

ISSN (Print) 2616-7263  
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫСЫ

---

**BULLETIN**

of L.N. Gumilyov Eurasian  
National University

**ВЕСТНИК**

Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР** сериясы

**TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY** Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№1(130)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

*Бас редакторы Мерзадинова Г.Т.  
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.  
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.  
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.  
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Редакция алқасы*

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
<b>Акитоши Мочизуки</b>	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемов Б.Б.</b>	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
<b>Тадатсугу Танака</b>	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
<b>Тулбекова А.С.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Хое Линг</b>	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
<b>Утепов Е.Б.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Чекаева Р.У.</b>	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчeon ұлттық университеті, Инчeon, Оңтүстік Корея

*Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.  
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: [vest\\_techsci@enu.kz](mailto:vest_techsci@enu.kz)*

*Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат*

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.**

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы**

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.

№16991 -ж тіркеу қуәлігімен тіркелген

Басуға 30.03.2020ж. қол қойылды.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

*Editor-in-Chief* **Gulnara Merzadinova**

*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

*Deputy Editor-in-Chief* **Askar Zhussupbekov**

*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

*Deputy Editor-in-Chief* **Baglan Togizbayeva**

*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

*Deputy Editor-in-Chief* **Bayandy Sarsembayev**

*Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

**Editorial Board**

<b>Akira Hasegawa</b>	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
<b>Akitoshi Mochizuki</b>	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
<b>Daniyar Bazarbayev</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Auez Baydabekov</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Rahima Chekaeva</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Der Wen Chang</b>	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
<b>Eun Chul Shin</b>	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
<b>Hoe Ling</b>	Prof., Columbia University, New York, USA
<b>Viktor Kaliakin</b>	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
<b>Zhanbolat Shakhmov</b>	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Tadatsugu Tanaka</b>	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
<b>Assel Tulebekova</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Yelbek Uteпов</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Yoshinori Iwasaki</b>	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
<b>Bolat Zardemov</b>	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Mihail Zhumagulov</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

*Editorial address:*

2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,  
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest\_techsci@enu.kz

*Responsible secretary, computer layout:* Aizhan Nurbolat

**Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.**

**TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series**

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Signed in print 30.03.2020. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

*Главный редактор Мерзадинова Г.Т.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.*  
*к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан*

*Редакционная коллегия*

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
<b>Акитоши Мочизуки</b>	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемов Б.Б.</b>	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
<b>Тадатсугу Танака</b>	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
<b>Тулбекова А.С.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Хое Линг</b>	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
<b>Утепов Е.Б.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Чекаева Р.У.</b>	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

*Адрес редакции:* 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402  
*Тел:* +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). *E-mail:* [vest\\_techsci@enu.kz](mailto:vest_techsci@enu.kz)

*Ответственный секретарь, компьютерная верстка:* А. Нурболат

**Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.**  
**Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК  
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г. Подписано в печать 30.03.2020г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы**  
№1(130)/2020

