

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

В. В. ПАНАСЮК (головний редактор), *В. М. ФЕДІРКО* (заст. головного редактора), *Р. Р. КОКОТ* (відповідальний секретар), *О. Є. АНДРЕЙКІВ*, *С. А. БИЧКОВ*, *І. М. ДМИТРАХ*, *І. М. ЗІНЬ*, *Г. С. КИТ*, *Р. М. КУШНІР*, *Л. М. ЛОБАНОВ*, *З. Т. НАЗАРЧУК*, *Г. М. НИКИФОРЧИН*, *І. В. ОРІНЯК*, *О. П. ОСТАШ*, *В. І. ПОХМУРСЬКИЙ*, *І. К. ПОХОДНЯ*, *М. П. САВРУК*, *З. А. СТОЦЬКО*, *Г. Т. СУЛИМ*, *В. В. ФЕДОРОВ*, *С. О. ФІРСТОВ*, *П. В. ЯСНІЙ*

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Р. АКІД (Великобританія), *С. ВОДОНІЧАРОВ* (Болгарія), *І.-Р. ГАППІС* (Великобританія), *Г. ГЛІНКА* (Канада), *В. ДІЦЕЛЬ* (Німеччина), *Ю. І. КУЗНЕСЦОВ* (Росія), *О. М. ЛОКОШЕНКО* (Росія), *Е. ЛУНАРСЬКА* (Польща), *С. Й. МАТИСЯК* (Польща), *М. А. МАХУТОВ* (Росія), *І. МІЛЬН* (Великобританія), *М. Ф. МОРОЗОВ* (Росія), *А. НЕЙМІЦ* (Польща), *Дж.-Ф. НОТТ* (Великобританія), *Г. ПЛЮВІНАЖ* (Франція), *Я. ПОКЛЮДА* (Чехія), *Р.-О. РІЧІ* (США), *Д.-М.-Р. ТЕПЛІН* (Великобританія), *Л. ТОТ* (Угорщина), *М. ШАПЕР* (Німеччина)

EDITORIAL BOARD

V. V. PANASYUK (Editor-in-Chief), *V. M. FEDIRKO* (Deputy Editor-in-Chief), *R. R. KOKOT* (Secretary), *O. Ye. ANDREIKIV*, *S. A. BYCHKOV*, *I. M. DMYTRAKH*, *V. V. FEDOROV*, *S. O. FIRSTOV*, *H. S. KIT*, *R. M. KUSHNIR*, *L. M. LOBANOV*, *Z. T. NAZARCHUK*, *H. M. NYKYFORCHYN*, *L. V. ORYNIAK*, *O. P. OSTASH*, *V. I. POKHMURSKYI*, *I. K. POKHODNIA*, *M. P. SAVRUK*, *Z. A. STOTSKO*, *H. T. SULYM*, *P. V. YASNII*, *I. M. ZIN'*

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

R. AKID (Great Britain), *W. DIETZEL* (Germany), *I. R. HARRIS* (Great Britain), *H. HLINKA* (Canada), *J. F. KNOTT* (Great Britain), *Yu. I. KUZNETSOV* (Russia); *A. M. LOKOSHCHENKO* (Russia), *E. LUNARSKA* (Poland), *N. A. MAKHUTOV* (Russia), *S. Ya. MATYSIAK* (Poland), *I. MILNE* (Great Britain), *N. F. MOROZOV* (Russia), *A. NEIMITZ* (Poland), *G. PLUVINAGE* (France), *Ya. POKLUDA* (Czech Republic), *R. O. RITCHIE* (USA), *M. SCHAPER* (Germany), *D. M. R. TAPLIN* (Great Britain), *L. TOTH* (Hungary), *S. VODENICHAROV* (Bulgaria)

Відповідальний за випуск чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, проф. В. М. Федірко
Responsible for issue corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. V. M. Fedirko

Адреса редакції: 79601, Львів МСП, Наукова, 5. Фізико-механічний інститут
ім. Г. В. Карпенка НАН України. Тел.: (032) 263-73-74,
(032) 229-62-30. Факс: (032) 264-94-27.
E-mail: pcmmm@ipm.lviv.ua

