

УДК 620.197; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-1.10>

<https://orcid.org/0000-0003-0431-6785>

<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

<https://orcid.org/0000-0001-8692-6848>

ҚҰМКӨЛ КЕН ОРНЫНЫҢ МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ КОРРОЗИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ



А.Т. БАЙНИЯЗОВА,
техника ғылымдарының
магистрі,
aktabay@mail.ru



П.Ə. ТАҢЖАРЫҚОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты, профессор,
pan_19600214@mail.ru



Н.Х. АХМЕТОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты,
nurlybek.akhmetov1957@mail.ru

«ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ»,
Қазақстан Республикасы, 120000, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29 а

Бұл жұмыста мұнай кен орындарын пайдалану тиімділігін арттыру үшін мұнай кәсіпшілігі құбырларының сенімділігін арттыру әдістерін өзірлеу, кеңінен өнеркәсіптік енгізу, теориялық және эксперименттік зерттеулерді қолдану мәселелері қарастырылған. Мұнай кәсіпшілігі құбырларының пайдалану сенімділігін арттыру ірі ғылыми-техникалық проблема болып саналады және мұнай кен орындарын игеру тиімділігін арттыру, сондай-ақ өңірдегі экологиялық жағдайды жақсарту резерві болып табылады. Мұнай кәсіпшілігі құбырларын пайдалану мерзімдерін арттыру әдістерінің тиімділігін экологиялық-экономикалық бағалау үлкен орын алады.

Құмкөл кен кәсіпорындарының шикізаты және оларды қолданудың технологиялық процесстері негізінде коррозияның тиімді тежегіштерін, бактерицидтер мен күкіртті сутекті сіңіргіштерді зерттеу және өзірлеу үлкен проблемалық мәселелер болып табылады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: магистральдық мұнай құбырлары, коррозия, сенімділік, ингибитор, ұңғымалар, кен орны.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИЙНОГО СОСТОЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ КУМКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Т. БАЙНИЯЗОВА, техника ғылымдарының магистрі, akmabay@mail.ru

П.Ә. ТАҢЖАРЫҚОВ, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, pan_19600214@mail.ru

Н.Х. АХМЕТОВ, техника ғылымдарының кандидаты, nurybek.akhmetov1957@mail.ru

«КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ КОРКЫТ АТА»
Республика Казахстан, 120000, город Кызылорда, улица Айтеке би, 29а

В данной работе представлены методы повышения надежности нефтепромысловых трубопроводов для повышения эффективности использования нефтяных месторождений. Рассмотрены вопросы применения теоретических и экспериментальных исследований, их широкое промышленное внедрение. Повышение эксплуатационной надежности нефтепромысловых трубопроводов является крупной научно-технической проблемой и резервом повышения эффективности разработки нефтяных месторождений, а также является средством для улучшения экологической обстановки в регионе. Большое место занимает эколого-экономическая оценка эффективности методов повышения сроков эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов.

Проблемы коррозии сырья Кумкольских рудных предприятий и технологических процессов их применения, исследования и разработки бактерицидов и поглотителей сероводорода представляют собой серьезную проблему.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: магистральные нефтепроводы, коррозия, надежность, ингибитор, скважины, месторождения.

INVESTIGATION OF THE CORROSION CONDITION OF THE MAIN OIL PIPELINES OF THE KUMKOL FIELD

A.T. BAINIYAZOVA, master of technical sciences, akmabay@mail.ru

P.A. TANZHARYKOV, Candidate of technical sciences, professor, pan_19600214@mail.ru

N.KH. AKHMETOV, candidate of technical sciences, nurybek.akhmetov1957@mail.ru

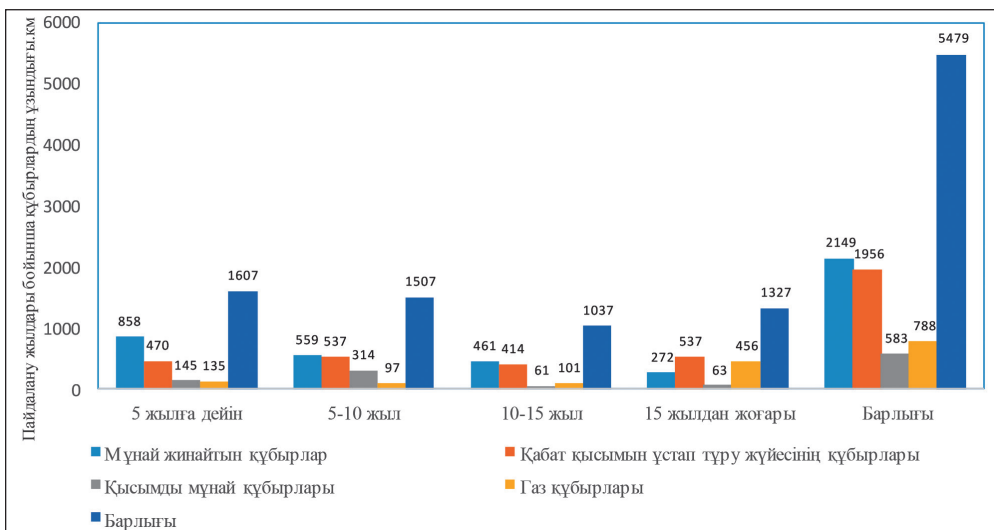
KYZYLORDA UNIVERSITY NAMED AFTER KORKYT ATA
29a, Aiteke bi Street, Kyzylorda, 120000, Republic of Kazakhstan

In this thesis, methods have been developed to improve the reliability of oilfield pipelines to increase the efficiency of using oil fields. At the initial stage of oil field development, water from surface sources is used for pumping into the reservoir, and at subsequent stages, wastewater for commercial purposes is used, consisting mainly of associated (reservoir) waters released from oil. Improving the operational reliability of oilfield pipelines is a major scientific and technical problem and a reserve for improving the efficiency of oil field development, as well as improving the environmental situation in the region. An important place is occupied by the ecological and economic assessment of the effectiveness of methods for increasing the service life of oilfield pipelines. Problems of corrosion of raw materials of Kumkol ore enterprises and technological processes of their application, The research and development of bactericides and hydrogen sulfide scavengers is a serious problem.

KEYWORDS: main oil pipelines, corrosion, reliability, inhibitor, wells, deposits.