**МАЗМҰНЫ**

<i>Балабекова К.Г.</i> Мобильді жол өтпе тіреуінің жұмысының математикалық үлгісін зерттеу	8
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсекеев К.А.</i> Оптималды технологияны таңдау үшін мұнай қалдықтары мен шламдарды жою әдістерін эксперттік бағалау	16
<i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Қорғаныш жабындарды өндіруде металлургиялық қождарды стандарттау тәсілдерін әзірлеу	23
<i>Ниязбекова Р.К., Джексембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Цемент композиттерінің құрылымын өзгерту. Болаттан жасалғанқожын қосумен құрылыс қоспаларын стандарттау бойынша өнімділігі	30
<i>Джумабаев А.А., Тлеубаева А.К.</i> Үлкен диаметрлі газқұбырындағы қирау жарықшасын шектеуді және тоқтатуды зерттеу	37
<i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Қалаларды сәулеттік-ландшафтық ұйымдастырудағы әлеуметтік жобалау	42
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сағнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Биомониторингтегі деректерді зияткерлік талдаудың кейбір тәсілдері мен аспаптық құралдары	50
<i>Туякеева А.К., Садықова С.Ш.</i> Жол бойындағы сервис кешендерінің архитектурасын дамыту туралы	59
<i>Садықова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Күн энергиясымен суды тұщыту	66
<i>Садықова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> ГТҚ жану камерасының жұмыстық режимдерін модельдеу	71
<i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фураева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> МББЖ таңдау және Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ауыр металдармен ластануы туралы мәліметтер базасын толтыру	78
<i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Оптикалық суреттер негізінде ауыл шаруашылығы дақылдарының шығымдылығын мониторингілеу	89
<i>Жаркенов Е.Б.</i> Нөсерлік кәріз саласындағы эксперименталдық зертеулер	95
<i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Нұр-Сұлтан қаласындағы I-1 нөсер кәріз бассейнін гидравликалық модельдеу	101
<i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Илектеустанының алдында дайындамаларды автоматты қыздыру жүйесін талдау және оңтайландыру	107
<i>Әлдарова Ә.Ә., Старовойтов В.В., Исақов К.Т.</i> Цифрлық кескіндегі шуылды азайту әдістерінің тиімділігін бағалау нәтижелері	114

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.  
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№1(130)/2020

**CONTENTS**

<i>Balabekova K.G.</i> Research of a mathematical model of mobile overpass support operation	8
<i>Orazbayev B.B., Santeyeva S.A., Orazbayeva K.N., Shagayeva A.B., Utenova B.E., K.A. Dyussekeyev</i> Expert evaluation of methods for removing oil deposits and sludge in order to select the optimal technology	16
<i>Niyazbekova R.K., Serekpayeva M.A., Kaliyeva Zh.E., Ospanova N.M.</i> Development of approaches to the standardization of metallurgical slag in the production of protective coatings	23
<i>Niyazbekova R.K., Jexembayeva A.Y., Krivoborodov Yu.R.</i> Modification of the structure of cement composites. Research of operational properties for standardization of building mixes with the addition of steelmaking slag	30
<i>Jumabayev A.A., Tleubayeva A.K.</i> Investigation of the localization and stopping of a developing fracture fracture in larger diameter gas pipelines	37
<i>Kozbagarova N.Zh., Sulaimanova Sh.A.</i> Social design in the architectural and landscape organization of cities	42
<i>Kaziyeva G.D., Abzhanova A.E., Esekeeva M.Zh., Sagnayeva S.K., Sembina G.K.</i> Some approaches and tools for intellectual analysis of data in biomonitoring	50
<i>Tuyakaeva A.K., Sadykova S.</i> On the development of the architecture of roadside service complexes	59
<i>Sadykova S.B., Yerkalina M., Zhumagulov M.G., Kartjanov N.R.</i> Solar-powered water desalination	66
<i>Sadykova S.B., Dostiyarov A.M., Dostiyarova A.M., Kartjanov N.R.</i> Simulation of the operating conditions in a gas turbine engine combustion chamber	71
<i>Zhartybayeva M.G., Esimov N., Furayeva I.I., Zhukabayeva T.K., Zhumadillayeva A.K.</i> Rationale for choosing a DBMS and updating the database of atmospheric air pollution in Almaty city with heavy metals	78
<i>Zhakupova A.Y., Kanafin M.Z., Rustemov A.R., Kelman A.A., Mustafinov Y.K.</i> Monitoring crop yields on the basis of optical	89
<i>Zharkenov Y.B.</i> Experimental studies in the field of storm water drainage	95
<i>Zhussupbekov A.Zh., Zharkenov Y.B., Jang D., Zharkenova A.B.</i> Hydraulic simulation of the storm sewer basin I-1 of Nur-Sultan city	101
<i>Shtykova I.V., Obuhov O.N., Shinkevich T.A., Madanov K.S.</i> Analysis and optimization of the system of automatic heating billets before a rolling mill	107
<i>Eldarova E.E., Starovoitov V.V., Iskakov K.T.</i> Results evaluation effectiveness of noise reduction techniques of digital images	114