WWW-address: <http://www.ipm.lviv.ua/journal/Journal.htm>

Editorial office address: Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (380) 322 63 73 74,
(380) 322 29 62 30. Fax: (380) 322 64 94 27.
E-mail: pcmmm@ipm.lviv.ua

Відповідальний секретар редакції **Р. Р. Кокот**

Редактори *Д. С. Бриняк*, *О. Т. Досин*, *Л. Є. Єлейко*

Технічний редактор *І. В. Калинюк*

Зав. групою комп'ютерної підготовки видання *І. В. Калинюк*

Комп'ютерний набір *Г. М. Кулик*, *Л. Г. Копчак*

Підписано до друку 29.08.2014 Формат 70×108/16. Папір офсетний №1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 300 прим. Замовлення 040914 від 04.09.2014 Ціна договірна.

Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

Друкарня ТзОВ «Простір-М», 79000, Львів, вул. Чайковського, 27

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. КАРПЕНКА

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

Міжнародний науково-технічний журнал
Заснований у січні 1965 року
Виходить 6 разів у рік

ТОМ 50, № 4, 2014

липень – серпень

ЗМІСТ

<i>Сиротюк А. М., Дмитрах І. М.</i> Методи оцінювання руйнування та міцності трубопровідних сталей та конструкцій за дії робочих середовищ. Ч. II. Вплив водневовмісних середовищ.....	7
<i>Іваницький Я. Л., Мольков Ю. В., Кунь П. С., Ленковський Т. М., Войтович М.</i> Визначення локальної деформації біля концентраторів напружень методом цифрової кореляції зображень.....	18
<i>Мусій Р. С.</i> Термонапружений стан електропровідних циліндрів за електромагнетної дії в режимі з імпульсним модульним сигналом.....	25
<i>Андрейків О. Є., Долінська І. Я., Добровольська Л. Н., Яворська Н. В.</i> Вплив водню на зародження повзучо-втомних тріщин у пластинах біля концентраторів напружень.....	34
<i>Дудик М. В., Діхтяренко Ю. В.</i> Модель “тризубець” пластичної зони в кінці тріщини нормального відриву, що виходить на негладку межу поділу матеріалів.....	41
<i>Кривень В. А., Бойко А. Р., Каплун А. В.</i> Розвиток пластичних смуг під час зсувного деформування тіла з вузькою прямокутною щілиною.....	49
<i>Антоненко Н. М.</i> Просторова деформація багатошарової плити з пружними зв’язками між шарами.....	55
<i>Гачкевич О. Р., Солодяк М. Т., Терлецький Р. Ф., Тарлаковський Д. В.</i> Співвідношення електродинаміки, енергетичні та силові чинники дії електромагнетного поля для магнетних середовищ.....	62
<i>Курек М., Лагода Т., Валат К.</i> Зміна окремих циклічних властивостей залежно від температури випробувань.....	69
<i>Мельник І. В.</i> Аналіз жорсткостей залізобетонних плоских монолітних перекриттів з трубчастими вставками.....	75
<i>Осташ О. П., Василів Б. Д., Подгурська В. Я., Васильєв О. Д., Бродніковський Є. М.</i> Вплив температури відновлювально- окиснювального циклування на структуру й фізико-механічні властивості кераміки YSZ–NiO.....	81
<i>Кречковська Г. В., Студент О. З., Кутний А. І., Никифорчин Г. М., Сидор П. Я.</i> Опір крихкому руйнуванню металу сіткової гіперболоїдної вежі Шухова.....	87
<i>Скачков В. А., Бережна О. Р.</i> Фізико-хімічні основи ущільнення пористої структури піровуглицем із газової фази.....	94

