

руйнування

( $A_p^{-60}$ ); критична площа втомного руйнування ( $S_{кр.}$ ); зносостійкість ( $i$ ) та залишкові напруження ( $\sigma_0$ ).

Контактно-втомна міцність ( $\sigma_k$ ) – це опір рейкового металу накопиченню втомних процесів у голівці рейок під дією динамічних навантажень від коліс рухомого складу.

Довговічність ( $N_T$ ) – число циклів роботи рейок до появи мінімальної мікротріщини площею  $\sim 2 \text{ мм}^2$ .

Живучість ( $N_{ж}$ ) – це властивість рейкового металу зберігати працездатність після утворення тріщини втоми площею  $\sim 2 \text{ мм}^2$  до остаточного руйнування.

Дані показники визначаються:

- хімічним складом рейкової сталі, переважно вмістом вуглецю у межах вимог ТУ (0,71-0,82 %);

- чистотою сталі по неметалевим включенням, в основному силікатними сполуками та наявністю їх розташування в сталі, а також величиною та формою складних карбідів та нітридів типу  $Ti$  та  $V$ ;

- однорідністю та дисперсністю мікроструктури, що складається з сорбіту-трооститу загартування з пластинчастою формою карбідної фази.

Шляхом численних досліджень, проведених на рейковій вуглецевій сталі стандартного складу, було визначено дані параметри конструкційної міцності рейок загартованих з нагріванням ТВЧ та об'ємно загартованих в маслі.

[1] Нормативно-техническая документация. Классификация дефектов рельсов НТД/ЦП-1-93. Каталог дефектов рельсов НТД/ЦП-2-93. Признаки дефектных и острodefekтных рельсов НТД/ЦП-3-93. – [Утв. МПС РФ 1993-03-22]. – М.: Транспорт, 1993. – 56 с

[2] Производство поверхностно-закаленных рельсов с нагрева токами высокой частоты. Технологии производства и упрочнения. Оборудование. Теоретические основы процессов нагрева ТВЧ и охлаждения. Конструкционная прочность. Эксплуатационные испытания. Повреждаемость рельсов в пути. Неразрушающий контроль качества [Текст]: монография / Скобло Т.С., Сапожков В.Е., Сидашенко А.И. – Харьков: ПромАрт, 2018. – 561 с.

**УДК 666.266.6**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОМІЦНИХ РАДІОПРОЗОРИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БРОНЕЗАХИСТУ**

### **RESEARCH OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF HIGHLY STRENGTH RADIO-TRANSPARENT MATERIALS FOR ARMOR PROTECTION**

*К.т.н., м.н.с. С.О. Рябінін<sup>1</sup>,  
к.т.н., асистент Л.В. Волошина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*НТУ «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.), Junior researcher S. Riabinin<sup>1</sup>,*

На сьогодні пріоритетним напрямком розвитку промислового комплексу є створення високоефективних матеріалів для потреб у військовій, машинобудівній, електротехнічній та хімічній галузях. Так, нагальною проблемою є створення прогресивних матеріалів з підвищеною бронестійкістю та жаростійкістю в умовах агресивного середовища; впровадження високотехнологічних матеріалів для забезпечення надійності енергопостачання [1].

Для вирішення вказаних матеріалознавчих задач перспективним є використання склокристалічних матеріалів (ситалів), які відрізняються поєднанням підвищених фізико-хімічних властивостей, технологічності, дешевизною сировинних матеріалів, відносно низькою енергоємністю технологічних процесів, відсутністю екологічних проблем [2].

Важливим аспектом забезпечення захисту сучасних систем озброєння та спеціальної техніки від пошкоджень, викликаних високошвидкісними засобами ураження є забезпечення радіопрозорості бронезахисних конструкцій [3].

Підвищення експлуатаційних властивостей бронееlementів може бути досягнуто шляхом використання в якості основи розроблених ударостійких склокристалічних матеріалів СП-10, на основі алюмосилікатного скла в умовах двостадійної низькотемпературної термічної обробки та сформованих методом шлікерного лиття.

