$n$</sup> ;

$\dot{\gamma}$  – ығысу жылдамдығының градиенті, с<sup>-1</sup>;

$n$  – ағу көрсеткіші.

Бұл тәуелділіктердің параметрлері өз кезегінде сілті мен полимер концентрациясына және температураға байланысты болады. Тұнбагелтүзуші құрамдардың физико-химиялық қасиеттері мен ағу сипаты полимер мен сілті концентрациясына, температураға және судың минералдануына байланысты екені аталған, сондай-ақ, полимер концентрациясы аз болғанда құрам ньютондық сипатқа ие болады. Өртүрлі компоненттердің (полимер, сілті) құрамы мен орта-концентрацияларын, температураны ескере отырып, тұнбагелтүзуші құрамдардың реологиялық сипаттамаларын модельдеу жасалды, реологиялық константалардың температурадан, полимер мен сілті концентрациясынан тәуелділігін сипаттайтын өрнектер алынды.

Сілті мен ПАА концентрациясының осы параметрлерге әсері зерттелді, нәтижесінде келесідей өрнектер алынды:

$$k = 0,1837 \cdot C_{\text{ПАА}}^{-0,598} \cdot C_{\text{NaOH}}^{-0,306} \cdot t^{-1,118},$$

$$n = 1,0712 \cdot C_{\text{ПАА}}^{0,1} \cdot C_{\text{NaOH}}^{0,027} \cdot t^{0,052}.$$

Берілген тәуелділіктер сәйкес келетін критерийлер бойынша байланыстығыздығы мен адекваттылығын бағалай отырып, статистикалық әдіспен өңделді. Есептік және эксперименталды мәндерді салыстыру арқылы олардың ұқсастығы айқындалды.

Төртінші бөлім технологиялық шешімдерді қабылдауға арналған. Осы мақсатта мұнай өндіретін кәсіпшіліктің бірінде ҰТА полимерлі ерітіндімен өңделу нәтижелері жиналып, өңделіп, сарапталды, сонымен қатар тиімділік көрсеткіштерінің тәуелділіктерін өрнектейтін теңдеулер тұрғызылды. Жасалған сараптама негізінде ұңғыма мен ұңғыманың түптік аймағын сипаттайтын геолого-физикалық және техникалық факторлар ретінде келесілер таңдалды: өткізгіштік ( $x_1$ ), қабаттың тілімделуі ( $x_2$ ), қабаттық  $x_3$  және түптік  $x_4$  қысымдар, қабаттық жағдайдағы мұнайдың тұтқырлығы  $x_5$ , ағымдағы мұнайды өндіру коэффициенті  $x_6$  (МӨК), ұңғыманы полимермен өңдеуден 3 ай бұрынғы мұнай  $x_7$  мен судың  $x_8$  орташа дебиті, өнімнің сулануы  $x_9$ , ұңғыма сүзгішінің ұзындығы  $x_{10}$  (1-кесте). Полимер негізіндегі ерітіндімен ҰТА-ны өңдеу кезінде сукелімін оқшаулау әсерін сипаттайтын критерийлер ретінде келесілер таңдалды: оқшаулау әсерінің ұзақтылығы  $Y_1$ , қосымша өндірілген мұнай мөлшері  $Y_2$ , шектелген су көлемі  $Y_3$ , полимер бағасы ескерілген әр ұңғыма бойынша түсетін пайда  $Y_4$ . Модельдің кез-келген кезеңінде сараптау мен анықтау жұмыстарын жүргізу үшін өрнектерді мультипликативті түрде қолданған ыңғайлырақ. Соның нәтижесінде келесі модельдер алынды:

$$Y_1 = 122,504 \frac{x_1^{0,0279} x_2^{0,2117} x_3^{0,8552} x_5^{0,1911} x_6^{0,2134} x_{12}^{0,5022}}{x_4^{0,8354} x_7^{0,1116} x_8^{0,0122} x_9^{1,0794} x_{10}^{0,6955} x_{11}^{0,0266}}, \quad (6)$$

мұнайдың қосымша өндірілуі:

$$Y_2 = 10258,863 \frac{x_2^{0,0199} x_3^{0,2676} x_5^{0,2869} x_8^{0,1664} x_{12}^{0,15}}{x_1^{0,0329} x_4^{0,3559} x_6^{0,0187} x_7^{0,1458} x_9^{1,2373} x_{10}^{0,2664} x_{11}^{0,0446}}, \quad (7)$$