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балабекова К.Г.</i> Исследование математической модели работы опоры мобильного путепровода	8
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсекеев К.А.</i> Экспертная оценка методов удаления нефтяных отложений и шламов с целью выбора оптимальной технологии	16
<i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Разработка подходов для стандартизации металлургических шлаков при получении защитных покрытий	23
<i>Ниязбекова Р.К., Джесксембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Модификация структуры цементных композитов. Исследования эксплуатационных свойств для стандартизации строительных смесей с добавкой сталеплавильного шлака	30
<i>Джумабаев А.А., Глеубаева А.К.</i> Исследование локализации и остановки развивающегося трещины разрушения в газопроводах большого диаметра	37
<i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Социальное проектирование в архитектурно-ландшафтной организации городов	42
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сагнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Некоторые подходы и инструментальные средства интеллектуального анализа данных в биомониторинге	50
<i>Туякаева А.К., Садыкова С.Ш.</i> Зарубежные тенденции архитектуры придорожных комплексов	59
<i>Садыкова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Солнечное опреснение воды	66
<i>Садыкова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> Моделирование рабочих условий камеры сгорания ГТД	71
<i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фураева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> Обоснование выбора СУБД и пополнение базы данных по загрязнению атмосферного воздуха города Алматы тяжелыми металлами	78
<i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Мониторинг урожайности сельскохозяйственных культур на основе оптических снимков	89
<i>Жаркенов Е.Б.</i> Экспериментальные исследования в области ливневой канализации	95
<i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Гидравлическое моделирование ливневого канализационного бассейна I-1 г. Нур-Султан	101
<i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Анализ и оптимизация системы автоматического нагрева заготовок перед прокатным станом	107
<i>Эльдарова Э.Э., Старовойтов В.В., Искаков К.Т.</i> Оценка эффективности методов подавления шума цифровых изображений	114

Р.К. Ниязбекова<sup>1</sup>, М.А. Серекпаева<sup>2</sup>, Ж.Е. Калиева<sup>3</sup>, Н.М. Оспанова<sup>4</sup>

<sup>12</sup> *Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан*

<sup>3</sup> *Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

<sup>4</sup> *Компания «EcoSocio Analysts», Алматы, Казахстан*

(E-mail: <sup>1</sup> rimta.n60@mail.ru, <sup>2</sup> mika82.02@mail.ru, <sup>3</sup> zhanna-080477@mail.ru,

<sup>4</sup> nargizaospanova@gmail.com)

### **Разработка подходов для стандартизации металлургических шлаков при получении защитных покрытий**

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследования металлургических чугуновых шлаков, смеси шлаков с пылью электрофильтров для получения силикатных антикоррозионных покрытий. Были изучены кристаллические свойства стекол, определен режим термообработки для получения стеклокристаллов желаемой структуры и состава. Определены оптимальные составы для улучшения качественных показателей покрытий из стекла.

**Ключевые слова:** Стандартизация, сталеплавильный шлак, покрытия из стекла, стеклокристаллические материалы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-130-1-23-29>

**Введение.** Развитие производства черных и цветных металлов привело к значительному накоплению различных видов отходов, образующихся в процессе производства, добычи и обогащения полезных ископаемых. Отходы загрязняют окружающую среду и вместе с тем, представляют собой ценное минеральное сырье. Металлургические шлаки содержат легкоплавкие силикатные материалы, которые получают в виде отходов при выплавке металлов из руд. Они образуются в виде расплава различных окислов в процессе выплавки, рафинирования и переплавки металлов и их сплавов. Шлаки являются сплавом окислов пустой породы, золы топлива и окислов флюсов. Получаемое количество шлака на 1т выплавляемого металла составляет при доменном процессе до 80 кг [1].

В настоящее время шлаки находят применение при производстве экзотермических шлакообразующих смесей, для футеровки шлакопроводов, флюсующих добавок, при строительстве дорог, гидротехническом сооружении, производстве строительных материалов и других отраслях промышленности.

**1. Проблемные вопросы.** Замена традиционных сырьевых материалов дешёвыми отходами металлургической промышленности может обеспечить снижение расходов для получения покрытий и стеклокристаллических материалов, а также решить некоторые экологические вопросы.

