

ОӘК 622.24.05:622.245; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2026-2.06>

<https://orcid.org/0000-0001-7331-1633>

<https://orcid.org/0000-0003-2763-6001>

<https://orcid.org/0009-0008-0179-9682>

<https://orcid.org/0000-0003-2236-0333>

БҰРҒЫЛАУ БАҒАНАСЫНЫҢ ТҰТЫЛУЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ АЛДЫН АЛУ



Г.Ж. МОЛДАБАЕВА¹,
техника ғылымдарының
докторы, профессор,
g.moldabayeva@satbayev.university



Е.Д. ӘШІМОВА¹,
докторант,
ashimovayerkezhan@gmail.com



Б.А. БИЛАШЕВ²,
техника ғылымдарының
кандидаты,
bilashev@mail.ru



А.Н. МУКАМБЕТКАЛИЕВА³,
докторант,
ainash_m_89@mail.ru

¹СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 050013, Алматы қ., Сәтбаев к., 22

²БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ИННОВАЦИЯЛЫҚ – ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Қазақстан Республикасы, 090001, Орал қ., Ықсанов к., 44/1

³САФИ ӨТЕБАЕВ АТЫНДАҒЫ АТЫРАУ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ УНИВЕРСИТЕТІ
Қазақстан Республикасы, 060027, Атырау қ., М. Баймуханов к., 45а

Мақалада бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептері, оларды анықтау әдістері және алдын алу тәсілдері бұрғылау технологиялық параметрлерін кешенді талдау негізінде қарастырылды. Зерттеу барысында ілмектегі жүктеме, айналу моменті және бұрғылау ерітіндісінің қысымы негізгі диагностикалық көрсеткіштер ретінде анықталды.

Диагностикалық алгоритмдерді қолдану тұтылып қалу түрін ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік беретіні дәлелденді. Бұрғылау параметрлерінің графикалық талдауы негізінде тұтылып қалудың негізгі белгілері жүйеленді.

Зерттеу нәтижелері бұрғылау процесінде нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу арқылы асқинулардың алдын алуға болатынын көрсетті. Алынған қорытындылар бұрғылау жұмыстарының қауіпсіздігін арттыруға, апаттық жағдайларды азайтуға және экономикалық шығындарды төмендетуге практикалық тұрғыдан қолдануға ұсынылады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: бұрғылау, бұрғылау бағанасының тұтылып қалуы, диагностика, механикалық тұтылу, дифференциалдық тұтылу, бұрғылау ерітіндісі, технологиялық параметрлер.

АНАЛИЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРИХВАТОВ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Г.Ж. МОЛДАБАЕВА¹, доктор технических наук, профессор, g.moldabayeva@satbayev.university

Е.Д. ӘШІМОВА¹, докторант, ashimovayerkezhan@gmail.com

Б.А. БИЛАШЕВ², кандидат технических наук, bilashev@mail.ru

А.Н. МУКАМБЕТКАЛИЕВА³, докторант, ainash_m_89@mail.ru

¹SATBAYEV UNIVERSITY,
Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

²ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Республика Казахстан, 090001 г. Уральск, ул. Ихсанова, 44/1

³АТЫРАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА ИМЕНИ С.УТЕБАЕВА
Республика Казахстан, 060027 г. Атырау, ул. М. Баймуханова, 45а

В статье рассмотрены причины прихватов бурильной колонны, методы их выявления и способы предупреждения на основе комплексного анализа технологических параметров бурения. В ходе исследования установлено, что нагрузка на крюке, крутящий момент и давление бурового раствора являются основными диагностическими показателями.

Доказано, что применение диагностических алгоритмов позволяет выявлять тип прихвата на ранних стадиях. На основе графического анализа параметров бурения систематизированы основные признаки возникновения прихватов.

Результаты исследования показали, что проведение мониторинга в режиме реального времени позволяет предотвращать осложнения в процессе бурения. Полученные выводы могут быть использованы на практике для повышения безопасности буровых работ, снижения аварийности и уменьшения экономических затрат.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бурение, прихват бурильной колонны, диагностика, механический прихват, дифференциальный прихват, буровой раствор, технологические параметры.

