

УДК 658.5.012.011.56 50.01.85, <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2021-2.03>

## МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ҰҢҒЫМА ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ КОРРОЗИЯЛЫҚ ТОЗУЫНА ҚАБАТ СУЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ



**П.А. ТАҢЖАРЫҚОВ,**  
техника ғылымдарының  
кандидаты, мұнай-газ  
инжинирингі кафедрасының  
профессоры,  
<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>



**Г.Б. АМАНГЕЛЬДИЕВА\*,**  
мұнай-газ инжинирингі  
кафедрасының аға  
оқытушысы, магистр,  
<https://orcid.org/0000-0002-9187-8104>

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТИ  
Қазақстан Республикасы, 120000, Қызылорда қ., Әйтеке би, 29А

*Бұл мақалада мұнай және газ кен орындарын игеру кезінде тау жыныстары, мұнай, газ және су арасындағы тепе-теңдік бұзылуына және жыныстардың сілтіленуі, катиондық алмасу, минералдар мен көмірсутектердің тотығуынан өндірілетін шикізаттардың химиялық құрамы өзгеріп, қондырғылардың коррозиялық бұзылуына әкеледі. Ұңғымамен сұйық сутегі сульфидінің және көмірқышқыл газының концентрациясы, жүйедегі жалпы қысым, рН ортаның қышқылдығы, ерігіш тұздардың құрамы мен концентрациясы, температурасы, уақыт, жалпы созылу кернеуі мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтайды. Әртүрлі мөлшердегі қабаттық және тұщы сулардың (тұз концентраты) және ортаның қозғалу жылдамдығына (оттегінің түсуі) байланысты коррозия жылдамдығының әсер етуі график түрінде келтірілді. Қос фазалы ортаның коррозияға белсенділігі сутегі көміртекті және компонентті жүйенің физико-химиялық қасиеттеріне тәуелділігі талдау жүргізу арқылы дәлелденді.*

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** коррозия, мұнай өнімдері, тау жыныстары, көмірқышқыл газының концентрациясы, сутегі сульфиді, коррозия жылдамдығы.

\* Адрес для переписки. E-mail: [pan\\_19600214@mail.ru](mailto:pan_19600214@mail.ru); [amangeldieva74@mail.ru](mailto:amangeldieva74@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

**П.А. ТАНЖАРИКОВ**, кандидат технических наук, профессор кафедры нефтегазового инжиниринга, <https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>;

**Г.Б. АМАНГЕЛЬДИЕВА\***, магистр, старший преподаватель кафедры нефтегазового инжиниринга, <https://orcid.org/0000-0002-9187-8104>

КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ КОРКЫТ АТА  
Республика Казахстан, 120000, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А

*В статье раскрывается, как при разработке нефтяных и газовых месторождений нарушается равновесие между горными породами, нефтью, газом и водой и происходит выщелачивание пород, катионный обмен, изменение химического состава добываемого сырья из-за окисления минералов и углеводородов, что приводит к коррозионному разрушению установок. Концентрация жидкого сероводорода и углекислого газа в скважине, общее давление в системе, кислотность pH среды, состав и концентрация растворимых солей, температура, время, общее натяжение определяют коррозионное разрушение нефтяного оборудования. Влияние скорости коррозии в зависимости от скорости движения пластовых и пресных вод (концентрации соли) различных размеров и среды (поступления кислорода) приведено в виде графика. Зависимость коррозионной активности двухфазной среды от физико-химических свойств водородно-углеродной и компонентной систем доказана проведением анализа.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** коррозия, нефтепродукты, горные породы, концентрация углекислого газа, сероводород, скорость коррозии.

## THE INFLUENCE OF RESERVOIR WATER ON THE CORROSION OF EQUIPMENT IN OIL AND GAS WELLS

**P.A. TANZHARYKOV**, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Oil and Gas Engineering, <https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>;

**G.B. AMANGELDIEVA\***, Master, Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering, <https://orcid.org/0000-0002-9187-8104>

KORKYT ATA KYZYLORDA UNIVERSITY  
29A, Aiteke bi st., 120000, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

*This article states that during the development of oil and gas fields, the balance between rocks, oil, gas and water is disturbed and leaching of rocks, cation exchange, changes in the chemical composition of the extracted raw materials due to the oxidation of minerals and hydrocarbons, which leads to corrosion destruction of installations. The concentration of liquid hydrogen sulfide and carbon dioxide in the well, the total pressure in the system, the pH acidity of the medium, the composition and concentration of soluble salts, temperature, time, and total tension determine the corrosion failure of oil equipment. The effect of the corrosion rate depending on the speed of movement of reservoir and fresh water (salt concentrate) of various sizes and the medium (oxygen supply) is shown in the form of a graph. The dependence of the corrosion activity of a two-phase medium on the physical and chemical properties of the hydrogen-carbon and component systems is proved by performing an analysis.*