Кіріспе. Мұнай кәсіпшілігі құбырларының пайдалану сенімділігін арттыру проблемасының ерекшелігі оның мұнай кен орындарын игерудің барлық кезеңдерімен байланысты. Осы кезеңдердің әрқайсысының практикалық іске асырылуы маңызды технологиялық шешімдермен байланысты, олардың негізгілері: істен шығудың объективті себептерін анықтау, құбырлардың қызмет ету мерзіміне әсер ететін факторларды зерттеу, істен шығуды болжау, оларды мерзімінен бұрын бұзылудан қорғау әдістерін әзірлеу және енгізу болып табылады. Мақалада магистральдық мұнай құбырларының пайдалану сенімділігін қамтамасыз ету әдістеріне талдау жүргізілді. Соңғы жылдары бірқатар магистральдық мұнай құбырларының (ММҚ) ұзақ қызмет ету мерзіміне, мұнай айдау көлемінің өсуіне байланысты олардың қарқынды пайдалану режимінде жұмыс істеуіне, сондай-ақ жоғары қысымда жұмыс істейтін жана қуатты күрделі инженерлік-геологиялық жағдайларда құрылысына байланысты ММҚ сенімділігі мен қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету, қоршаған ортаны қорғау мәселелері шиеленісе түсті. Осыған байланысты ММҚ сенімділігін қамтамасыз ету мәселесін шешуде жаңа бағыттар белгіленді, оларды талдау, жалпылау және дамыту қажеттілігі туындады.

Құмкөл кен орны құбыр жүйелеріндегі коррозиялық жағдай көптеген факторлардың әсерімен айдалатын орталардың агрессивтілік дәрежесінен құбырлардың оқшаулау жағдайына және су абразивтік процестердің қарқындылығына дейін анықталады. Осыған байланысты құбырларды іріктеу үшін техникалық талаптарды әзірлеуді, олардың сапасын бақылау жүйесін ұйымдастыруды, коррозиялық факторларды мониторингілеудің бірыңғай жүйесін құруды және басқа да бірқатар іс-шараларды қамтитын мұнай құбырлары мен су құбырларының пайдалану сенімділігін қамтамасыз етудің кешенді тәсілін әзірлеу қажет. Құмкөл кен орны құбыр жүйелеріне мұнай жинау құбырлары, қабат қысымын ұстап тұру жүйелерінің (ҚҚҰТЖ) құбырлары, қысымды мұнай құбырлары және жалпы ұзындығы 2500 км құбырлар кіреді (сурет 1).



Сурет 1 - Құмкөл кен орны құбыр жүйелерін пайдалану мерзімдері бойынша бөлу

Соңғы жылдары ескі құбырларды жүйелі түрде ауыстыру жүріп жатыр: пайдалану мерзімі бес жылдан аз құбырлардың үлесі біртіндеп артып келеді және пайдалану мерзімі 10 жыл немесе одан да көп құбырлардың үлесі азаяды. Сонымен қатар, ескі құбырлардың салыстырмалы ұзындығы айтарлықтай жоғары болып қалады. Құмкөл негізгі кен орындарының қабат суларына хлор иондарының көп мөлшері тән. Орташа алғанда, кен орындары бойынша бұл көрсеткіш 17000 мг/л-ге жетеді, ал жекелеген қабаттар бойынша - 20000 мг/л-ге дейін немесе одан да көп, бұл қабаттардың ұңғымаларын жобалау кезінде ескеру қажет. Бұл кезде, хлор-иондарының коррозияны туғызатын негізгі фактор бола бермейтінін ескеру керек. Көптеген жағдайларда коррозияның пайда болу тәуекелдері кальций және гидрокарбонат-иондарының, ең бірінші жағдай минеральдық ортаның және тұз шөгінділерінің пайда болуына байланысты болады. Мысалы, кальций иондарының мол мөлшері Құмкөл кен орнына тән, мұнда коррозиялық ауыр жағдай байқалады. Құбыр желілерінің ҚҚҰТЖ коррозиясын бақылау кезінде оттегінің мөлшері көрсеткішін білу өте маңызды: ол неғұрлым үлкен болған сайын, басқа шарттар бірдей болған кезде коррозия жылдамдығы соғұрлым жоғары болады. 2005-2009 жылдар аралығында құбыр желілерінің түріне қарай істен шығуында өзгерістер болды (сурет 2).

Егер осы периодтың басында мұнай құбырларында істен шығу көп болса, ал соңына қарай су құбырларындағы қатынастың өскенін көруге болады. Мұнан басқа, ұзақ уақыт жұмыс жасаған газ құбырларында да істен шығудың ұлғайғанын байқауға болады. 2007 жылы мұнай құбырларының істен шығуының жартысынан көбі болды, 2009 жылға қарай оның үлесі үштен біріне дейін қысқарды. Сонымен бірге мұнай құбырларындағы істен шығудың үлес салмағы артты. Мұнай жинау құбырлары 2009 жылы істен шығудың 94,5%, қысымды құбырларға - 4%, алаңшiлiк құбырларға - 1,5% құрады. Су құбырларының көп бөлігі істен шыққан, бірақ 2007 - 2009 жылдар аралығында оның үлесі 75-тен 63% - ға дейін төмендеді. Сонымен қатар, су құбырларының істен шығуының айтарлықтай өсуі тиісті шаралар қабылдау қажеттілігін көрсетеді.



Сурет 2 - Құбыр желілерінің істен шығуы

2009 жылы жоғары қысымды су құбырлары істен шығудың 87,5%, алаң ішіндегі су құбырлары - 9,9%, төмен қысымды су құбырлары - 2,6% құрады. Зерттелетін кезең ішінде мұнай құбырларының істен шығуының басты себебі сызаттардың пайда болуы болды, ал 2007 жылдан бастап осы себепті істен шығу үлесі 82,2% - дан 95% - ға дейін өсті (сурет 3).

Проблеманы шешудің ең перспективалы бағыты объектілердің өмірлік циклінің барлық кезеңдерін: жобалау алдындағы кезеңді, жобалауды, құрылысты, пайдалануды қамтитын магистральдық мұнай құбырларының пайдалану сенімділігін қамтамасыз етудің ұйымдастырушылық-технологиялық жүйесін құру болып табылатынын көрсетті.