ANALYSIS AND PREVENTION OF DRILL STRING STICKING

G.ZH. MOLDA BAYEVA¹, doctor of technical science, professor, g.moldabayeva@satbayev.university

Y.D. ASHIMOVA¹, doctoral student, ashimovayerkezhan@gmail.com

B.A. BILASHEV², candidate of technical sciences, bilashev@mail.ru

A.N. MUKAMBETKALIYEVA³, doctoral student, ainash_m_89@mail.ru

¹SATBAYEV UNIVERSITY

Republic of Kazakhstan, 050013, Almaty, Satpayev str., 22

²WEST KAZAKHSTAN INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Republic of Kazakhstan, 090001, Uralsk, Ikhsanova str., 44/1

³S. UTEBAYEV ATYRAU UNIVERSITY OF OIL AND GAS

Republic of Kazakhstan, 060027, Atyrau, M. Baimukhanov str., 45a

The article examines the causes of drill string sticking, methods for its detection, and prevention approaches based on a comprehensive analysis of drilling technological parameters. The study established that hook load, torque, and drilling fluid pressure are the main diagnostic indicators.

It is demonstrated that the application of diagnostic algorithms enables early identification of the type of sticking. Based on the graphical analysis of drilling parameters, the main indicators of sticking occurrence were systematized.

The results of the study showed that real-time monitoring allows the prevention of complications during the drilling process. The findings can be applied in practice to improve drilling safety, reduce emergency incidents, and minimize economic costs.

KEYWORDS: drilling, drill string sticking, diagnostics, mechanical sticking, differential sticking, drilling fluid, technological parameters.

Кіріспе. Мұнай және газ ұңғымаларын салу кезінде ең күрделі және қымбат мәселелердің бірі — бұрғылау бағанасының тұтылып қалуы болып табылады. Бұл асқыну айтарлықтай уақыт шығындарына, бұрғылау құнының артуына алып келеді және кейбір жағдайларда ұңғыманы жоюға дейін жеткізуі мүмкін. Салалық деректер бойынша бұрғылау бағанасының тұтылып қалуы бұрғыланатын ұңғымалардың шамамен 15%-ында кездеседі және жыл сайын мұнай-газ өнеркәсібіне елеулі қаржылық шығындар келтіреді [1, 2, 3].

Бұрғылау бағанасының тұтылып қалуы — бұрғылау құралының ұңғыма қабырғалары тарапынан механикалық немесе дифференциалдық әсер нәтижесінде қозғалу қабілетін жоғалту жағдайы болып табылады. Тұтылып қалудың пайда болу себептері кешенді сипатқа ие және геологиялық қиманың ерекшеліктерімен, бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерімен, бұрғылау технологиялық параметрлерімен және жабдықтардың күйімен байланысты [2, 4, 5].

Қысымның өзгеруі, ұңғыма оқпанының тазалануының нашарлауы немесе тау жыныстарының тұрақсыз аймақтарының пайда болуы сияқты жағдайлар ерекше қауіпті болып табылады. Мұндай жағдайларда шламның жиналу ықтималдығы артып, ұңғыма қабырғаларының бұзылуы және бұрғылау бағанасы мен жыныс арасындағы үйкеліс күштерінің пайда болу қаупі күшейеді. Зерттеу материалдарында көрсетіл-

гендей, тұтылып қалудың дамуы көбінесе ілмектегі жүктеменің, айналу моментінің және бұрғылау ерітіндісі қысымының өзгеруімен қатар жүреді, бұл оларды асқынулардың диагностикалық белгілері ретінде пайдалануға мүмкіндік береді [9, 10, 13].

Қазіргі заманғы бұрғылау технологиялары тұтылып қалудың алдын алуға жүйелі тәсілді талап етеді, оған ықтимал қауіпті аймақтарды уақытында анықтау, бұрғылау ерітіндісінің параметрлерін бақылау және жедел диагностикалық әдістерді қолдану жатады. Тұтылып қалудың пайда болу себептерін зерттеу, оларды анықтау әдістерін әзірлеу және қауіп-қатерді азайтуға бағытталған алдын алу шараларын енгізу маңызды бағыттардың бірі болып табылады.

Осы зерттеудің мақсаты – бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін анықтау, диагностикалау әдістерін жетілдіру және бұрғылау технологиялық параметрлерін талдау негізінде тиімді алдын алу шараларын әзірлеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін, анықтау және алдын алу мәселелерін зерттеу барысында бұрғылау деректерін өңдеуге, бұрғылау құралының ұңғыма қабырғаларымен өзара әрекеттесу процестерін модельдеуге және бұрғылау технологиялық параметрлерін талдауға негізделген аналитикалық және эксперименттік әдістер қолданылды.

Зерттеу материалдары

Бастапқы материалдар ретінде мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау деректері, сондай-ақ бұрғылау жұмыстарын жүргізу барысында технологиялық параметрлердің өзгерістерін бақылау нәтижелері пайдаланылды. Негізгі назар бұрғылау бағанасының күйін және бұрғылау жағдайларын сипаттайтын параметрлерді талдауға аударылды.

