

УДК 622.276; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-2.11>
<https://orcid.org/0000-0002-0806-176X>
<https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>
<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

МҰНАЙ ҰҢҒЫМАСЫНДАҒЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ БАТЫРМАЛЫ СОРҒЫ ЖАБДЫҚТАРЫНА ӘСЕРІ НЕГІЗІНДЕ ТАЛДАУ



Б.Б. БУЛЕГЕНОВ,
магистрант,
bagdat_91g@mail.ru



П.А. ТАНЖАРИКОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты,
Инжинирингтік технологиялар
кафедрасының профессоры,
pan_19600214@mail.ru



Н.С. СҮЛЕЙМЕНОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты,
Инжинирингтік технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,
nurzhan_suleymen@mail.ru

КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМ
«ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ»,
Қазақстан Республикасы, 120000, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29 а.

Мұнай және газ кәсіпорындары тұрақты мұнай өндіруді күрделендіруші факторлармен күресудің тиімді тәсілдері мен технологияларын жетілдіру бойынша жұмыстар жүргізеді. Мұнай ұңғымаларын пайдалануды күрделендіретін негізгі факторлар санатына қабат сұйықтығындағы механикалық қоспалардың кедергісі жатады. Қазіргі уақытта мұнай өндірудің басым бөлігінде электр ортадан тепкіш сорғы қондырғылар көп қолданылады және оның ұңғымадағы жұмысы кезінде мұнаймен бірге механикалық қоспалардың қарқынды шығуы мұнай өндіруші кәсіпорындардың негізгі мәселесі болып саналады.

Бұл мақалада мұнайгаз кен орындарын игеру барысындағы батырмалы электр ортадан тепкіш сорғыларды пайдалану кезінде механикалық қоспалардың пайда болуы және олардың кері әсерінен қорғаудың оңтайлы әдістері мен технологиялары қарастырылған. Сорғы жабдықтарының істен шығу себептері мен аталған сорғы технологиялары арқылы өндірілетін ұңғымалардың механикалық қоспаларға қатысты жөндеу аралық кезеңдеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Ұңғыманың күрделі жағдайында батырмалы сорғы жабдықтарын механикалық қоспалардан қорғау жөніндегі тиімді іс-шаралар кешені мен соған сәйкес жөндеу аралық кезеңін арттыру жөніндегі ұсыныстары әзірленді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: ұңғыманы пайдалану тәсілі, электр центрифугалық сорғыны орнату, механикалық қоспалар, ұңғыманың жөндеу аралық кезеңі, пайдалы әсер коэффициенті, сүзгілер, ингибиторлар.

АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЕ НА ПОГРУЖНОЕ НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Б.Б. БУЛЕГЕНОВ, магистрант, bagdat_91g@mail.ru

П.А. ТАНЖАРИКОВ, кандидат технических наук, профессор, pan_19600214@mail.ru

Н.С. СУЛЕЙМЕНОВ, кандидат технических наук, nurzhan_suleymen@mail.ru

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. КОРКЫТ АТА»,
Республика Казахстан, 120000, г. Кызылорда, ул. Айтеке би 29 а

Нефтяные и газовые предприятия проводят работу по совершенствованию эффективных способов и технологий борьбы с факторами, усложняющими стабильную добычу нефти. К категории основных факторов, усложняющих эксплуатацию нефтяных скважин, относится сопротивление механических примесей в пластовой жидкости. В настоящее время на большей части нефтедобычи широко используются электроцентробежные насосные установки, и интенсивный выброс механических примесей вместе с нефтью при ее работе в скважине считается основной проблемой нефтедобывающих предприятий.

В данной статье рассмотрены оптимальные методы и технологии защиты от образования механических примесей и их обратного воздействия при эксплуатации погружных электроцентробежных насосов при разработке нефтегазовых месторождений. Проведен сравнительный анализ причин отказов насосного оборудования и межремонтных этапов скважин, добываемых по данным насосным технологиям в отношении механических примесей. Разработаны предложения по увеличению комплекса эффективных мероприятий по защите погружного насосного оборудования от механических примесей в сложных условиях скважины и соответствующего межремонтного периода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: способ эксплуатации скважины, установка электроцентробежного насоса, механические примеси, межремонтный период скважины, коэффициент полезного действия, фильтры, ингибиторы.

ANALYSIS BASED ON THE INFLUENCE OF MECHANICAL IMPURITIES IN THE OIL WELL ON THE SUBMERSIBLE PUMPING EQUIPMENT

B.B. BULEGENOV, master degree's student, bagdat_91g@mail.ru

P.A. TANZHARIKOV, candidate of technical sciences, professor, pan_19600214@mail.ru

N.S. SULEYMENOV, candidate of technical sciences, nurzhan_suleymen@mail.ru

NON-COMMERCIAL JOINT STOCK COMPANY
«KYZYLORDA UNIVERSITY NAMED AFTER KORKYT ATA»
29a, Aiteke bi Street, Kyzylorda, 120000, Republic of Kazakhstan

The oil and gas companies are working to improve effective ways and technologies to combat the factors that complicate stable oil production. Among the main factors complicating oil well operation is the resistance of mechanical impurities in the reservoir fluid. Nowadays electrical centrifugal pumping units are widely used in the most part of oil production, and intensive ejection of mechanical impurities together with the oil during its operation in the well is considered as the main problem of oil producing companies. This article considers the optimal methods and technologies of protection against formation of mechanical impurities and their reverse impact during operation of submersible pumps during oil and gas field development. The comparative analysis of the reasons of failures of pumping equipment and overhaul stages of wells produced

by the given pumping technologies with respect to mechanical impurities has been carried out. Proposals to increase the complex of effective measures to protect submersible pumping equipment from mechanical impurities in difficult well conditions and the corresponding overhaul period have been developed.

