

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

МҰНАЙ- ГАЗ ІСІ

УДК 620.193.01
МРНТИ 73.39.97

DOI 10.52578/2305-9397-2021-1-4-209-215

Ниязбекова А.Б., химия ғылымдарының кандидаты, доцент, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0001-9388-9715>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, abnyazbekova@mail.ru

Омык Н.Г., магистр, <https://orcid.org/0000-0001-7424-6132>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, omykn@mail.ru

Niyazbekova A.B., Candidate of Chemical Science, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-9388-9715>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, abnyazbekova@mail.ru

Omyk N.G., master's degree, <https://orcid.org/0000-0001-7424-6132>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, omykn@mail.ru

ҚҰРЫЛЫМЫНА БАЙЛАНЫСТЫ БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ИНГИБИРЛЕУ ҚАБІЛЕТІН ЗЕРТТЕУ INVESTIGATION OF THE INHIBITORY ABILITY OF INORGANIC COMPOUNDS DEPENDING ON THEIR STRUCTURE

Аннотация

Коррозия әр жыл сайын миллиардтаған шығынға ұшырайды және бұл мәселені шешу маңызды міндет болып табылады. Коррозиядан болатын негізгі залал металдың жоғалуы емес, коррозияға ұшырайтын өнімдердің қымбаттығы. Жанама шығындар одан да көп зиян келтіреді. Бұл құрылғылардың коррозияға төзімді компоненттер мен фитингтерді ауыстырудан бас тартуы, өнімнің ағуы, технологиялық процестердің бұзылуы. Мұнай-газ өнеркәсібінде коррозия ингибиторларын қолдану өндірістік жабдықтар мен құбырларды коррозиядан қорғаудың тиімді әдісі болып табылады.

Ингибиторлық қорғау-коммерциялық жабдықтар мен құбырларды коррозияға қарсы қорғаудың ең көп таралған әдісі. Мақалада қоршаған ортаға көмірқышқыл газының кешенді әсері кезінде фосфат коррозиясы ингибиторларының ингибиторлық қабілетін зерттеу қарастырылған. Коррозияны сынау жалпы қабылданған әдіс. Коррозия процестерінің сандық көрсеткіштері формула бойынша есептелді, өлшеу белгісіздігі алгоритмін қолдана отырып, 0,9566 ықтималдығы бар студент коэффициентін қолдана отырып анықталды. рН олардың жұмысы коррозиялық органы және темір (III) құрамын анықтаудың кондуктометриялық әдісімен, фотоколориметриялық анықтауды жүргізу үшін аралас шыны электродтар мен ионометр мен калий роданидін пайдалана отырып жүргізілді.

ANNOTATION

Corrosion causes billions of losses every year, and solving this problem is an important task. The main damage from corrosion is not the loss of metal, but the high cost of products subject to corrosion. Indirect losses cause even more damage. These are the failure of devices to replace corrosion-resistant components and fittings, leakage of products, violation of technological processes. The use of corrosion inhibitors in the oil and gas industry is an effective way to protect production equipment and pipelines from corrosion.

Inhibitory protection is the most common method of anticorrosive protection of commercial equipment and pipelines. The article considers the study of the inhibitory ability of phosphate corrosion inhibitors under the complex effect of carbon dioxide on the environment. The corrosion test

method is generally accepted. Quantitative indicators of corrosion processes were calculated by the formula, determined using the measurement uncertainty algorithm using the Student coefficient with a probability of 0.9566. Their pH work was carried out by a conductometric method for determining the corrosive environment and the iron (III) content using mixed glass electrodes and an ionometer and potassium rhodanide for photocolometric determination.

Түйінді сөздер: металдың коррозиясы, ингибитор, кен орны, құбырлар, коррозия.

Key words: corrosion of metals, inhibitor, deposit, pipes, corrosion.

Кіріспе. Қазіргі уақытта бұл көмірқышқыл газының коррозиясы, бұл мұнай және газ өндіретін жабдықтың мерзімінен бұрын істен шығуының ең көп таралған себептерінің бірі. Коррозиядан болатын негізгі залал-бұл металдың жоғалуы емес, коррозиядан зардап шеккен өнімдердің үлкен құны. Одан да көп зиян-жанама шығындар.

Көмірқышқыл газы жоғары парциалды қысымына байланысты ұңғымалардан алынған су конденсаты рН 4,0–5,5 бар көмір қышқылының концентрацияланған ерітіндісі болып табылады. Көмірқышқыл газының коррозиясы Қазақстанның көптеген кен орындарына тән. Мұнай мен ілеспе газдағы көмірқышқыл газы концентрациясы орта есеппен 0,7-1,6% құрайды (жекелеген жағдайларда- 4-6 %) [1, 2].