<i>Булик І. І., Тростянчин А. М., Бурховецький В. В., Борух І. В., Дурягіна З. А., Лемішка І. А.</i> Залежність фазового складу сплаву $Nd_{16}Fe_{73,9}Zr_{2,1}B_8$ від умов помелу у водні.....	100
<i>Білоус В. А., Борисенко В. М., Воєводін В. М., Діденко С. Ю., Ільченко М. І., Неклюдов І. М., Рибка О. В.</i> Залежність радіаційно-захисної ефективності багатошарових композитів Al–Pb від їх будови	106
<i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Еліаш Я., Гаврилюк М. Р.</i> Особливості руйнування наводнених високоазотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення.....	110
<i>Усов В. В., Рабкіна М. Д., Шкатуляк Н. М., Чернева Т. С.</i> Фрактальна розмірність меж зерен і механічні властивості металу кисневих балонів.....	117
<i>Барна Р. А., Попович П. В., Вовк Р. І.</i> Вплив робочих середовищ на циклічну тріщиностійкість сталей для елементів сільськогосподарських машин.....	125
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Дмитрах І. М., Студент О. З.</i> Досягнення сучасної механіки руйнування матеріалів та перспективи її подальшого розвитку	129

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Г. В. КАРПЕНКО

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

Международный научно-технический журнал

Основан в январе 1965 года

Выходит 6 раз в год

ТОМ 50, № 4, 2014

июль – август

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сыротюк А. М., Дмитрах И. Н.</i> Методы оценки разрушения и прочности трубопроводных сталей и конструкций под воздействием рабочих сред. Ч. II. Влияние водородосодержащих сред	7
<i>Иваницкий Я. Л., Мольков Ю. В., Кунь П. С., Ленковский Т. М., Войтович М.</i> Определение локальной деформации возле концентраторов напряжений методом цифровой корреляции изображений	18
<i>Мусий Р. С.</i> Термонапряженное состояние электропроводных цилиндров при электромагнитном воздействии в режиме с импульсным модулирующим сигналом	25
<i>Андрейкив А. Е., Долинская И. Я., Добровольская Л. Н., Яворская Н. В.</i> Влияние водорода на зарождение ползуче-усталостных трещин в пластинах около концентраторов напряжений	34
<i>Дудык М. В., Дихтяренко Ю. В.</i> Модель “трезубец” пластической зоны в конце трещины нормального отрыва, выходящей на негладкую границу раздела материалов	41
<i>Кривень В. А., Бойко А. Р., Каплун А. В.</i> Развитие пластических полос при деформировании сдвигом тела с узкой прямоугольной щелью	49
<i>Антоненко Н. Н.</i> Пространственная деформация многослойной плиты с упругими связями между слоями	55
<i>Гачкевич А. Р., Солодяк М. Т., Терлецкий Р. Ф., Тарлаковский Д. В.</i> Соотношения электродинамики, энергетические и силовые факторы воздействия электромагнитного поля для магнитных сред	62
<i>Курек М., Лагода Т., Валат К.</i> Изменение отдельных циклических свойств в зависимости от температуры испытаний	69
<i>Мельник И. В.</i> Анализ жесткостей железобетонных плоских монолитных перекрытий с трубчатыми вставками	75
<i>Остап О. П., Васылив Б. Д., Подгурская В. Я., Васильев А. Д., Бродниковский Е. Н.</i> Влияние температуры восстановительно-окислительного циклирования на структуру и физико-механические свойства керамики YSZ–NiO	81
<i>Кречковская Г. В., Студент А. З., Кутный А. И., Никифорчин Г. Н., Сыдор П. Я.</i> Сопроотивление хрупкому разрушению металла сетчатой гиперболоидной башни Шухова	87

<i>Скачков В. А., Бережная О. Р.</i> Физико-химические основы уплотнения пористой структуры пироуглеродом из газовой фазы.....	94
<i>Булык И. И., Тростянин А. М., Бурховецкий В. В., Борух И. В., Дурягина З. А., Лемшика И. А.</i> Зависимость фазового состава сплава $Nd_{16}Fe_{73,9}Zr_{2,1}V_8$ от условий помола в водороде.....	100
<i>Белоус В. А., Борисенко В. Н., Воеводин В. Н., Диденко С. Ю., Ильченко Н. И., Неклюдов И. М., Рыбка А. В.</i> Зависимость радиационно-защитной эффективности многослойных композитов Al–Pb от их строения	106
<i>Балицкий А. И., Колесников В. А., Элиаш Я., Гаврылюк М. Р.</i> Особенности разрушения наводороженных высокоазотистых марганцевых сталей в условиях трения качения.....	110
<i>Усов В. В., Рабкина М. Д., Шкатуляк Н. М., Чернева Т. С.</i> Фрактальная размерность границ зерен и механические свойства металла кислородных баллонов.....	117
<i>Барна Р. А., Попович П. В., Вовк Р. И.</i> Влияние рабочих сред на циклическую трещиностойкость сталей для элементов сельскохозяйственных машин	125
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Дмитрах И. Н., Студент А. З.</i> Достижения современной механики разрушения материалов и перспективы ее дальнейшего развития	129

