

ISSN 0135-5910 (Print)

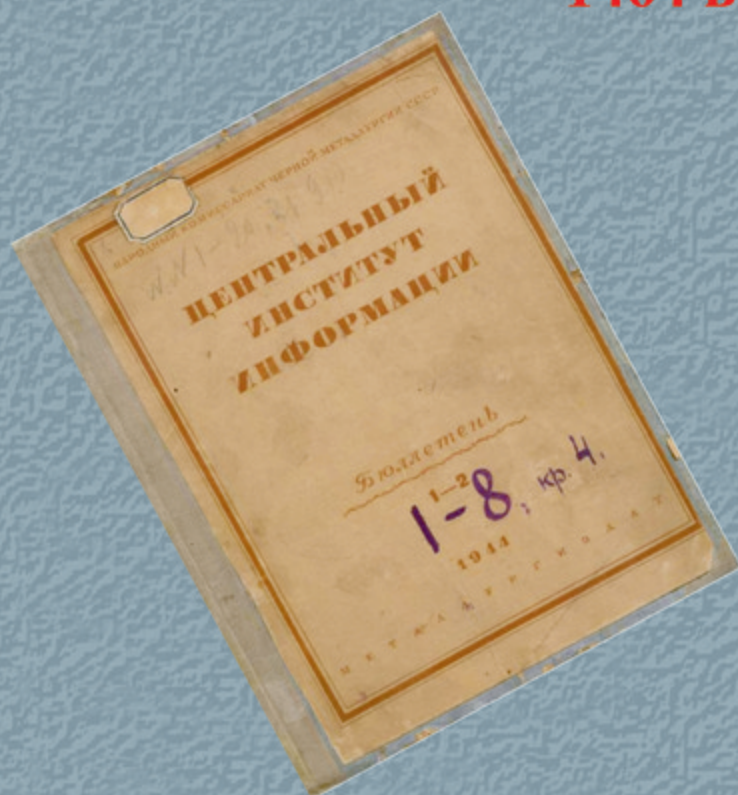
ISSN 2619-0753 (Online)

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Бюллетень научно-технической и экономической информации

Бюллетень “Черная металлургия”
Апрель 1944 - декабрь 2021

1464 выпуска



77 лет на службе науке и производству

Ferrous Metallurgy

Bulletin of Scientific, Technical and Economic Information

Том 77. № 12

2021

Уважаемые авторы и читатели Бюллетеня “Черная металлургия”!

Журнал “Бюллетень научно-технической и экономической информации “Черная металлургия” основан в 1944 г. и за 77 лет издания зарекомендовал себя как один из ведущих научно-технических журналов черной металлургии. Нет ни одной значимой для отрасли проблемы, которая не нашла бы отражение на его страницах.

В журнале публикуются результаты теоретических исследований, разработок технологий и оборудования доменного, сталеплавильного, прокатного производств, металловедения и термической обработки стали, экономики и организации производства, экологии и ресурсосбережения и т. п. Особенно ценна обратная связь — публикация результатов внедрения научных исследований и разработок.

Бюллетень “Черная металлургия” способствует становлению научных работников высшей квалификации, поскольку позволяет в широком объеме публиковать результаты исследований, составляющих основу диссертационных работ соискателей. Он включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации статей соискателей ученой степени кандидатов и докторов наук по основным специальностям черной металлургии, индексируется в РИНЦ и ряде других баз, имеется его электронная версия.

В 2018 г. нами были предприняты меры по его подготовке к включению в международные базы научных статей. В 2019 г. была отправлена заявка в СКОПУС. После получения заключения экспертов была начата работа по выполнению их рекомендаций. В состав редколлегии были включены известные зарубежные ученые, с января 2020 г. на сайте журнала начато размещение переводов наиболее интересных статей на английский язык.

К сожалению, этим планам не суждено исполниться. Финансовой основой работы редакции Бюллетеня “Черная металлургия” всегда являлась подписка. Однако после кризиса 2008 г. она начала падать, и с 2010 г. пришлось начать компенсировать потери за счет других видов деятельности института.

Для сохранения Бюллетеня “Черная металлургия” был начат поиск его нового учредителя. Выбор был остановлен на Южно-Уральском государственном университете с учетом его статуса, как одного из лидеров современного российского образования, осуществляющего реализацию программ научных исследований, в том числе в области материаловедения и металлургии, имеющего широкие международные связи.

