

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

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

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

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

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

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>Туякбаева 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>Әлмдарова 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., Джексембаева 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. Ниязбекова¹, А.Е. Джексембаева², Ю.Р. Кривобородов³

^{1,2} *Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан*

³ *Российский химико-технологический университет им. Д.М. Менделеева, Москва, Россия*

(E-mail: ¹ rimma.n60@mail.ru, ² dzheksembayeva_ae@mail.ru, ³ ykriv@muctr.ru)

Модификация структуры цементных композитов. Исследования эксплуатационных свойств для стандартизации строительных смесей с добавкой сталеплавленного шлака

Аннотация: В целях стандартизации композитных материалов, разработки НТД для цементных композитов с добавками сталеплавленных шлаков, обеспечивающих технологическую и техническую эффективность смесей, необходимо проведение исследований по изучению фазового состава и свойств цементных смесей.

Применение отходов металлургического производства для изготовления строительных материалов - важное направление рационального использования ценного вторичного сырья, прошедшего высокотемпературную обработку.

Путем проведения XRD исследований изучены микроструктура и свойства образцов цементных композиций с содержанием 5% ферритного сталеплавленного шлака 3-х, 7-и, 28-и суток схватывания, определены фазовые составы исследуемых образцов с указанием процентного содержания вкладов и параметров кристаллической решетки для применения оптимальной дозы ферритного сталеплавленного шлака в соединении с цементной строительной смесью.

Полученные результаты испытаний позволяют использовать новую строительную смесь с оптимальной дозировкой шлака 5% в строительной индустрии с учетом экономии цемента, решения вопросов по утилизации металлургических отходов промышленности и стандартизации новых строительных материалов.

Ключевые слова: фазовый состав, цементные смеси, ферритные отходы, сталеплавленный шлак, ремонтные смеси.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-130-1-30-36>

Введение. В настоящее время проблемы накопления, транспортирования, малоизученности отходов, отсутствие технических, экономических, организационных механизмов, обеспечивающих вовлечение вторичного сырья в производство для металлургической промышленности являются весьма актуальными [1]. Решение указанных проблем в черной и цветной металлургии будет способствовать широкому внедрению многотоннажных отвальных твердых отходов обогатительного производства в качестве строительных материалов для закладки выработанного пространства шахт, дорожных покрытий, стеновых материалов и т.д. вместо специально добываемых минеральных ресурсов [2,4].

Создание безотходных технологий требует соблюдения основных принципов: принципа системности, учитывающего помимо производственной деятельности и природную среду; принципа комплексности, принципа гармонизированной системы организации работы [3]. Применение принципа системности P-D-C-A в соответствии с требованиями стандарта качества ИСО 9001 благоприятно влияет на конечный результат продукции и способствует повышению эффективности системы менеджмента качества организации в целом [5].

Цели. Идея научной разработки - исследование влияния сталеплавленного шлака Казахстанского Темиртауского металлургического комбината на физико-механические свойства цементного раствора, на его рентгеноскопию в период гидратации и определение оптимума шлака.

Подготовка материалов, образцов и тестирование

Согласно ГОСТ 310.4—81 заформованы образцы в форме балочки размером 160 мм длиной, 40 мм шириной, 40 мм высотой. Сталеплавленный шлак измельчан до размера с точностью помола до 80 мкм, проходящего через лабораторное сито №008 (Рисунок 1). Согласно ГОСТ

10178–85 шлак добавляли к цементу в процентности 1%, 2%, 5%, 8%, 10%, 12% от веса сухого портландцемента I 42.5Н М500 (HeidelbergCement) Бухтарминского цементного завода.



Рисунок 1 – Измельченный сталеплавильный шлак для применения в цементном производстве

В целях исследования физико-механических свойств цементного композита с содержанием шлака разной процентности образцы миксовой смеси испытывали на изгиб и сжатие в 3-х, 7-и и 28-суточном возрасте (Таблица 1). Согласно ГОСТ 310.4 распыл конус определен в пределах 106-115 мм для нормальной консистенции цементного раствора для дальнейших испытаний.