**KEY WORDS:** corrosion, oil products, rocks, carbon dioxide concentration, hydrogen sulfide, corrosion rate.

**К**өптеген кен орындары өзен, көлдер, жинақталған су қоймасы, минералды сулар мұнай өнімдерін игеру мақсатында жұмыс жасайды. Игеру кезінде тау жыныстары, мұнай, газ және су арасындағы тепе-теңдік бұзылады. Сол

себепті, жыныстар сілтіленіп, катиондық алмасу, минералдар мен көмірсутектердің тотығуы және т.б. дами бастайды. Осы себептерге байланысты, кейбір заттардың жоғары концентрациясы бастапқы суларға қарағанда, қосымша суларда көп болуы мүмкін. Кен орнын дайындауда әр түрлі себептер болады және пайдалану мерзімі ұзақ уақытқа созылатындықтан, зиянды заттардың мөлшері көбейе береді. Игеру кезінде тампонаждық тастың коррозиясына, сонымен қатар құбыр кеңістігінің нашар бекітілуіне (цементтің колоннаға немесе жынысқа нашар жабысуынан), саңылаусыздықтың жойылуына, қысымның төмендеуіне, құбырлардың коррозиясына байланысты күкіртті горизонттар ұңғымаға жетуге мүмкіншілік алады. Ұңғымаларға су айдау кезінде сутек сульфидінің қышқылына қосымша сульфатты қалпына келтіретін бактериялар (СҚКБ) пайда болады. Жоғары тұтқырлықтағы мұнай қабатына жылу әсерлері және басқа да жылулық әдістер нәтижесінде органикалық қосылыстардың ыдырауы негізінде күкірт сутегі пайда болуы мүмкін. Су айдалғаннан соң, мұнай қоймаларында биогенді сульфат пайда болу процесі қарқынды жүреді. Осы үдерістердің жүруіне ең қолайлы жағдайлар су айдау кезінде байқалады. Ұңғымаларда сутектің сульфиді пайда болғаннан соң, ол жердегі тұщы сулар сорылып, өндірілген ағынды сулармен алмастырылады. Көптеген зерттеулердің нәтижесінде, ұңғымаларда күкіртсутегінің құрамында СҚКБ бар суды айдағаннан кейін, бір жылдан соң пайда болатыны анықталған. Басқа қалыпты жағдайда, жабдықтарға негізінен күкіртсутегі коррозиялық әсер жасайды, мұның ішінде биогенді күкіртсутегілері де бар. Сондықтан мұнай газ ұңғымалары күкіртсутекті немесе күкіртсутексіз деп екіге бөлінеді.

Айдаушы ұңғыманың аумағында пайда болған  $H_2S$  айдалған сумен бірге қабат бойымен жылжып, игеру ұңғымаларына барады. Сонымен қатар  $H_2S$ -тың қабаттағы сумен мұнайдағы еру мөлшері, дисстиляцияланған су мен мұнайға қарағанда 2-3 есе азаяды [2]. Мұнай газ өндірісіндегі өнеркәсіптік қондырғылар мен жабдықтар күкіртсутекті ортаның әсерінен қарқынды коррозиялық бұзылуға ұшырайды [3,8].

Мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтайтын сыртқы факторлар төмендегідей: ұңғымаларды өндірудегі сутегі сульфидінің және көмірқышқыл газының концентрациясы, жүйедегі жалпы қысым, рН ортаның қышқылдығы, ерігіш тұздардың құрамы мен концентрациясы, температурасы, уақыт, жалпы созылу кернеуі және т.б.

Қабат және ағынды суларының электрөткізгіштігі жоғары болғандықтан, бұл процес электрохимиялық коррозияның қарқынды жүруіне ықпал етеді.

*1-кестеде* болаттан жасалған материалдың құрамына жүргізілген коррозиялық, электрохимиялық зерттеулер көрсетілген.