KEY WORDS: well operation method, electric centrifugal pump installation, mechanical impurities, inter-repair period of the well, efficiency factor, filters, inhibitors.

Кіріспе. Мұнай және газ өнеркәсіптерінде ұңғыманың жоғары өнімділігін қамтамасыз ету үшін механикаландырылған өндірудің ең тиімді тәсілі батырмалы электр ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды (ЭОСҚ) пайдалану болып табылады. Өйткені олар сындарлы түрде үлкен көлемдегі дебиттерге бейімделген.

Электр жетекті ортадан тепкіш сорапты қондырғылар жер қабатындағы, құрамында мұнай, су, газ және механикалық қоспалары бар мұнай ұңғымаларының өнімдерін айдап шығаруға арналған жабдық болып саналады. Қондырғы батырмалы сорап агрегатынан, сорапты-компрессорлық құбырлар бойымен ұңғымаға түсірілетін кабельдік желіден және жерүсті электр жабдықтарынан тұрады.

Батырмалы сорап агрегаты жинағына қозғалтқыш (гидроқорғанысы бар электр қозғалтқышы) пен үстіне кері және ағызу клапандары орнатылатын сорап кіреді. Ұңғыма өнімділігіне және арынына байланысты батырмалы сораптың бір секциядағы жұмыс сатысы 35-тен 210-ға дейін орындалатын және жабдықтар өнімінің көлеміне қатысты бірнеше секцияға дейін жасалады. Коррозияға төзімді батырмалы сораптар үшін күкіртті сутектің ең жоғары концентрациясы 1,25 г/л құрайды. Тозуға төзімді орындалатын сораптар ұңғымаларда 0,5 г/л дейінгі қатты бөлшектердің шоғырлануы кезінде жұмыс істей алады. Ұңғымада орнатылған батырмалы қондырғы, жерүсті электр жабдықтары (басқару станциясы) арқылы іске қосылады [1].

ЭОС қондырғыларының көмегімен ұңғымаларды пайдалануда бірқатар күрделі мәселелер, сондай-ақ көптеген мұнай кен орындарында механикалық қоспалардың әсері біршама көрініс табады. Бұл ретте кен орындары мен ұңғымалардағы өндіру жұмысында түрлі күрделі жағдайлар туындайды.

Оңтүстік Торғай ойпаты Арыскұм иіліміндегі жергілікті мұнай-газ кәсіпорында-рының кен орындарында (Құмкөл, Ақшабұлақ, Арыскұм, Қызылқия, Нұралы және т.б.) механикалық өндіру әдісімен игеру жобасындағы ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларды пайдалану барысында бірнеше күрделі жағдайлар орын алады. Атап айтқанда құм түзілуі, тұз шөгінділері, коррозия әсерінен туындаған жабдықтың сынуы, жоғары газ факторы және ұңғыма сағасы мен ұңғыма ішіндегі жабдықтардағы асфальт-смола парафинді заттарды жатқызуға болады. Әсіресе, ұңғымалардың жоғары сулылығына байланысты коррозия мен тұздылықтар жиі байқалады. Ұңғыма өнімінің жоғары сулылығы және қабаттық температураға қатысты аз дәрежеде көрінетін асфальт-смола және парафинді заттармен күресудің тәжірибе жүзіндегі негізгі әдістері:

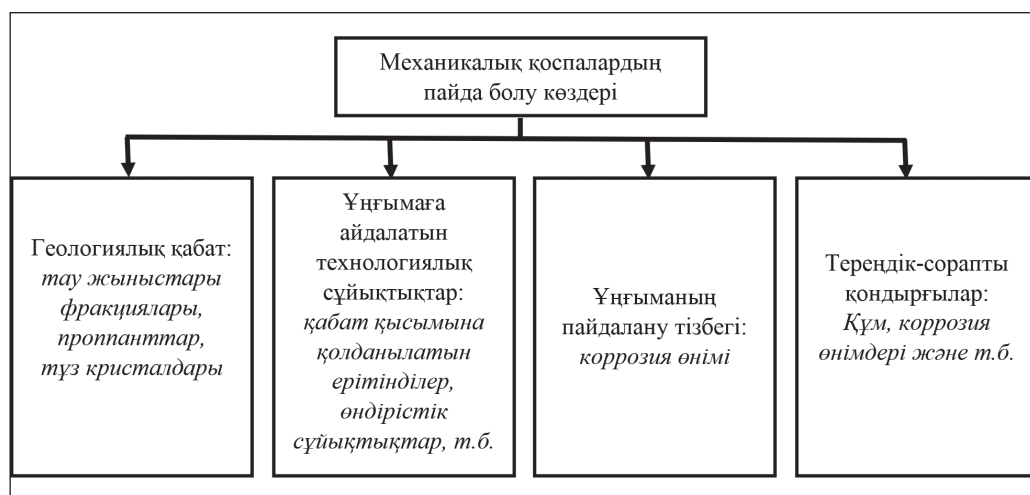
1. Ұңғымаларды ыстық мұнаймен жуу;
2. Ұңғымаларды ингибиторлармен немесе химиялық реагенттермен және ыстық сумен өңдеу (гидрохимиялық тәсіл) [2, 3].

Кен орындарындағы ұңғымалық өнімде туындайтын мәселелерге қабаттан мұнаймен бірге шығатын механикалық қоспалар немесе қатты заттар әсерін айтуға болады.

Механикалық қоспалар – қабат сұйықтығын өндіруде, технологиялық процеске кері әсерін тигізетін қолайсыз факторлар және жабдықтың істен шығуына негізгі себепкер.