В декабре 2021 г. 1464-м номером институт “Черметинформация” завершает издание “Бюллетеня научно-технической и экономической информации “Черная металлургия”. С января 2022 г. его выпуск возобновится на базе ФГАОУ ВО “Южно-Уральский государственный университет (НИУ)”. При формировании новой редакции журнала сохранится его отраслевая направленность, организация работы с авторами, продолжится работа по выполнению рекомендаций экспертов для включения его в международные базы цитирования.

Благодарим всех подписчиков, читателей и авторов Бюллетеня “Черная металлургия” за долгие годы совместной работы и призываем всех к продолжению плодотворного сотрудничества с редакцией его нового учредителя — Южно-Уральского государственного университета.

От всей души желаем вам, дорогие друзья и коллеги, творческих успехов, здоровья, счастья и благополучия!

**Руководство ОАО “Черметинформация”
Редакция Бюллетеня “Черная металлургия”**

Редактор – Смильтина В.В.
Ведущие редакторы разделов – Бухова Л.М., Зиновьева Н.Г.
Корректор – Власова Н.А.
Компьютерная верстка – Яшина Н.Н., Галахова А.Г.

Контакты по вопросам подписки, публикации статей и рекламы: Бессонов Анатолий Васильевич +7(495) 7 19–07–38; +7–903–513–56–39
bessonov@chermetinfo.com

Контакты по вопросам доставки: +7(499) 124-49-09 Бухова Людмила Михайловна

*Издатель - ОАО «Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований черной металлургии»*

*117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 3, ОАО «Черметинформация»
Тел: (495) 718-07-10, 719-07-92, Факс: (499) 125-78-44 E-mail: main@chermetinfo.com Адрес сайта: www.chermetinfo.com*

ОАО «Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований черной металлургии»

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ научно-технической и экономической информации

Журнал включен в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Регистрационный номер ПИ № 77-18479

Издается с 1944 года, ежемесячно

Том 77, № 12

2021

Москва,
ОАО «Черметинформация»

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ научно-технической и экономической информации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор - СМЕРНОВ Л.А., академик РАН (Российская академия наук, ОАО "Уральский институт металлов", Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург)

Зам. главного редактора - БЕССОНОВ А.В., канд. экон. наук (ОАО "Черметинформация", г. Москва)

Зам. главного редактора - КУРГАНОВ В.А., д-р техн. наук (ОАО "Черметинформация", г. Москва)

АКСЕЛЬРОД Л.М., канд. техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", г. Москва)

АНДРЕЕВ К.П., канд. техн. наук (Уханьский Университет Науки и Технологии (WUST), Ухань, Китай)

БАБЕНКО А.А., канд. экон. наук (Институт металлургии УрО РАН (ИМет УрО РАН), Екатеринбург)

БАБИЧ А.И., д-р техн. наук (университет Ахена, Германия)

БЕЛОВ В.К., канд. физ.-мат. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

БРОДОВ А.А., канд. экон. наук (ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва)

БЫХОВСКИЙ Л.З., д-р техн. наук (ФГБУ ВИМС, г. Москва)

ВЕДЕНЕЕВ А.В., канд. техн. наук (ОАО "Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга "Белорусская металлургическая компания", г. Жлобин, Республика Беларусь)

ГАРБЕР Э.А., д-р техн. наук (Череповецкий государственный университет, г. Череповец)

ГОРДОН Я.М., д-р техн. наук (фирма Хатч, г. Торонто, Канада)

ДЕНИСОВ С.В., д-р техн. наук (ОАО ММК, г. Магнитогорск)

ДМИТРИЕВ А.Н., д-р техн. наук (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург)

ЗОЛОТУХИН Ю.А., канд. техн. наук (АО ВУХИН, г. Екатеринбург)

ИБРАЕВ И.К., д-р техн. наук (Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан)

КАЛИАКПАРОВ А.Г., д-р техн. наук (ТОО "Научно-исследовательский центр ERG", г. Аксу, Республика Казахстан)

КОВАЛЕК АННА, канд. техн. наук (Ченстоховский технологический университет, г. Ченстохова, Польша)

КОЗЫРЕВ Н.А., д-р техн. наук (Сибирский государственный университет, г. Новокузнецк)

КОСМАЦКИЙ Я.И., канд. техн. наук (ОАО "Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности", г. Челябинск)

ЛЯШЕНКО В.И., канд. техн. наук (ГП "УкрНИПИИ-промотехнологии", Украина)

ОРЛОВ Г.А., д-р техн. наук (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург)

ПРОТАСОВ А.В., канд. техн. наук (АО АХК ВНИИМЕТМАШ г. Москва)

СИДОРОВА Е.Ю., д-р экон. наук (Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", г. Москва)

СМЕРНОВ А.Н., д-р техн. наук (Физико-технологический институт металлов и сплавов НАНУ, г. Киев, Украина)