Алынған болат материалдар электрлік дәнекерленген құбырларды пайдалануда, тік дәнекерленген түрлі диаметрлі және кәсіптік жабдықтарды кен орындарында кеңінен қолданылады. Сынау үшін ортасынан бөлінген құбырдан, ені 50-100 мм сақина тәріздес үлгілер кесіліп алынған. Бұл сақина ені 20-30 мм сегменттерге, ал сонан соң 50 (100) x 20 (30) x 4 мм өлшемді жазық үлгілерді алу үшін механикалық жылтырату жасалынған. Кейбір жағдайларда ұзындығы 30-50 мм және қалыңдығы 3-4 мм болатындай етіп жазық дискілер дайындалады. Коррозияға қарсы сынау жұмыстарын жүргізу үшін жұмыс бөлімінің диаметрі 5 мм цилиндрлік үлгілер жасалды. Коррозияға және шаршауға төзімділік сынақтары үшін көлемі 10x100x1 мм тегіс

# КРИТЕРИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

## 1 Кесте – Зерттелген болаттардың химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері

Болат маркасы	$\sigma$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	КСu <sub>-20</sub> , Дж/см <sup>2</sup>	Құрамындағы химиялық элементтер, %							
					C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
Ст 3сп	360	255	22	29	0,2	0,5	0,24	0,035	0,04	0,3	0,26	0,2
17Г1С	530	320	22	48	0,18	1,35	0,55	0	35	0,04	0,25	0,3
09Г2С	490	365	19	34	0,1	1,46	0,65	0,035	0,4	0,3		0,2
37Г2С	980	860	12	28	0,34	1,45	0,7	0,04	0,04	0,3		
15ХФ	720	510	13	70	0,16	0,54	0,27	0,03	0,035	1,05		
20	350	180	28	62	0,21	0,5	0,26	0,035	0,04	0,2		
35	520	310	16	36	0,36	0,65	0,32	0,032	0,04	0,2		
45	570	320	13	32	0,45	0,7	0,3	0,035	0,04	0,2		
40	970	760	10	69	0,38	0,65	0,27	0,035	0,035	0,2	0,3	0,2

үлгілер пайдаланылды. Болат үлгілер, 37Г2С, 35, 45 және 40Х жолақтардан немесе шыбықтардан жоғары температурада жасалған.

Соңғы тегістеуден кейін тазартылған беті сумен жуылады, сүзгі қағазымен кептіріледі және изопропил спиртімен залалсыздандырылады.

Коррозиялық орта ретінде, Құмкөл кен орнында қолданылған су алынған. Кейбір зерттеулер үшін, агрессивті орта ретінде қабат суларының зертханада дайындалған модельді түрлері пайдаланылды. Судың құрамы 2-кестеде келтірілген.

## 2 Кесте – Ағынды сулардың физика-химиялық құрамының сипаттамасы

Тығыздығы, г/см <sup>3</sup>	рН	Жалпы минерализация, г/л	Құрамы, мг/л	Иондық құрам, мг/л					
				НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
1,042	6,1	56,79	51,9	451,4	674,9	34790	5000	1580	14250

Коррозия тежегіштері ретінде, негізінен, мұнай өнімдерін өндіру үшін ұсынылатын коммерциялық кол жетімді өнімдер сыналды:

- Олазол Т2П сыныптары, Т2ПМ (ТУ0258-008-020666-99);
- Кродакс ИЦ 125 (Техникалық ақпарат және өнім қауіпсіздігі туралы ақпарат);
- СНПХ 6302 (ТУ 24-12966038-002-92);

Тежегіштердің физика-химиялық сипаттамалары 3-кестеде келтірілген.

Жалпы коррозияға сынау-МЕСТ 9.506-87 сәйкес; коррозиялық-механикалық бұзылуғасынау - РД 39.0147103.324-88 сәйкес жүргізілді.

Ингибиторлар жоғарыда аталған әдістер мен стандарттарға сәйкес сыналды және сонымен бірге басқа әдістер де қолданылды. Коррозияға қарсы зерттеулер 50x20x2 мм өлшенген тік бұрышты пластиналар түрінде болат үлгілерді пайдаланылды.

# КРИТЕРИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

## 3 Кесте – Зерттелген ингибиторлардың физика-химиялық сипаттамалары

Ингибиторлар	Ішкі сипаты	Белсенді бөлігінің массалық үлесі, %	Амин саны $MgHCl_2$ , г	Қату температурасы, °С	Тығыздығы, $г/см^3$
СНПХ 6302	Қоңыр түсті сұйықтық	0,7-0,8 ионды бром	33-37	минус 50°	0,92
Олазол Т2П	Қою қоңыр түсті сұйықтық	$\geq 25$	30-дан кем емес	минус 45°	0,86-0,91
Олазол Т2ПМ	Қою қоңыр түсті сұйықтық	$\geq 25$	28-ден кем емес	минус 45°	0,86-0,91
Кродакс ИЦ-125	Ашық сары түсті сұйықтық	$\geq 25$	-	минус 45°	0,88

Коррозияға қарсы сынақтар МЕСТ9.506-87 бойынша ұсынған-арнайы аппаратта жүргізілді. Сынақтар сұйықтықтың шығының жылдамдығы 1м/с, температурасы  $25 \pm 2^\circ C$  болған кезде жүргізілді; сынақ уақыты – 6 сағат. Тоттанудан кейін үлгілер ыдыстан шығарылып, ағынды сумен жуылып, тотыққан өнімдер алынып тасталды, сумен шайылды, ацетонмен кептірілді және 0,0001 г дәлдікпен аналитикалық таразыда өлшенді.

Ингибиторлаудың тиімділігі оның екі нұсқасында бағаланды:

- 30-дан 150 мг/л концентрациясы агрессивті ортаға тікелей енгізілгенде;
- қорғаныш пленканы қалыптастыру үшін, болат үлгісін алдын-ала ингибиторда 2 сағат ұстап, сонан соң агрессивті ортаға өткізу керек.

Коррозияға қарсы сынақтар ерітіндінің тұрақты араласуы жағдайында 250 мл көлеміндегі арнайы ыдыстарда жүргізілді. Ыдыстардың дизайны үлгілердің еркін тоттану потенциалын  $E_{кор}$  тіркеуге мүмкіндік берді.  $E_{кор}$  өлшемдерінің өзгерістері ПИ-50-1 потенциостат және жоғары кедергілі вольтметрлер көмегімен жүргізілді. Эталондық электрод-қаныққан күміс хлоридті электроды болды. Үлгілердің беті коррозияға арналған сынақтар үшін де дайындалды. Тесттерден бұрын үлгілер суық су құбыры кранымен жуылып, сүзгі қағазымен кептіріліп және этил спиртімен сүртілді. Содан кейін үлгілер  $10^{-4}$  г дәлдікпен аналитикалық таразыларда өлшенді.

Үлгі бетінің кішігірім ( $\sim 0.25$  см<sup>2</sup>) кездейсоқ таңдалған бөлігін өлшегеннен кейін химиялық тұрақтылыққа ие АК-3 маркалы лак тамшысы қолданылды. Коррозияға сынау басталғанға дейін үздіксіз араластырылған ерітіндіге қажетті ингибитордың мөлшері енгізілді. Содан кейін дайындалған үлгілер коррозияға сынау үшін ыдыстарға салынды. Әрбірінде-оқшауланған өткізгіштерге бекітілген 2 үлгіден қойылған.

Үлгіні өткізгішпен байланыстыру орны АК-3 лакпен қосымша оқшауланған. Сынақтардың ұзақтығы 52; 241; 420; 478 сағат болды. Тоттану сынақтарынан кейін үлгілердің беті-оптикалық микроскоп арқылы зерттелді. Металдың коррозиялық зақымдануының сипаты, біртекті  $K_6$  және жергілікті  $K_ж$  еру жылдамдығы, металдың ішіне тотығудың максималды ену жылдамдығы  $K_с$  және коррозия ауданының өлшемдері анықталды. Негізінде ингибиторлы ортада болатты коррозияға зерттегенде, статикалық созылу әдісі қолданылады. Бірақта бұл әдіс ұзақ уақытты (30 тәуліктен

кем емес) талап етіп, үлгілерді көп мөлшерде қажет етеді және мәндерінің таралуы өте үлкен болады.

Сондықтан қазіргі кезде коррозияға зерттейтін үлгілерді жәй жылдамдықпен деформацияға сынайтын жеделдетілген әдісі кең тарап келеді. Бұл әдістің біріншісінен айырмашылығы қорытынды мәндердің таралуының кішілігінде және дәлдігінде болып есептеледі. Сынақ 3 болаттан жасалған цилиндрлі үлгілерде жүргізілді. Дайындылған үлгіні үзгіш машинаға салып, үлгі сыртындағы қабығына ДНС В-1 қабат суын құйып, бір сағаттан кейін үлгіні  $2 \times 10^{-6} \text{сек}^{-1}$  деформация жылдам дығымен соза бастайды. Үлгі үзілгеннен кейін салыстырмалы жіңішкеруі менсалыстырмалы ұзаруы анықталады. Ингибитормен сынаған кезде болат үлгіні ингибиторда ұстап, сонан соң 50 мг/л ингибитор құйылған агрессивті ортаға орналастырамыз. Қорғаныс қабілетін бағалау критериилерине коррозиядан қорғау дәрежесі  $K_{\text{кл}}$  және ортаға әсер ету коэффициенті  $K_{\text{ос}}$  жатады. Олар төмендегі өрнектер арқылы анықталады

$$K_{\text{кл}} = \frac{K_{\text{и}} - K_{\text{ао}}}{K_{\text{а}} - K_{\text{ао}}} \cdot 100\%; \quad K_{\text{ос}} = \frac{K_{\text{а}} - K_{\text{ао}}}{K_{\text{а}}};$$