Таблица 1 – Физико-механические свойства обычного цементного раствора и миксовых смесей со шлаком

№	Образцы цементной и миксовой смей	R сжатия через, сут, МПа					
		3		7		28	
		R сжатие	R изгиб	R сжатие	R изгиб	R сжатие	R изгиб
1	ЦЕМ I 42.5Н М500	22.9	4.1	35.4	6.9	50.6	8.2
2	ЦЕМ I 42.5Н М500 +1% шлак	33.2	4.0	37.3	7.2	45.6	8.0
3	ЦЕМ I 42.5Н М500 +3% шлак	35.3	5.1	40.3	10.02	46.8	8.5
4	ЦЕМ I 42.5Н М500 + 5% шлак	36.4	5.4	38.3	7.2	55.40	8.4
5	ЦЕМ I 42.5Н М500 + 8% шлак	42.8	5.5	42.6	6.4	24.0	7.7
6	ЦЕМ I 42.5Н М500 + 10% шлак	33.8	5.7	25.1	6.0	20.6	6.9
7	ЦЕМ I 42.5Н М500 + 15% шлак	13.6	4.0	20.4	7.5	13.9	6.0

На рисунке 2 (а,б) показаны испытания образцов-балочек на изгиб и сжатие. Для проведения испытаний готовилось по 9 тестируемых образцов на каждый вид цементной смеси с целью определения среднего значения. ГОСТ 310.4-81 описывает процедуру приготовления смеси и порядок проведения испытаний.

Методика исследования и результаты

В результате проведенных исследований выявлены оптимальные составы цементных композиций. Добавка 5% сталеплавильного шлака благоприятно влияет на физико-механические показатели цементного раствора, что определяет перспективу применения ферритных отходов в сочетании с цементом с дальнейшей стандартизацией показателей качества нового композита.

Исследованию подвергли образцы, имеющие наивысшее среднее значение прочности на сжатие и изгиб с содержанием 5% сталеплавильного шлака 3-х, 7-и, 28-и суток твердения.

Рентгенодифрактометрическим методом проведен X-Ray анализ образцов на оборудовании D8 ADVANCE ECO (Bruker, Германия) с излучением $\text{CuK}\alpha$. Для определения

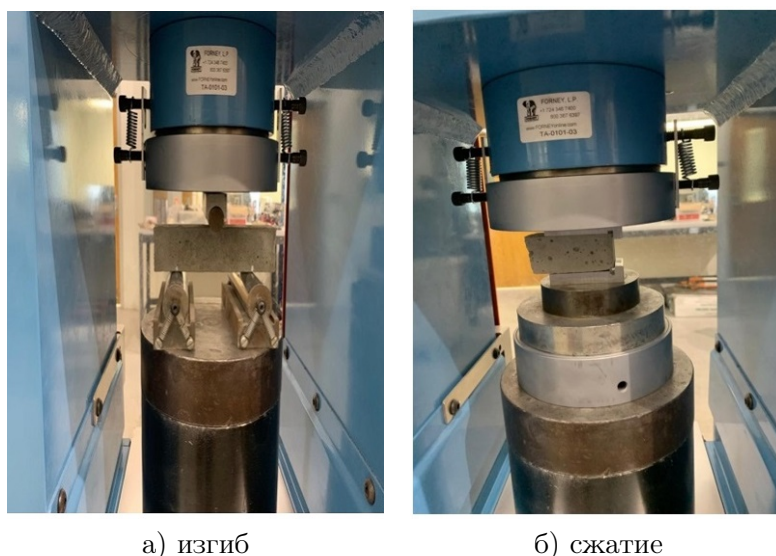


Рисунок 2 – Испытания образцов-балочек размерами 160x40x40 мм на изгиб и сжатие

минералогической структуры и исследования значимых фазовых пиков оксидов, гидратов, гидросиликатов кальция применили ПО Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2., которые представлены на дифрактограммах рисунка 3.