шектелген су көлемі:

$$Y_3 = 471,068 \frac{x_4^{0,9415} x_7^{0,2407} x_9^{0,3228} x_{10}^{1,0051}}{x_1^{0,2207} x_2^{0,1253} x_3^{0,8418} x_5^{0,6897} x_6^{0,1753} x_8^{0,4635} x_{11}^{0,0456} x_{12}^{0,5124}}, \quad (8)$$

полимер бағасын ескергендегі әр ұңғыма бойынша алынатын пайда:

$$Y_4 = 0,1779 \frac{x_4^{1,6104} x_6^{0,0487} x_7^{0,017} x_8^{0,0217} x_9^{1,1505} x_{10}^{1,0366} x_{12}^{0,0943}}{x_1^{0,0078} x_2^{0,2062} x_3^{1,1539} x_5^{0,9984} x_{11}^{0,1685}}. \quad (9)$$

Бұл жұмыста сараптау объектісі ретінде геолого-физикалық жағдайлар мен технологиялық процессты сипаттайтын факторлар қызмет атқарады, олар өз кезегінде суданоқшаулау жұмыстарының тиімділік көрсеткіштеріне (шығыс ауыспалылар) бірлескен түрде әсер етеді.

Аталған факторлардың регрессионды модельдерге қосқан үлестеріне баға берілді.

Алынған регрессияның тендеулерінен кейін есептік мәндердің нақты мәндермен сәйкестік дәрежесі анықталады. Сәйкестік дәрежесінің сандық бағалануы ұқсастық өлшемімен анықталады, оның мәні нөл мен бірдің арасында өзгеруі тиіс.

Есептеулер нәтижелері жоғары дәрежедегі ұқсастықты көрсетті.

Жоспарға және біздің міндеттерді шешу қажеттілігіне сәйкес, осы кезде белгісіздік жағдайында шешім қабылдау басты мәселе болып табылады. Бұл – көпкритерийлікпен және көпфакторлықпен негізделеді. Жоғарыда берілген сараптамаға сүйенсек, осы жағдайда барлық төрт критерийді қанағаттандыратын шешім қабылдау қажет. Берілген геологиялық жағдайда, қабылданған шешім - қолданып жатқан технология әсерінің ұзақтығы, қосымша мұнайдың өндірілуі, шектелген су көлемі, полимер бағасын ескере отырып әр ұңғыма бойынша табыстың максималды болуына мүмкіндік беретін технологиялық нұсқалар кешенін сипаттауы тиіс. Бұл үшін алынған модельдер бойынша есептеулер жасалды, ең жақсы нұсқалар белгіленген төрт критерийдің (мақсат пен шектеулер түріндегі) көмегімен Л.Заде ұсынған анық емес жиын теориясын пайдалана отырып анықталды. Осы теорияның ережелері бойынша әр критерийдің максимумына жету мақсатымен мақсаттар мен шектеулер жиынтығының қатыстық функциялары бағаланды, соған байланысты олардың әрқайсысының максималды мәніне қатыстық функциясының сәйкес келетін бірге жақын мәні берілді. Қатыстық функцияларын анықтауға арналған өрнек келесідей түрде болады:

$$\mu_i = \frac{1}{1+9e^{-ay_i}} \cdot \quad (13)$$

Әр критерий үшін (13) өрнектің  $a$  параметрінің мәні анықталды, нәтижесінде келесідей өрнектер алынды:

эффект ұзақтығы:

$$\mu_1 = \frac{1}{1+9e^{-0.74y_1}},$$

мұнайдың қосымша өндірілуі:

$$\mu_2 = \frac{1}{1+9e^{-0.12y_2}},$$

шектелген су көлемі:

$$\mu_3 = \frac{1}{1+9e^{-0.11y_3}},$$

полимер бағасын ескергендегі әр ұңғыма бойынша алынатын пайда:

$$\mu_4 = \frac{1}{1+9e^{-0.006y_4}}.$$

Шешім қабылдау үшін шешімдер жиынтығының қатыстық функциялары анықталады. Кестеде берілген қатыстық функциялардың әрқайсысы «мақсаттар (немесе шектеулер) жиынтығының қатыстық функциясы» болып табылады. Шешімдер жиынтығы (анық емес жиынтық теориясына сәйкес) – осы жиынтықтардың түйісуі болып табылатын жиынтықты білдіреді. Анық емес жиынтықтардың түйісуі деп – берілген жағдай үшін қатыстық функциясы келесідей түрде болатын біршама анық емес жиынтықты атайды:

$$\mu_D = \min(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4). \quad (14)$$

Кестеде соңғы бағанада шешімдер жиынтығының қатыстық функциялары көрсетілген, оның әр қатары критерийлердің қатыстық жиынтықтарының ішіндегі ең кіші мәнін білдіреді. Ең оптималды шешім (қызылмен белгіленген) – шешімдер жиынтығының қатыстық функцияларының ең үлкен мәніне сәйкес келетін қатар болып табылады.