мұнда  $K_{\text{и}}$  – үлгінің ингибиторлі ортадағы сынақ кезіндегі салыстырмалы жіңішкеруі;

$K_{\text{ао}}$  – үлгінің агрессивті ортадағы сынақ кезіндегі салыстырмалы жіңішкеруі;

$K_{\text{а}}$  – үлгінің ингибиторлі ортадағы сынақ кезіндегі салыстырмалы жіңішкеруі.

Мұнай және газ кен орындарын игеру кезеңінде өндірілетін шикізаттардың химиялық құрамының өзгерісі қондырғылардың коррозиялық бұзылуына әкеліп соқтырады. Металл қондырғыларының коррозиясы көптеген өндіріс орындарына үлкен экономикалық және экологиялық шығын келтіреді. Қышқылды газдың технологиялық жүйелерге әсерінен мұнай және газ кен орындарын игеру кезеңінде де, өндірілетін шикізаттардың химиялық құрамы өзгеріп, қондырғылар коррозияға ұшыра бастайды. Сондықтан қазіргі уақытта ең маңызды мәселелердің бірі-құрамында сутегі сульфиді, көміртегі диоксиді және басқа агрессивті компоненттері болатын жоғары сапалы мұнай өнімдерін өндіретін кен орындарындағы қондырғыларды коррозиядан қорғау болып табылады.

Көптеген кен орындары өзен, көл, қалдықтар (жинақталған су қоймасы) арқылы әртүрлі операциялар жасап, минералды суларды пайдалану арқылы мұнай өнімдерін игеру мақсатында жұмыс жасайды. Игеру кезінде тау жыныстары, мұнай, газ және су арасындағы тепе-теңдік бұзылуы мүмкін. Сол себепті, жыныстардың сілтіленуі, катиондық алмасу, минералдар мен көмірсутектердің тотығуы және т.б. дами бастайды. Осы себептерге байланысты, кейбір заттардың жоғары концентрациясы бастапқы суларға қарағанда, қосымша суларда көп болуы мүмкін. Өндірілетін мұнай мен судың құрамына қарқынды әсер етуі кезінде, ағын сулардың жыныстары мен мұнайдың өзара әрекеттесу үдерістері кен орнын игерудің соңғы кезеңінде жүргізіледі [1].

Айдаушы ұңғыманың аумағында пайда болған  $\text{H}_2\text{S}$  айдалған сумен бірге қабат бойымен жылжып, игеру ұңғымаларына барады. Сонымен қатар  $\text{H}_2\text{S}$ -тың қабаттағы су мен мұнайдағы еру мөлшері, дисстиляцияланған су мен мұнайға қарағанда 2-3 есе азаяды [2]. Мұнай газ өндірісіндегі өнеркәсіптік қондырғылар мен жабдықтар күкіртсутекті ортаның әсерінен қарқынды коррозиялық бұзылуға ұшырайды [3].



Мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтайтын сыртқы факторлар төмендегідей: ұңғымамен сұйық сутегі сульфидінің және көмірқышқыл газының концентрациясы, жүйедегі жалпы қысым, рН ортаның қышқылдығы, ерігіш тұздардың құрамы мен концентрациясы, температурасы, уақыт, жалпы созылу кернеуі және т.б.

Қабат және ағынды суларының электрөткізгіштігі жоғары болғандықтан, бұл процесс электрохимиялық коррозияның қарқынды жүруіне ықпал етеді. Сулардың өткізгіштік қасиетінің көрсеткіші 4-кестеде келтірілген.