Дослідження структури стекел після термічної обробки дозволило встановити, що для алюмосилікатного скла СП-10 характерним є протікання процесу об'ємної тонкодисперсної кристалізації скла з формуванням основних кристалічних фаз  $\beta$ -сподумену у кількості 80 об. % [4]. Дослідні склокристалічні матеріали характеризуються високими показниками щільність  $\rho = 2,45$ , г/см<sup>3</sup>, ТКЛР  $\alpha \cdot 10^7 = 21,5$  град<sup>-1</sup>, механічних властивостей ( $KCU = 5,0$ , кДж/м<sup>2</sup>,  $E = 320$ , ГПа,  $K_{IC} = 3,40$ , МПа·м<sup>1/2</sup>), електроопору ( $\lg \rho_v = 15$ ;  $\rho_s = 11,5$ ) електричні властивості при  $f = 10^{10}$  Гц;  $T = 20$  °С ( $\text{tg} \delta = 60 \cdot 10^{-4}$   $\epsilon = 4,75$ )

За результатами вимірювання для дослідних матеріалів мінімальне значення  $KCXH_{min} = 1,121$  отримано на резонансній частоті  $f_{res} = 9,42$ , ГГц.

Визначено актуальність створення ударостійких радіопрозорих склокристалічних матеріалів для забезпечення ефективного функціонування радіолокаційних приладів та бортових безпроводних систем зв'язку та навігації в умовах високошвидкісних механічних навантажень. Встановлено перспективність використання алюмосилікатних склокристалічних матеріалів для одержання радіопрозорих бронееlementів.

Розроблено високоміцні склокристалічні матеріали на основі  $\beta$ -сподумену у кількості 80 об. % в умовах низькотемпературної термічної обробки. Встановлено вплив хімічного складу, структури склокристалічних матеріалів та частоти струму на зміну їх діелектричної проникності та тангенсу кута діелектричних втрат. Матеріали відрізняються високими механічними

властивостями, електроопором та радіопрозорістю в широкому діапазоні частот, що дозволяє їх використовувати як захисні конструкції для радіотехнічних засобів.

1. Саввова О.В., Воронов Г.К., Фесенко О.І., Смирнова Ю.О. Високоміцні склокомпозиційні матеріали спеціального призначення : бронестійкі ситали : навч. посібник. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 162 с.
2. Брагіна Л. Л. Структура та властивості склокристалічних матеріалів : монографія / Л. Л. Брагіна, О. В. Саввова, О.В. Бабіч, Ю.О. Соболев. Х. : ООО "Компанія СМІТ", 2016. 253 с.
3. Savvova O. Development of glass-ceramic high-strength material for personal armor protection elements / O. Savvova, L. Bragina, G. Voronov, Yu. Sobol, O. Babich, O. Shalygina, M. Kuriakin // Chemistry and chemical technology. 2017. Vol. 11, № 2. P. 214 – 219.
4. Саввова О.В. Розробка ударостійких склокристалічних матеріалів для радіопрозорих бронеелементів / О.В. Саввова, А.Ф. Ляховський, Н.К. Блінова, Г.К. Воронов, С.О. Рябінін, В.Л. Топчий // Питання хімії та хімічної технології, 2019. № 3. С. 151–157.

УДК 621.791

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЮ  
НАПЛАВКОЮ СПЛАВУ  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , МОДИФІКУЮЧОГО  
МАЛОВУГЛЕЦЕВУ НИЗЬКОЛЕГОВАНУ СТАЛЬ**

**INVESTIGATION OF COATINGS OBTAINED BY ELECTROSLAG  
SOLDERING OF THE ALLOY  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , MODIFYING LOW-CARBON  
LOW-ALLOY STEEL**

*д.т.н. О.В. Сайчук<sup>1</sup>, д.т.н. І.М. Рибалко<sup>2</sup>, А.В. Захаров<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж  
імені В.І. Вернадського (м. Харків)*

*<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет (м. Харків)*

*D.Eng.Sc. O. Saychuk<sup>1</sup>, D.Eng.Sc. I. Rybalko<sup>2</sup>, A. Zakharov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>V.I. Vernadskiy Kharkiv State Professional and Pedagogical Applied College  
(Kharkiv)*

*<sup>2</sup>State Biotechnological University (Kharkiv)*

Вступ. Одним з найбільш ефективних способів підвищення служби деталей машин та механізмів є електрошлакова наплавка із застосуванням легуючих присадок. Способи електрошлакової наплавки з використанням присадок, що легують, знаходять широке застосування для зміцнення деталей машин і механізмів під шаром флюсом. При електрошлаковій наплавці присадковий матеріал розплавляється за рахунок проходу електрода через ванну розплавленого флюсу. Флюс засипається між кристалізатором і деталлю, що наплавляється і подається електрод. У початковий момент між електродом та планкою збуджується електрична дуга, яка розплавляє флюс. В результаті