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

PHYSICO-CHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal

Founded in January 1965

Published bimonthly

VOLUME 50, № 4, 2014

July – August

CONTENTS

<i>Syrotyuk A. M. and Dmytrakh I. M.</i> Methods for assessing fracture and strength of pipeline steels and structures under effect of operating environments. P. II. The influence of hydrogen-containing environments.....	7
<i>Ivanytskyi Ya. L., Molkov Yu. V., Kun P. S., Lenkovskiy T. M., and Wojtowicz M.</i> Measurement of local strain near stress concentrators using the digital image correlation technique	18
<i>Musii R. S.</i> Thermostressed state of electric conductive cylinders under electromagnetic effect in the pulse modulating signal mode	25
<i>Andreikiv O. Ye., Dolinska I. Ya., Dobrovolska L. N., and Yavorska N. V.</i> The influence of hydrogen on the creep-fatigue crack initiation in plates near stress concentrators	34
<i>Dudyk M. V. and Dikhtiarenko Yu. V.</i> The “trident” model of the plastic zone at the end of the mode I crack terminating at the rough interface of materials	41
<i>Kryven V. A., Boiko A. R., and Kaplun A. V.</i> Development of plastic bands under shear deformation of a body with a narrow rectangular slot.....	49
<i>Antonenko N. M.</i> Space deformation of a multilayer plate with elastic connections between layers.....	55
<i>Hachkevych O. R., Solodiak M. T., Terletskiy R. F., and Tarlakovskiy D. V.</i> Correlation of thermodynamics, energy and force factors of the electromagnetic field effect for magnetic environments.....	62
<i>Kurek M., Lagoda T., and Walat K.</i> Variation of selected cyclic properties depending on temperature of the test	69
<i>Melnyk I. V.</i> Analysis of hardness of monolithic reinforced concrete floors with tubular inserts.....	75
<i>Ostash O. P., Vasylyv B. D., Podhurska V. Ya., Vasylyev O. D., and Brodnikovskiy Ye. M.</i> The influence of redox-cycling temperature on structure, physical and mechanical properties of YSZ–NiO ceramics.....	81
<i>Krechkovska H. V., Student O. Z., Kutnyi A. I., Nykyforchyn H. M., and Sydor P. Ya.</i> Brittle fracture resistance of the metal of Shukhov’s lattice hyperboloid tower	87
<i>Skachkov V. A. and Berezhna O. R.</i> Physicochemical bases of pyrocarbon porous structure packing from gas phase	94
<i>Bulyk I. I., Trostianchyn A. M., Burkhovetskiy V. V., Borukh I. V., Duryahina Z. A., and Lemishka I. A.</i> The dependence of Nd ₁₆ Fe _{73.9} Zr _{2.1} B ₈ alloy phase composition on milling conditions in hydrogen.....	100

<i>Bilous V. A., Borysenko V. M., Voyevodin V. M., Didenko S. Yu., Ilchenko M. I., Nekliudov I. M., and Rybka O. V.</i> The dependence of the radiation-protective efficiency of multilayer Al–Pb composites on their structure	106
<i>Balitskii O. I., Koliesnikov V. O., Eliash Ya., and Havryliuk M. R.</i> Peculiarities of fracture of hydrogenated high- nitrogen manganese steels under rolling friction	110
<i>Usov V. V., Rabkina M. D., Shkatulyak N. M., and Cherneva T. S.</i> The fractal dimension of grain boundaries and mechanical properties of the oxygen cylinders metal	117
<i>Barna R. A., Popovich P. V., and Vovk R. I.</i> The influence of operating environments on fatigue crack grown resistance of steels for elements of agricultural machines	125

IN SCIENTIFIC CIRCLES

<i>Dmytrakh I. M. and Student O. Z.</i> Progress of modern fracture mechanics of materials and prospects of its further development	129
---	-----

УДК 620.191.33

ВПЛИВ РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩ НА ЦИКЛІЧНУ ТРИЩИНОСТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Р. А. БАРНА¹, П. В. ПОПОВИЧ², Р. І. ВОВК¹

¹ Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів;

² Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Встановлено, що під впливом експлуатаційних середовищ швидкість розвитку тріщиноподібних дефектів у сталях Ст. 3 та 20 може зростати приблизно від 5 до 25 разів порівняно із випробуваннями у повітрі. При цьому негативна дія середовища на опір поширенню тріщин посилюється у такій послідовності: органічне добриво (гній) – сульфат амонію – нітрофоска.