СТОЛЯРОВ А.М., д-р техн. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

СТРАХОВ В.М., канд. техн. наук (АО ВУХИН, г. Екатеринбург)

ТАНДОН ПУНИТ, д-р философии (технические науки) (Индийский институт информационных технологий, проектирования и производства, Индия, г. Джабалпур)

ФИЛИППОВ Г.А., д-р техн. наук (ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва)

ФИЛОСΟΦОВА Т.Г., д-р экон. наук (Исследовательский университет "Высшая школа экономики" НИУ ВШЭ), г. Москва)

ФРОЛОВ Ю.А., д-р техн. наук (ООО НПП "Уралэлектра", г. Екатеринбург)

ХАРИТОНОВ В.А., канд. техн. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

ЧИЖИКОВА В.М., д-р техн. наук (ООО "Управляющая компания "Румелко", г. Москва)

ЧИЧКО А.Н., д-р техн. наук (Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь)

ШЕШУКОВ О.Ю., д-р техн. наук (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург)

Ю ХАЙЛАНГ, д-р философии (технические науки) (Колледж механики и электротехники Центрального Южного университета, г. Чанши, Китай)

Учредитель: Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований черной металлургии

Адрес редакции:

117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 3

Тел.: +7 (495) 718-07-10, +7(495) 719-07-38

Тел./факс: +7 (499) 125-78-44

e-mail: main@chermetinfo.com, bessonov@chermetinfo.com

<https://chermetinfo.elpub.ru/jour>

FERROUS METALLURGY

BULLETIN of Scientific, Technical and Economic Information

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief - SMIRNOV L.A., *Academician of RAS (Russian Academy of Sciences, OJSC "Ural'sky Institute of Metals", Institute of Metallurgy Ural Branch of RAS, Ekaterinburg)*

Deputy Editor-in-Chief - BESSONOV A.V., *PhD (Econ) (OJSC "Chermetinformatsia", Moscow)*

Deputy Editor-in-Chief - KURGANOV B.A., *HD (Tech) (OJSC "Chermetinformatsia", Moscow)*

AKSELROD L.M., *PhD (Tech) (National Research technological University "MISiS", Moscow)*

ANDREEV K.P., *PhD (Tech.) (Wuhan University of Science and Technology (WUST), Wuhan, China)*

BABENKO A.A., *HD (Tech) (Institute of metallurgy Uro RAN (IMet Uro RAN), Ekaterinburg)*

BABICH A.I., *HD (Tech) (Aachen University, Germany)*

BELOV V.K., *PhD (Phys and Mathematic) (Magnitogorsk State technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)*

BRODOV A.A., *PhD (Econ) (FGUP "CNIChermet after I.P. Bardin", Moscow)*

BYKHOVSKY L.Z., *HD (Geo and Mineral) (FGBU VIMS, Moscow)*

VEDENEEV A.V., *PhD (Tech) (OJSC "Balarus' steel-works – Managing company of Holding "Belarus' metallurgical company", Zhlobin, Balarus')*

GARBER E.A., *HD (Tech) (Cherepovets State University, Cherepovets)*

GORDON Ya.M., *HD (Tech) (Hutch, Toronto, Canada)*

DENISOV S.V., *HD (Tech) (OJSC MMK, Magnitogorsk)*

DMITRIEV A.N., *HD (Tech) (Institute of Metallurgy Ural branch of RAS, Ekaterinburg)*

ZOLOTUKHIN Yu.A., *PhD (Tech) (JSC VUKHIN, Ekaterinburg)*

IBRAEV I.K., *HD (Tech) (Eurasia National University after L.N. Gumilev, Astana, Republic of Kazakhstan)*

KALIAKPAROV A.G., *HD (Tech) (Research and Development Center ERG, Ltd, Aksu, Republic of Kazakhstan)*

KAWALEK ANNA, *PhD (Tech.) (Czestochowa University of Technology, Czestochowa, Poland)*

KOZYREV N.A., *HD (Tech) (Siberian State University, Novokuznetsk)*

KOSMATSKY Ya.I., *PhD (Tech) (OJSC "Russia Research and development Institute of Pipe Industry", Chelyabinsk)*

LYASHENKO V.I., *PhD (Tech) (GP "UkrNIPIIpromtehnologii", Ukraine)*

ORLOV G.A., *HD (Tech) (Ural Federal University after the First President of Russia B.N. El'tsin, Ekaterinburg)*

PROTASOV A.V., *PhD (Tech) (JSC AKhK BNIIMET-MASH, Moscow)*

SIDOROVA E.Y., *HD (Econ.) (National Research Technological University "MISiS", Moscow)*