Механикалық қоспалардың пайда болуы алуан түрлі, негізінен қабат қатпарларының фракциялары мен ұңғымада кездесетін ұсақ немесе ірі түйіршікті қатты заттар, құмдар мен тұз шөгінділері, сондай-ақ мұнай кәсіпшілігі жабдықтарының беткі коррозиялық өнімдер құрылымы. Сорап қондырғысына әсері бар механикалық қоспалардың пайда болу көздері негізгі төрт түрге бөлінеді (1-сурет) [3].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Механикалық қоспалардың қабаттан шығуы батырмалы ЭОСҚ жабдығында жұмыс органдарының гидроабразивті және абразивті тозуына себепші болады, сондай-ақ сорап сатыларының ағын арналарында ластану мен кептеліс туындатады (2-сурет). Батырмалы ЭОСҚ жинағындағы сораптың жер асты сұйықтығын қабылдау жабдығында (кіріс модулі) пайда болған құм тығындарының кедергісінен сорап жұмысында бос жүрістің қалыптасуы, қондырғының электр қозғалтқышын салқындату қағидасына негізделетін қабат сұйықтығының ұңғыма ішіндегі ағыны, яғни қарқынды қозғалысы бәсеңдеп, нәтижесінде жылулық температураның көтерілуі салдарынан электр қозғалтқышы мерзімінен бұрын істен шығады. Бұлар ұңғыма дебиттерінің және батырмалы сорапты қондырғыларда жұмыстық ресурсының төмендеуіне, сондай-ақ ұңғымалардың жөндеуаралық кезеңнің (ЖАК) қысқаруына әкеледі [4]. Сонымен қатар, ұңғымаларда ЖАК-тің қысқаруының келесі себептері: сорапты-компрессорлы құбырда (СКК) жарықтар мен саңылаулардың (коррозиялық әсерден немесе қатты түйіршіктермен абразивті қажалудан) пайда болуы, ұңғымаларды уақытылы өндемеу, күрделі факторларға қарсы шаралар қолдану үшін техника-технологиялық жетіспеушілік.



1-сурет. Механикалық қоспалардың пайда болу көздерінің түрлері

Ұңғыманы пайдаланудың механикалық әдісінде, электр жетекті батырмалы сорапты қондырғылар арқылы өндірудегі басты талап – олардың жөндеуаралық кезеңін ұлғайту және сорап жабдықтарының сенімділігін арттыру. Батырмалы қондырғының жұмыс органдарында желіну, кептеліс немесе жүктеме тудыруы мүмкін механикалық қоспалардан болатын күрделі факторлардың алдын алу да негізгі талаптардың бірі.

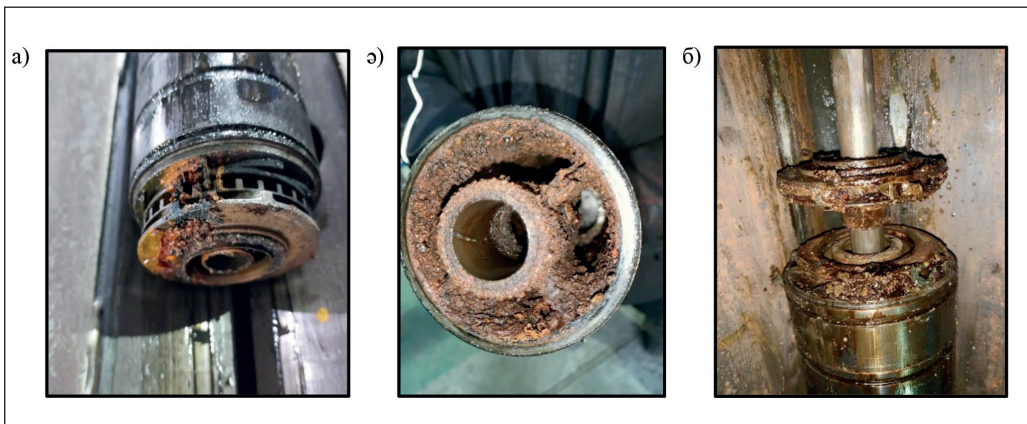
Мұнай және газ өндіретін ұңғымалардың жөндеуаралық кезеңін келесі өрнекпен есептеу таңдалған:

$$K = \frac{T_K}{N}$$

мұндағы, K – жөндеу аралық кезең мәні; T_K – есептік кезеңде жұмыс істеп тұрған ұңғымалардың барлық механикаландырылған қорының жиынтық жұмыс істеген уақыты (ай/жыл, ай сайынғы есеп нысанындағы мәліметтерді пайдалана отырып), тәулік;

N – есептік кезеңдегі батырмалы сораптың істен шығу саны (ағымдағы ай, сырғитын жыл), дана.

Батырмалы сораптың істен шығуы, ақаудың себебі түпкілікті анықталғанына қарамастан, істен шыққан ай ескеріледі.