Зерттелген параметрлер қатарына мыналар жатқызылды:

- ілмектегі жүктеме (Hook Load);
- ротордағы айналу моменті (Torque);
- бұрғылау ерітіндісінің қысымы (Standpipe Pressure);
- бұрғылау бағанасының қозғалу жылдамдығы;
- бұрғылау ерітіндісінің циркуляция параметрлері;
- бұрғылау ерітіндісінің қасиеттері (тұтқырлығы, тығыздығы, сүзілгіштік сипаттамалары) [7].

Зерттеу материалдарында ұсынылған бұрғылау параметрлерінің өзгеру графиктерінде көрсетілгендей, ілмектегі жүктеме мен айналу моментінің артуы бұрғылау бағанасының тұтылып қалуының басталуындағы негізгі белгілердің бірі болып табылады. Сонымен қатар, айдау желісіндегі қысымның ауытқуы байқалады, бұл бұрғылау құралы қозғалысына кедергінің пайда болғанын көрсетеді [10].

Қосымша материалдар ретінде бұрғылау ерітінділерінің зертханалық сынақтарының нәтижелері және олардың сазды жыныстармен өзара әрекеттесу ерекшеліктері пайдаланылды. Атап айтқанда, судың белсенділігі мен ерітіндінің химиялық құрамының саздардың ісіну процестеріне және ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығының өзгеруіне әсері ескерілді [7, 10].

Зерттеу әдістері

Қойылған міндеттерді шешу үшін келесі зерттеу әдістері қолданылды.

- Аналитикалық әдіс

Аналитикалық әдіс бұрғылау кезінде кездесетін геологиялық және технологиялық жағдайларды талдау негізінде бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін зерттеуді қамтыды. Тұтылып қалу себептерінің жіктелік сұлбалары пайдаланылды, олар тау жыныстарының тұрақсыздығы, шламның жиналуы, дифференциалдық қысым және ұңғыма оқпанының геометриясы сияқты факторларды қамтиды [2, 5, 8].

Жұмыста үйкеліс күштері мен қысым әсерінен бұрғылау бағанасы мен ұңғыма қабырғалары арасында пайда болатын механикалық және дифференциалдық тұтылуларды қоса алғанда, тұтылып қалудың әртүрлі түрлері ескерілді.

- Технологиялық параметрлерді диагностикалау әдісі

Бұрғылау бағанасының күйін диагностикалау бұрғылау технологиялық параметрлерінің өзгерістерін нақты уақыт режимінде талдау арқылы жүзеге асырылды. Бұл үшін ілмектегі жүктеме, айналу моменті және бұрғылау ерітіндісінің қысымы арасындағы графикалық тәуелділіктер пайдаланылды.

Ұсынылған деректерге сәйкес, аталған параметрлердің сипаттық өзгерістері тұтылып қалудың бастапқы кезеңдерін анықтауға және оны жою бойынша шараларды уақытында қабылдауға мүмкіндік береді.

Бұрғылау бағанасының қозғалмайтын күйден қозғалысқа ауысуы кезінде параметрлер динамикасын талдауға ерекше назар аударылды, бұл жоғары кедергі аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді.

- Диагностикалық сұлбалар (алгоритмдер) әдісі

Тұтылып қалу себептерін анықтау үшін бұрғылау жағдайларын бірізді талдау негізінде асқыну түрін анықтауға мүмкіндік беретін диагностикалық сұлбалар қолданылды.

Мұндай сұлбалар мыналарды қамтиды:

- ұңғыманы тазалау жағдайын бағалау;
- ұңғыма оқпанының геометриясын талдау;
- шлам жиналуының бар-жоғын анықтау;
- дифференциалдық тұтылу белгілерін анықтау.

Диагностикалық алгоритмдерді қолдану тұтылып қалу себептерін анықтау дәлдігін арттыруға және технологиялық шешімдерді қабылдау процесін жеделдетуге мүмкіндік береді. Зерттеу материалдарында тұтылып қалу кезінде және бұрғылау бағанасын көтеру барысында қолданылатын логикалық диагностикалық сұлбалар ұсынылған [6].

- Өзара әрекеттесу процестерін модельдеу әдісі

Жұмыста сондай-ақ бұрғылау бағанасының ұңғыма қабырғаларымен өзара әрекеттесуін сипаттайтын модельдер қолданылды. Модельдеу бұрғылау құралының тау жыныстарымен жанасуы кезінде пайда болатын үйкеліс және қысым күштерін талдауды қамтыды.

Дифференциалдық тұтылу процестерін модельдеуге ерекше назар аударылды, бұл кезде бұрғылау бағанасы қабат пен бұрғылау ерітіндісі арасындағы қысым айырмасы әсерінен ұңғыма қабырғасына қысылады.