Технологиялық ақпарат құралдарының коррозиялық агрессивтілігі көмірсутектер және өнімді горизонттарда бірге алынатын қабат сулары әсер етеді. Уақыт өте келе қабат қысымын ұстап тұру жүйесінде қолданылатын техникалық сулар, өнімді су горизонттарындағы судың құрамы мен сипаттамаларын өзгертеді. Мұнай өнеркәсібінің су айдау жүйесіндегі ағынды суларды немесе тұщы суды тасымалдау кезіндегі орта қарқынның әртүрлі жылдамдықтары байқалады: цистерналарда және резервуарларда нашар қозғалса, ал құбырларда жылдам қозғалады (1-2 м/с), ортадан тепкіш сораптарда қарқынды жылдамдықпен қозғалады (30-50 м/с). Физика-химиялық қасиеттеріне сәйкес, ағынды сулар бірдей емес. Олардың минералдануы, негізінен, мұнай немесе газ тәріздес горизонттарды құрайтын қабат суларымен анықталады.

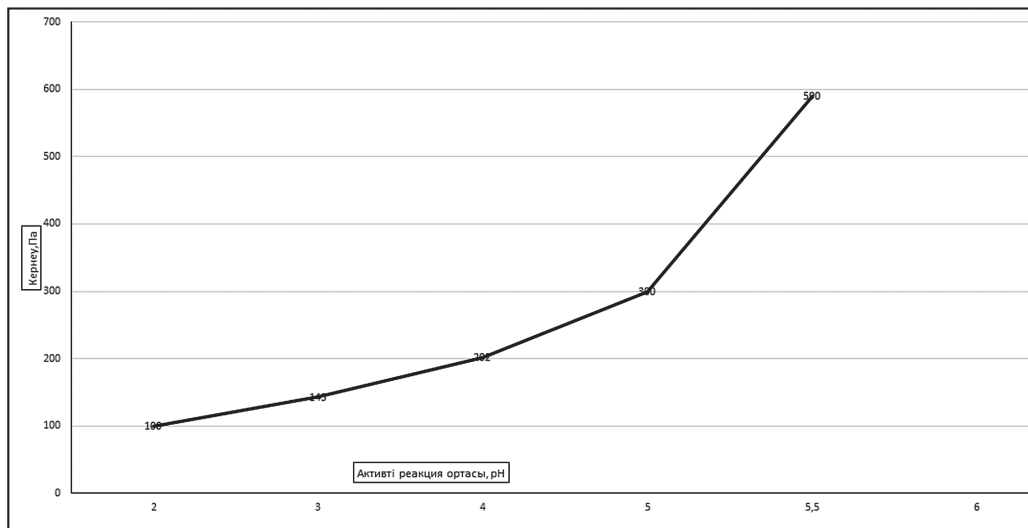
Олар негізінен төрт түрлі болады: натрий сульфаты, натрий гидрокарбонаты, кальций хлориді және магний хлориді. Олардың минералдануы 15-тен 250 кг/м<sup>3</sup>-ге дейін болады. Ағынды суларда ерітілген газдар кездеседі. Оларға: сутегі сульфиді, көмірқышқыл газы, оттегі, азот және т.б. жатады. Қышқыл газдар судың рН-на әсер етеді, ол 4,0 дейін төмендейді. Алайда суды тасымалдау және сақтау кезінде, газдардың шығарылуына байланысты рН көрсеткіші жоғарылайды. Темірі бар суларда рН көрсеткіші керісінше темірдің тотығуына және темір тұздарының гидролизіне байланысты төмендейді. Көптеген девондық қабат суларында еритін екі валентті темір қосылыстары бар. Қабат суларын тұщы сумен араластырғанда, тұщы суда еріген оттегімен, темір гидроксидін қалыптастыру үшін алынған темір ионымен әрекеттеседі. (1-сурет).

#### 4 Кесте – Түрлі газдардың қатысуымен көміртекті болаттың судағы коррозия жылдамдығы

Судың сипаттамасы	Химиялық құрамы, %				Коррозия жылдамдығы, г/(м <sup>2</sup> ×сағ.)			
	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	O <sub>2</sub> қатысынсыз	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> +CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S
қатты	7,588	0,048	0,404	0,193	0,071	0,191	0,483	0,66-2,63
сілтілі	0,523	0.164	0,0007	0,0158	0,027	0,086	0358	1,46-6,66

4-кестеден көрініп тұрғандай, қатты судағы статикалық жағдайлар кезінде болаттың коррозиясы сілтілікке қарағанда үлкен екені байқалады. Аэрация кезінде коррозия жылдамдығы артады, бірақ коррозия жылдамдығы арасындағы айырмашылық аз, ал көміртегі диоксиді қосылғаннан кейін екі суда да тотығу жылдамдығы теңеседі. Сутек сульфидін қосқанда, сілтілік сулардағы коррозия деңгейі қатаңға қарағанда үлкен болады.