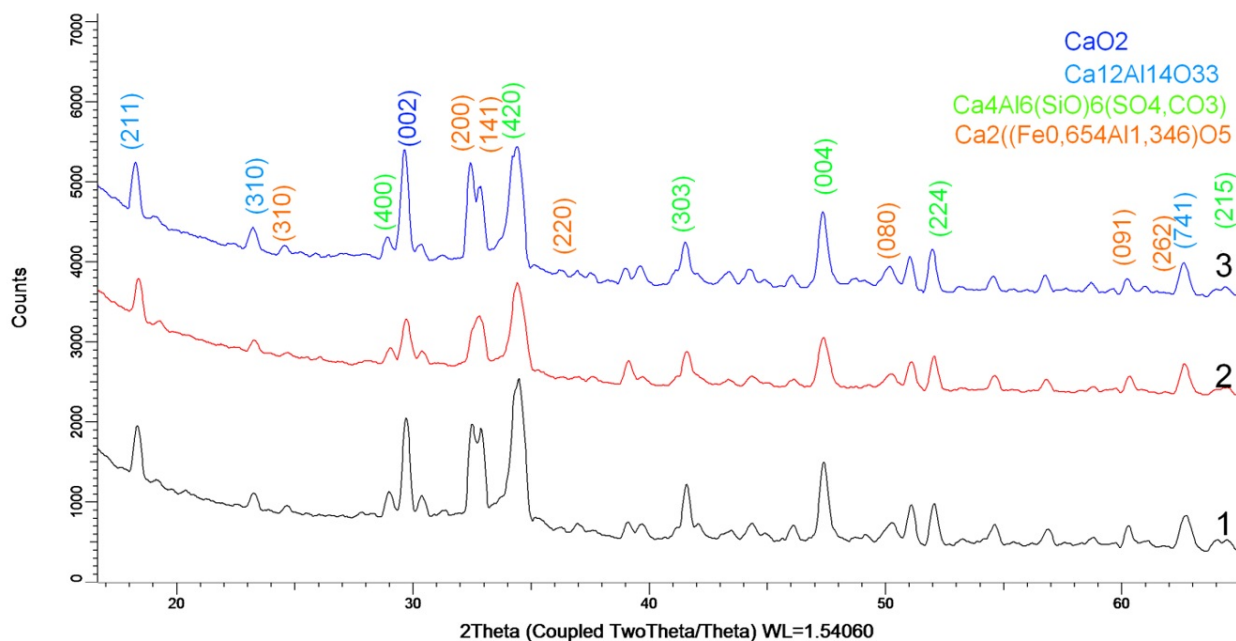


Рисунок 3 – Рентгеновская дифрактограмма исследуемых образцов: 1- образец №1; 2 – образец №2; 3 – образец №3е

Как видно из представленных данных, исследуемые образцы представляют собой поликристаллические структуры с низкой степенью кристалличности (уширенные малоинтенсивные пики) и большой концентрацией дефектов в структуре, о чем свидетельствует асимметричная форма дифракционных пиков. Асимметричная и уширенная форма дифракционных пиков свидетельствует о наличии в структуре большой концентрации деформаций кристаллической решетки, что может быть обусловлено твердыми растворами замещения или внедрения, а также наличием большого содержания примесных фаз разной плотности. Определение фазового состояния в структуре было проведено с применением метода Ритвельда. В таблицах 2-5 представлены данные по фазовому составу исследуемых

образцов с указанием процентного содержания вкладов и параметров кристаллической решетки. Определение объемной доли вклада фаз проводилось с помощью уравнения (1):

$$V_{\text{admixture}} = \frac{RI_{\text{phase}}}{I_{\text{admixture}} + RI_{\text{phase}}}, \quad (1)$$

I_{phase} - средняя интегральная интенсивность основной фазы дифракционной линии, $I_{\text{admixture}}$ – средняя интегральная интенсивность дополнительной фазы, R – структурный коэффициент, равный 1.45.