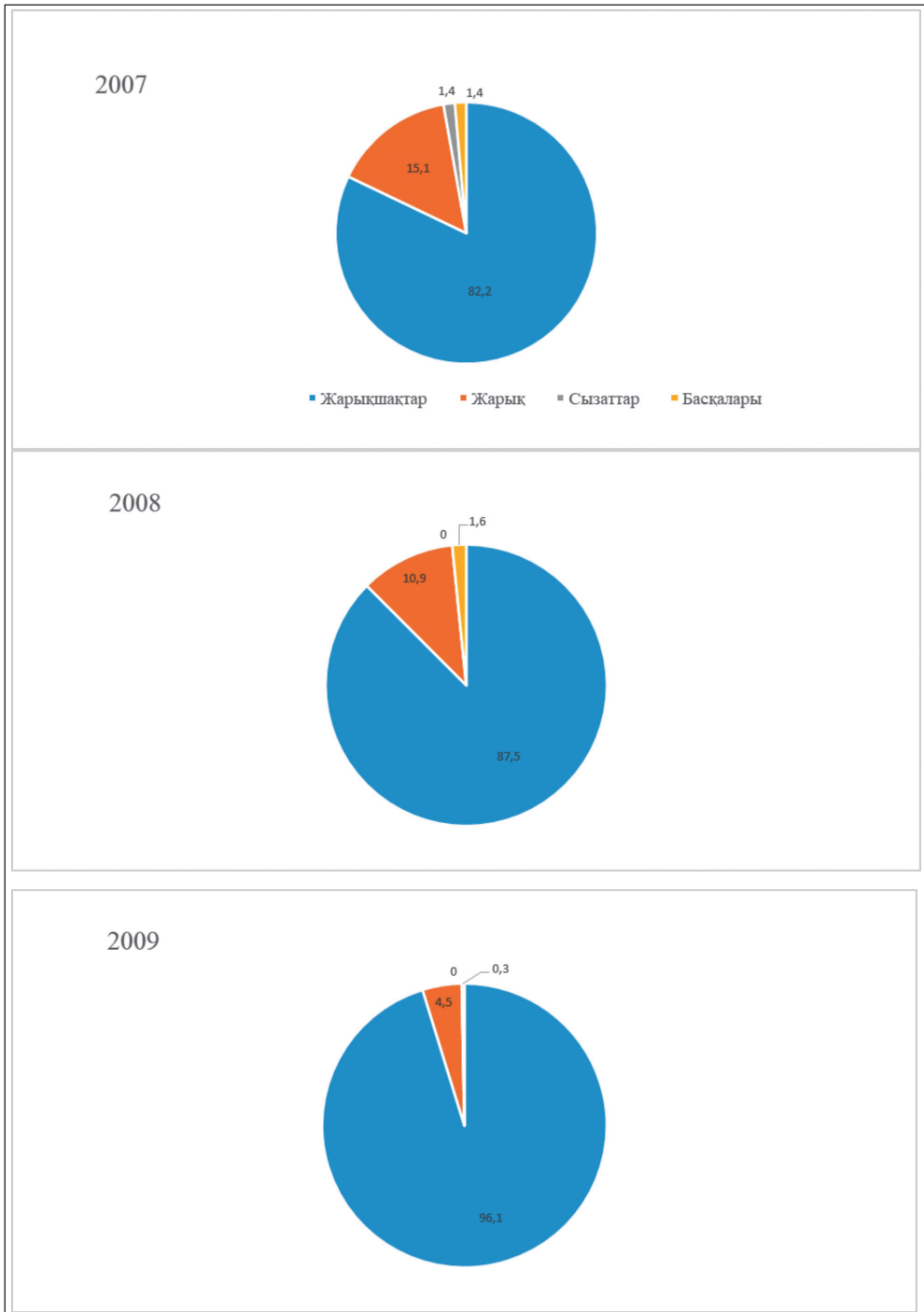
Зерттеу материалдары мен әдістері. Магистральдық мұнай құбырлары көптеген бөлшектерден, бұйымдардан, жабдықтардан және жүйелерден тұратын күрделі техникалық құрылымдар болып табылады. Қажетті деңгейде жұмыс істегенде ММҚ сенімділігін сақтау шығындардың артуына әкеледі. Осы шығындарды азайту мақсатында жобалау кезеңінде ММҚ сенімділік көрсеткіштерінің белгіленген талаптарға сәйкестігін анықтау және оның объектілерінің сенімділігінің сандық көрсеткіштеріне үлкен үлес қосатын факторларды анықтау маңызды болып табылады.

ММҚ сенімділігін қамтамасыз ету мәселесін шешуде техникалық жағдайды диагностикалау және бағалау ерекше орын алады. ММҚ пайдалану мерзімдерін ұлғайту қазіргі заманғы әдістер мен құралдарды пайдалану негізінде аталған жұмыстардың орындалуын одан әрі жетілдіруді талап етеді.

Айта кету керек, жарықтар негізінен болат құбырларда пайда болады, тек ескі құбырларда ғана емес, сонымен қатар бес жылдан аз уақыт жұмыс істейтіндерде де. Жарықтардың пайда болуы ағынның коррозиясымен және материалдың шаршауымен байланысты болуы мүмкін. Құбыр жүйелерінің коррозия жылдамдығына әсер ететін негізгі факторлардың ішінде төмендегілерді атап өтуге болады:

- құрамында көмірқышқыл газы мен оттегі бар айдалатын орталардың агрессивтілігі;
- құбырды өндіру немесе салу кезінде пайда болатын құбыр денесіндегі кернеулер;
- құбырлардың сыртқы оқшаулау жағдайы;
- өндірілетін мұнай өнімдерінің жоғары сулануы;
- жоғары газ факторына байланысты мұнай жинау құбырлары арқылы тығын ағынының режимі;
- құбырлармен қиылысу немесе параллель өту орындарындағы электр беру желілерінің әсері;
- құбырлар арқылы пайдаланылған қышқылды айдау арқылы қышқылды өңдеу;
- гидроабразивті процестер;
- жиі циклдік жүктемелер кезінде материалдың шаршауы.