Мұнай және газ кен орындарының қабат сулары негізінен натрий хлориді және кальций хлоридінің жоғары минералды тұздары болып табылады, бірақ сутегі суль-



**Сурет 1 – Құбырлардың шытынауы пайда болатын, pH ортаның кризистік кернеулерге әсері**


фидінің көміртегі қос тотықты газы немесе оттегі болмаған кезінде, ұңғымалардың болат жабдықтарына коррозиялық әсері нашар болады. Бұл газдарда немесе суда оттегінің пайда болуы, коррозиялық белсенділікті күрт көтереді. Көміртекті болаттың (0,3% C) түрлі газдардың қатысуымен қатаң және сілтілі түрдегі су әсерінен коррозия жылдамдығының өзгеруі *4-кестеде* келтірілген [4]. Судың минералдануы коррозия жылдамдығын арттырып, ең жоғары деңгейден өткен соң төмендей бастайды. Минералдану жылдамдығының өсуіне байланысты, ең жоғары мән де өсе бастайды. Сонымен қатар коррозия жылдамдығының максимумы минерализацияланған судың жоғары аумағына қарай ауысады. Су фазасындағы сутегі сульфидінің және көмірқышқыл газының қатысуымен коррозия жылдамдығының күрт артуы, осы қышқыл газдардың электрохимиялық реакциялардың табиғатына әсер етуімен байланысты. Көмірсутегілік қарқынды коррозиялық қирауымен қатар, болаттың шытынау коррозиясы пайда бола бастайды. Коррозияның қатты зақымдануына қоса, сутегі сульфиді болаттардың коррозиялануын тудырады. Су фазасындағы сутегі сульфидінің және көмірқышқыл газының қатысуымен коррозия жылдамдығының күрт артуы, осы қышқыл газдардың электрохимиялық реакциялардың табиғатына әсерімен байланысты. Болаттың күкіртсутекті (сульфидті) шытынауы кенеттен, белгілі бір жерде қондырғының көзге көрінбейтін басқа аумақтарында жүреді.

Оған күкіртсутегінің сулы ерітінділеріндегі металдың электрохимиялық коррозиясына байланысты пайда болатын, сутегінің енуі себеп болады. Сульфидті шытынаудың бірнеше көріністері бар және бірқатар сыртқы және ішкі факторлармен анықталады. Ұңғымаларды өндіруде сутегі сульфидінің құрамының артуымен pH көрсеткіші үздіксіз өзгереді, бұл негізінде болаттан жасалған жабдықтың, сульфидті шытынауға қарсы кедергісін төмендетуге алып келеді. Кен орны қысымдарын ұстап тұру және мұнай өнімдерін қарқынды өндіру кезінде (жылу әдістерін пайдалану, қабатқа су мен газ айдау беттік және басқа да химиялық реагенттерді пайдалану) өндірілетін сұйықтықтың бастапқы қасиеттерін айтарлықтай өзгеріске ұшыратуы мүмкін [7].



**Қорытынды.** Ұңғымалардың жұмыс істеу уақыты ұлғайған сайын судың мөлшері мен құрамы артып, мұнай су жүйесі коррозияға белсенді болып келеді. Мұнай және газ ұңғымалары қондырғыларындағы коррозияның күшеюіне себеп болатын суда еріген қышқыл газдар (күкіртті сутек, көміртек диоксиді) болып отыр. Осы аймақтағы температура мен қысымның жоғары мәні болғанына қарамастан, іс жүзінде су конденсат аймағының төмен аудандарында коррозияға ұшырамайды.

Көмірсутекті қоспа мұнай құрамында табиғи БАЗ-нафтен қышқылдары, азоттық негіздер және басқа да заттар болуына байланысты ешқандай коррозиялық қасиеттерге белсенділігі болмайды. Мұнай металл бетіне жұқа пленка түрінде сіңіріліп, қорғаныс әрекетін қамтамасыз ету арқылы коррозияға жол бермейді. Коррозия процесінің кинетикасы көмірсутегі мен су фазаларының сипаты мен қатынасына байланысты. Көміртек пен судың көлемдік қатынастарына қарай эмульсияның түрі мен қасиеттері де өзгереді [8].