Осылайша, шешімдер жиынтығының қатыстық функцияларының ең үлкен мәні есептік мәндермен бірге жалпы алғанда 2-кестедегі бесінші қатарға сәйкес келетін ең жақсы шешімге үйлеседі.

N	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	μ <sub>1</sub>	μ <sub>2</sub>	μ <sub>3</sub>	μ <sub>4</sub>	μ <sub>D</sub>
1	8	37.1	48	257.1	0.975722	0.899162	0.963551	0.361174	0.361
2	4	32.3	75	714.9	0.678784	0.834876	0.998261	0.911067	0.679
3	6	30.6	27	1141.2	0.902111	0.805284	0.706975	0.993467	0.707
4	9	34.5	11	542.2	0.988225	0.867683	0.280246	0.774495	0.28
5	7	29.2	45	646.3	0.950605	0.778022	0.94944	0.869054	0.778
6	6	28.3	21,8	626.3	0.902111	0.759108	0.571493	0.853967	0.571
7	2	18.8	241	1216.1	0.326399	0.506227	1	0.995923	0.326
8	14	39.5	22	574.2	0.9997	0.922128	0.577067	0.807891	0.577
9	7	33.1	18	875.2	0.950605	0.847503	0.463752	0.965813	0.464
10	5	24.7	35	568	0.815258	0.673109	0.857261	0.801728	0.673

### Негізгі қорытындылар мен ұсыныстар

1. Осы кезеңге дейін жинақталған басылымдарға жасалған шолу көрсеткендей, суданоқшаулау жұмыстарының тиімділігін арттыруға бағытталған шешімдерді қабылдау әртүрлі белгісіздіктердің болуынан едәуір қиындай түседі. Бұл белгісіздіктер келесідей түрде болады: шешім қабылдау процесінің көпкритерийлі және көпфакторлы болуы, критерийлердің бірімәнді еместігі, кіріс мәліметтердің дәлсіздігі мен толымсыздығы, сонымен қатар осы аталғандарға байланысты мәліметтерді өңдеу қажеттілігінің туындауы.

2. Жоғарыда аталып өткендей, қабаттық жағдайлар және оларды толтырған флюидтер күрделі жүйені құрайды да, оларда кездейсоқ және анық емес



сипаттағы белгісіздіктер орын алады, соған байланысты белгілі бір әдісті таңдау белгісіз ортада шешім қабылдау үрдісін білдіреді.

3. Мәліметтерді статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша кедергі факторының орта өткізгіштігі мен полимерлі ерітінді концентрациясынан тәуелділігінің аналитикалық өрнегі алынды.

4. Қалдық кедергі факторының максималды мәнін қастамассыз ету шартын басшылыққа ала отырып, полимерлі ерітіндінің концентрациясын анықтау үшін өрнек ұсынылды; алынған өрнек орта өткізгіштігіне қарай қажетті концентрацияны анықтауға мүмкіндік береді.

5. Жасалған сараптамадан көретініміз: ҰТА-ны, ұңғыманы және өңдеу технологиясын сипаттайтын геолого-физикалық, техникалық және технологиялық факторлардың бір тобының өзгеруімен – полимерлі ерітінділер арқылы сукелімдерін оқшаулау тиімділігінің критерийлері ретінде таңдалған көрсеткіш мәндері артады, екінші топтың өзгеруімен – кемиді, ал үшінші топтың өзгеруімен – мәндердің артуы не кемуі селективті сипатта болады. Мысалы, қабаттың өткізгіштігі мен тілімделуінің артуы, қабаттық қысым мен қабаттық жағдайда мұнай тұтқырлығының жоғарлауы, сонымен қатар ағымдағы МӨК пен полимерлі ерітіндімен ҰТА-ны қамту көрсеткішінің жоғарлауы – сукелімдерін оқшаулау эффектісі ұзақтығының артуына алып келеді, ал түптік қысымның жоғарылауы, ұңғыманың мұнай және су бойынша дебитінің жоғарылауы, суланудың артуы, сүзгіш ұзындығы мен 1м сүзгішке жұмсалатын полимер мөлшерінің артуы - сукелімдерін оқшаулау эффектісі ұзақтығының төмендеуіне алып келеді.