В связи с этим в стекольной промышленности стараются применять шлаки различных производств.

Коррозия деталей заводского оборудования, строительных конструкций и трубопроводов является одной из причин снижения продолжительности межремонтного цикла и общего срока службы технологических и вспомогательных объектов предприятий. Рабочие среды химических производств характеризуются высокой коррозионной активностью по отношению к металлам и металлическим сплавам, поэтому в промышленности все больше проявляется тенденция к использованию неметаллических материалов и защитных покрытий. Однако эта группа материалов также в определенной степени подвержена разрушительному действию среды и других факторов. К настоящему времени находят достаточно широкое распространение стекловидные (стеклоэмалевые, стеклокристаллические и стеклокерамические, далее – стеклоэмалевые) покрытия, обладающие очень высокими антикоррозионными свойствами [2].

В данной работе приводятся результаты исследования свойств сталеплавильного, чугунного и смеси шлаков с пылью электрофильтров с целью их применения для получения силикатных антикоррозионных покрытий и разработки подходов для их стандартизации.

Стеклокристаллические материалы получают кристаллизацией стекла или каменного расплава соответствующего химического состава. Их разделяют на материалы с преобладанием стекловидной фазы или кристаллической фазы.

Применение в покрытиях стеклокристаллических материалов (ситаллов) оказалось особенно эффективным, так как удалось повысить жаростойкость и защитные свойства при высоких температурах практически без ухудшения важнейших технологических свойств (смачивающей способности, укрывистости, растекания), а также сохранить достаточно низкую температуру начала размягчения, т. е. защитные свойства при невысоких температурах [3].

Внимание привлекает изучение физико-механических свойств и микроструктуры сталеплавильного шлака с целью возможности применения его в роли композита при производстве строительных материалов и возможности получать стеклокристаллические материалы с заданными свойствами [4].

Многочисленные исследования ученых различных стран, связанные с изучением возможности использования металлургических шлаков для производства высокотемпературных композиционных материалов, содержат противоречивые результаты. Поэтому были поставлены эксперименты с использованием металлургических чугунных шлаков, смеси шлаков и пыли электрофильтров для получения стеклокристаллических материалов.

**2. Методы исследования.** Химический состав исходных материалов явился основой для планирования составов смесей. Минералогический состав шлаков и смесей представлен в основном силикатными, железосодержащими минералами, что создает предпосылки для синтеза стеклокристаллических материалов.

Химические составы сталеплавильного, чугунного и смеси шлаков с пылью электрофильтров были определены аналитическими методами. В таблице 1 приведены химические составы использованных отходов. Рентгеновский анализ показал наличие в отходах, гематита кристобалита, железистых соединений.

Таблица 1 – Химические составы отходов

№ п/п	Соединения	Чугунный шлак	Сталеплавильный шлак + пыль электрофильтров
1	Несвязанный $SiO_2$	20,78	51,62
2	Сумма $SiO_2$	47,03	57,48
3	$Al_2O_3$	13,32	2,19
4	$Fe_2O_3$	9,11	33,73
5	$TiO_2$	0,10	0,33
6	$CaO$	21,12	1/53
7	$MgO$	0,65	0,14
8	$SO_3$	0,65	0,14
9	<i>n.n.n.</i>	2,63	2,93
10	$Na_2O$	0,37	1
11	$K_2O$	0,39	
	$\Sigma$	<b>97,27</b>	<b>100,26</b>

Сырьевые смеси рассчитывались по основным окислам, содержащимся в отходах и подшихтовывались кремнеземистым или кальциевым компонентом до получения состава, соответствующего составу стекла.

Для получения стеклокристаллов в шихту добавляем 2%  $Cr_2O_3$ . В таблице 2 приведены оптимальные составы синтезированных стекол.