Нәтижелер және талқылау. Құбырлардың пайдалану сенімділігін арттыру үшін бірқатар шаралар қабылдау қажет. Біріншіден, қоршаған ортаның мақсатын, пайдалану шарттарын және агрессивтілігін ескере отырып, құбырлар үшін құбыр өнімдерін таңдау бойынша техникалық талаптарды әзірлеу. Екіншіден, сапаны бақылау жүйесі ұйымдастырылуы керек және құбыр өнімдерінің барлық сатыла-



Сурет 3 - Құмкөл кен орнындағы 2007-2009 жылдардағы мұнай құбырларының істен шығуының негізгі себептері, %

рында – өндірістен бастап компания шеңберінде құрылысшыларға берілуіне дейін. Үшіншіден, қауіпсіздік деңгейін арттыру үшін – құбыр жүйелерін апатсыз пайдалануды қамтамасыз ету үшін құрылыс-монтаждау жұмыстарының жоғары сапасына қол жеткізу қажет. Төртіншіден, ортаның агрессивтілігін, бактериялық ластануды, сыртқы оқшаулау жағдайын, құбыр коммуникацияларының өту дәліздеріндегі топырақтың коррозиялық белсенділігін бақылаудың бірыңғай жүйесін ұйымдастыру, сондай-ақ басқа да ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізудің бірыңғай әдіснамасын әзірлеу талап етіледі. Соңында, құбыр жүйелерінің пайдалану сенімділігін арттыруға бағытталған құбыр өнімдерін, технологияларды, жабдықтарды, құрылғыларды енгізу бойынша ғылыми зерттеу жүргізудің өндірістік бағдарламаларын әзірлеу және іске асыру қажет.

Құмкөл кен орны бойынша мұнай құбырларының бұзылу динамикасын қарастыра отырып, пайдалану сенімділігін арттыру бойынша ұсынымдарды енгізу нәтижесінде мұнай өнімдерінің екпіні, олардың ұзақ жұмыс істеуіне қарамастан ұсынылған мәліметтерден көріп отырғанымыздай, екпіннің ең көп саны ұңғымалардың түсу желілеріне келеді. Бұл Құмкөл кен орны кәсіпорындарында мұнай жинау жүйелерін пайдаланудың 20 жылы ішінде олардың үлесін уақыт бойынша 90% - дан 65% - ға дейін төмендету үрдісі бар. Құбырлардың істен шығу себептерін келесі түрлерге бөлуге болады:

- құбырлардың зауыттық дефекттері – металлургиялық дефекттер (қатпарлану, металл емес қосындылар, тұтқыштар), құбырларды дайындау процесінде металға қолданылатын геометриялық мөлшердің ауытқулары, сызаттар мен ойықтар;

- зауыттық дәнекерленген жіктердің дефекттері (дұрыс пісірілмеген, жиіктердің байланысуы, қожды қосу, негізгі металдың жік маңы аймақтарының әлсіреуі, жарықтар, зауыттық дәнекерлеуді жөндеу орындары);

- дала жағдайында орындалатын құбырлардың дәнекерленген қосылыстарының ақаулары, негізінен зауыттық дәнекерлеумен бірдей;

- тасымалдау және салу кезінде құбырлардың механикалық зақымдануы пайдалану (ойықтар, сызаттар, тыртықтар, патчтарды, бекіткіштерді дәнекерлеу, құбырларды сүйреп апарған кезде олардың соңғы бөліктерін жіңішкерту, көлік құралдары мен аршу құралдары соқтығысқан кезде өтпелі зақымданулар мен гофрлер құбыр материалының шайылу нәтижесінде шамадан тыс кернеуі, біркелкі емес топырақты еріту және т.б., рұқсат етілген қысымнан асып кету);

- тасымалданатын заттардың агрессивті әсерінен ішкі коррозия арасында сыртқы топырақ бар. *1 кестеде* апат туралы кейбір мәліметтер келтірілген.

Кестеден апаттардың құбырлардың беттері бұзылуының негізгі саны қарастырылып отырған кезеңде, жалпы санның 90% дейін, ішкі коррозияға байланысты екенін көруге болады. Мұнай құбырларын пайдалану уақытының ұлғаюымен қорғаныс шараларынсыз коррозияға байланысты апаттар саны артатыны көрініп тұр.

Кесте 1 - Құмкөл өңіріндегі мұнай құбырларындағы ақаулар себептері

Апаттың себептері	1875	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пісірудің ақаулары	32	35	37	39	37	38	36
Механикалық зақым	26	21	19	21	24	23	18
Коррозия (ішкі)	251	267	289	276	248	276	279
Басқа себептер	9	8	7	8	7	9	6
Барлық апаттар	318	331	352	344	316	346	341
Ішкі коррозиялық апаттар үлесі %	78,9	80,7	82,1	80,2	78,5	79,8	81,8

Деректер мысалында сипаттамада көрсетілген саладағы барлық мұнай өндіруші кәсіпорындар үшін апаттың өсу қисығы су басқан мұнай құбырларын тасымалдайтын қорғаныс шараларынсыз апаттың үдемелі өсуі 3...4 жыл жұмыс істегеннен кейін ақ байқалады. 2 кестеде кәсіпорындарындағы су құбырларының апаттарын талдау себептерін бөліп көрсетілген.

Кесте 2 – Құмкөл өңіріндегі су құбырларының жарылу себептері

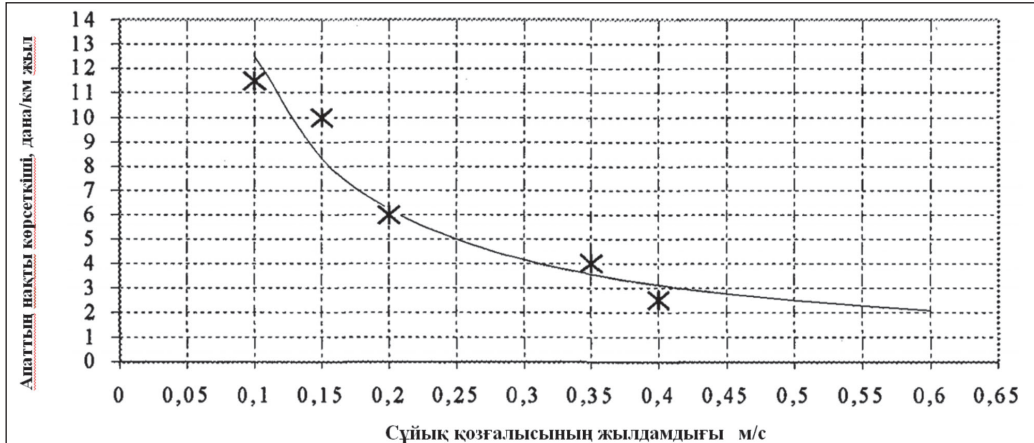
Апаттың себептері	Жылдық авария, дана / жылына		Жалпы санның пайызы, %	
	1980	1990	2000	2010
Пісірудің ақаулары	76/18,4	69/16,4	4/16,6	59/12,73
Механикалық зақым	28/7	31/7,7	27/7	23/6,2
Заводтан болған ақау	0	12/2,8	10/2,6	7/1,9
Мүмкіндік қысымнан асыру	13/3	8/1,9	7/1,8	6/1,6
Коррозия (ішкі)	289/71,6	312/72,2	278/72	267/71,4
Барлық болған апаттар үлесі	406/100	432	386	374