Көмірқышқыл газының коррозиясы металл бетінің көмір қышқылымен (H_2CO_3) әрекеттесуінде пайда болады, ол көмірқышқыл газы суда ерігенде келесі жалпы реакцияға сәйкес пайда болады:



Осыған байланысты мұнай-газ өнеркәсібінде ұңғымалардың технологиялық жабдықтарының қызмет ету мерзімін ұзарту проблемасына көп көңіл бөлінеді. Ингибиторлар көбінесе коррозиялық ортаның белсенділігін төмендететін немесе металл бетінде қорғаныш қабықшаларын жасайтын заттар болып табылады, олар ингибитордың ерітіндімен, металмен немесе оның коррозиясының өнімімен (жабу ингибиторлары) өзара әрекеттесуінің өнімі болып табылады. [3].

Мұнай-газ өндірісіндегі өндірістік жабдықтар мен құбырларды коррозияға қарсы қорғаудың тиімді әдістерінің бірі коррозия ингибиторларын қолдану болып табылады.

Ингибиторлық қорғау-бұл коммерциялық жабдықтар мен құбырларды коррозияға қарсы қорғаудың экономикалық әдісі [4]. Ингибитордың дозасын өзгерту немесе әртүрлі коррозияға қарсы қасиеттері бар ингибиторларды қолдану арқылы қолданыстағы технологиялық схемаларды түбегейлі өзгертпестен коррозия жылдамдығын қолайлы деңгейге дейін төмендетуге болады.

Ингибиторлық қорғау-құбырларды қайта құру және ауыстыру жөніндегі іс-шараларды толықтыратын құбырлардың тұтастығын қамтамасыз етудің ең тиімді және технологиялық тұрғыдан күрделі емес технологиясы. Ингибиторларды суды айдаудың қолданыстағы технологиясында қолдану жеңіл. [5].

Зерттеу әдістемесі. Жұмыстың мақсаты- көмірқышқыл ортасында күрделі әсер ететін коррозияның фосфат ингибиторларының құрылымына байланысты ингибиторлық қабілетін зерттеу қарастырылады.

Ингибиторлар ретінде: натрий дигидрофосфаты NaH_2PO_4 , натрий гидрофосфаты Na_2HPO_4 , натрий фосфаты Na_3PO_4 , натрий дигидродифосфаты $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ және натрий дифосфаты $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ зерттелді. Көміртегі диоксиді орта ретінде пайдаланылды.

Коррозиялық сынау әдісі жалпы қабылданған [6]. $30 \times 20 \times 3$ мм тікбұрышты болат пластиналар қолданылды. Тәжірибе ұзақтығы – 24-480 сағат. Коррозия жылдамдығы үлгілердің салмағын жоғалту арқылы бағаланды 24, 48, 72, 96, 120, 240 сағат.

Формулалар бойынша коррозиялық процестердің сандық көрсеткіштерін анықтадық. Өлшеулердің белгісіздік бағалау алгоритміне сәйкес студент коэффициентін қолдана отырып, 0,9566 сенім ықтималдығымен жүргізілді [7].

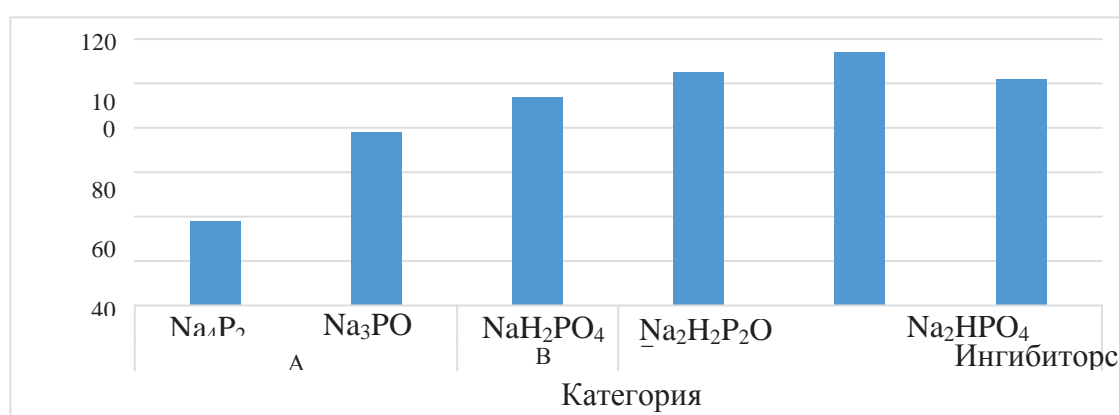
Жұмысты орындау кезінде коррозиялық ортаның рН потенциометриялық анықтамаларын аралас шыны электрод пен иономерді қолданып, кондуктометриялық әдіспен және калий роданидпен темірдің (III) құрамын фотоколориметриялық анықтау жүргізілді [8].