SMIRNOV A.N., *HD (Tech) (Physico-Technology Institute of Metals and Alloys of NANU, Kiev, Ukraine)*

STOLYAROV A.M., *HD (Tech) (Magnitogorsk State technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)*

STRAKHOV Yu.A., *PhD (Tech) (JSC VUKHIN, Ekaterinburg)*

TANDON PUNET, *PhD (Indian Institute of Information Technology, Design and Manufacturing, Jabalpur, India)*

FILIPPOV G.A., *HD (Tech) (FGUP "CNIChermet after I.P. Bardin", Moscow)*

FILOSOFOVA T.G., *HD (Econ.), (Research University "The Highest School of Economics" – NIU VShE, Moscow)*

FROLOV Yu.A., *HD (Tech) (OJSC NPP "Uralelectra", Ekaterinburg)*

KHARITONOV V.A., *PhD (Tech) (Magnitogorsk State Technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)*

CHIZHIKOVA V.M., *HD (Tech) (OJSC "Managing Company "Rumelco", Moscow)*

CHICHKO A.N., *HD (Tech) (Institute of Heat- and Mass Exchange after A.V. Lykov NAN of Balarus', Minsk, Belarus')*

SHESHUKOV O.Yu., *HD (Tech) (Ural Federal University after the First President of Russia B.N. El'tsin, Ekaterinburg)*

STOLYAROV A.M., *HD (Tech) (Magnitogorsk State technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)*

YU HAILIANG, *PhD (Tech.) (College of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha, China)*

Founders: Central Information and Techno-Economic Research Institute for Iron and Steel Industry

Editorial Addresses: 117218, Moscow, Krzhizhanovskogo str., 14, build. 3

Tel: +7 (495) 718-07-10, +7(495) 719-07-38

Tel/fax: +7(499)125-78-44

e-mail: main@chermetinfo.com, bessonov@chermetinfo.com

<https://chermetinfo.elpub.ru/jour>

СОДЕРЖАНИЕ

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ИНСТИТУТАХ

Коксохимическое производство

Золотухин Ю.А., Беркутов Н.А., Купрыгин В.В., Куприянова С.Н. Прогноз качества промышленного кокса в АО ЕВРАЗ НТМК по данным пассивного промышленного эксперимента. Сообщение 2. Прогноз M₂₅ и M₁₀ промышленного кокса

1227

Аглодоменное производство

Семенов Ю.С., Горупаха В.В., Ващенко С.В., Худяков А.Ю., Шумельчик Е.И. Реализация комплекса промывок доменных печей при вдувании ПУТ и использовании шихтовых материалов переменной качества

1239

Курунов И.Ф., Близнюков А.С., Логвинов Н.В., Тихонов Д.Н., Садрадинов М.Р., Макавецкас А.Р., Фищенко Ю.Ю., Садрадинов Г.М. Исследование состава и структуры гарнисажа горна ДП № 6 НЛМК (Сообщение 2)

1253

Тимофеева А.С., Кожухов А.А., Никитченко Т.В. Влияние пересыпок металлизированной мелочи на его вторичное окисление

1263

Прокатное производство

Белов В.К., Губарев Е.В., Кривко О.В., Беглецов Д.О. Исследование формирования микротопографии свободной поверхности ИФ-стали при одноосном растяжении

1268

Куприянова О.А. К вопросу о классификации хладостойких материалов

1279

Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Оздобихина Н.В. Термодинамические аспекты восстановления оксидов алюминием и титаном при термитной сварке рельсов

1291

Метизное производство

Пивоварова К.Г. Особенности окисления и обезуглероживания поверхности катанки из высокоуглеродистой стали

1296

Металлургическое оборудование и литейное производство

Рахманов С.Р., Емелин М.В., Драгомерецкий Ю.А., Мишин Д.Ю. Исследование термонапряженного состояния и термостойкости чаш шлаковозов

1303

Экология и ресурсосбережение

Захарова М.А., Водолеев А.С., Андреева О.С., Домнин К.И. Оценка экологического состояния снежного и почвенного покровов в границах санитарно-защитной зоны АО ЕВРАЗ ЗСМК

1309

Модернизация оборудования и реконструкция заводов черной металлургии за рубежом

1314

Новости зарубежной периодики

1321

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

1324

Статистика

1332

Содержание Бюллетеня за 2021 год

1343

CONTENTS

AT ENTERPRISES AND IN INSTITUTES

Coking and By-Products Process

Zolotukhin Yu.A., Berkutov N.A., Kuprygin V.V., Kupriyanova S.N. Forecasting of industrial coke quality at JSC EVRAZ NTMK based on data of passive industrial experiment. Report 2. Forecasting of M₂₅ and M₁₀ of industrial coke