Стекла варили в лабораторной печи. Температура варки соответствовала температуре эвтектики в трехкомпонентной диаграмме составов. Наиболее легкоплавкие стекла получились

Таблица 2 – Составы стекол

№ п/п	Вещественный состав стекол, %
1	65% чугунный шлак + 33,5% кварцевый песок + 1,5Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2	70% чугунный шлак + 28,5% кварцевый песок + 1,5Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
3	72% чугунный шлак + 26,5% кварцевый песок + 1,5Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4	72% чугунный шлак + 26,5% кварцевый песок + 2Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
5	65% шлак и пыль электрофильтров + 32% туф + 2% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6	70% шлак и пыль электрофильтров + 27% туф + 2% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

при использовании чугунных шлаков. Температура синтеза стекол равнялась 1300<sup>0</sup>С. Стекла с содержанием смеси шлаков и пыли варили при температуре 1350 – 1400<sup>0</sup>С. Полученные стекла резко охлаждались, затем подвергались температурной обработке при температуре 700, 800, 900, 1000<sup>0</sup>С. После термической обработке образцы подвергали петрографическим исследованиям. Минералогический состав закристаллизованных стекол изучался рентгеновским методом и с помощью электронной микроскопии.

Были изучены кристаллические свойства стекол, определен режим термообработки для получения стеклокристаллов желаемой структуры и состава.

**3. Результаты и обсуждение** На рисунках 1, 2 представлены фотографии закристаллизованных стекол на основе шлака. Стекла варили при – 1000<sup>0</sup>С, температура кристаллизации 800<sup>0</sup>С. На рисунке 1 отчетливо видны темные кристаллы магнетита (FeO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в форме октаэдров ( $d = 2,54; 2,09; 2,99$ ), кристаллы α-тридимита, окрашенные в белый цвет ( $d = 4,34; 4,12; 3,73$ ).

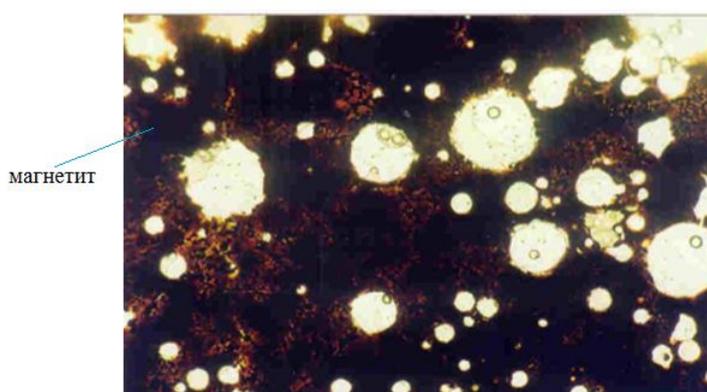


Рисунок 1 – Структура закристаллизованных стекол на основе сталеплавильных шлаков

При кристаллизации стекол на основе чугунного шлака (рисунок 3) получены кристаллы диопсида (CaO · MgO · 2SiO<sub>2</sub>) призмы часто двойниковые, ( $d = 2,98; 2,523; 1,744; 1,616; 1,418$ ). Рентгенографический анализ выявил также наличие шпинели MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $d = 2,41; 1,41; 2,01$ ).

Из смеси шлаков и пыли электрофильтров получены стеклокристаллические материалы, основными минералами в которых являются: шпинель (октаэдры белого цвета) – рисунок (4,5); соединения железа гематит - 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ( $d = 2,69; 2,51; 1,69$ ), геденбергит – FeO · CaO · 2SiO<sub>2</sub> ( $d = 2,98; 2,23; 2,94$ ). Рентгеновский анализ выявил также следы авгита – [Mg, Fe<sub>2+</sub>, Al, Fe<sub>3+</sub> + (Si, Al)2O<sub>6</sub>] ( $d = 1,41; 1,32; 1,07$ ).