- Заманауи өлшеу жүйелерін пайдалана отырып мониторинг жүргізу әдісі

Диагностиканың дәлдігін арттыру үшін бұрғылау параметрлерін өлшеудің заманауи жүйелері, соның ішінде MWD (Measurement While Drilling) технологиялары және басқа бақылау жүйелері қолданылды.

Бұл жүйелер мыналарға мүмкіндік береді:

- бұрғылау параметрлері туралы деректерді нақты уақыт режимінде алу;
- жүктеме мен айналу моментінің өзгерістерін бақылау;
- бұрғылау бағанасының қозғалысына жоғары кедергі аймақтарын анықтау;
- тұтылып қалу ықтималдығын болжау.

Осындай жүйелерді қолдану бұрғылау процесін бақылау тиімділігін айтарлықтай арттырады және апаттық жағдайлардың дамуын уақытында болдырмауға мүмкіндік береді [9, 10, 11].

Нәтижелер мен талқылау

Бұрғылау технологиялық параметрлерін талдау және диагностикалық сұлбаларды зерттеу нәтижесінде бұрғылау бағанасының тұтылып қалуының негізгі заңдылықтары анықталып, асқинулардың әртүрлі түрлеріне тән белгілер белгіленді.

Алынған нәтижелер көрсеткендей, тұтылып қалудың пайда болуы бұрғылау параметрлерінің кешенді өзгеруімен қатар жүреді, оның ішінде ілмектегі жүктеменің артуы, айналу моментінің өсуі және бұрғылау ерітіндісі қысымының өзгеруі байқалады. Бұл параметрлерді талдау тұтылып қалу түрін анықтауға және оны жою бойынша шараларды уақытында қабылдауға мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында бұрғылау бағанасының тұтылып қалуының пайда болу заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік беретін диагностикалық сұлбалар мен бұрғылау технологиялық параметрлерінің графикалық тәуелділіктері талданды. Негізгі назар бұрғылау бағанасының қозғалыс күйін, бұрғылау ерітіндісінің циркуляция параметрлерін және бұрғылау құралына түсетін жүктеменің өзгеруін талдауға аударылды.

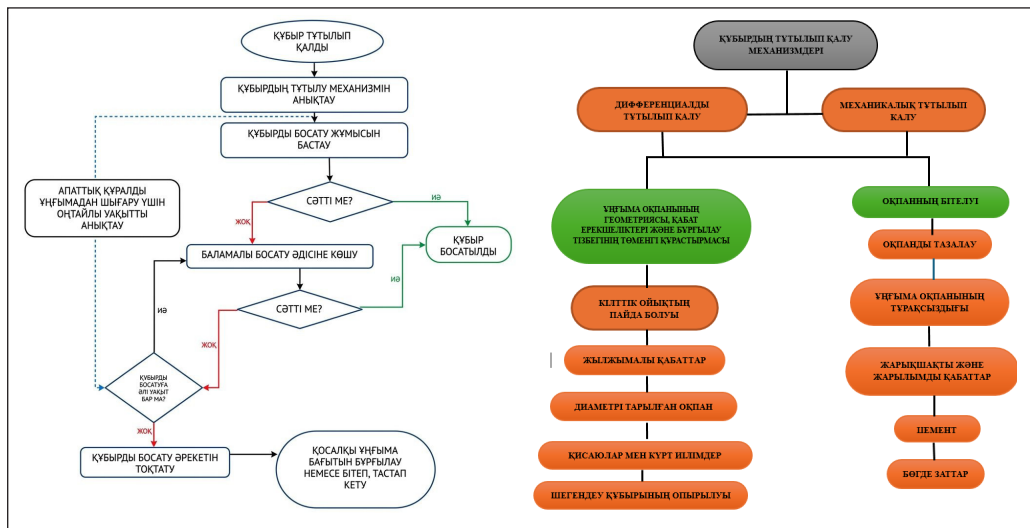
Диагностикалық алгоритмдерді талдау негізінде тұтылып қалу себептерін анықтау технологиялық параметрлердің өзгеру сипатын бағалауға мүмкіндік беретін логикалық сұлбаларды қолдану арқылы кезең-кезеңімен жүргізілуі тиіс екені анықталды.

Бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін анықтауға арналған диагностикалық сұлбаға сәйкес, *1-суретте* көрсетілгендей [6], алғашқы кезең бұрғылау бағанасының қозғалу мүмкіндігін және бұрғылау ерітіндісінің циркуляциясының бар-жоғын бағалаудан басталады.