Sintering and Blast Furnace Processes

Semenov Yu.S., Gorupakha V.V., Vashchenko S.V., Khudyakov A.Yu., Shumel'chik E.I. Accomplishment of complex of ablation of blast furnaces at PC injection and usage of charge materials of variable quality

Kurunov I.F., Bliznyukov A.S., Logvinov N.V., Tikhonov D.N., Sadradinov M.R., Makavetskias A.R., Fishchenko Yu.Yu., Sadradinov G.M. Study of composition and structure of NLMK BF No. 6 hearth scull (Report 2)

Timofoeva A.S., Kozhukhov A.A., Nikitchenko T.V. Effect of metallized fines overloading operations on their secondary oxidation

Rolling Mill Practice

Belov V.K., Gubarev E.V., Krivko O.V., Begletsov D.O. Study of microtopography of free surface of IF-steel at the uniaxial stretching

Kupriyanova O.A. On the classification of cold resistant materials

Bendre Yu.V., Goryushkin V.F., Kozыrev N.A., Shevchenko R.A., Oznobikhina N.V. Thermodynamic aspects of oxides reducing by aluminum and titanium at the thermit welding of rails

Wire Products Manufacturing

Pivovarova K.G. Behaviors of oxidation and decarburization on surface of high-carbon steel wire rods

Metallurgical Equipment and Foundry Practice

Rakhmanov S.R., Emelin M.V., Dragomeretskii Yu.A., Mishin D.Yu. Study of thermostressed state and thermostability of slag carriage bowls

Ecology and Resource-Saving

Zakharova M.A., Vodoleev A.S., Andreeva O.S., Domnin K.I. Assessment of the ecological state of snow and soil coverings within the borders of the sanitary protection zone of EVRAZ ZSMK JSC

Modernization of Equipment and Reconstruction of the Steel works abroad

News of the Foreign Periodicals

EXPRESS INFORMATION

Statistics

The Contents of the Bulletin in 2021

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ В ГРАНИЦАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ АО ЕВРАЗ ЗСМК

М. А. ЗАХАРОВА¹, аспирант; А. С. ВОДОЛЕЕВ¹, д-р с.-х. наук, профессор кафедры теплоэнергетики и экологии, botanik-egf@yandex.ru; О. С. АНДРЕЕВА², канд. геогр. наук, доцент кафедры географии, геологии и методики преподавания географии;

К. И. ДОМНИН¹, ведущий инженер кафедры теплоэнергетики и экологии
(¹ Сибирский государственный индустриальный университет, Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк;
² Кузбасский гуманитарно-педагогический институт ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк)

Аннотация. При оценке влияния крупных промышленных предприятий на состояние окружающей среды важно учитывать последствия негативного воздействия на все компоненты природы. Приведены результаты исследования влияния промышленных выбросов в атмосферный воздух на состояние снежного и почвенного покровов в границах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) металлургического комбината АО ЕВРАЗ ЗСМК. Результаты химического анализа снеговой воды показали, что на всех площадках сухой остаток в талой воде в 7–8 раз ниже ПДК, а содержание хлорид-ионов не превышает ПДК. Содержание сульфат-ионов на одной из площадок в 2 раза ниже ПДК, на остальных — ниже предела обнаружения. Содержание в почве тяжелых металлов и мышьяка на пробных площадках СЗЗ не превышает ПДК. Почвенный анализ показал, что значения активной кислотности (рН водной вытяжки) находятся в пределах 6,30–7,40 ед., что указывает на отсутствие техногенного закисления почв. Содержание нефтепродуктов в отобранных пробах ниже порогового значения, что позволяет отнести почвы на всех площадках СЗЗ АО ЕВРАЗ ЗСМК по данному соединению к условно чистым. Содержание бенз[а]пирена в почве на экспериментальных площадках, кроме одной, не превышает значений ПДК. Содержание серы не превышает значений ПДК на всех пробных площадках СЗЗ.

Ключевые слова: АО ЕВРАЗ ЗСМК, санитарно-защитная зона, выбросы вредных веществ в атмосферу, состояние снежного покрова, химический анализ снеговой воды, техногенное закисление почв.

Ссылка для цитирования: Захарова М.А., Водолеев А.С., Андреева О.С., Домнин К.И. Оценка экологического состояния снежного и почвенного покровов в границах санитарно-защитной зоны АО ЕВРАЗ ЗСМК // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77. № 12. С. 1309-1313.