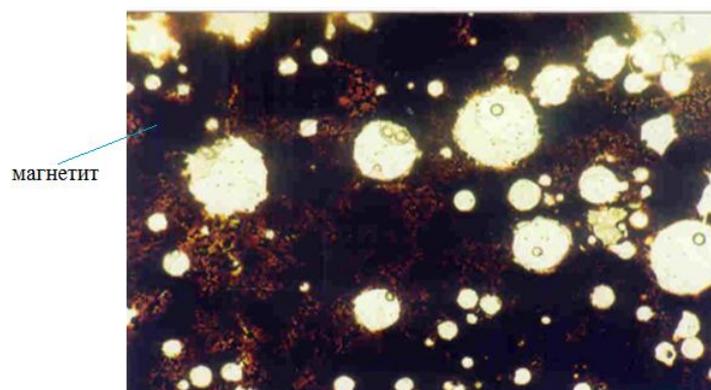


Рисунок 2 – Структура закристаллизованных стекол на основе сталеплавильных шлаков и 2%  $Cr_2O_3$

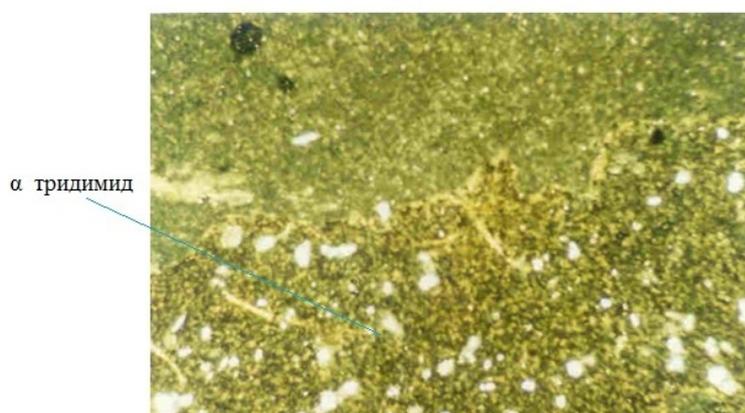


Рисунок 3 – Кристаллизация стекла на основе чугунного шлака

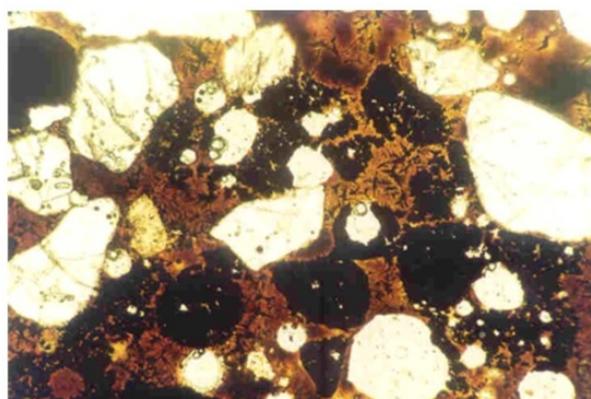


Рисунок 4 – Структура закристаллизованных стекол на основе шлаков и пыли

С целью снижения температуры клинкерообразования чугунный шлак использовался в качестве добавки до 30% в сырьевую смесь для получения цементного клинкера. Отмечено, что уже при температуре  $1300^{\circ}C$  получают плавные клинкера. Рентгенографический анализ выявил в данных клинкерах наличие железо-магниевого соединений.

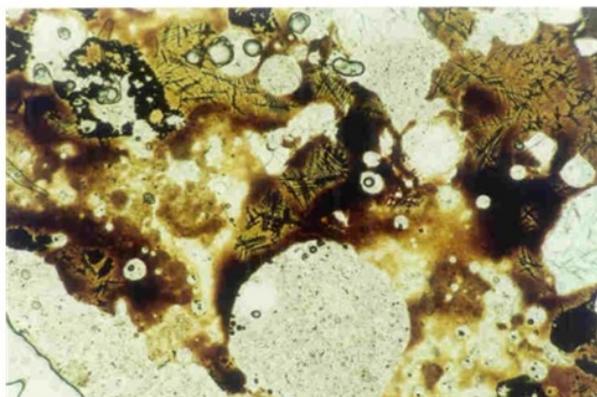


Рисунок 5 – Структура закристаллизованных стекол на основе шлаков и пыли с добавкой 2%  $Cr_2O_3$