Таблица 2 – Данные фазового состава Образца №1

Фаза	Тип структуры	Пространственная группа	Параметры кристаллической решетки, Å	Объем решетки, Å ³	№ карточки базы данных PDF2	Содержание фазы, %
Ca ₂ ((Fe _{0,654} Al _{1,346})O ₅ –Brownmillerite	Orthorhombic	I2mb(46)	a=5.29910, b=14.44340, c=5.50990	421.71	PDF – 01-074-3675	37.5
Ca ₄ Al ₆ (SiO) ₆ (SO ₄ , CO ₃) – Silvialite	Tetragonal	I4/m(87)	a=12.26000, c=7.61000, z=2	1143.84	PDF – 00-002-0405	17.2
Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃ -Mayenite	Cubic	I-43d(220)	a=11.98200, z=2	1720.24	PDF – 00-009-0413	34.1
CaO ₂ –Calcium Peroxide	Tetragonal	I4/mmm(139)	a=3.54000, c=5.91, z=2	74.06	PDF – 00-003-0865	11.2

Таблица 3 – Данные фазового состава Образца №2

Фаза	Тип структуры	Пространственная группа	Параметры кристаллической решетки, Å	Объем решетки, Å ³	№ карточки базы данных PDF2	Содержание фазы, %
Ca ₂ ((Fe _{0,654} Al _{1,346})O ₅ –Brownmillerite	Orthorhombic	I2mb(46)	a=5.21628, b=14.30197, c=5.48614	409.28	PDF – 01-074-3675	60
Ca ₄ Al ₆ (SiO) ₆ (SO ₄ , CO ₃) – Silvialite	Tetragonal	I4/m(87)	a=12.17347, c=7.70117,	1141.26	PDF – 00-002-0405	16.4
Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃ -Mayenite	Cubic	I-43d(220)	a=12.05258,	1750.81	PDF – 00-009-0413	13.1
CaO ₂ –Calcium Peroxide	Tetragonal	I4/mmm(139)	a=3.55247, c=5.86371	74.00	PDF – 00-003-0865	10.5

Как видно из представленных данных исследуемых образцы представляют собой смесь четырех фаз с преобладанием фазы Ca₂((Fe_{0,654}Al_{1,346})O₅).

Таблица 4 – Данные фазового состава Образца №3

Фаза	Тип структуры	Пространственная группа	Параметры кристаллической решетки, Å	Объем решетки, Å ³	№ карточки базы данных PDF2	Содержание фазы, %
Ca ₂ ((Fe _{0,654} Al _{1,346})O ₅ – Brownmillerite	Orthorhombic	I2mb(46)	a=5.22236, b=14.23747, c=5.52164	410.55	PDF – 01-074-3675	60.3
Ca ₄ Al ₆ (SiO) ₆ (SO ₄ ,CO ₃) – Silvialite	Tetragonal	I4/m(87)	a=12.03991, c=7.67852,	1113.07	PDF – 00-002-0405	17.9
Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃ -Mayenite	Cubic	I-43d(220)	a=11.93205,	1698.81	PDF – 00-009-0413	15.2
CaO ₂ -Calcium Peroxide	Tetragonal	I4/mmm(139)	a=3.55247, c=5.86371.	74.00	PDF – 00-003-0865	6.6

Таблица 5 – Результаты измерения плотности и интегральной пористости исследуемых образцов.

Фаза	Плотность материала, г/см ³			Пористость материала, %			
	Образец	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Ca ₂ ((Fe _{0,654} Al _{1,346})O ₅ – Brownmillerite		3.669	3.781	3.768	0.023	3.012	2.693
Ca ₄ Al ₆ (SiO) ₆ (SO ₄ ,CO ₃) – Silvialite		2.818	2.824	2.895	2.846	3.079	5.689
Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃ -Mayenite		2.676	2.630	2.711	0.001	1.747	1.259
CaO ₂ -Calcium Peroxide		3.232	3.234	3.234	0.011	0.069	0.069