Doi: 10.32339/0135-5910-2021-12-1309-1313

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SNOW AND SOIL COVERINGS WITHIN THE BORDERS OF THE SANITARY PROTECTION ZONE OF EVRAZ ZSMK JSC

М. А. ZAKHAROVA¹, Postgraduate; А. S. VODOLEEB¹, HD (Agri.), Prof., Dpt. "Heat-and-power engineering and ecology"; О. S. ANDREEVA², PhD (Geo.), Prof. Ass., Dpt. "Geography, geology and methodology of geography teaching"; К. I. DOMNIN¹, Leading Engineer, Dpt. Heat-and-power engineering and ecology"

(¹ Siberian State Industrial University, Russia, Kemerovo rgn., Novokuznetsk;

² Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, FGBOU VO "Kemerovo State University", Russia, Kemerovo rgn., Novokuznetsk)

Annotation. When assessing the impact of large industrial enterprises on the environment, it is important to take into account the consequences of negative impact on all components of nature. The results of the study of the influence of industrial emissions into the atmospheric air on the state of snow and soil covering within the boundaries of the sanitary protection zone (SPZ) of the metallurgical plant JSC EVRAZ ZSMK are presented. The results of the chemical analysis of snow water showed that at all sites the dry residue in the melt water is 7–8 times lower than the MPC, and the content of chloride ions does not exceed the MPC. The content of sulfate ions at one of the sites is 2 times lower than the MPC, at the rest – below the detection limit. The content of heavy metals and arsenic in the soil at the SPZ test plots does not exceed the MPC. Soil analysis showed that the values of active acidity (pH of the water extract) are in the range of 6.30–7.40 units, which indicates the absence of technogenic soil acidification. The content of petroleum products in the selected samples is below the threshold value, which makes it possible to classify the soils at all sites of the SPZ of JSC EVRAZ ZSMK for this compound as conditionally clean. The content of benz(a)pyrene in the soil at experimental plots, except for one, does not exceed the MPC values. The sulfur content does not exceed the MPC values at all test plots of the SPZ.

Keywords: JSC EVRAZ ZSMK, sanitary protection zone, emissions of harmful substances into the atmosphere, state of snow covering, chemical analysis of snow water, technogenic acidification of soils.

For citation: Zakharova M.A., Vodoleev A.S., Andreeva O.S., Domnin K.I. Assessment of the ecological state of snow and soil coverings within the borders of the sanitary protection zone of EVRAZ ZSMK JSC. *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoi i ekonomicheskoi informatsii* = *Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information*, 2021, vol. 77, no. 12, pp. 1309-1313. (In Russ.).

Doi: 10.32339/0135-5910-2021-12-1309-1313

При оценке влияния крупных промышленных предприятий важным является снижение негативного воздействия на все компоненты природы. В ресурсных регионах, таких как Кузбасс, воздействие осуществляется как на природные экосистемы, так и на городскую среду, обеспечивающую качество жизни населения. АО ЕВРАЗ 3СМК расположен в непосредственной близости от 10 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различного ранга, являющихся объектами природного наследия Кузбасса. Расстояние до границы ООПТ составляет: заказник регионального значения “Увалы села Лучшево” — 17 км, заказник регионального значения “Черновой Нарык” — 30 км, памятник природы регионального значения “Костенковские скалы” — 35 км, памятник природы регионального значения “Кузедеевский” — 55 км, памятник природы федерального значения “Кузедеевский липовый остров” — 55 км, государственный природный заповедник “Кузнецкий Алатау” — 56 км, заказник регионального значения “Караканский” — 65 км, памятник природы регионального значения “Артышта” — 68 км, заказник регионального значения “Бельсинский” — 75 км, заказник регионального значения “Бачатские сопки” — 83 км. Для сохранения уникальных природных комплексов необходимо соблюдение требований по охране окружающей среды, одним из которых является создание санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

СЗЗ устанавливается в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха до установленных нормативов вредных выбросов после проведения на предприятиях всех мер по очистке вредных веществ.

Цель работы — исследование и анализ воздействия промышленных выбросов на экологическое состояние почвы и снежного покрова СЗЗ АО ЕВРАЗ 3СМК.

Для достижения поставленной цели ставили следующие задачи:

- изучить методы исследования почвенно-экологического состояния СЗЗ;
- проанализировать лабораторные исследования снежного покрова и почвы в границах СЗЗ АО ЕВРАЗ 3СМК.