Берілген сұлбаны талдау көрсеткендей, циркуляция болған жағдайда және ілмектегі жүктеме бір мезгілде артқан кезде тұтылып қалудың ықтимал себебі ұңғыма оқпанының тазалануының бұзылуына немесе бұрғыланған жыныстардың жиналуына байланысты механикалық әсер болып табылады. Ал циркуляция болмаған жағдайда және бұрғылау ерітіндісінің қысымы жоғарылаған кезде шлам тығындарының пайда болуы немесе сақиналы кеңістіктің бітелуі ықтимал себеп ретінде қарастырылады.

Бұрғылау бағанасының қозғалыс күйін қосымша бағалау *2-суретте* көрсетілген сұлбаны пайдалану арқылы жүзеге асырылады [6], ол бұрғылау құралы қозғалысының шектелу дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді.

2-суретте көрсетілгендей, бұрғылау бағанасының қозғалысына кедергі пайда болған жағдайда бағананың айналу, көтеру және түсіру мүмкіндіктеріне талдау жүргізіледі. Айналу мүмкіндігі сақталып, бойлық қозғалыс шектелген жағдайда ықтимал себеп ретінде механикалық тұтылу қарастырылады. Ал айналу мүмкіндігі болмаған және бұрғылау ерітіндісінің циркуляциясы жүзеге аспаған жағдайда толық тұтылып қалу ықтималдығы туындайды.



Сурет 1 - Бұрғылау бағанының ұсталу себептерін анықтаудың диагностикалық схемасы

Зерттеудің маңызды кезеңдерінің бірі 3-суретте көрсетілген бұрғылау технологиялық параметрлерінің өзгеруінің графикалық тәуелділіктерін талдау болып табылады, олар тұтылып қалудың пайда болуының сипаттық белгілерін анықтауға мүмкіндік береді [6, 10].

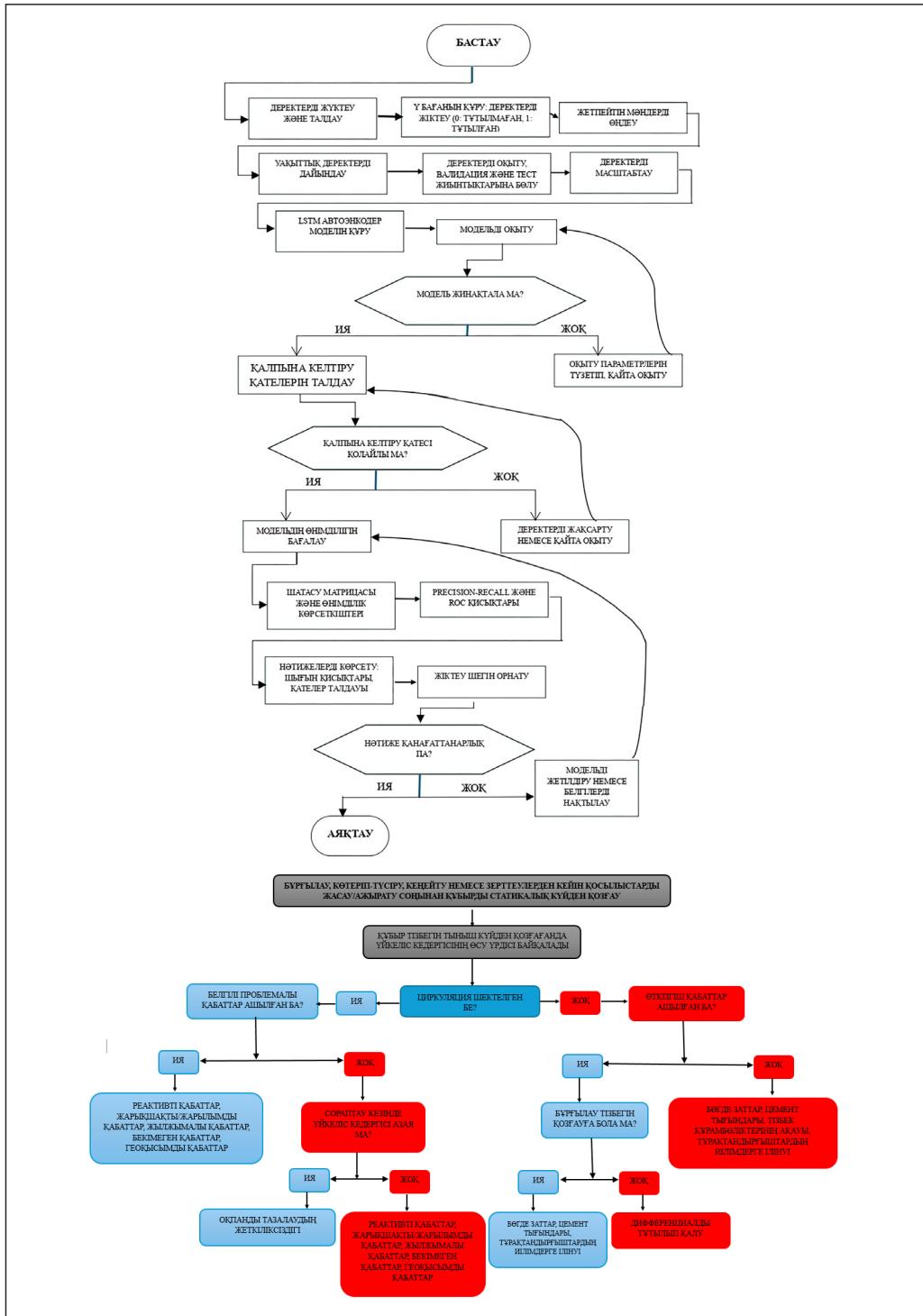
Графиктерде көрсетілгендей, тұтылып қалу пайда болған кезде ілмектегі жүктеменің біртіндеп артуы байқалады және ол айналу моментінің өсуімен қатар жүреді. Бұл өзгерістер бұрғылау бағанасының қозғалысына кедергінің артқанын және бұрғылау құралы мен ұңғыма қабырғалары арасындағы үйкеліс күшінің ұлғайғанын көрсетеді.