Ұсынылған деректерден көріп отырғанымыздай, құрылыс және пайдалану технологиясының бұзылуына байланысты авариялардың үлесі 10% - дан аспайды, негізгі ағыны агрессивті ағынды сулардың әсерімен байланысты – ішкі коррозияға байланысты 90% болады.

Кесте 3 - Құмкөл кен орнының құбырлар жүйесінің ҚҚҰТЖ меншікті апаттылығының бастапқы мәліметтері

Ағын жылдамдығы, м/с	Меншікті апаттылық, дана / км жыл	Есептелген меншікті апаттылық, дана / км жыл
0,12	11,6	12,51
0,16	10,2	8,35
0,22	6,1	6,26
0,26	5,6	5,08
0,31	4,8	4,19
0,36	4,1	3,59
0,41	2,9	3,18
0,46	2,6	2,79
0,52	2,3	2,51

Кен орнының мәліметтеріне сәйкес ағын жылдамдығы 0,5 м/с кем болғанда (айдау ұңғымаларының қабылдауы – 350 м/тәулік) 23 км су құбырында 180 істен шығу болды, ал ағын жылдамдығы 0,6 м/с артық болғанда 45 км су құбырында – 18 (5%) істен шығу болды. Меншікті апаттар 10 еседен артық айырмашылық болып тұр. Бастапқы мән берілген теңдеумен жақсы аппроксимацияланады (кесте 3, сурет 4).



Сурет 4 - ҚҚҰТЖ құбырлар жүйесіндегі апаттылықтың ағын жылдамдығына тәуелділігі

Температуралық ортаның O_2 мен Fe^{2+} реакция жылдамдығына әсері зерттелді. Егер $22^{\circ}C$ болғанда әсер етуші Fe^{2+} $pH=5,65$ болған кезде 20% болса, ал температура $60^{\circ}C$ болғанда 70% ға дейін жетеді. Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, егер олар темір құрамында; және су (мысалы, девондық қабат немесе ағынды су) оттегі қабатқа айдау үшін жеткілікті ұзақ уақыт су басу жүйесі бойынша, бұзылу процесіне оттегі деполяризациясы бар металл коррозиялық әсер етеді. Гидролиз нәтижесінде оттегі мен оксид темірінің өзара әрекеттесуі байқалады біртіндеп pH төмендеуі, оттегі ортасынан тұтыну жылдамдығы ол айтарлықтай баяулауы мүмкін. Құбырлардың сенімділігін арттырудың тиімді әдістерінің бірі коррозия ингибиторларын қолдану болып табылады. Олар мұнай өндіру және дайындау технологияларында үлкен күрделі салымдарды қажет етпейді және өндірілетін өнім қандай да бір себептермен агрессивті болатын даму сатысында пайдаланылуы мүмкін [3-6].

Мұнай-газ кәсіпшілігі жабдықтарының ингибиторлары ретінде әртүрлі химиялық қосылыстардың көп мөлшері қолданылады. Олардың ішіндегі ең тиімдісі-құрамында азот, фосфор, күкірт, оттегі бар органикалық беттік-белсенді заттар болып табылады.

Әрбір коррозия ингибиторының анықтаушы көрсеткіші оның қорғаныс әсері болып табылады. Мұнай-газ өндіру өнеркәсібінде кездесетін орта үшін ең перспективалы ингибиторлар 80% - дан асады. Қолдану шарттарына байланысты қорғаныс әрекетінің бұл мәніне әр түрлі нақты шығындар кезінде қол жеткізуге болады. Сондықтан ингибиторды әр жағдайда қолданудың экономикалық орындылығы оның бағасын, нақты шығындарын және қорғалатын жүйенің техникалық - экономикалық сипаттамаларын ескере отырып бағалануы керек.

Қазіргі уақытта мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын ингибиторлық қорғаудың әртүрлі әдістері жасалды (кесте 3). Бұл әдісті таңдау қорғалатын объектілердің

құрылымдық ерекшеліктерімен, коррозиялық ортаның құрамымен және қасиеттерімен, ингибитордың технологиялық сипаттамаларымен анықталады және техникалық-экономикалық талдаумен, зертханалық және өндірістік зерттеулермен негізделуі керек. [3... 9].

Кесте 3 - Мұнай жабдықтарының коррозиясын ингибитормен тежеу әдістері

Ингибиторлеу түрлері	Сораптық игеру ұңғымалары	Ұңғымалардың созылым жүйесі	Мұнай жинау коллекторлары	Су айдау жүйесі
Ұңғыманың құбыр кеңістігі сыртындағы жоғары дозасы	+	+		
Айналым әдісі (стандартты кезеңді өңдеу)	+	+	+	
Салмақты ингибиторымен емдеу	+	+		
Бөлгіштермен мерзімді өңдеу			+	
Жоғары мөлшермен үздіксіз доза	+		+	+
Қабатқа айдау	+	+	+	
Үздіксіз айдау	+	+	+	+