АО ЕВРАЗ 3СМК является крупнейшим в Сибири предприятием по выплавке стали. По объему производства он входит в пятерку крупнейших в России и тридцатку крупнейших в мире сталелитейных заводов. Входит в пятерку крупнейших в мире производителей железнодорожных рельсов. АО ЕВРАЗ 3СМК реализует продукцию в России и других странах СНГ, экспортирует металл в 30 государств дальнего зарубежья. АО ЕВРАЗ 3СМК выступает в качестве генерального поставщика рельсовой продукции для ОАО “Российские железные дороги”.

Предприятие относится к заводам с полным металлургическим циклом. Подготовка рудных материалов и топлива к металлургическому переделу производится на аглофабрике и коксохимическом производстве, а также на предприятиях, находящихся за пределами города (Мундыбашская аглофабрика и др.) [1].

Современное металлургическое предприятие — это сложный производственный комплекс, включающий много цехов, которые могут загрязнять воздушный бассейн окружающего района. Избежать этого невозможно, поэтому введена санитарная охрана атмосферного воздуха, т. е. система мероприятий, направленных на обеспечение чистоты воздуха и поддержание ее на уровне, безопасном для жизни и здоровья человека.

СЗЗ АО ЕВРАЗ 3СМК включает в себя восемь опытных площадок зоны Северного промузла, на каждой площадке представлены различные почвы:

№ 1 — в районе Ильинского моста (восточный ветер); пойменная зернистая;

№ 2 — в районе д. Телеуты (северо-восточный ветер); аллювиально-луговая;

№ 3 — за Малой Щедрухой (северный ветер); чернозем выщелоченный тучный;

№ 4 — район ш. Юбилейная (северо-западный ветер); чернозем выщелоченный;

№ 5 — район дороги на Курегеш-Есауловку (западный ветер); луговая тяжелосуглинистая;

№ 6 — район дороги в п. Чистогорск (юго-западный ветер); черноземно-луговая тяжелосуглинистая;

№ 7 — район д. Мокроусово (южный ветер); чернозем выщелоченный среднесуглинистый;

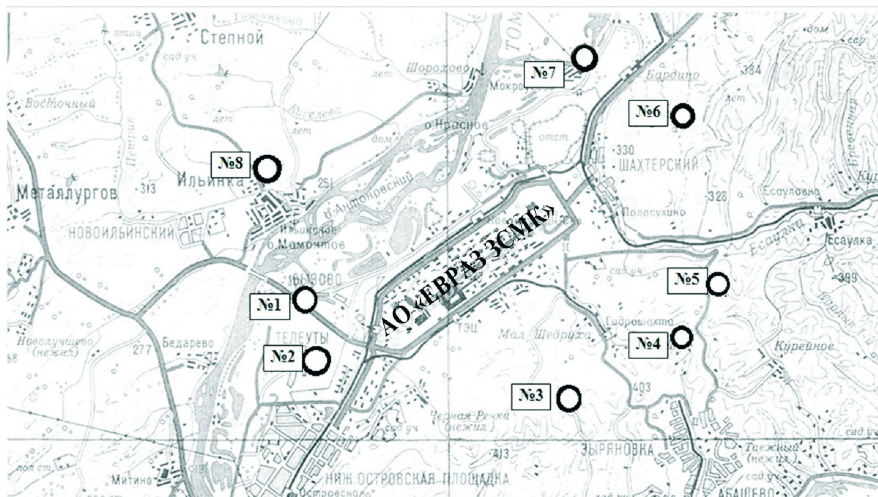
№ 8 — район д. Ильинка (юго-восточный ветер); чернозем выщелоченный среднесуглинистый [2].

Зоны опытных площадок АО ЕВРАЗ 3СМК представлены на рисунке.

СЗЗ Северного промузла проходит на севере на расстоянии 5 км от промплощадки АО ЕВРАЗ 3СМК, на северо-востоке — 3,3 км, на востоке — 3,5 км, на юго-востоке — 4,1 км, на юго-западе — 1,8 км, на западе — 2,6 км, на северо-западе — 4 км, на юге — 4,2 км от границ промплощадки [3].

Состояние окружающей среды крупных городов и предприятий обычно оценивается по состоянию отдельных ее составляющих: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова, здоровья горожан.

Снежный покров, обладающий высокой сорбционной способностью, представляется наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения не только атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв.



Зоны опытных площадок СЗЗ АО ЕВРАЗ ЗСМК

Areas of experimental sites of SPZ of JSC EVRAZ ZSMK

Отбор пробы снега выполнялся согласно РД 52.04.186–89 специальным шаблоном (трубой) с площадью сечения 50,3 см² на всю глубину снегового покрова. Пробы были помещены в полиэтиленовые пакеты и доставлены в лабораторию мониторинга промышленных отходов, почв, ГСМ. В данной лаборатории были выполнены обработка проб и анализ на pH, содержание карбонатов, бикарбонатов, хлоридов, сульфатов, сухого

остатка, кальция и магния, пыли по методикам, изложенным в РД 52.04.186–89.