Жеті фосфат жүйесінің ішінде $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ натрий дифосфаты жүйесі ең үлкен тежегіш әсерге ие (1 кесте). Ингибиторлық әрекеттің тиімділігі 85,68% құрайды.

Кесте 1 – Жүйедегі коррозиялық сынақтардың нәтижелері

Ингибитор	E, мВ	Коррозия жылд, мг/м ² ·час	Қорғ дәрежесі, Z%	Тежеу коэф,γ	Тереңдік көрсеткіші, 10 ⁻³ мм/год
NaH ₂ PO ₄	95±	0,956±	36,59±	0,12±	1,0649±
Na ₂ HPO ₄	115±	1,135±	3,31±	0,1±	1,2618±
Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	106±	1,062±	8,36±	0,11±	1,1808±
Na ₃ PO ₄	79±	0,271±	39,03±	0,42±	0,3009±
Na ₄ P ₂ O ₇	39±	0,096±	85,68±	1,19±	0,1061±
Ингибиторсыз	103±	0,277±	10,34±	0,41±	0,3074±

Өлшеулердің белгісіздігін бағалау алгоритм бойынша 0,9566 сенімділік ықтималдығымен студент коэффициентін қолдана отырып жүргізілді



Сурет 1 – Ингибиторлардың санаттары және оларға сәйкес ЭДС мәндері

-А санаты - қабат суының ерітінділерінде ингибиторларды қолдануға рұқсат етіледі, коррозия мен металдың бұзылу ықтималдығы аз, ЭДС көрсеткіштері 80мв дейін;

-В санаты-қабат суының ерітінділерінде ингибиторларды қолдануға рұқсат етіледі, бірақ коррозия мен металдың бұзылуы мүмкін, ЭДС көрсеткіштері 80-ден 100мВ-қа дейін;

Кесте 2 – Қабат суының ерітіндісін талдау (бірінші күнгі талдау)

Ингибитор	pH	C _{темір} (мг/л)	C _{фосфор} (мг/л)	Коррозия жылд, мг/м ² ·сағ
0.01 м NaH ₂ PO ₄	4,79±	5,8±	8,4±	0,9024±
0.01 м Na ₂ HPO ₄	6,78±	8,2±	9,6±	0,7537±
0.01 м Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	3,27±	8,3±	7,9±	0,9115±
0.01 м Na ₃ PO ₄	4,08±	8,8±	10,1±	0,0627±
0.01 м Na ₄ P ₂ O ₇	6,82±	7,4±	9,5±	0,0596±
Ингибиторсыз	7,18±	9,2±	8,6±	0,9318±

-С санаттары - ингибитор ретінде қолданылуға ұсынылмайды, коррозиялық бұзылулардың даму ықтималдылығы жоғары.

Қабат суының ерітіндісіне мынадай көрсеткіштер бойынша талдау жүргізіледі: pH, темір,фосфор,коррозия жылдамдығы. Төменде эксперименттің 1 және 21 күндеріндегі талдау нәтижелері келтірілген.

Бірінші күндегі коррозияның ең жоғары жылдамдығы ингибиторсыз, натрий дигидрофосфаты және натрий дифосфаты жоқ жүйелерде байқалады. Коррозияның ең төмен жылдамдығы натрий дифосфаты жүйесінде байқалады.