Газдалған ағынды суларында болаттың коррозиясын тежеу үшін кен орынында отандық және шетелдік өндіріс ингибиторлары зерттеліп 4 кестеде келтірілген. Кестеден ағынды суларды қарқынды араластыру және аэрациялау жағдайында аздаған реагенттердің мөлшерінің өзі жеткілікті әсер береді. Сонымен, тұщы сулардағы болаттың коррозиясын тежеу үшін қолданылатын натрий нитриті жоғары минералданған ағынды сулардағы тиімділігі аз болды [7... 11]. Қарастырылып отырған натрий сульфитінің жоғары қорғаныс әсері, бұл жағдайда суды химиялық жолмен оттегісіз қалуға негізделген, бұл ағынды сулардағы металл коррозиясының күшеюіне еріген оттегінің анықтаушы рөлін растайды. Көптеген зерттеушілер [7... 11], коррозия жылдамдығының суда еріген оттегімен әсерлесуі натрий сульфитінің мөлшері көп болған жағдайда да есептелген реакция теңдеуімен салыстырғанда үлкен емес екенін атап өткен. Сонымен қатар бұл реагенттің оттегімен әсерлесу жылдамдығы өңделуші ортаға кішкене мөлшердегі катализаторды (мыс немесе кобальт тұзы) қосса күрт ұлғаяды. Бұл жағдайда судың оттегіден толық ажырауы жүреді, ал тәжірибе кезіндегі коррозия жылдамдығы 0,075 г/м сағ тең, яғни қорғау тиімділігі 90 % жоғары болып тұр. Мұнай жоқ фильтрленген ағынды суларда, көмірсутекті ерігіш ингибиторлар, суда ерігіш немесе дисперленгіш реагенттерге қарағанда негізінен жоғары қорғаныстық қасиеттерге ие. Мәліметтерден көріп отырғандай, ағынды суға ИКБ – 4 ингибиторды қосу оттегінің иондануының шекті диффузи-

ялық тоғын төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар сутегінің катодты шығару процесін айтарлықтай тежейді.

Қазір жерасты құбырларының сыртқы окшаулау күйін диагностикалау, қалыңдығын өлшеу, дәнекерленген жіктердің ультрадыбыстық дефектоскопиясы бойынша барлық жұмыстарды сындырмай бақылау және коррозиялық мониторинг зертханасы орындайды. Бұл жағдайда зертхана мамандары байланыс және байланыссыз зерттеу әдістерін қолданады. Соңғысы сыртқы окшаулаудың күйін анықтауға мүмкіндік беретін отандық УКИ-1М және Radiodetection (Англия) құрылғысының, сондай-ақ ИКН – 3 құрылғысының көмегімен орындалады (өндіруші – «Энергодиагностика» ЖШҚ, Мәскеу қ.), бұл жер асты құбырларының сыртқы окшаулауының тек қана жай-күйін бағалауға ғана емес, сонымен қатар коррозиялық және механикалық зақымдану тұрғысынан ең қауіпті құбыр учаскелерін анықтауға мүмкіндік береді.

Кесте 4 - Мұнай жабдықтарының коррозиясын ингибитормен тежеу істері

№	Ингибитордың атауы	100 мг/л ингибиторды құйғандағы қорғаныс мөлшері, %		
		көміртекті суда еритін	суда еритін	
			көміртексіз	+500 мг/л уайт-спирит
1	Катионат-7 (диамин-диолеат) ствен катионат-10 - 13,1 31,6 ные ИКБ-2 (1 - (2'-оксиэтил) -2	76,6	-	-
2	Катионат-10	-	13,1	31,6
3	Триметилалкиламмоний хлорид, С10-16	45,1	17,8	20,4
4	Диметилдиалкиламмоний хлорид, С17-20	49,5	42,6	52,7
5	Триалкилметиламмоний хлорид, С7.9	27,9	12,2	15,8
6	Катапии А	-	38,0	44,8
7	Контол К-178	-	21,9	41,6
8	Дуомин С	68,5	54,7	-
9	Додиген 95	21,2	5,6	-
10	Додиген 179	14,1	7,4	-
11	Додиген 1/213	26,8	26,3	-
12	Додиген 1/214	65,6	36,2	-
13	СНПХ-6301	-	-	90,6
14	Арквад Т-50	84,4	16,5	26,0
15	Ное 1/387	17,5	8,8	-

Алдымен Radiodetection трассалық детекторының көмегімен құбыр осінің орны анықталады (*сурет 5*). Осыдан кейін екінші оператор осы осьтен кейін ИКН-3 құрылғысымен кернеулердің концентрациясын өлшейді. Құрылғы магнитограмманы жазады, содан кейін ол зертханада шешіледі. Транскрипциялардың бірінің нәтижелері бойынша кен орнында ұзындығы шамамен 50 м учаске табылды, онда қабырғаның қалдық қалыңдығы бастапқы қалыңдығы 4 мм болған кезде 1,5 мм-ге дейін кішірейген. Сондай-ақ, ауыр құрылыс техникасын абайсыз пайдалану нәтижесінде пайда болған көптеген ойықтар мен басқа да механикалық зақымдар табылды. Осылайша, бүгінде әртүрлі диагностикалық құралдарды қолдану бізге ықтимал апатты жерлерді дәл диагностикалауға және оларда апаттардың пайда болуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Кен орнында жерасты құбырлары болмаған жағдайда коррозияға қарсы қорғаныс шеңберіндегі негізгі күш жер бетіндегі құбырлардың ішкі коррозиясымен күресуге бағытталған.



Сурет 5 - Radiodetection трасса детекторының көмегімен жер асты құбырының коррозиялық және механикалық зақымдану орнын анықтау

Ішкі коррозия жылдамдығы негізінен күкіртті сутектің құрамымен анықталады, ол әр түрлі мөлшерде барлық сұйықтықтарда болады – мұнай жинау жүйесінде де, ҚҚҰТЖ жүйесінде де. Атап айтқанда, күкіртсутек жеткілікті жоғары концентрацияда ҚҚҰТЖ үшін қолданылатын қабат сұйықтығында болады. Ішкі коррозия жылдамдығын анықтайтын екінші маңызды факторға, сорап станцияларының кірісінде сұйықтық қысымы жеткіліксіз болған кезде пайда болатын оттегінің мөлшері жатады. Құбырды штукцирлауды КИПиА аспаптары да жасай алады. Коррозияны бақылау заманауи және сенімді жабдықты қолдана отырып жүзеге асырылады, мысалы, Ultrasonг ультрадыбыстық жүйесі (*сурет 6*).