Заключение. По результатам исследований установлено, что наилучшие показатели прочности характерны для строительных смесей, содержащих 5% ферритного сталеплавильного шлака. Проведенные исследования подтверждают, что оптимум с дозировкой 5% сталеплавильного шлака устойчив как эффективная добавка к цементу в строительном производстве. Применение таких побочных отходов металлургии, как сталеплавильный шлак позволит решить проблемы с потреблением энергии, утилизацией шлаков, экономией цемента с целью рационального использования сырьевых ресурсов. Фазовый анализ гидратации тестируемых образцов был проведен посредством метода Ритвельда. Продукты гидратации цементного композита с 5% дозировкой шлака в разные периоды твердения показали основные пики четырех фаз с преобладанием браунмиллерита Ca₂((Fe_{0,654}Al_{1,346})O₅). Браунмиллерит ассоциирует с основными важными минералогическими структурами кальцита, этtringита, волластонита, ларнита, дженнита, портландита, которые влияют на прочность цементного камня.

Список литературы

- 1 Жук А.А., Сычева И.В. Использование вторичных ресурсов - важнейший фактор экономии сырьевых ресурсов в промышленности строительных материалов // Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий: труды всесоюзной конференции. -Чимкент: 1986. –С. 55-61.
- 2 Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий //Обзорная информация. - Москва, 1984.
- 3 Волженский А.В., Бузов Ю.С., Виноградов Б.Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов. – М.: Стройиздат, 1969.-С.67-73.
- 4 Montgomery D.G; Wang G. Preliminary laboratory study of steel slag for blended cement manufacture // Materials Forum -1991. Vol.15 №4. 4th Quartar -P. 374-382.

5 Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В., Шекина А.Ю. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков // Журнал Фундаментальные исследования. -2013. -№ 1 (часть 2). -С. 439-443.

Р.К. Ниязбекова¹, А.Е. Джексембаева², Ю.Р. Кривобородов³

^{1,2} С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

³ Д.М. Менделеев Ресей атындағы химиялық технология университеті, Мәскеу, Ресей

Цемент композиттерінің құрылымын өзгерту. Болаттан жасалған қожын қосумен құрылыс қоспаларын стандарттау бойынша өнімділігі

Аңдатпа. Цемент композиттерінің құрылымын өзгерту. Болаттан жасалған қожын қосумен құрылыс қоспаларын стандарттау бойынша өнімділігі қоспалардың технологиялық және техникалық тиімділігін қамтамасыз ететін композиттік материалдарды стандарттау, болат балқыту шлактары қосылған цемент композиттері үшін НТҚ әзірлеу мақсатында цемент қоспаларының фазалық құрамы мен қасиеттерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргізу қажет.

Құрылыс материалдарын дайындау үшін металлургиялық өндіріс қалдықтарын қолдану- жоғары температуралы өңдеуден өткен бағалы қайталама шикізатты ұтымды пайдаланудың маңызды бағыты.

XRD зерттеулер жүргізу жолымен құрамында 3, 7, 28 тәулік ферритті болат балқытатын қожы бар цемент композициялары үлгілерінің микроқұрылымдары мен қасиеттері зерттелді, салымдардың пайыздық құрамы және цемент құрылыс қоспасымен қосылыста ферритті болат балқытатын қожының оңтайлы дозасын қолдану үшін кристалды торлардың параметрлері көрсетілген зерттелетін үлгілердің фазалық құрамы анықталды.

Алынған сынақ нәтижелері цементті үнемдеуді, өнеркәсіптің металлургиялық қалдықтарын кәдеге жарату және жаңа құрылыс материалдарын стандарттау жөніндегі мәселелерді шешуді ескере отырып, құрылыс индустриясында 5% шлақтың оңтайлы мөлшерлемесімен жаңа құрылыс қоспасын пайдалануға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер. фазалық құрам, цемент құрамы, ферритті қалдықтар, болат құю қожы, жөндеу қоспалары.