Сонымен қатар, графиктерде бұрғылау ерітіндісі қысымының өзгерістері тіркеледі, олар қысымның күрт секіруі немесе біртіндеп жоғарылауы түрінде байқалады. Мұндай өзгерістер ұңғыма оқпанының тазалануының нашарлауын және сақиналы кеңістікте бұрғыланған жыныстардың жиналуын көрсетуі мүмкін.

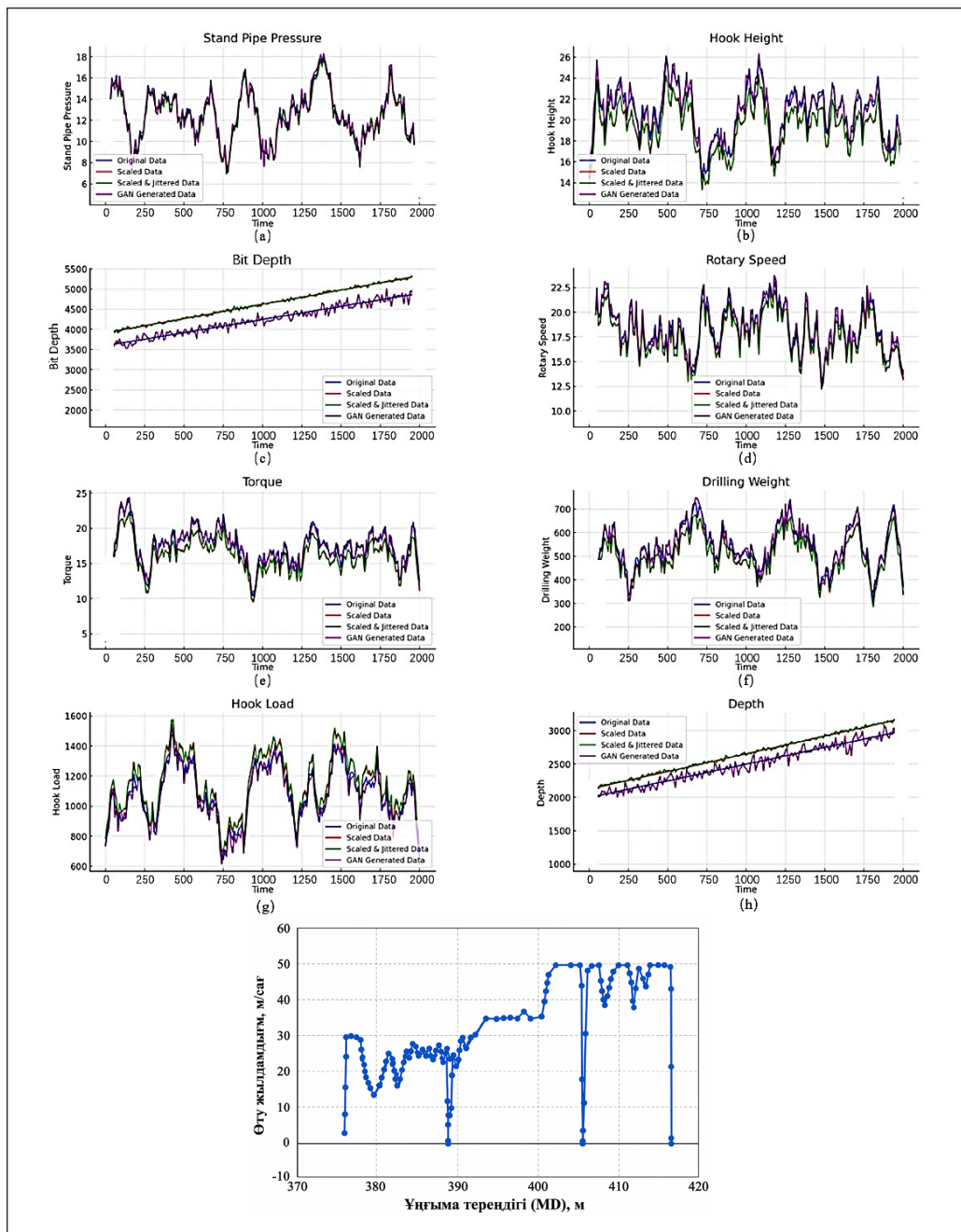
Талдау нәтижелері ең ақпараттық диагностикалық параметрлер ретінде ілмектегі жүктеме, айналу моменті және бұрғылау ерітіндісінің қысымы анықталғанын көрсетті. Бұл параметрлерді кешенді талдау тұтылып қалу түрін анықтауға және асқынудың даму дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді [9, 10, 12].