Бұл жүйе-эпоксидті шайырдың көмегімен құбырдың төменгі генераторына бекітілетін және құбырлардың коррозияға бейім бөліктерінің қабырғаларының қалыңдығын өлшейтін, сондай-ақ сұйықтықтың температурасын өлшейтін арнайы құрылғы. Датчиктерді орнату құбырдың тұтастығын бұзбай жүзеге асырылатындықтан, бұл жүйені жоғары қысымды су өткізгіштерде де қолдануға болады. Сонымен қатар, коррозияны бақылау жүйесінің бөлігі ретінде біз арнайы Microson құралын қолданамыз, ол сонымен қатар төменгі генератор құбырына орнатылады және құбырдың ең қауіпті аймақтарындағы ортаның агрессивтілігін бақылауға қызмет етеді (*сурет 6*). Сонымен қатар, құрылғының дизайны құбырдың ішкі қуысын



Сурет 6 - Microcor және Ultracor жүйелерін пайдалану

арнайы тазарту құрылғыларымен тазарту жұмыстарын жүргізу кезінде зондты көтеру және түсіру қажеттілігін болдырмайды, ал Microcor жүйесінің дәлдігі мен жауап беру уақыты қоршаған ортаның агрессивтілігінің өзгеруін тез бақылауға мүмкіндік береді. Осылайша, біз коррозия ингибиторының дозасын тез арада түзетуге болады және ингибиторлардың әсерін мүмкіндігінше қысқа мерзімде жүргізе аламыз. Коррозия жылдамдығын өлшеудің қолданылатын әдісі осы жабдықты мұнай жинау жүйесінде де, су құбырлары жүйесінде де пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Құмкөл кен орындарының өнімдеріне кешенді зерттеулер жүргізіліп, тотығу және тотықсыздану қасиеттері бар сарқынды суларда еріген компоненттердің өзара әрекеттесуінің кинетикалық заңдылықтары анықталып, дамудың бастапқы кезеңінде агрессивті компоненттердің болмауы және уақыт өте келе бактериялардың күкіртсутегі мен метаболиттерінің пайда болуы және айтарлықтай өсуі, темір сульфидінің тоқтатылған бөлшектері мен коррозия өнімдерінің ұлғаюы белсенді сульфатредукциямен байланысты екені анықталды. Кәсіпшілік құбырларының пайдалану сенімділігін арттырудың және мұнай жинаудың, қабат суларын алдын ала ағызудың, мұнайды дайындаудың және ағынды суларды қабат қысымын ұстап тұру жүйесінде кәдеге жаратудың герметикалық жүйелерін енгізудің технологиялық әдістерінің ғылыми негіздері әзірленді. Су басқан қабаттары мен мұнай өндіру объектілерінде сульфатредукция процесіне зерттеулер жүргізілді және алғаш рет көрсетілді. Алғаш рет теориялық тұрғыдан негізделген, эксперименталды түрде расталған және құбырлардың коррозиясының жергілікті сипатының себептері анықталған. Мұнай кәсіпшілігі құбырларының сенімділігін арттыру әдістеріне кең зертханалық, стендтік және тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар жүргізілді. Соңғы 10 жыл ішінде Құмкөл кен орынында коррозия ингибиторлары мен бактерицидтерді енгізу, бұл мұнай жинау жүйесіндегі ақаулар ағынының 3,4 есе, қабат қысымын ұстап тұру жүйесінде 7,5 есе төмендеуіне әкелді. Мұнай өндірудің технологиялық және экологиялық аспектілерін ескере отырып, кен орындарын игерудің әртүрлі кезеңдері үшін мұнай кәсіпшілігі құбырларының сенімділігін арттырудың негізгі ережелері әзірленді. Ластаушы заттардың төгілу көлеміне, олардың қоршаған ортаға әсеріне бағалау жүргізілді және анықталды Қазіргі уақытта «Петро Казахстан Кумколь Ресорсиз» компаниясының құбыр паркі тозудың жоғары деңгейімен сипатталады – құбырлардың

көпшілігі Кеңес заманында немесе өткен ғасырдың 90-жылдарының басында салынған. Сонымен қатар, 20 - болаттан жасалған құбырлардың көп бөлігі омық кедергісі төмен жоғары агрессивті сазды топырақтарға төселген, бұл сонымен қатар сыртқы коррозияның жоғары жылдамдығын тудырады. Құбырларды қорғау, ішкі және сыртқы коррозия жылдамдығын төмендету үшін компанияда ингибиторлық өңдеу және электрохимиялық қорғау әдісі қолданылады, ал құбырлардың ықтимал қауіпті аймақтарын анықтау үшін жоғары дәлдіктегі заманауи диагностикалық жабдық пайдаланылады. Сондай-ақ, жаңа құбырларды салумен және оқшаулаумен айналысатын мердігерлік ұйымдардың жұмысын бақылау күшейтілді. Осы шаралардың барлығы компанияның құбыр жүйелерінің сенімділігін арттыруға және олардың бұзылуына байланысты оқиғалардың санын азайтуға мүмкіндік берді. Кен орнындағы құбырлардың жер үстінде орындалатын барлық учаскелері сыртқы оқшаулаумен қорғалады, бұл сыртқы коррозияның пайда болу мүмкіндігін болдырмайды және оларды пайдалану кезінде ішкі коррозиядан қорғауды негізгі міндеті етеді. Ішкі коррозиялық бұзылуды азайту және кен орнында құбырлардың пайдалану сенімділігін арттыру үшін коррозияға қарсы тиімді жүйе енгізілді, оған тұрақты коррозиялық мониторингі бар коррозия ингибиторларын қолдану, әртүрлі тазалау құрылғыларын пайдалана отырып, құбыршілік тазалау жүргізу, сондай-ақ құбыршілік диагностиканы пайдалану кіреді. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Сорокин Г.М. Коррозионно-механическое изнашивание сталей и сплавов / Г.М. Сорокин, А.П. Ефремов, Л.С. Саакян. – М.: Нефть и газ, 2002. – 424 с. [Sorokin G.M. Korozionno-mehaniceskoe изнашивание staley i splavov / G.M. Sorokin, A.P. Efremov, L.S. Saakian. – М.: Neft i gaz, 2002. – 424 s.]
- 2 Ким С.К. Проблемы микробиологической коррозии нефтепромыслового оборудования // Нефтяное хозяйство. – 2001. – №3. – С. 62-63. [Kim S.K. Problemy mikrobiologicheskoi korozii neftepromyslovogo oborudovania // Neftnnoe hozäistvo. – 2001. – №3. – S. 62-63.]
- 3 Негреев В.Ф. Коррозия оборудования нефтяных промыслов. Баку: Азнефтеиздат, 1951.-270с. [Negreev V.F. Korozia oborudovania neftnyh promyslov. Baku: Aznefteizdat, 1951.-270s.]
- 4 Курсанова Б.И., Константинова Е.В. Влияние газовых компонентов минерализованной воды на коррозионную стойкость углеродистой стали. // Водоснабжение и санитарная техника. 1967. № 1. – С. 17-21. [Kursanova B.I., Konstantinova E.V. Vlianie gazovyh komponentov mineralizovannoi vody na korozionnuu stoikos uglerodistoi stali. // Vodосnabjenie i sanitarnaia tehnika. 1967. № 1. - S. 17-21]
- 5 Курсанова Б.И., Константинова Е.В. Коррозия углеродистой стали в минерализованной воде. // Водоснабжение и санитарная техника. 1969. № 9. – С.10-13. [Kursanova B.I., Konstantinova E.V. Korozia uglerodistoi stali v mineralizovannoi vode. // Vodосnabjenie i sanitarnaia tehnika. 1969. № 9.-S.10-13.]
- 6 Оценка прочностного ресурса газопроводных труб с коррозионными повреждениями / под ред. Ю.И. Быкова. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 168 с. [Osenka prochnostnogo resursa gazoprovodnyh trub s korozionnymi povrejdeniami / pod red. lu.I. Bykova. – М.: SentrLitNefteGaz, 2008. – 168 с.]
- 7 МР 1967-2007. Методика определения численных значений скоростей коррозии трубных сталей. –Ухта.: ООО «ВНИИГАЗ», 2007. – 46 с. [MR 1967-2007. Metodika opredelenia chislennyh znacheni skorostei korozii trubnyh staley. – Uhta.: ООО «VNIIGAZ», 2007. – 46 s.]