Кесте 3 – Қабат суының ерітіндісін талдау (жиырма бірінші күнгі талдау)

Ингибитор	pH	C _{темір} (мг/л)	C _{фосфор} (мг/л)	Коррозия жылд, мг/м ² ·сағ
0.01 м NaH ₂ PO ₄	6,89±	85±	16,0±	0,4927±
0.01 м Na ₂ HPO ₄	8,56±	71±	22,7±	1,0637±
0.01 м Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	5,98±	62±	24,6±	1,7381±
0.01 м Na ₃ PO ₄	6,45±	52±	19,8±	0,2993±
0.01 м Na ₄ P ₂ O ₇	8,12±	26±	21,3±	0,1383±
Ингибиторсыз	9,46±	90±	16,1±	1,0457±

Эксперимент басталғаннан бастап жиырма бірінші күні 2 және 3 кестелерден көріп отырғанымыздай, барлық жүйелерде темір концентрациясының едәуір жоғарылауы және фосфор концентрациясының шамалы жоғарылауы байқалады. Бірінші күндегі коррозияның ең жоғары жылдамдығы ингибиторсыз, натрий дигидрофосфаты және натрий дифосфаты жоқ жүйелерде байқалады. Коррозияның ең төмен жылдамдығы натрий дифосфаты жүйесінде байқалады. Жиырма бірінші күні коррозияның ең жоғары жылдамдығы натрий дигидрофосфаты жүйесінде көрінді. Коррозияның ең төмен жылдамдығы бірінші жағдайда натрий дифосфаты жүйесінде байқалады.

Қорытынды: Алынған тәжірибелік мәліметтерге сүйене отырып, жоғарыда көрсетілген фосфат қосылыстарынан көмірқышқыл ортасында натрий дифосфаты жүйесі ең үлкен ингибиторлық мән болып табылады деп қорытынды жасауға болады.

Металл коррозиясының ингибиторларының маңыздылығы мен маңызы сөзсіз. Металл конструкцияларын пайдалану мерзімі 2 жылдың орнына болаттың маркасына байланысты 5-6 жылға дейін ұзартылады. Әлемдегі ең ірі елдерде металл коррозиясының ингибиторларын өндіру химиялық өнімдердің кең ассортиментімен ұсынылған. Оларды сату нарықтарында сату өндірушілерге үлкен қаржылық кіріс береді. Жыл сайын алыс шетел және ТМД елдерінің өндірушілері металл коррозиясының неғұрлым тиімді тежегіштерінің жаңа атауларын жариялайды, алайда белгілі бір өнімді өнеркәсіптік өндіру үшін өнімнің құны және оның химиялық реагенттерге қойылатын талаптарға сәйкестігі маңызды фактор болып табылады. Жұмыс барысында анықталған заңдылықтар бейорганикалық фосфат қосылыстарына негізделген композициялардың қорғаныс әсері туралы түсініктерді толықтырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ярославцева О. В., Останина Т. Н., Рудой В. М., Мурашова И. Б. Коррозия и защита металлов // Учебно-методическое пособия для студентов. – 2015. – С. 12-14.
2. C. Verma, L. Olasunkanmi, E. E. Ebenso and M. Quraishi, Substituents effect on corrosion inhibition performance of organic compounds in aggressive ionic solutions: a review, J. Mol. Liq., 2018, 100–118.
3. P. Singh, E. E. Ebenso, L. O. Olasunkanmi, I. Obot and M. Quraishi, Electrochemical, theoretical, and surface morphological studies of corrosion inhibition effect of green naphthyridine derivatives on mild steel in hydrochloric acid, J. Phys. Chem. C, 2016
4. C. Verma, L. O. Olasunkanmi, E. E. Ebenso, M. A. Quraishi and I. B. Obot, Adsorption behavior of glucosamine-based, pyrimidine-fused heterocycles as green corrosion inhibitors for mild steel: experimental and theoretical studies, J. Phys. Chem. C, 2016, 11598–11611
5. C. Verma, E. Ebenso, I. Bahadur, I. Obot and M. Quraishi, 5-(Phenylthio)-3H-pyrrole-4-carbonitriles as effective corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl: experimental and theoretical investigation, J. Mol. Liq., 2015, 209–218.