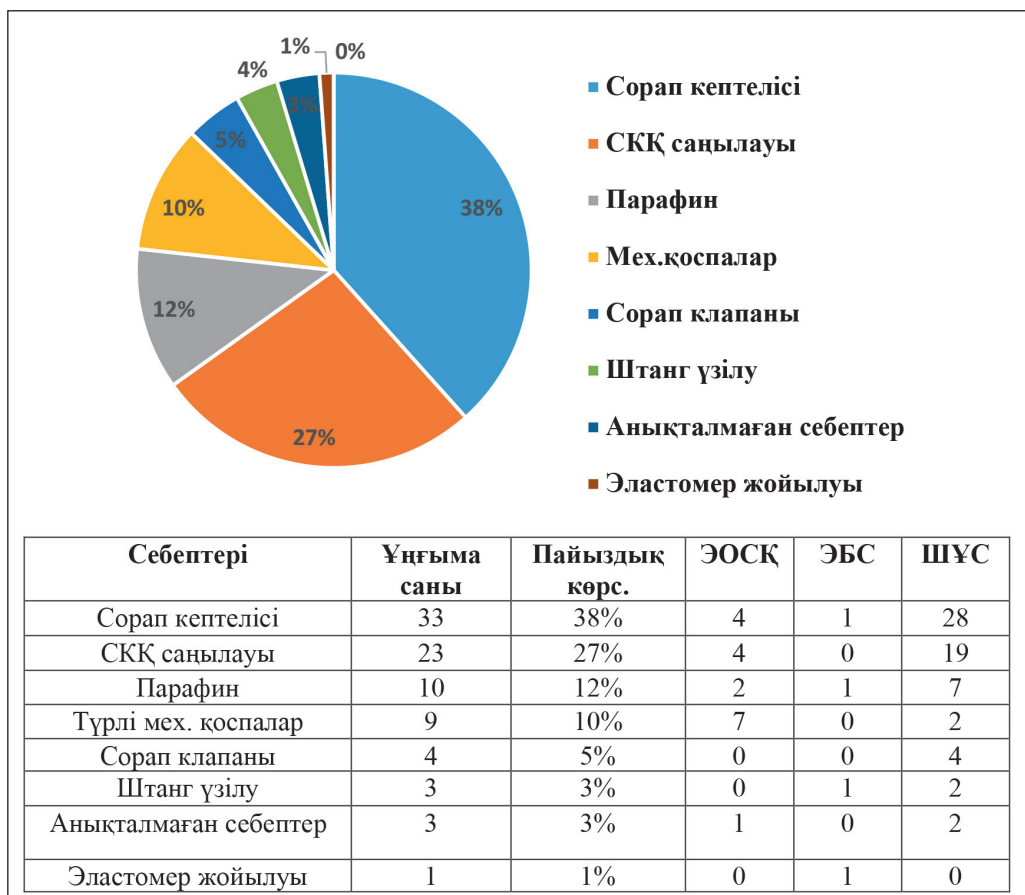
2 сурет – Сораптың механикалық қоспалар әсерінен ақаулық өзгеруі:
а – жұмыс сатысының қатты бөлшек әсерінен сынуы;
б – жабдықтағы механикалық қоспалар концентрациясы; в – сораптың бітелуі

Батырмалы сораптың істен шығуы есептік мәнге ие болуы үшін мыналар қабылданады:

1. Батырмалы сорапты қондырғыны ұңғымада көтеріп бөлшектеуге (демонтаж) дейін жеткізетін параметрлік істен шығулар;

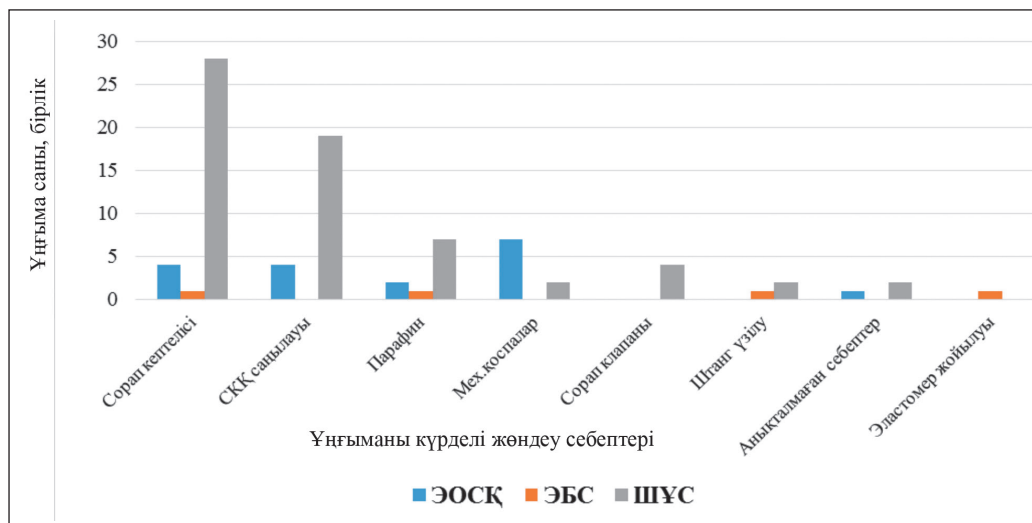
2. Ұңғымада сораптың жұмысынан толық бас тарту [5].

Таңдалған объектінің құрылымын талдау негізінде, механикалық қоспалардың кері әсерін төмендету бойынша тиімді шаралар кешенін қалыптастыруды және белгілі бір ұңғымадағы әртүрлі қиындықтардың өзара байланысын ескеру қажет. Осыған сәйкес жергілікті кен орындардың бірінде алынған механикаландырылған сораппен өндірілетін ұңғымалар бойынша талдау жүргізілді (3-сурет).



3-сурет. Кен орнындағы ұңғымалар бойынша ЖАК көрсеткіштері: ЭОСҚ-электр ортадан тепкіш сорапты қондырғылар; ЭБС-электр бұрандалы сораптар; ШҰС-штангалы ұңғымалық сораптар.

Сораптармен жабдықталған ұңғымалардың ЖАК талдауында механикалық қоспалар (сорап кептелісі, парафин, түрлі механикалық қоспалар) әсерінің жоғары көрсеткіші байқалады. Сорап типтері бойынша жерасты күрделі жөндеу жұмыстары механикалық қоспалар әсеріне қатысты жиі орындалған (4-сурет). Қазіргі таңда жергілікті мұнай-газ өндіруші кәсіпорындарда, ұңғымадан өндірілетін сұйықтықты қатты қоспалардан қорғау үшін орнықты конструктивті шешімдері, яғни жабдықтарға механикалық қоспалардың әсерін болдырмаудың технологиялары жеткіліксіз деңгейде. Әлі күнге дейін мұнай ұңғымалары жабдықтарын механикалық қатты қоспалар әсерінен қорғау әдістерін таңдаудың нақты бекітілген және ғылыми негізделген қағидалары жетіспейді. Тәжірибе жүзінде механикалық қоспамен күресу әдістерін шартты түрде техникалық және технологиялық деп жіктейді. Техникалық әдістерге ұңғыманың түптік сүзгілерін, түрлі құм зәкірлерін, әртүрлі модификациялы торлы сүзгілерді, батырмалы қондырғы жинағына орнатылатын гравитациялық және ортадан тепкіш сепараторлық құрылғыларды пайдалану жатады. Техникалық әдістер неғұрлым қарапайым және қолжетімді.