6. Қабат тілімделуінің артып, қабаттық қысымның және қабаттық жағдайда мұнай тұтқырлығының жоғарлауы, сонымен қатар ұңғыманың су бойынша дебиті мен полимерлі ерітіндімен ҰТА-ны қамту көрсеткішінің жоғарлауы – қосымша мұнайды өндірудің артуына алып келеді, ал қабат өткізгіштігі мен түптік қысымның жоғарылауы, ағымдағы МӨК пен ұңғыманың мұнай бойынша дебитінің жоғарылауы, суланудың артуы, сүзгіш ұзындығы мен 1м сүзгішке жұмсалатын полимер мөлшерінің артуы - қосымша мұнайды өндірудің кемуіне алып келеді. Дәл осылай факторлардың суданоқшаулау жұмыстарының басқа да тиімділік көрсеткіштеріне әсерін бағалауға болады.

7. Сукелімдерін шектеу технологиясының тиімділік көрсеткіштерінің өзгеруіне жасалған сараптама нәтижесінде зерттеліп жатқан келесідей тәуелділіктердің параметрлеріне баға берілді: эффект ұзақтығы, қосымша өндірілген мұнай мөлшері, шектелген су көлемі, полимер бағасын ескере отырып әр ұңғыма бойынша түсетін пайда. Бұл параметрлер геолого-физикалық жағдайлар мен технологиялық іс-шаралардың функциясы ретінде қарастырылды.

8. Математикалық статистика мен анық емес логика әдістерін пайдала отырып әдіснама жасалды да, осы әдіснама шеңберінде төрт критерий бойынша оптималды технологиялық шешімдерді бағалау алгоритмі іске асырылды. Бұл алгоритм – кен орнының геолого-физикалық жағдайы туралы мәліметтерге, сукелімдерін оқшаулау бойынша геолого-техникалық шараларды енгізу

тәжірибесіне негізделіп орындалды. Аталған мәліметтер мен тәжірибелерге факторларды сараптау, осы факторлардың үлесі, модельдерді тұрғызу, сенімділік көрсеткіштерін статистикалық бағалау, белгісіздікті ескере отырып шешім қабылдау сияқты жағдайлар кіреді.

**Жұмыс апробациясы.** Диссертациялық жұмыстың негізгі тұжырымдары келесідей халықаралық конференцияларда баяндалды: The International Scientific and Practical Conference «Heydar Aliyev and Azerbaijan oil strategy: Advances in oil and gas geology and geotechnologies» (Baku, Azerbaijan, May 23-26, 2023), «Improvement of technological solutions for limiting water flows in producing wells in conditions of uncertainty» тақырыбында; «Сәтбаев оқулары» (Алматы, 8-12 апреля 2023 г.), «Технология водоизоляции скважины с применением пакера водонабухающих эластомеров» тақырыбында; Alternative Energy Sources, Materials & Technologies (AESMT'18). First edition, Plovdiv (Bulgaria 14-15 May 2018), «Numerical Analysis of the Near Wellbore Flow Mechanisms Controlling Well Productivity» тақырыбында; «Сәтбаев оқулары» (Алматы, 10-12 апреля 2019 г.), «Моделирование технологий изоляции водопритоков и водоотведения в призабойной зоне нефтяных скважин» тақырыбында.

Осы тақырып бойынша «Жас ғалым» жобасының аясында ҚР Білім және ғылым министрлігінің гранттық қаржыландырылуымен 2022–2024 ж.ж. ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Грант №AP14971684, тақырыбы «Белгісіз жағдайында өндіруші ұңғымаларындағы су ағымдарын шектеу бойынша технологиялық шешімдерді жетілдіру».

**Жұмысты жариялау.** Жұмыстың негізгі тұжырымдары 10 баспада жарық көрді, соның ішінде 3 баспа ҚР БЖҒМ БҒССҚК ұсынған басылымдарда («ҚазҰТЗУ хабаршысы», «Нефть и газ», «Комплексное использование минерального сырья»). 2 мақала – Scopus (Скопус) дерекқор базасына кіретін, импакт-факторы нөл емес шетелдік баспалар «Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2023, № 1» (IF 0.51), «Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2023, № 3»; 5 мақала халықаралық конференциялар материалдарында жарық көрді.