Қос фазалы ортаның коррозияға белсенділігі сутегі көміртекті және компонентті жүйенің физико-химиялық қасиеттеріне тәуелді. Олардың құрамы, мөлшерлік қатынастары, еріген газдардың (күкірттісутегі, көмірқышқыл газы, оттегі) көлемі, мұнай және газ кен орындарын игеру мен пайдалану шарттары-ұңғыманың түрі, өндіру әдістемесі, температура, қысым, ортаның қозғалыс жылдамдығы т.б. арқылы анықталады. Егер ұңғымада  $pH < 5,5$  болса, судың құрамына қарамай 1%-ға дейін көміртекті болатын коррозиясының жылдамдығы үлкен болады, егер  $pH > 6,6$  болғанда судың құрамы 95% болса да, коррозия аз мөлшерде болады. Барлық осы факторлардың жиынтығы коррозияның жылдамдығына әртүрлі әсер етеді. 

### ӘДЕБИЕТ

- 1 Гетманский М.Д. Электрохимические методы подбора и оценки эффективности ингибиторов коррозии для высокоагрессивных сред / Э.Х.Еникеев // Борьба с коррозией и охрана окружающей среды. – М., 1986. – С. 60-71. [Getmansky M.D. Electrochemical methods of selection and evaluation of the effectiveness of corrosion inhibitors for highly aggressive environments / E.Kh. Enikeev // Corrosion control and environmental protection. – М., 1986. – P. 60-71. (In Russ.)]
- 2 Гетманский М.Д. Коррозия и защита нефтепромыслового оборудования и трубопроводов в средах с высоким содержанием сероводорода и углекислого газа/ Э.Х.Еникеев, Ю.Г. Рождественский, М.Н.Фокин, Л.Д. Семенов, Ю.И. Толкачев // Борьба с коррозией и охрана окружающей среды. – М., 1986. – С. 40-55. [Getmansky M.D. Corrosion and protection of oilfield equipment and pipelines in environments with a high content of hydrogen sulfide and carbon dioxide / E.Kh.Enikeev, Yu.G. Rozhdestvensky, M.N. Fokin, L.D. Semenov, Yu. I. Tolkachev // Corrosion control and environmental protection. – М., 1986. – P. 40-55. (In Russ.)]
- 3 Миронов Е.А. Закачка сточных вод нефтяных месторождений в продуктивные и поглощающие горизонты. – М.: Недра, 1986. – 169 с. [Mironov E.A. Injection of waste water from oil fields into productive and absorbing horizons. – М.: Nedra, 1986. – 169 p. (In Russ.)]
- 4 Решетников С.М. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. – Л.: Химия, 1986. – 144 с. [Reshetnikov S.M. Inhibitors of acid corrosion of metals. – L.: Chemistry, 1986. – 144 p. (In Russ.)]

- 5 Сорокин Г.М. Коррозионно-механическое изнашивание сталей и сплавов / Г.М. Сорокин, А.П. Ефремов, Л.С. Саакиян. – М.: Нефть и газ, 2002. – 424 с. [Sorokin G.M. Corrosive mechanical wear of steels and alloys / G.M. Sorokin, A.P. Efremov, L.S. Sahakiyan. – М.: publishing house Oil and gas, 2002. – 424 p.(In Russ.)]
- 6 Ким С.К. Проблемы микробиологической коррозии нефтепромыслового оборудования // Нефтяное хозяйство. – 2001. – №3. – С. 62-63. [Kim S.K. Problems of microbiological corrosion of oilfield equipment // Oil Industry. – 2001. – № 3.– P. 62-63.(In Russ.)]
- 7 Бернер Р. А. Термодинамическая стабильность осадочных сульфидов железа // American Journal of Science. – 1967. – Vol. 265. – P. 773-786. [Berner R.A. Termodinamica Stability of sedimentary iron sulfides // American Journal of Science. – 1967. – Vol. 265. – P. 773-786. (In Russ.)]
- 8 Танжариков П. А. Динамика накопления нефтяных отходов и методы их рационального использования // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – №12. – С. 45-48. [Tanzharikov P.A., Sarabekova U.Z. Dynamics of accumulation of oil waste and methods of their rational use // International journal of experimental education, 2012. – №12. – P. 45-48. (In Russ.)]
- 9 Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С. Скважинные насосные установки для добычи нефти. – М., 2002. – С. 280. [Ivanovsky V.N., Darishchev V.I., Sabirov A.A., Kashtanov V.S., Pekin S.S. Downhole pumping units for oil production. Moscow, 2002. – P. 280. (In Russ.)]
- 10 Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Хасаев А.М., Гусев В.И.. Технология и техника добычи нефти. – Москва, 1986. [Mirzajanzade A.Kh., Ametov I.M., Khasaev A.M., Gusev V.I. Oil production technology and technique. – Moscow, 1986. (In Russ.)]