4 сурет – Кен орнындағы ұңғымалар бойынша ЖАК көрсеткіштері: ЭОСҚ-электр ортадан төпкіш сорапты қондырғылар; ЭБС-электр бұрандалы сораптар; ШҰС-штангалы ұңғымалық сораптар

Технологиялық (химиялық) әдістерге термогидродинамикалық жүйенің тепе-теңдік күйі бұзылған кездегі қабат жынысының механикалық қасиеттерін және олардың өзгеруін бастапқы жағдайларда зерттеу, сондай-ақ қабаттық депрессияны азайту, ерітінділерді дайындау сапасын арттыру, пропанттармен бекіту жатады [6].

Сорапты жабдықтарды механикалық қоспалардың әсерінен қорғаудың кең тараған және экономикалық тиімді әдісі, оларды сораптың кіріс модуліне дейін, қабаттық өндірілетін сұйықтықтан қорғаныш құрылғыларымен бөлу.

Кен орындарында ЭОСҚ-мен өндіруде механикалық қоспадан қорғау әдістерін топқа бөлуге болады [4]. Бірінші топ, қабаттан (басым бөлігі әлсіз цементтелген) сұйықтық ағынымен бірге ұңғымаға келетін құм шығарылымының алдын алу іс-шаралары.

Құм түзілуі қабат жынысын бұзатын ығысу кернеулері процесінің нәтижесінде пайда болады. Кейін қабат сұйықтықтары қазылған құмды ілестіру арқылы ұңғыма оқпанына жеткізеді, одан ол сорап арқылы жер бетіне шығарылады немесе ұңғыманың ішкі жүйесінде тұнбаланады. Құмның тұнған қабатының биіктігі мен тығыздығы оның сұйықтық бағанасында сораптың ұңғыма сағасына дейінгі концентрациясына, сондай-ақ ұңғымада ЭОСҚ жұмысының кезекті тоқтатылуы мен іске қосылуы арасындағы технологиялық үзіліс уақытына да байланысты. Құмның тұнба нәтижесіндегі биіктігі 5-10 метр аралыққа дейін жетуі мүмкін және ұңғымадағы батырмалы жабдықты (ЭОСҚ) кезекті іске қосқанда, сорапта кептеліс немесе басқа да күрделі жағдайлар орын алады [7].

Ұңғымалық құм тұнбасы – мұнай кен орындарының басым бөлігінде айтарлықтай жиі кездесетін және ұңғыманы жер асты күрделі жөндеу жұмысында қосымша құмнан тазарту процесін орындауға міндеттейтін мәселе қатарында.

Екінші топ әдісінде – тозуға төзімді жабдықтарды қолдану. Мұндай әдістер қабаттан құм шығарылымы бірқалыпты және аз болған жағдайда тиімді. Әдетте, құны жоғары тозуға төзімді батырмалы қондырғылар, бағасы салыстырмалы арзан,

коррозиялық тұрақсыз сораптарға қарағанда көбірек қызмет етуі мүмкін, бірақ көптеген жергілікті кен өндіруші кәсіпорындар, соңғы бірнеше жылдағы мұнай бағасының құлдырауы мен доллар бағамының өсуі себепті оларды сатып алуға дайын емес. Сонымен қатар, мұнай өндіруші кәсіпорындар, сәйкесінше құны жоғары импорттық құрал-жабдықтардың бағасынан арзан және сапасы жағынан тең дәрежеде салыстыруға келетін қолайлы жабдықтарды қарастыруда. Дегенмен, тозуға төзімсіз батырмалы жабдықтың конструкциясы, жоғары сапалы қондырғылардың жасалу материалдарымен ұқсастығы аз болуынан істен шығуы жиілеп, ұңғыманың жөндеуаралық кезеңін қысқартады және істен шыққан жабдықтарды қайта өңдеу айтарлықтай шығындарға әкеледі [6].

Өнімділік талаптарға тәуелді болған жағдайда механикалық сүзгілер мен қабат сұйықтығын гравитациялық және тазарту принципіне негізделген ортадан тепкіш құрылғыларды қолдану мүмкіндігі бар. Ұсынылған сүзгілердің ешқайсысы әмбебап емес. Геологиялы-техникалық іс-шаралар нәтижесінде немесе басқа операцияларды орындау кезінде, ескерілмеген гранулометриялық құрамдағы механикалық қоспалардың шығарылуы сияқты күрделі пайдалану жағдайларында сүзгілер конструкцияларының көпшілігі осы қоспаларды ұстап қалуға қабілетсіз болады. Әрбір жабдықты пайдаланудың оңтайлы жағдайы және бірқатар артықшылықтар мен кемшіліктері болуы секілді, сүзгілердің де қолданылу аясы кең болғанымен, олардың тез ластану қабілетіне байланысты қызмет ету мерзімі шектеулі. Сүзгілердің барлық конструкцияларының ең елеулі кемшіліктерінің бірі сүзгінің ластануы және пайдалану процесінде оны қалпына келтірудің мүмкін еместігі болып табылады [8].