- 8 Таңжарықов П.А., Өткелбай Б.А. Минералды ортадағы сораптық компрессорлық құбырларды коррозиядан қорғау әдістерін жетілдіру / Энерго и ресурсосберегающие технологии:опыты и перспективы.III Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары .- Қызылорда, 2021. – Б. 517-523 [Таңжарықов Р.А., Өткелбай В.А. Mineraldy ortadaғы soraptyқ kompressorlyқ құbyrlardy koroziadan qorғau әdisterin jetildiru / Energo i resursosberegaiuie tehnologii:opyty i perspektivy.III Halyqaralyқ ғыlymi-praktikalық konferensia materialdary .- Qyzylorda, 2021. – B. 517-523]
- 9 Таңжарықов П.А.,Ержанова А.Т.,Кабыл С.Б. Мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтау // Вестник ПГУ. – 2018. – №2. – С. 80-87 [Таңжарықов Р.А.,Ержанова А.Т.,Кабыл С.Б. Мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтау // Vestnik PGU. – 2018. – №2. – С. 80-87]
- 10 Медведев М.Л., Мурадов А.В, Прыгаев А.К. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров: учебное пособие для вузов нефтегазового профиля. – М. : Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина 2013.- 250 с.[Medvedev M.L., Muradov A.V, Prygaev A.K. Korozia i zaşıta magistrálnyh truboprovodov i rezervuarov: uchebnoe posobie dlä vuzov neftegazovogo profilä. - M. : Izdatelski sentr RGU nefti i gaza imeni İ. M. Gubkina 2013.- 250 s.]
- 11 Таңжарықов П.А., Амангельдиева Г.Б., Мұнай және газ ұңғыма жабдықтарының коррозиялық тозуына қабат суларының әсері // НЕФТЬ И ГАЗ , № 2 (122), 2021, С.25-35, Алматы -2021.[Таңжарықов Р.А., Амangeldieva G.B., Мұнай және газ ұңғыма жабдықтарының коррозиялық тозуына қабат суларының әсері // НЕФТЬ И ГАЗ , № 2 (122), 2021, S.25-35, Almaty -2021.]
- 12 Таңжарықов П.А., Амангельдиева Г.Б., Тилеуберген А. Ұңғымалық ортаның коррозиялық белсенділігін бағалау// НЕФТЬ И ГАЗ, №6 (126), 2021, С.79-90, Алматы -2021. [Таңжарықов Р.А., Амangeldieva G.B., Tileubergen A. Ұңғымалық ортаның коррозиялық белсенділігін бағалау// НЕФТЬ И ГАЗ, №6 (126), 2021, S.79-90, Almaty -2021.]
- 13 Каменщиков Ф.А. Борьба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. – 412 с. [Kamenşikov F.A. Bõrba s sülfatvosstanavlivaiuşimi bakteriami na neftänyh mestorojdeniah. – İjevsk: NİS «Regulärnaia i haotichnaia dinamika», İstitut kömpüternyh issledovani, 2007. – 412 s.]
- 14 Андреева Д.Д. Коррозионно-опасная микрофлора нефтяных месторождений. - Казань: Вестник Казанского технологического университета, 2013. – 12 с. [Andreeva D.D. Korozionno-opasnaia mikroflora neftänyh mestorojdeni. – Kazän: Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 2013. – 12 s.]
- 15 Кушнарченко В.М. Биокоррозия стальных конструкций. – Оренбург: Вестник Оренбургского государственного университета, 2012. – С. 160-164.[Kuşnarenko V.M. Biokorrozia stälnyh konstruksii. – Orenburg: Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012. – S. 160-164.]
- 16 Нанзатоол Ю.В. Биокоррозия объектов промышленных предприятий и методы защиты от нее. – Курск: Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2015. – 79 с. [Nanzatool İu.V. Biokorrozia obektov promyšlennyh predpriati i metody zaşıty ot nee. – Kursk: Biosfernaia sovmestimõst: chelovek, region, tehnologii, 2015. – 79 s.]
- 17 Жиглецова С.К. Повышение экологической безопасности при использовании биоцидов для борьбы с коррозией, индуцируемой микроорганизмами. – М.: Прикладная биохимия и микробиология, 2012. – 694 с. [Jiglesova S.K. Povyşenie ekologicheskoi bezopasnosti pri ispolzovanii biosidov dlä bõrby s koroziei, indusiruemoi mikroorganizmami.– M.: Prikladnaia biohimia i mikrobiologia, 2012. – 694 s.]