R. K. Niyazbekova¹, A.Y. Jexembayeva², Yu.R. Krivoborodov³

^{1,2} S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Nur-Sultan, Kazakhstan

³ D.M. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia

Modification of the structure of cement composites. Research of operational properties for standardization of building mixes with the addition of steelmaking slag

Abstract. For standardization of composite materials, development of NTD for cement composites with additives of steel-making slag, providing technological and technical efficiency of mixtures, it is necessary to conduct research on the phase composition and properties of cement mixtures.

The use of metallurgical waste for the production of building materials is an important direction for the rational use of valuable secondary raw materials that have undergone high-temperature processing.

By carrying out XRD studies investigated the microstructure and properties of samples of cement compositions containing 5% ferrous steel slag 3, 7, 28 days of hardened, the phase compositions of the investigated samples with percentage of contents deposits and lattice parameters for the application of optimum dose of ferrous steel slag in combination with cement construction mixture.

The obtained test results allow us to use a new construction mix with an optimal dosage of 5% slag in the construction industry, taking into account the savings of cement, solving issues of recycling of metallurgical waste in the industry and standardization of new construction materials.

Keywords. phase composition, cement compositions, ferritic waste, steelmaking slag, repair mixtures

References

- 1 Zhuk A.A., Sycheva I.V. Ispol'zovaniye vtorichnykh resursov - vazhneyshiy faktor ekonomii syr'yevykh resursov v promyshlennosti stroitel'nykh materialov [The use of secondary resources is the most important factor in saving raw materials in the building materials industry], Puti ispol'zovaniya vtorichnykh resursov dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov i izdeliy [Ways to use secondary resources for the production of building materials and products]: Chimkent: Trudy vsesoyuznoy konferentsii [Chimkent: Proceedings of the All-Union Conference], 1986, P.55-61.
- 2 Ispol'zovaniya otkhodov, poputnykh produktov v proizvodstve stroitel'nykh materialov i izdeliy [The use of waste, by-products in the production of building materials and products] Obzornaya informatsiya [Overview] (Moscow, 1984).
- 3 Volzhenskiy A.V., Burov YU.S., Vinogradov B.N., Gladkikh K.V. Betony i izdeliya iz shlakovykh i zol'nykh materialov [Concrete and products from slag and ash materials] (Stroyizdat, Moscow, 1969.) 67-73 p [In Russian].
- 4 Montgomery D.G; Wang G. Preliminary laboratory study of steel slag for blended cement manufacture [Predvaritel'noye laboratornoye issledovaniye stal'nogo shlaka dlya proizvodstva smesevogo tsementa] Materials Forum V15 4 4th Quartar [Materialy foruma V15 4 4-y kvartal], 1991, pp. 374-382.
- 5 Shapovalov N.A., Zagorodniuk L.Kh., Tikunova I.V., Shekina A.Yu. Ratsional'nyye puti ispol'zovaniya staleplavil'nykh shlakov [Rational ways of using steelmaking slag] Zhurnal Fundamental'nyye issledovaniya [Journal of Basic Research], 2013, No. 1, chast' 2 [part 2], pp. 439-443.

Сведения об авторах:

Ниязбекова Р.К. - доктор технических наук, профессор кафедры стандартизации, метрологии и сертификации Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Нур-Султан, Казахстан.

Джексембаева А.Е. – докторант кафедры стандартизации, метрологии и сертификации Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Нур-Султан, Казахстан.

Кривобородов Ю.Р.-доктор технических наук, профессор кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов Российского химико-технологического университета им. Д.М. Менделеева, Миуская площадь, 9, Москва, Россия.

Niyazbekova R.K. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the department of Standardization, Metrology and Certification, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis Ave., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Jeksembayeva A.E. - PhD student of the department of Standardization, Metrology and Certification, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis Ave., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Krivoborodov Yu.R. -Doctor of Technical Sciences, Professor of the department of Chemical Technology of Composite and Cementing Materials of the D.M. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Miou Square 9, Moscow, Russia.

Поступила в редакцию 04.04.2019