Қазіргі кезде жергілікті мұнай кәсіпорындарына, батырмалы ЭОСҚ жабдығы құрамы негізінде конструкцияланған механикалық қоспалардан қорғау технологияларын, ұңғыманың пайдалану шарттарына сәйкес сипаттамада ұсынуға болады (*1-кесте*) [4]. Өзге кен орындарында тәжірибелік қолданыс тапқан ЭОС қондырғысына қатысты негізгі ұсынылатын механикалық қоспалардан қорғау технологияларының қатарында: қондырғы құрамында орнатылатын саңылаулы сүзгі құрылғысы (шелле-вые фильтры), гравитация немесе ортадан тепкіш тазалау принциптеріне негізделген құрылғылар, механикалық қоспалар сепараторы және ашық жұмыс доңғалақты (жоғарғы және төменгі дискісі жоқ) ортадан тепкіш сорап сатылары.

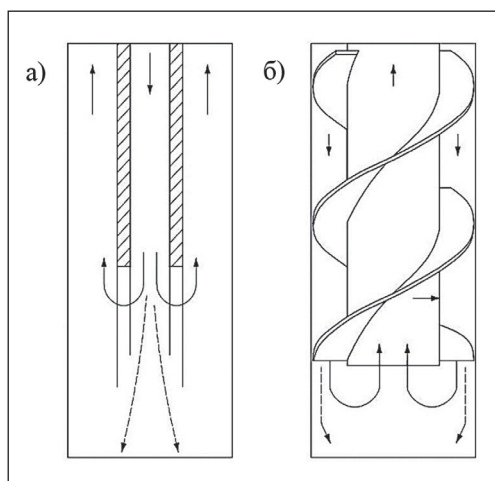
1 кесте – ЭОСҚ-ны қорғауға арналған құрылғылар

Қолданылу принципі	Аталуы
Көлемді сүзгілер	ДҰС (дискілі ұңғымалық сүзгілер)
Беттік әрекет сүзгілері	Саңылаулы кіріс сүзгілері; Саңылаулы ұңғымалық сүзгілер
Инерциялық сепараторлар	Гравитациялы ұңғымалық сүзгілер
Құрамдастырылған құрылғылар	Гравитациялы-саңылаулы ұңғымалық сүзгілер; Каскадты ұңғымалық сүзгілер
Ортадан тепкіш сепараторлар	Модульді шлам ұстағыш; Механикалық қоспалар сепараторы

ЭОС қондырғысының кіріс модулі негізінде құрастырылған саңылаулы сүзгі (фильтр входной щелевой) құрылғысында қабат сұйықтығын тазалау саңылаулы тор арқылы сүзумен жүзеге асырылады, бұл ретте механикалық қоспа бөлшектері саңылаулар бетінде және орамдар арасында тұтылады. Тұтылатын бөлшектер өлшемі – 0,1-0,2 мм. Құрылғының сүзгі элементі ретінде жоғары төзімді тот баспайтын болаттан жасалған саңылаулы (щелевые) торлар пайдаланылады. Бұл сүзгі құрылғысының артықшылықтары: біріншіден, ЭОСҚ жұмыс жағдайында діріл есебінен өзін өзі тазарту қабілетіне ие; екіншіден жинақтау ұтымдылығы, себебі батырмалы сорап қондырғысының құрамында кіріс модулі негізінде орнатылады. Дегенмен, кейбір жағдайларда саңылаулы сүзгілердің тез ластануы байқалады, оған ұсақ дисперсті бөлшектердің шығу қарқындылығы және тұздардың шөгуі ықпал етеді [9].

Осы мақсатта гравитациялық немесе ортадан тепкіш тазарту қағидаттарына негізделген құрылғылар қолданылады. Сүзгілердің қызмет ету мерзімінде тез ластануына байланысты қатты бөлшектердің гравитациялық сепараторлары анағұрлым сенімді.

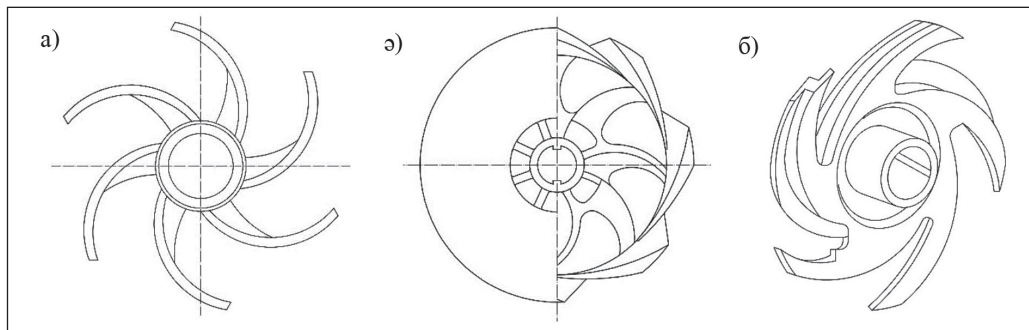
Гравитациялық типтегі сепараторларда сұйықтықтың ағыны өзіндік жоғарыдан төменге қарай бағдарланады және жылдамдығын бір мезгілде төмендетумен ағын 180° -қа кері бұрылады (5-сурет), нәтижесінде қатты қоспалы бөлшектер ауырлық күшінің әсерінен реверсивті аймақта шөгеді. Мұндай сепараторларды гидроциклонды немесе инерциялық деп атайды [10]. Құрылғы саңылаулы сүзгімен тізбектей жинақталған күйде, ЭОСҚ электр қозғалтқышының негізіне тығыздау торабының көмегімен орнатылады.