Алынған нәтижелерді талқылау диагностикалық сұлбаларды қолдану және бұрғылау технологиялық параметрлерінің графикалық тәуелділіктерін талдау бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін анықтау дәлдігін едәуір арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұрғылау параметрлерін талдаудың жүйелі тәсілін қолдану асқынулардың бастапқы кезеңдерін уақтылы анықтауға және апаттық жағдайлардың дамуын болдырмауға ықпал етеді.

Осылайша, жүргізілген зерттеу нәтижелері диагностикалық сұлбаларды және технологиялық параметрлердің графикалық талдауын бұрғылау бағанасының тұтылып қалуын анықтау мен алдын алудың негізгі құралдары ретінде пайдаланудың тиімділігін дәлелдейді.



Сурет 2 - Асқынулар пайда болған кезде бұрғылау бағанының қозғалысын талдау схемасы



Сурет 3 - Ұстауды дамыту кезінде бұрғылаудың технологиялық параметрлерінің өзгеру графиктері

Қорытынды

Бұрғылау бағанасының тұтылып қалу себептерін, диагностикалық сұлбаларды және бұрғылау технологиялық параметрлерінің графикалық тәуелділіктерін талдау негізінде келесі қорытындылар тұжырымдалды.

1. Бұрғылау бағанасының тұтылып қалуы тау жыныстарының тұрақсыздығы, ұңғыма оқпанының жеткіліксіз тазалануы және дифференциалдық қысымның әсері сияқты геологиялық және технологиялық факторлардың жиынтық әсерінен туындайтын күрделі технологиялық асқыну екендігі анықталды [2, 5].


2. Диагностикалық сұлбаларды талдау алгоритмдік тәсілді қолдану бұрғылау бағанасының қозғалыс күйін, бұрғылау ерітіндісінің циркуляциясының болуын және технологиялық параметрлердің өзгеруін бағалау негізінде тұтылып қалудың ықтимал себептерін кезең-кезеңімен анықтауға мүмкіндік беретінін көрсетті [6, 10]. Диагностикалық алгоритмдерді қолдану тұтылып қалу түрін анықтау дәлдігін айтарлықтай арттырады және асқынулар туындаған кезде жедел шешім қабылдауға ықпал етеді.

3. Тұтылып қалуды диагностикалау үшін ең ақпараттық параметрлер ретінде ілмектегі жүктеме, айналу моменті және бұрғылау ерітіндісінің қысымы анықталғаны белгіленді. Бұл параметрлердің өзгеру графиктерін талдау асқынулардың бастапқы кезеңдерін анықтауға және апаттық жағдайлардың дамуын болдырмауға мүмкіндік береді [9, 10].

4. Жүргізілген зерттеу ұңғыма оқпанының тазалануының нашарлау белгілерін және бұрғыланған жыныстардың жиналуын уақытында анықтау механикалық тұтылулардың алдын алудың маңызды шарты болып табылатынын растады.

5. Бұрғылау технологиялық параметрлерін нақты уақыт режимінде бақылауға арналған заманауи мониторинг жүйелерін қолдану бұрғылау процесін бақылау тиімділігін арттыруға және апаттық жағдайлардың пайда болу ықтималдығын төмендетуге мүмкіндік беретіні анықталды.