Ключові слова: конструкційні вуглецеві сталі; агресивні робочі середовища; корозійно-втомні тріщини, швидкість росту тріщини, коефіцієнт інтенсивності напружень, діаграми циклічної тріщиностійкості.

Корозійно-втомне руйнування елементів сільськогосподарських машин залежить в основному від вихідного стану робочих поверхонь обладнання; динамічних навантажень; агресивності середовищ, що зумовлено впливом різноманітних добрив, а також різних атмосферних факторів [1, 2].

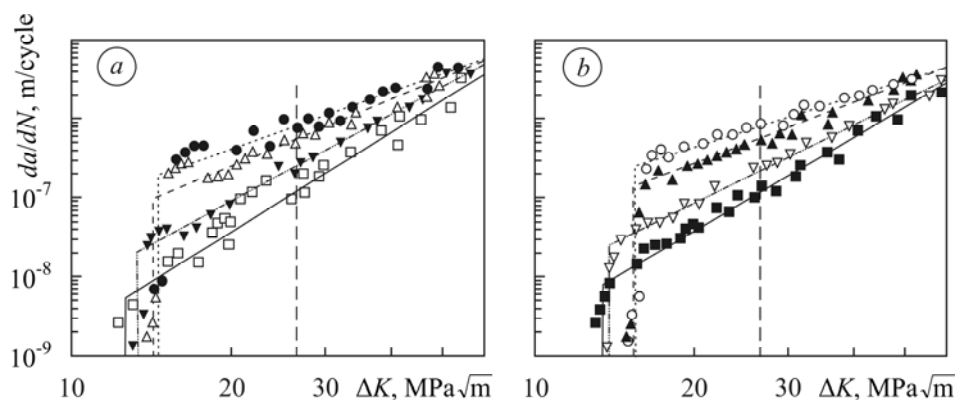
Тому актуально дослідити корозійно-втомне руйнування типових матеріалів елементів сільськогосподарських машин для внесення добрив під дією корозійно-активних мінеральних і органічних добрив з формуванням рекомендацій для вибору корозійнотривких матеріалів, а також розробкою нових технологій захисту від цих агресивних середовищ. Комплексно оцінювати корозійну довговічність розкидачів органічних і мінеральних добрив доцільно з урахуванням характеристик матеріалів, середовищ, параметрів динамічної навантаженості під час типових режимів роботи.

Матеріали та методика досліджень. Випробовували за методикою, описаною раніше [3]. Застосовували балкові зразки перерізом 10×20 mm за чистого згину й синусоїдальної форми циклу навантажування за коефіцієнта асиметрії $R = 0,32$ та частоти $f = 3,0$ Hz. Для порівняння впливу робочого середовища на швидкість поширення втомних тріщин досліджували також у повітрі за кімнатних температур.

За корозивні середовища [1, 4, 5] використали насичені розчини двох мінеральних добрив (сульфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, що містить 20,5 нітрогену та 24 mass.% сульфору зі слідами H_2SO_4 , Ca^{2+} , Mg^{2+} та SiO_2 ; нітрофоски, яка є сумішшю $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ та KNO_3 і містить 35...52 mass.% нітрогену, P_2O_5 та K_2O) та органічного добрива (рідкий гній великої рогатої худоби, що містить 86,7 mass.% H_2O зі слідами N (загальн.), P_2O_5 , K_2O та CaO. Рівень pH розчинів заміряли pH-метром И-160М перед та після випробувань.

