

«М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана» - 2023.- Т. II, Ч.1.- Б.73-79.

**ӘОЖ 620.193**

## **КОРРОЗИЯНЫҢ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫН НАҚТЫ УАҚЫТТА БАҚЫЛАУ**

*Марат Н., Ізімберген Ғ., 3 курс студенті  
Карбаев Н. К., т.ғ.к., ТТжәнеТ каф.аға оқытушысы  
Сиргетаева Ғ.Е., PhD докторы, ТТжәнеТ каф.аға оқытушысы  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу  
университеті, Астана қ.*

Коррозия жыл сайын миллиардтаған шығындарға алып келеді және бұл мәселені шешу маңызды міндет болып табылады. Коррозиядан болатын негізгі зиян металлдың жоғалуында емес, коррозия нәтижесінде жойылған өнімнің қымбаттығында. Металдар мен қорытпалардың бұзылуы болған шынайы шығындарды тек бұзылған конструкцияның құны, жабдықты ауыстыру құны немесе коррозиядан қорғау жөніндегі іс-шараларға жұмсалған тікелей шығындарды ғана бағалай отырып анықтауға болмайды. Одан да көп шығын жанама шығындар құрайды - бұл жабдықтың тозған бөлшектер мен тораптарды ауыстырғанда тұрып қалуы, өнімдердің ағып кетуі, технологиялық процестердің бұзылуы.

Барлық қорғау әдістері шартты түрде келесі топтарға бөлінеді:

- 1) металдарды легірлеу;
- 2) қорғаныс жабындары (металл, металл емес));
- 3) электрохимиялық қорғау;
- 4) коррозиялық орта қасиеттерінің өзгеруі;
- 5) бұйымдарды тиімді құрастыру

Коррозияны өлшеудің үш әдісі бар.

1. Гравиметрия. Гравиметриялық әдістің мәні металл үлгілердің сыналатын ортада болу уақытында массасының жоғалуын анықтау болып табылады. Гравиметриялық әдіс кезінде коррозия жылдамдығы  $km$  (  $г/м^2 \cdot сағат$ ) массалық көрсеткішімен сипатталады.

2. LPR –сызықтық поляризациялық кедергі әдісі бойынша жұмыс істейтін зондтар. Суды өнеркәсіптік тазалауда және тоттану жылдамдығының жылдам көрсеткіші талап етілмейтін басқа да орталарда кеңінен қолданылады. LPR зонд жүйесінде туындауы мүмкін коррозия жылдамдығының ауытқуын бақылау үшін өте қолайлы.

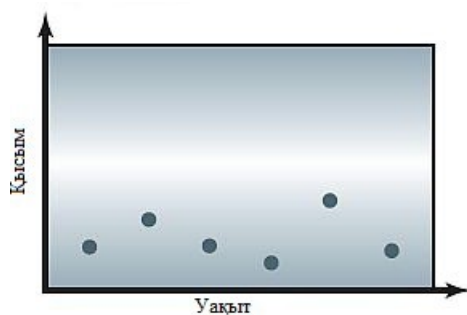
ER – электрлік кедергі әдісі бойынша жұмыс істейтін зондтар. Коррозияға тұрақты бақылау қажет болатын мұнай және химия өнеркәсібінде

кеңінен қолданылады. Тест- купондар тоттануды бағалау үшін құбырдан мерзімді алуды талап етсе, ER-зондтар зондты бөлшектемей тоттануға мониторинг жүргізуге мүмкіндік береді. Жұмыс істеу принципі оған агрессивті жағдайлар әсер еткенде датчиктің кедергісін өзгертуге негізделген [1,2].