6. Алынған нәтижелер диагностикалық сұлбаларды, графикалық тәуелділіктерді талдауды және бұрғылау параметрлерін бақылауды кешенді қолдану бұрғылау жұмыстарының сенімділігін арттыруға және бұрғылау бағанасының тұтылып қалуын жоюға байланысты экономикалық шығындарды азайтуға ықпал ететінін көрсетті.

7. Осылайша, бұрғылау бағанасының тұтылып қалуын диагностикалау және алдын алу бойынша жүйелі тәсілді енгізу мұнай және газ ұңғымаларын салудың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырудың маңызды бағыттарының бірі болып табылады. 

ӘДЕБИЕТ

1. Дмитриев А.Ю. Основы технологии бурения скважин. – Томск: Томский политехнический университет, 2008. – 216 с. [Dmitriyev A.Yu. Osnovy tekhnologii bureniya skvazhin. – Tomsk: Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2008. – 216 s.]
2. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – Москва: Недра, 2000. – 680 с. [Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Oslozhneniya i avarii pri bureнии neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Moskva: Nedra, 2000. – 680 s.]
3. Bourgoyne A.T., Millheim K.K., Chenevert M.E., Young F.S. Applied Drilling Engineering. – Richardson, TX: Society of Petroleum Engineers Textbook Series, Vol. 2, 1991. – 514 p. (in Eng.).

4. Rubiandini R., Cameron D. Stuck Pipe Prevention and Fishing Operations. – Houston: Gulf Publishing Company, 2001. – 201 p. (in Eng.).
5. Rabia H. Well Engineering and Construction. – London: Entrac Consulting, 2002. – 639 p. (in Eng.).
6. Aadnoy B.S., Looyeh R. Petroleum Rock Mechanics: Drilling Operations and Well Design. – Oxford: Elsevier, 2019. – 437 p. ISBN: 978-0-12-815903-3 (in Eng.).
7. Bakshaliyeva S., Hasanli E. Causes, prevention and recovery of stuck pipe // PAHTEI Multidisciplinary Journal. – Tallinn, 2023. – Vol. 25, No. 2. – P. 4–12.
8. Липатов Е.Ю. Исследование и разработка технологии и технических средств для предупреждения и ликвидации прихвата бурильной колонны. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2019. – 128 с. [Lipatov E.Yu. Issledovaniye i razrabotka tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya preduprezhdeniya i likvidatsii prikhvata burilnoy kolonny. – Tyumen: TyumGNGU, 2019. – 128 s.]
9. Weakley R.R. Use of stuck pipe statistics to reduce the occurrence of stuck pipe [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.2118/20410-MS>
10. Жайлиев А.О., Муратова С.К., Омirezаква Э.Ж., Табылганов М.Т., Гусманова А.Г., Куттыбаев А.Е., Ратова С.Б. Оптимизация процессов бурения и освоения скважин с использованием системы датчиков плотности и вязкости // Нефть и газ. – 2025. – Т. 3. – № 147. – С. 102–114. [Zhayliyev A.O., Muratova S.K., Omirzakova E.Zh., Tabylganov M.T., Gusmanova A.G., Kuttybayev A.E., Ratova S.B. Optimizatsiya protsessov bureniya i osvoyeniya skvazhin s ispolzovaniyem sistemy datchikov plotnosti i vyazkosti // Neft i gaz. – 2025. – Vol. 3, No. 147. – P. 102–114. DOI: <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-3.05>
11. Гуревич А.К., Крайчик М.С., Барыгина Н.Б. и др. Давление пластовых флюидов. – Л.: Недра, 1987. – 223 с. [Gurevich A.K., Kraychik M.S., Barygina N.B. et al. Davlenie plastovykh flyuidov. – Leningrad: Nedra, 1987. – 223 s.]
12. Джанзаков И.И., Пиривердиев И.А., Гулизаде К.П. и др. Анализ состояния методов и средств принятия решений при бурении скважин по комплексной геолого-технологической информации // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2019. – № 3. – С. 51–59. ISSN 1999-6934. [Dzhanzakov I.I., Piriverdiyev I.A., Gulizade K.P. et al. Analiz sostoyaniya metodov i sredstv prinyatiya resheniy pri burenii skvazhin po kompleksnoy geologo-tekhnologicheskoy informatsii // Oborudovaniye i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa. – 2019. – No. 3. – P. 51–59.]
13. Рахманов Ф.Я., Ысқақ А.С. Көлбеу және көлденең ұңғымаларды бұрғылау технологиясын жобалау // Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы. – 2025. – Т. 22. – № 1. – С. 346–356. DOI: <https://doi.org/10.55452/1998-6688-2025-22-1-346-356>