5 сурет – Гравитациялық сепаратор сызбалары: а – ағынды бұрусыз; б – гидроциклон түрінде

Сонымен қатар, күрделенген ұңғымалық жағдайларда мұнай өндіру үшін жоғарғы және төменгі дискісіз жұмыс доңғалағы бар (ашық жұмыс доңғалағы) ортадан тепкіш сорап сатыларымен (ступени с открытым рабочим колесом) жабдықталған қондырғыларды қолдануды ұсынуға болады (6-сурет). Әдеттегі сериалық ЭОС-мен салыстырғанда, ашық жұмыс доңғалақты сораптар құрастыруда аз

салмақпен және габариттермен (сораптың ұзындығын 20-50%-ға дейін азайтуға мүмкіндік берді), газ факторында орнықты жұмыс атқарумен, тұз шөгуге бейімділігі аз көрсеткішпен сипатталады.



6 сурет – Ашық жұмыс доңғалақтарының конструкциялары:
а – жұмыс доңғалағының жоғарғы және төменгі дискілері толық болмаған;
ә, б – тек жоғарғы және төменгі дискілердің бөліктері сақталған

Ашық жұмыс доңғалақты сораптарды қолдану келесідей мүмкіндіктер береді:

- ашық жұмыс доңғалақтары осьтік саңылаулардағы ағында газ көпіршіктерін де, қатты бөлшектерді де диспергациялайды (ұсақтайды), ұңғыма сұйықтығын гомогендейді (жібітеді);

- ағынды каналдардың қабырғалары арасында қатты бөлшектер кептелісінің ықтималдығы азаяды, өйткені ашық жұмыс доңғалақтарында осьтік бағыттағы қабырғалары болмайды [11].

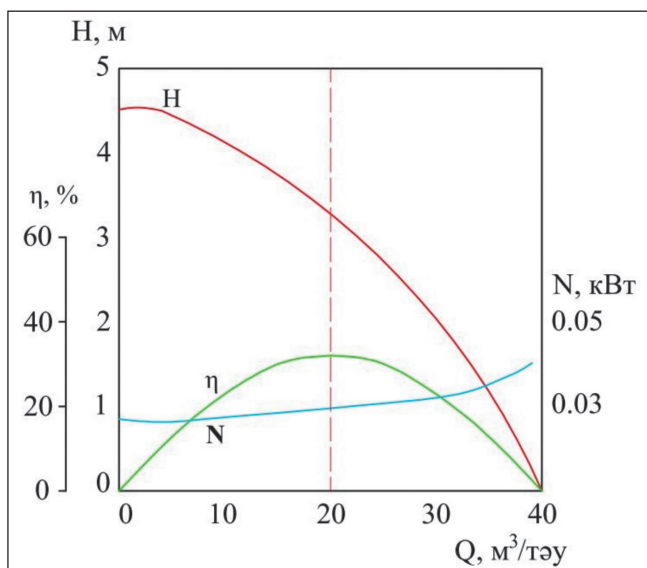
Бұл типтегі сораптары бар қондырғылар өзге кәсіпшілік сынақтардан сәтті өтуімен қатар $10 \text{ м}^3/\text{тәу}$ басталатын беру қарқынды тиімділігі жақсы нәтижемен көрсетілген (2-кесте, 7-сурет). Ашық жұмыс доңғалақты сатылар өндірудің күрделенген жағдайларында, әсіресе шағын дебитті ұңғымаларда ($50 \text{ м}^3/\text{тәу}$ кем) сораптарың тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді. Ашық доңғалақты сатылары бар сораптарды сәйкес диапазонында ШҰС-пен ауыстыруға мүмкіндік береді [13].

Батырмалы сорапты қондырғыны механикалық қоспалардан қорғаудың негізгі мәселесін шешумен қатар, жабдықтардың қабаттағы тұз шөгінділерімен әсерінің алдын-алу мақсатында, химиялық ингибиторы бар арнайы контейнермен жабдықтау мүмкіндігін атап өту керек. Ұңғымадағы тұз шөгінділері температураның, қысымның, сутегі көрсеткішінің рН өзгеруі және үйлесімсіз сұйықтықтардың араласуы кезінде судың аз еритін тұздармен шамадан тыс қанығуы салдарынан пайда болады [10,12].

Қазіргі уақытта ұңғымада тұздардың қалыптасуынан қорғаудың мүмкін болған қажетті технологиясы негізінде тұз шөгінді ингибиторы бар жабдықтарды пайдалану. Бұл технологиялар қатарында қабат қысымын ұстап тұру жүйесі орындалатын қабатқа айдалатын сумен бірге немесе жер үстіндегі мөлшерлеу қондырғысы арқылы құбыр кеңістігі бойымен, сондай-ақ ЭОСҚ-ның батырмалы электр қозғалтқышына бекітіліп ілінген арнайы контейнерлер арқылы ингибиторларды беру қолданыс тапқан.

2-кесте – ЭОСҚ-ны жұмыс параметрлері

Q, м³/тәу	H, м	ПЭК, %	N, кВт
0	4,52	0	0,021
5	4,47	13	0,021
10	4,21	23	0,021
15	3,81	29	0,023
20	3,30	32	0,024
25	2,68	30	0,026
30	1,97	25	0,028
40	0	0	0,039



7 сурет – Су тығыздығында байланысты ЭОС-ың мұнай өндіру қарқындылығының сипаттамасы: Н – сороп арыны; η – пайдалы әсер коэффициенті; N – қажетті режимде анықталған қуаттылығы

Қорытынды. Жалпы негізде механикалық қоспалар әсерінен батырмалы жабдықтың істен шығуының алдын алу және оған қарсы әдіс ретінде тек арнаулы құрылғылармен шектелмей, бірнеше іс-шаралар – ұңғыманы бұрғылау және игеру кезінде техникалық сұйықтықтардағы қоспалар концентрациясының өлшемін шектеу, ұңғыма маңы аймағы мен оқпанын арнайы қондырғылар көмегімен тазарту, пайдалану процесінде сұйықтық құрамындағы қоспалар концентрациясының өлшемін бақылау, сонымен қатар жиілікті түрлендіргіштерді пайдалана отырып, ұңғымаларды бірқалыпты іске қосуды және оңтайлы режимге шығаруды қалыптастыру орындалуы керек.