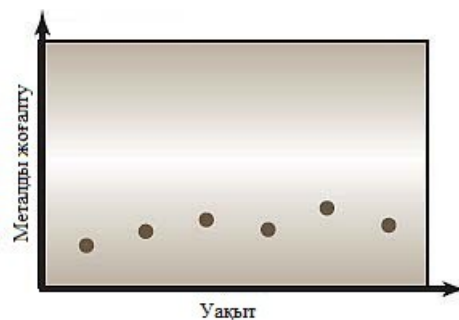
Нақты уақыттағы коррозияның қарқындылығын бағалау. Сарапшылар қолданатын коррозиялық белсенділікті өлшеу әдістері құбырға орналастырылатын бақылау үлгілерін талдау дегенді білдіреді. Коррозиялық ортаға батыру алдында бұл үлгілер мұқият өлшенеді, содан кейін оларды металл шығындарына және басқа да ақауларға зерттейді. Пластинкалар жалпы және нүктелі коррозияның (питтинг) қарқындылығын анықтау үшін негіз болып табылады. Әртүрлі жерлерде бірнеше үлгілердің орналасуы – өңдеу үшін ақпарат жинағын арттырады және бүкіл жүйенің тоттануы туралы нақты түсінік алуға мүмкіндік береді.

Қазіргі талдау әдістері сарапшыларға тоттану қарқындылығы туралы өте нақты деректер алуға мүмкіндік береді, бірақ бұл деректер қондырғы операторларына немесе Басқару жүйесінің инженерлеріне емес, мамандарға ғана түсінікті. Бұл жағдайды коррозиялық датчиктер технологиясы өзгертеді.

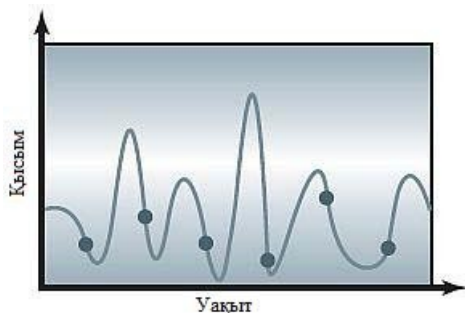
Бұл датчиктер бірегей патенттелген алгоритмдер мен деректерді өңдеу әдістерін қолданады, олар жалпы және нүктелік коррозияның қарқындылығын дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Өнеркәсіпте қолданылатын поляризациялық кедергі әдісінің тиімділігін арттыру үшін (LDR, сызықтық поляризация кедергісі) гармоникалық бұрмалауларды талдау пайдаланылады. Тиімділікті арттыру үшін датчик Генри Штернінің арнайы коэффициентін (B коэффициенті) пайдаланады, оны нақты құбыр мен материалды ескере отырып қоюға болады.



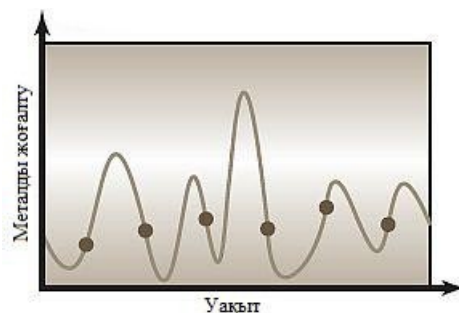
Сурет 1 - Қысымды дискретті басқару



Сурет 2 - Коррозияның қарқындылығын дискретті бақылау



Сурет 3 - Қысымды үздіксіз бақылау



Сурет 4 - Коррозияның қарқындылығын үздіксіз бақылау

Өлшеу циклі кезінде коррозиялық датчиктер электрохимиялық шудың бірегей өлшеулерін жүргізеді (ECN — электрохимиялық шу). Бұл ақпарат жалпы коррозияның қарқындылығы туралы деректермен бірге петтингті бағалауға мүмкіндік береді. Әрбір өлшеу циклі аяқталғаннан кейін тоттану (немесе питтинг) қарқындылығының есептелген мәні одан әрі 4-20 мА тұрақты ток түрінде пайдалану үшін беріледі.

Ұзақ уақыт бойы Штерн-Генри қатынасына негізделген поляризациялық кедергі әдісі (LPR) коррозияны жалпы бақылаудың өнеркәсіптік стандарты болып қалды. Поляризациялық кедергіні өлшеу кезінде ықтимал қозу мен коррозиялық токтың ара қатынасы, яғни, «В коэффициенті» қажет. Бұдан әрі бұл кедергі коррозияның жалпы дәрежесін есептеу кезінде қолданылады. Бұл әдіс «В коэффициентінің» нақты мәнін білуді талап етеді, сондықтан ол өзін-өзі қамтамасыз ете алмайды. Гармоникалық бұрмалауларды талдау осы LPR әдісінің одан әрі дамытуының негізі болып табылады. Өлшеу тогын төмен жиілікті синусоидпен модуляциялаудан кейін, нәтижелік сигналдың гармониялық бұрмалануын талдау арқылы коррозиялық ерітіндінің кедергісін есептеуге болады. Поляризациялық кедергіні және ерітіндінің кедергісін ескере отырып, коррозияның қарқындылық мәнін дәл анықтауға болады [3].