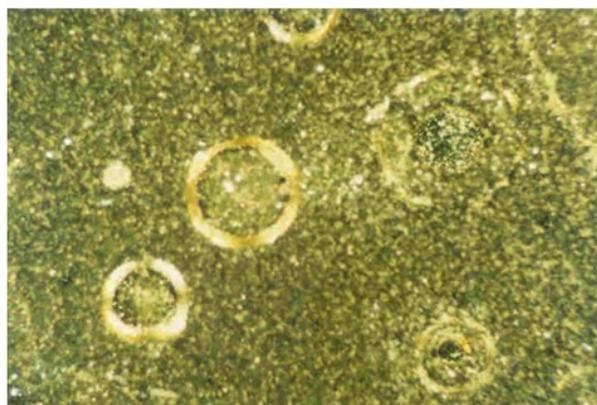


Рисунок 6 – Микроликвации стекол

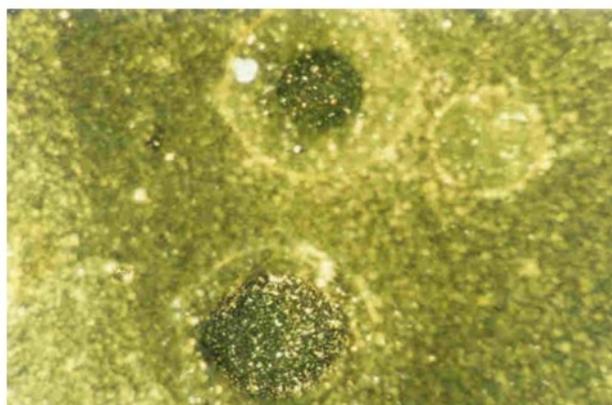


Рисунок 7 – Зарождение кристаллов в стеклах

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования выявили возможность синтеза стеклокристаллических материалов из 3-х видов отходов промышленности.

На основе сталеплавильного и чугунного шлаков получены пироксеновые стекла, что и было целью исследования. Все виды стекол легкоплавки, что, по нашему мнению, объясняется тем, что ионы железа деполимизируют структуру расплавов и стекол, снижают вязкость и температуру структурных превращений, усиливают склонность расплавов к микроликвации, активно участвуют в зарождении кристаллов.

Проведенные исследования показали важную роль  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  особенно в образцах, содержащих чугуны шлак, на основе которого получили наиболее легкоплавкие соединения.

В результате проведенных исследований определены температуры кристаллизации стекол оптимального состава. Поскольку, подшихтовка по основным оксидам осуществлялась природными минералами (кварцевый песок, известняк, кальцит), то определены составы и условия получения стеклокристаллов, приближенные к практическим условиям.

## Список литературы

- 1 Metallurgicheskie shlaki i drugie othody metallurgicheskoy promyshlennosti [Электронный ресурс]– URL: <http://stroj-archive.ru/dorozhnye-materialy/80-metallurgicheskie-shlaki-i-drugie-othody-metallurgicheskoy-promyshlennosti.html> (дата обращения: 29.09.2019).
- 2 Кравцов В.В., Кузеев М.И., Шингарина О.В. Ремонт и изготовление защитных покрытий технологического оборудования и трубопроводов. –Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. -76 с.
- 3 Солнцев С.С., Туманов А.Т. Защитные покрытия металлов при нагреве. Справочное пособие. –М.: Машиностроение, 1976. -240 с.
- 4 Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В., Шекина А.Ю. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков // Фундаментальные исследования. –2013. –№1-2. – С.439-443. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30967> (дата обращения: 15.09.2019).

Р.К. Ниязбекова<sup>1</sup>, М.А. Серекпаева<sup>2</sup>, Ж.Е. Қалиева<sup>3</sup>, Н.М. Оспанова<sup>4</sup>

<sup>12</sup> С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>3</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>4</sup> «EcoSocio Analysts» компаниясы, Алматы, Қазақстан

### Қорғаныш жабындарды өндіруде металлургиялық қождарды стандарттау тәсілдерін әзірлеу

**Аңдатпа.** Мақалада силикатты коррозияға қарсы жабындарды алу үшін металлургиялық шойын қождарды, электр сүзгілерінің шаңы бар қождардың қоспаларын зерттеу нәтижелері келтірілген. Шынылардың кристалдық қасиеттері зерттелді, шыны кристалдардың қалаған құрылымы мен құрамын алу үшін термоөңдеу режимі анықталды. Шыныдан жасалған жабындардың сапалы көрсеткіштерін жақсарту үшін оңтайлы құрамдар анықталды.