6. M. Goyal, S. Kumar, I. Bahadur, C. Verma and E. E. Ebenso, Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and non-ferrous metals in acidic solutions: A review, *J. Mol. Liq.*, 2018, 565–573
7. C. Verma, J. Haque, M. Quraishi and E. E. Ebenso, Aqueous phase environmental friendly organic corrosion inhibitors derived from one step multicomponent reactions: a review, *J. Mol. Liq.*, 2019, 18–40.
8. C. Verma, D. K. Verma, E. E. Ebenso and M. A. Quraishi, Sulfur and phosphorus heteroatom-containing compounds as corrosion inhibitors: An overview, *Heteroat. Chem.*, 2018, 29.
9. Бахвалов Г. Т. Защита металлов от коррозии. – М.: Металлургия, 2014. – 310 с.
10. Liu Y. et al. Mechanistic study of degradation of coil coated steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.265-364.
11. Gnedenkov A., Sinebryukhov S., Mashtalyar D., Gnedenkov S. Corrosion features of the PEO-coated magnesium alloys //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.35-37.
12. Amaral C., Ormiga F., Gomes J.A.C.P. Electrochemical induced dissolution of silver points in sodium fluoride solution //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.166-179.
13. Shi W., Lyon S.B. Scanning vibrating electrode technique as a tool for investigating corrosion activities on coated mild steel in NaCl solutions //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.144-145.
14. Santos D.C. Dos, Magnabosco R. Influence of intermetallic phase content and microstructure on pitting potential of a duplex stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.261-274.
15. Halamová M., Fumagalli G., Liptáková T., Bolzoni F. Influence of surface treatments on localized corrosion behaviour of welded AISI 316L stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.105-114.
16. Ziebermayr S., Fleischanderl M., Haslehner G., Stellnberger K.H., Hassel A.W. A novel method to study corrosion resistance of galvanised steel against corrosive dropping electrolytes //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.265-274.
17. Rodriguez J., Mouanga M., Lanzutti A., Andreatta F., Fedrizzi L., Olivier M.-G. Mechanism of corrosion protection of zinc-magnesium coatings on steel studied by electrochemical depth profiling //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.101-109.
18. Becker-Willinger C., Schmitz-Stoewe S., Opsoelder M., Jochum M., Albayrak S., Perre E. Structure property relationships in highly structured composite layers as corrosion protection coatings on mild steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.75-84.
19. Örnek C., Engelberg D. Kelvin probe force microscopy and atmospheric corrosion of cold-rolled grade 2205 duplex stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.14-24.
20. Pichler M., Fleischanderl M., Wolpers M., Faflek G. Finely distributed anodic and cathodic centers underneath organic coatings – characterization and effects on the delamination mechanism //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.301-311.

ADEBIETTER TIZIMI

1. Jaroslavceva O. V., Ostanina T. N., Rudoj V. M., Murashova I. B. Korrozija i zashhita metallov // Uchebno-metodicheskoe posobija dlja studentov. – 2015. – S. 12-14.
2. C. Verma, L. Olasunkanmi, E. E. Ebenso and M. Quraishi, Substituents effect on corrosion inhibition performance of organic compounds in aggressive ionic solutions: a review, *J. Mol. Liq.*, 2018, 100–118.
3. P. Singh, E. E. Ebenso, L. O. Olasunkanmi, I. Obot and M. Quraishi, Electrochemical, theoretical, and surface morphological studies of corrosion inhibition effect of green naphthyridine derivatives on mild steel in hydrochloric acid, *J. Phys. Chem. C*, 2016
4. C. Verma, L. O. Olasunkanmi, E. E. Ebenso, M. A. Quraishi and I. B. Obot, Adsorption behavior of glucosamine-based, pyrimidine-fused heterocycles as green corrosion inhibitors for mild steel: experimental and theoretical studies, *J. Phys. Chem. C*, 2016, 11598–11611