Электрохимиялық шуды өлшеу әдісі (ECN) нүктелік коррозияның қарқындылығын бағалауға мүмкіндік береді. Әдістің мәні металл мен ерітіндінің арасында коррозиялық қабатта пайда болатын аяқ астыфлуктуацияларды өлшеуден тұрады. Тоттану нүктелерін анықтауға мүмкіндік беретін бұл өлшеулер үш электрод болған кезде ғана мүмкін болады.

Нақты уақыт режимінде коррозия мониторингі 4-20 мА ток сигналының көмегімен қондырғы операторы нақты уақыт режимінде тоттану жағдайын қадағалай алады. Оператор ағымдағы көрсеткіштерді алдыңғы көрсеткіштермен салыстыра алады және су сапасының, оның құрамының өзгеруін тез анықтай алады, сондай-ақ ингибитор (антиқышқыл) жұмысының тиімділігін бағалай алады. Құбырдың тоттану қарқындылығына әсер ететін барлық аталған факторларды тоттану мониторингі жүйесінің көмегімен

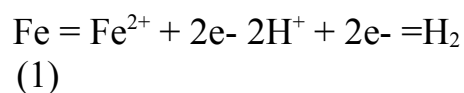
оларды неғұрлым тиімді бақылауға және басқаруға болады. Сонымен қатар, мұндай жүйені пайдаланатын оператор алдын ала техникалық қызмет көрсету шеңберінде күмән тудыратын жабдықты ауыстыруды жоспарлай алады.

Кейбір уақыт аралығында коррозиялық әсерді бағалауға негізделген бақылау пластиналарының дәстүрлі әдісі коррозияның қалған процестермен байланысын ажыратуға мүмкіндік бермейді. Ол нақты уақытта жалпы және нүктелік коррозияның қарқындылығын өлшеуге мүмкіндік беретін коррозиялық датчиктердің озық технологияларымен ешқандай бәсекегеқабілетті емес. Енді коррозияның қарқындылығы кез келген процесс параметрі (қысым, ағын, деңгей, температура және рН сияқты) сияқты пайдаланушы интерфейсінің көмегімен орнату операторы немесе Басқару жүйесінің инженері бақылай алады.

Коррозиялық датчиктер технологиясы жалпы коррозияның төменгі деңгейінде де петтингті анықтауға мүмкіндік береді. Бұл өте маңызды, өйткені ерте сатыда анықталмаған және жойылмаған нүктелі коррозия әсіресе қауіпті болады [4].

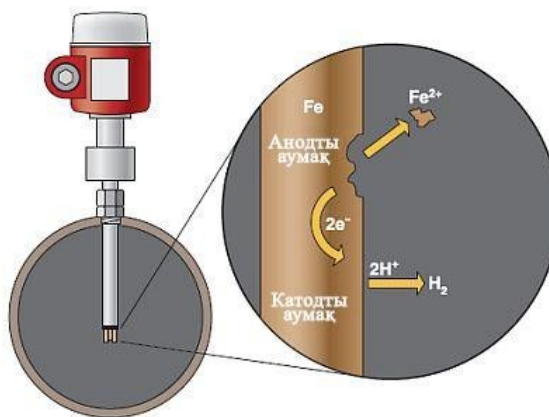
Процесті басқару үшін қысым, температура және деңгей сияқты параметрлерді үздіксіз бақылау өте маңызды (1-4 суреттерді қараңыз). Сондықтан тоттану дәрежесін үздіксіз бақылау қажеттілігін асыра бағалау қиын, себебі мүмкін болар су басу, жүйенің бақылаудан шығуының салдары, тіпті жай ғана жанып кеткен құбырлар да үлкен шығынға әкелуі мүмкін.