Результати та їх обговорення. Оскільки досліджувані сталі близькі за хімічним складом, структурою та міцнісними характеристиками, то і загальна тен-

денція впливу корозивного середовища на ріст утомних тріщин порівняно з повітрям у них подібна. Очікувано сталь 20 сильніше опирається корозійно-втомному розтріскуванню, а діаграми циклічної корозійної тріщиностійкості сталі Ст.3 дещо стрімкіші і з незначними змінами значень коефіцієнта інтенсивності напружень (КІН) ΔK відчутніше збільшується швидкість росту тріщини da/dN (див. рисунок). Для порівняння впливу корозивного середовища і повітря на швидкість росту втомних тріщин вибрали певне характеристичне значення КІН $\Delta K = 25 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} = \text{const}$ (див. рисунок).



Вплив складу середовища на швидкість поширення втомної тріщини у сталях Ст.3 (a) та 20 (b) за $R = 0,32, f = 3,0 \text{ Hz}$: \square, \blacksquare – у повітрі; $\bullet, \circ, \triangle, \blacktriangle$ – насичених розчинах нітрофоски та сульфату амонію, а також $\blacktriangledown, \triangledown$ – органічного добрива (гною); лінії – опис за поданим рівнянням.

Influence of environment composition on the fatigue crack growth rate in steels Ст.3 (a) and 20 (b) at $R = 0,32, f = 3,0 \text{ Hz}$ in air – \square, \blacksquare and in saturated solutions of nitrofoska (\bullet, \circ), ammonium sulphate ($\triangle, \blacktriangle$) and organic fertilizer (manure) ($\blacktriangledown, \triangledown$); lines – description by the given equation.

Виявили (табл. 1 і 2), що досліджувані робочі середовища відчутно впливають на швидкість поширення втомних тріщин у сталях, яка може зростати приблизно від 5 до 25 разів порівняно з випробами у повітрі. При цьому негативна дія середовища на опір поширенню тріщин посилюється у такій послідовності: органічне добриво (гній) – сульфат амонію – нітрофоска.

Таблиця 1. Вплив корозивного середовища на швидкість росту втомних тріщин

Сталь	$da/dN, \text{ m/cycle}$				
	Середовище	повітря	органічне добриво (гній)	сульфат амонію	нітрофоска
Ст.3		$0,5 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$5,5 \cdot 10^{-7}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$
20		$0,3 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$

Таблиця 2. Порівняння швидкостей росту тріщин у різних середовищах

Сталь	$(da/dN)_{\text{env}} / (da/dN)_{\text{air}}$				
	Середовище	повітря	органічне добриво (гній)	сульфат амонію	нітрофоска
Ст.3		1	5,6	11,0	18,0
20		1	7,0	20,0	26,7

За експериментальними результатами визначили порогові значення КІН ΔK_{th} , які відповідали значенням ΔK_I , за яких корозійно-втомна тріщина у сталях за цих умов випробувань не розвивається (табл. 3). Слід зауважити, що коефіцієнт ΔK_{th} є важливою характеристикою корозійно-втомного руйнування матеріалів [3, 6], за яким для заданої системи “матеріал–середовище” можна розраховувати безпечний рівень напружень в елементі конструкції з тріщиною. Для розглянутих випадків значення ΔK_{th} дещо збільшується зі зростанням агресивності робочого середовища (табл. 3). Це пояснюють тим, що в припорогових областях діаграм циклічної тріщиноустійкості сталей Ст.3 та 20 переважають корозійні процеси анодного типу (локальне електрохімічне розчинення металу), які змінюють геометрію вершини тріщини, а отже, зменшують ефективну концентрацію напружень в її околі [3].

Таблиця 3. Порогові значення ΔK_{th} за випроб у різних середовищах, МПа \sqrt{m}

Сталь / Середовище	Повітря	Органічне добриво (гній)	Сульфат амонію	Нітрофоска
Ст.3	12,1	12,6	13,1	13,3
20	12,7	13,0	14,1	14,1

Таблиця 4. Вплив складу середовища на константи поданої залежності для досліджуваних сталей