5. C. Verma, E. Ebenso, I. Bahadur, I. Obot and M. Quraishi, 5-(Phenylthio)-3H-pyrrole-4-carbonitriles as effective corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl: experimental and theoretical investigation, *J. Mol. Liq.*, 2015, 209–218.
6. M. Goyal, S. Kumar, I. Bahadur, C. Verma and E. E. Ebenso, Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and non-ferrous metals in acidic solutions: A review, *J. Mol. Liq.*, 2018, 565–573
7. C. Verma, J. Haque, M. Quraishi and E. E. Ebenso, Aqueous phase environmental friendly organic corrosion inhibitors derived from one step multicomponent reactions: a review, *J. Mol. Liq.*, 2019, 18–40.
8. C. Verma, D. K. Verma, E. E. Ebenso and M. A. Quraishi, Sulfur and phosphorus heteroatom-containing compounds as corrosion inhibitors: An overview, *Heteroat. Chem.*, 2018, 29.
9. Bahvalov G. T. Zashhita metallov ot korrozii. – M.: Metallurgija, 2014. – 310 s.
10. Liu Y. et al. Mechanistic study of degradation of coil coated steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.265-364.
11. Gnedenkov A., Sinebryukhov S., Mashtalyar D., Gnedenkov S. Corrosion features of the PEO-coated magnesium alloys //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.35-37.
12. Amaral C., Ormiga F., Gomes J.A.C.P. Electrochemical induced dissolution of silver points in sodium fluoride solution //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.166-179.
13. Shi W., Lyon S.B. Scanning vibrating electrode technique as a tool for investigating corrosion activities on coated mild steel in NaCl solutions //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.144-145.
14. Santos D.C. Dos, Magnabosco R. Influence of intermetallic phase content and microstructure on pitting potential of a duplex stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.261-274.
15. Halamová M., Fumagalli G., Liptáková T., Bolzoni F. Influence of surface treatments on localized corrosion behaviour of welded AISI 316L stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.105-114.
16. Ziebermayr S., Fleischanderl M., Haslehner G., Stellnberger K.H., Hassel A.W. A novel method to study corrosion resistance of galvanised steel against corrosive dropping electrolytes //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.265-274.
17. Rodriguez J., Mouanga M., Lanzutti A., Andreatta F., Fedrizzi L., Olivier M.-G. Mechanism of corrosion protection of zinc-magnesium coatings on steel studied by electrochemical depth profiling //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.101-109.
18. Becker-Willinger C., Schmitz-Stoewe S., Opsoelder M., Jochum M., Albayrak S., Perre E. Structure property relationships in highly structured composite layers as corrosion protection coatings on mild steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.75-84.
19. Örnek C., Engelberg D. Kelvin probe force microscopy and atmospheric corrosion of cold-rolled grade 2205 duplex stainless steel //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.14-24.
20. Pichler M., Fleischanderl M., Wolpers M., Fafilek G. Finely distributed anodic and cathodic centers underneath organic coatings – characterization and effects on the delamination mechanism //EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. – P.301-311.

РЕЗЮМЕ

Исходя из полученных экспериментальных данных, можно сделать вывод, что наибольшее ингибирующее значение имеет дифосфатная система натрия (степень защиты = 85,68%) в углекислой среде из указанных выше фосфатных соединений.

Важность и значение ингибиторов коррозии металлов неоспоримы. Срок эксплуатации металлоконструкций продлевается до 5-6 лет (в 2,5-3 раза больше) в зависимости от марки стали вместо 2 лет.

В крупнейших странах мира производство ингибиторов коррозии металлов представлено широким ассортиментом химической продукции. Продажа их на рынках сбыта дает производителям большие финансовые доходы.

Ежегодно производители стран дальнего зарубежья и СНГ публикуют новые названия наиболее эффективных ингибиторов коррозии металлов, однако для промышленного производства той или иной продукции важным фактором является стоимость продукции и ее соответствие требованиям, предъявляемым к химическим реагентам.

Выявленные в ходе работы закономерности дополняют представления о защитном действии композиций на основе неорганических фосфатных соединений.

УДК 624.139.68: 624.154
МРНТИ 67.13.59

DOI 10.52578/2305-9397-2021-1-4-215-223

Монтаев С. А., доктор технических наук, профессор, директор института, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, montaevs@mail.ru

Шингужиева А. Б., доктор PhD, старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-8164-2907>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, shing.a@mail.ru

Джахметов А. А., магистрант, <https://orcid.org/0000-0002-8164-2907>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, artur11081998@gmail.com

Montaev S. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, montaevs@mail.ru

Shinguzhieva A. B., PhD Doctor, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-8164-2907>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, shing.a@mail.ru

Jakhmetov A. A., Master's student, <https://orcid.org/0000-0002-8164-2907>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, artur11081998@gmail.com

К ВОПРОСУ ЛОКАЛЬНОГО ОТТАИВАНИЯ СЕЗОННО-МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ON THE ISSUE OF LOCAL THAWING OF SEASONALLY FROZEN SOILS FOR THE CONSTRUCTION OF PILE FOUNDATIONS

Аннотация

В статье представлены результаты научно-экспериментальных работ по локальному оттаиванию сезонномерзлых грунтов в условиях г. Уральска. Впервые в условиях г. Уральска проведены научно-экспериментальные работы по локальному оттаиванию сезонномерзлого грунта с целью устройства свайных фундаментов в зимнее время.

Для локального оттаивания грунта в качестве химического реагента использована негашеная известь, которая при взаимодействии с водой выделяет тепло за счет экзотермической реакции. Для проведения научно-экспериментальных работ разработан способ локального оттаивания, позволяющий максимально использовать выделяемое тепло из негашеной извести. По результатам научно-экспериментальных работ установлено, что при определенном содержании негашеной извести можно достичь оттаивания сезонномерзлого грунта более 10% от общей глубины промерзания грунта в условиях г. Уральска.