Тотығу мониторингі туралы толығырақ тоқтала кететін болсақ, электрохимиялық процестердің салдарынан өткізгіш сұйықтыққа батырылған металл немесе қорытпа коррозияға ұшырайды. Келесі мысалда метал (темір) қышқыл ерітіндісімен қалай әрекет ететіндігі келтірілген:



Темір ионы  $\text{Fe}^{2+}$  тот баспайтын құбырдың немесе резервуардың бетінен ерітіндіге ауысқанда, онда анодты учаске пайда болады. Бұл процестің нәтижесінде металл бетінде артық электрондар пайда болады, содан кейін  $I_{\text{кор}}$  тоттану тогын жасай отырып, жақын катодты аймаққа жылжытылады. Ерітіндідегі тотықтырғыштар артық электрондарды сіңіреді [5].

Барлық өткізгіш беті бойынша бөлінген анодты және катодты учаскелер жағдайын үнемі өзгертеді. Анодты-катодты учаскелер құрылымының толық анықталмағандығынан  $I_{\text{кор}}$ -ды өлшеу мүмкін болмайды. Коррозиялық датчиктер технологиясы бұл шектеуді жеңеді.



Сурет 5 – Коррозиялық датчик жұмысының мысалы

Бір материалдан жасалған үш өлшеуіш электродты білдіретін зонд коррозиялық ерітіндіге салынады. Электродтарға аз кернеу беріледі және сол коррозиялық процестердің салдарынан пайда болатын нәтижелік ток өлшенеді.

Электродтардың тотығуының жоғары қарқындылығы кезінде, металл иондары (біздің мысалдағы  $Fe^{2+}$ ) ерітіндіге оңай түседі және электродтарда жоғары емес кернеу  $I_{кор}$  пропорционалды күшті ток тудырады. Егер коррозияның қарқындылығы жоғары болмаса, иондар ерітіндіге баяу түсіп, сол кернеу әлсіз ток тудырады.

Деректерді өңдеудің арнайы әдістерінің көмегімен коррозиялық датчиктер бұл ақпаратты 4-20 мА сигналына түрлендіреді [2].

Қорытындылай келе, мониторинг жүйесі дәстүрлі бақылау әдістерімен салыстырғанда реакция жылдамдығын айтарлықтай арттыру мақсатында (мысалы, үлгілер-куәлар, электрлік кедергінің зондтары (ER) және сызықтық поляризация кедергісі (LPR)), және кез келген ортада пайдаланылуы мүмкін.

Жүйе сұйықтықтарда, топырақтарда және ылғалды газдарда қалыпты және жоғары температура мен қысымда коррозияға мониторинг жүргізуге мүмкіндік береді (зондтар 3600 psi (253 атм.) және 260 °C дейінгі температурада.) Өлшеулер онлайн, нақты уақыт режимінде жылдам, оңай және сенімді жүргізіледі. Ол әртүрлі коррозияның, оның ішінде окшауландырылған коррозияның барлық түрлері үшін жоғары сезімталдық пен сенімділікке ие, сондай-ақ, жылына миллидюймнен бастап микрон/жылына дейінгі дәлдікпен жергілікті коррозияға сандық бақылау жүргізуге мүмкіндік беретін әлемдегі коррозиялық өлшеуіштердің жалғыз түрі болып табылады.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Герасимов Я. И. Курс физической химии / Я. И. Герасимов, В. П. Древинг, Е. Н. Еремин и др. - М.: Химия, 1973. - 624 с.
2. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семеновой. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 232 с.

3. Шлугер М. А. Коррозия и защита металлов / М. А. Шлугер, Ф. Ф. Ажогин, Е. А. Ефимов. - М.: Металлургия, 1981. - 215 с.
4. Studies of changes in the activity of dissolved oxygen in the simulation of ferromanganese filtration / Zh. Zholdubaeva, L. Mazhitova, G. Sirgetaeva, Zh.Smagulova, D.Isin [Text]: Metallurgija - Vol. 62 No. 1. Jan 2023 – p.142-144 ISSN(P): 0543-5846;
- 5.