**Түйін сөздер.** Стандарттау, болаттан жасалған қож, шыныдан жасалған жабындар, шыны кристалды материалдар.

R.K. Niyazbekova<sup>1</sup>, M.A. Serepayeva<sup>2</sup>, Zh.E. Kaliyeva<sup>3</sup>, N.M. Ospanova<sup>4</sup>

<sup>12</sup> S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>3</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>4</sup> “EcoSocio Analysts” LLC, Almaty, Kazakhstan

### Development of approaches to the standardization of metallurgical slag in the production of protective coatings

**Abstract.** The article presents the results of the study of metallurgical cast iron slag, slag mixture with dust filters for silicate corrosion coatings. The crystal properties of glasses were studied, the heat treatment regime for obtaining glass crystals of the desired structure and composition was determined. The optimal formulations to improve the quality of coatings of the glass.

**Keywords.** Standardization, steelmaking slag, glass coatings, glass-crystalline materials.

## References

- 1 Metallurgicheskie shlaki i drugie othody metallurgicheskoy promyshlennosti [Metallurgical slag and other wastes of the metallurgical industry.] URL: <http://stroj-archive.ru/dorozhnye-materialy/80-metallurgicheskie-shlaki-i-drugie-othody-metallurgicheskoy-promyshlennosti.html> (accessed 29.09.2019) [in Russian].
- 2 Kravcov V.V., Kuzeev M.I., Shingarina O.V. Remont i izgotovlenie zashhitnyh pokrytij tehnologicheskogo oborudovaniya i truboprovodov [Repair and manufacture of protective coatings of technological equipment and pipelines] (Ufa, USPTU, 2001)[in Russian].
- 3 Solncev S.S., Tumanov A.T. Zashhitnye pokrytija metallov pri nagreve [Protective coatings of metals during heating] (Moscow, Engineering, 1976)[in Russian].
- 4 Shapovalov N.A., Zagorodnjuk L.H., Tikunova I.V., Shekina A.Ju. Racional'nye puti ispol'zovaniya staleplavil'nyh shlakov [Rational way to use steel slag] Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research] 1-2, 439-443(2013). Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30967> [in Russian]. (accessed 15.09.2019).

**Сведения об авторах:**

*Ниязбекова Р.К.* - доктор технических наук, доцент кафедры Стандартизация, метрология и сертификация, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина пр. Победы 62, Нур-Султан, Казахстан.

*Серекпаева М.А.* - докторант кафедры Стандартизация, метрология и сертификация, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина пр. Победы 62, Нур-Султан, Казахстан.

*Калиева Ж.Е.* - кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология промышленного и гражданского строительства», Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева 2, Нур-Султан, Казахстан.

*Оспанова Н.М.* - специалист по ОТОСБ компании «EcoSocio Analysts», ул. Карасай батыра 55, Алматы, Казахстан.

*Niyazbekova R.K.* - doctor of technical sciences, Associate Professor of the Department of Standardization, Metrology and certification, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis avenue, 62, Nur-Sultan, Kazakhstan. Kazakhstan.

*Serekpayeva M.A.* - doctoral student of the Department of Standardization, Metrology and certification, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis avenue, 62, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Kaliyeva Zh. E.* - candidate of Technical Sciences, the senior lecturer of faculty "Technology of industrial and civil building", L.N. Gumilev ENU, Str. Satpaev 2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Ospanova N.M.* - HSE officer of the "EcoSocio Analysts" LLC. 55 Karasai batyra street, Almaty, Kazakhstan.

*Поступила в редакцию 18.03.2019*