Хімічний склад середовища	Ст.3		Сталь 20	
	$C, \frac{m/cycle}{(MPa\sqrt{m})^n}$	n	$C, \frac{m/cycle}{(MPa\sqrt{m})^n}$	n
Повітря	$1,6 \cdot 10^{-11}$	4,08	$3,7 \cdot 10^{-11}$	3,87
Органічне добриво (гній)	$1,5 \cdot 10^{-10}$	3,66	$5,1 \cdot 10^{-10}$	3,20
Сульфат амонію	$7,2 \cdot 10^{-9}$	2,72	$4,5 \cdot 10^{-9}$	0,02
Нітрофоска	$3,1 \cdot 10^{-8}$	2,41	$6,5 \cdot 10^{-8}$	2,10

Щоб використати одержані результати в інженерних оцінках залишкової довговічності та ризику руйнування дефектних елементів конструкцій сільсько-господарських машин за умов дії робочих середовищ, діаграми циклічної тріщиноустійкості сталей описали аналітично за допомогою степеневої залежності типу Паріса [7, 8]:

$$da/dN = C \cdot (\Delta K)^n,$$

де C і n – константи системи “матеріал–середовище”, які залежать від хімічного складу і структури матеріалу, умов випробувань та хімічного складу середовища (табл. 4).

ВИСНОВКИ

Виявлено, що робочі середовища, в яких експлуатуються елементи сільсько-господарських машин для внесення добрив зі сталей Ст.3 та 20, відчутно впливають на швидкість поширення втомних тріщин. Зокрема, швидкість розвитку тріщиноподібних дефектів тут може зростати приблизно від 5 до 25 разів порівняно з випробуваннями у повітрі. При цьому негативний вплив середовища на

опір поширенню тріщин посилюється у такій послідовності: органічне добриво (гній) – сульфат амонію – нітрофоска.

РЕЗЮМЕ. Установлено, что под влиянием эксплуатационных сред скорость роста трещиноподобных дефектов в сталях Ст.3 та 20 может возрастать приблизительно от 5 до 25 раз. При этом негативное воздействие среды на сопротивление развитию трещин усиливается в такой последовательности: органическое удобрение (гной) – сульфат аммония – нитрофоска.

SUMMARY. The significant effect (approximately from 5 to 25 times) of operating environments on the crack-like defect growth rate in steels Ст.3 and 20 has been found. In this case the negative environmental effect on crack growth resistance of given steels increases in the following sequence: organic fertilizer (manure) – ammonium sulphate – nitrophoska.

1. *Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / М. М. Севернев, Н. Н. Подлекарев, В. Ш. Сохадзе и др. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 332 с.*
2. *Северный А. Э., Поцкалев А. Ф., Новиков А. Л. Справочник по хранению сельскохозяйственной техники. – Л.: Колос, 1984. – 222 с.*
3. *Дмитрах І. М., Панасюк В. В. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень. – Львів: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, 1999. – 342 с.*
4. *Попович П. В., Слободян З. В. Корозійна і електрохімічна поведінка сталей 20 та Ст.3 у середовищі сульфату амонію і нітрофоски // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2013. – 49, № 6. – С. 100–106.*
(Popovych P. V. and Slobodyan Z. B. Corrosion and Electrochemical Behaviors of 20 Steel and St.3 Steel in Ammonium Sulfate and Nitrophoska // Materials Science. – 2014. – 49, № 6. – P. 819–826.)
5. *Попович П. Особливості корозійної та корозійно-втомної поведінки сталі 20 у водних середовищах мінеральних та органічних добрив // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів (Корозія-2014): у 2-х т. // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014. – 2, спец. вип. № 12. – С. 833–838.*
6. *Ярема С. Я. Методология определения характеристик сопротивления развитию трещин (трещиностойкости) материалов при циклическом нагружении // Физ.-хим. механика материалов. – 1981. – 17, № 4. – С. 100–110.*
(Yarema S. Ya. Methodology of determining the characteristics of the resistance to crack development (crack resistance) of materials in cyclic loading // Materials Science. – 1981. – 17, № 4. – P. 371–380.)
7. *Paris P. C., Gomez M. P., and Anderson W. E. A rational analytic theory of fatigue // The Trend in Eng. – 1961. – 13, № 1. – P. 9–14.*
8. *Paris P. and Erdogan F. A critical analysis of crack propagation laws // J. of Basic Eng. – 1963. – 85, № 4. – P. 528–533.*

Одержано 07.04.2014