Ұсынылған технологиялар ЭОС қондырғыны қатты бөлшектер кептелісінен, жұмыс бөліктерінің тозуынан қорғауға мүмкіндік береді, сондай-ақ еркін газдың зиянды әсерін төмендетеді, бұл күрделі жағдайдағы ұңғымаларда ЭОС қондырғысының жұмыс қабілетін арттырады.

Механикалық қоспалардың кері әсерімен күресуде ұтымды әдістерді кешенді пайдалану және өндіріс жағдайында тәжірибелік зерттеуде белгілі бір әдісті қолданудың артықшылығын анықтайтын негізгі критерий оның экономикалық тиімділігі болып есептеледі. 🌐

ОДЕБИЕТТЕР

- 1 Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 816 с. [Mishenko I.T. Skvazhinная dobycha nefiti. – М.: RGU nefiti i gaza im. I.M. Gubkina, 2003. – 816 s].
- 2 Дроздов А.Н. Технология и техника добычи нефти погружными насосами в осложнённых условиях. – М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2008. – 616 с. [Drozdov A.N. Tehnologiya i tehnika dobychi nefiti pogrulzhnyimi nasosami v oslozhnyonnykh usloviyakh: Uchebnoe posobie dlya vuzov. – М.: RGU nefiti i gaza im. I. M. Gubkina, 2008. – 616 s].
- 3 Чурикова Л. А., Сапиев Е. С. Обоснование технологии обработки призабойной зоны пласта на месторождении Кумколь в целях поддержания эксплуатационного фонда скважин в работоспособном состоянии // Молодой учёный. – 2022. – №16. – С. 139-142. [Churikova L. A., Sapiev E. S. Obosnovanie tekhnologii obrabotki prizabojnoy zony plasta na mestorozhdenii Kumkol' v celyakh podderzhaniya ekspluatatsionnogo fonda skvazhin v rabotosposobnom sostoyanii // Molodoy uchyonyj. – 2022. – №16. – S. 139-142.].
- 4 Лыкова Н.А. Оборудование для работы УЭЦН в условиях интенсивного выноса механических примесей // Инженерная практика. – 2017. – № 3. – С. 58 – 62. [Lykova N.A. Oborudovanie dlya raboty UECN v usloviyakh intensivnogo vynosa mekhanicheskikh primesej // Inzhenernaya praktika. – 2017. – № 3. – S. 58 – 62].
- 5 Расчет межремонтного периода работы скважин. Расчет наработки на отказ. Расчет средней наработки установок до отказа. Экспертный совет по механизированной добыче нефти. – М., 2015. – С. 9. [Raschet mezhremontnogo perioda raboty skvazhin. Raschet narabotki na otkaz. Raschyot srednej narabotki ustanovok do otkaza. Ekspertnyj sovet po mehanizirovannoy dobyche nefiti. – М., 2015. – S. 9].
- 6 Колмаков Е.А. Обзор конструкций фильтров в составе погружных электро-центробежных насосов при добыче нефти // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 1. – С. 150 – 155. [Kolmakov E.A. Obzor konstrukcij filtrov v sostave pogrulzhnykh elektro-centrobeznykh nasosov pri dobyche nefiti. // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2016. – № 1. – S. 150 – 155].
- 7 Хилл Д., Элиг-Экономидес К., Жу Д. Мұнай өндіру жүйесі: Оқулық. – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2017. – 380 б. [Hill D., Elig-Ekonomides K., Zhu D. Mұnaj өndiru zhyjesi: Оқулық. – Almaty: ZHSHS RPBK «Dәuir», 2017. – 380 b.].
- 8 Куличенко П.С. Методы защиты УЭЦН от влияния механических примесей: комплексный подход к решению проблемы. – Тюмень, 2019. – С. 26 – 28. [Kulichenko P.S. Metody zashchity UECN ot vliyaniya mekhanicheskikh primesej: kompleksnyj podhod k resheniyu problemy. – Tyumen', 2019. – S. 26 – 28.].
- 9 Камалетдинов Р.С. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями // Инженерная практика. – 2010. – № 2. – С. 6 – 13. [Kamaletdinov R.S. Obzor sushestvuyushih metodov borby s mehprimesyami // Inzhenernaya praktika. – 2010. – № 2. – S. 6 – 13].
- 10 Лыкова Н.А. Защита УЭЦН от засорения: комплексный подход // Инженерная практика. – 2016. – № 4. – С. 44 – 50. [Lykova N.A. Zashita UECN ot zasoreniya: kompleksnyj podhod // Inzhenernaya praktika. – 2016. – № 4. – S. 44 – 50].
- 11 Пещеренко М.П.. Нефтяные ступени с открытыми рабочими колесами // Территория нефтегаз. – 2014. – №12. – С. 2-5. [Pesherenko M.P. Neftyanye stupeni s otkrytymi rabochimi kolesami // Territoriya neftegaz. – 2014. – №12. – S. 2-5].
- 12 Таңжарықов П.А., Амангельдиева Г.Б. Мұнай және газ ұңғыма жабдықтарының коррозиялық тозуына қабат суларының әсері // Нефть и газ. – 2021. – №2 (122) – С. 25-34. [Tañjaryqov P.A., Amangeldieva G.B. Mұnaj және gaz ұңғыma jabdyqtarynyñ korrozııalyq tozuyna qabat sýlarynyñ әseri // Neft i gaz. – 2021. – №2 (122) – S. 25-34].
- 13 Борикова Е.В., Мартюшев Д.Н. Каталог продукции Новомет. – АО «Новомет-Пермь», 2016. – С. 65. [Borikova E.V., Martyushev D.N. Katalog produkciı Novomet. – АО «Novomet-Perm», 2016. – S. 65].