Снеговые (талые) воды в период таяния поступают в водоемы и относятся к категории атмосферных сточных вод. Для оценки их состояния в качестве базы сравнения использовали нормативные показатели, установленные СанПиН 2.1.5.980–00. Результаты исследования снеговой воды приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СНЕГОВОЙ ВОДЫ

TABLE 1. RESULTS OF THE ANALYSIS OF SNOW WATER MPC

Показатель	ПДК, мг/л	Номер площадки							
		1	2	3	4	5	6	7	8
pH	6,5–8,5	7,8	7,6	7,6	7,9	7,4	7,6	8,4	7,9
Хлориды	350,0	18,46	19,84	21,3	18,46	21,3	15,62	17,1	18,46
Сульфаты	500,0	225,6	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Сухой остаток	1000,0	126,0	124,0	114,0	110,0	118,0	158,0	22,0	104,0
Ca	—	120,0	100,0	120,0	60,0	80,0	80,0	140,0	100,0
Mg	—	н/о	36,5	н/о	24,3	н/о	н/о	60,8	н/о

Примечание: н/о — ниже предела обнаружения.

Из данных табл. 1 следует:

- сухой остаток в талой воде ниже (в 7–8 раз) ПДК на всех площадках;
- содержание хлорид-ионов не превышают ПДК (350 мг/л);
- содержание сульфат-ионов на площадке № 1 в 2 раза ниже ПДК, на остальных площадках ниже предела обнаружения методикой, изложенной в РД 52.04.186–89;
- значения pH на всех площадках находятся в пределах нормы, что также подтверждает вывод об отсутствии техногенного закисления почв на территории СЗЗ.

На опытных площадках СЗЗ были проведены

исследования по следующим параметрам:

- тяжелые металлы: ванадий, марганец, сурьма, никель, медь, цинк, свинец, ртуть, кадмий;
- мышьяк;
- химические показатели: pH (кислотности), бенз[а]пирен, нефтепродукты, сернистые соединения.

Уровень загрязнения почвы был определен по восьми химическим элементам — V, Mn, As, Sb, Ni, Cu, Zn, Pb [4].

Загрязнения почвы в границах СЗЗ вышеперечисленными тяжелыми металлами и мышьяком, представлены в табл. 2 [5].

ТАБЛИЦА 2. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ПОЧВЕ В ГРАНИЦАХ СЗЗ

TABLE 2. CONTENT OF HEAVY METALS AND ARSENIC IN SOIL WITHIN THE BOUNDARIES OF SPZ

Номер площадки	Содержание, мг/кг почвы							
	ванадий	марганец	мышьяк	сурьма	никель	медь	цинк	свинец
1	70	1500	0	0	50	130	200	50
2	70	1500	0	0	50	70	200	50
3	70	1500	0	0	50	100	150	50
4	70	1000	0	0	30	70	100	50
5	70	1500	0	0	50	70	200	50
6	70	1000	0	0	50	70	200	50
7	70	1500	0	0	50	70	150	50
8	70	1000	0	0	50	70	150	50
ПДК	150	1500	2	4,5	80	132	220	130

Содержание представленных тяжелых металлов и мышьяка на пробных площадках СЗЗ не превышает значения установленных ПДК.

Результаты химических анализов представлены в табл. 3 [5].

ТАБЛИЦА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ

TABLE 3. RESULTS OF CHEMICAL ANALYSIS OF SOIL SAMPLES

Номер площадки (точки отбора)	Глубина отбора, см	pH водной вытяжки	Нефтепродукты, мг/кг	Бенз[а]пирен, мг/кг	Сера общая, мг/кг
			ПНДФ 16.1.41-04	ИСО 13877 (ПДК = 0,02)	ГОСТ 8606-93 (ПДК = 160)
1	0-5	7,16	<20	0,0044	<160
1	5-20	7,40	<20	0,0037	<160
2	5-20	7,27	<20	0,001	<160
3	0-5	7,38	<20	0,0021	<160
3	5-20	7,23	<20	0,0022	<160
4	0-5	6,30	<20	0,0033	<160
4	5-20	6,41	<20	0,0029	<160
5	0-5	7,07	<20	0,001	<160
5	5-20	7,05	<20	0,0013	<160
6	0-5	6,62	<20	<0,001	<160
6	5-20	6,53	<20	<0,001	<160
7	0-5	6,91	<20	0,0158	<160
7	5-20	6,76	<20	0,0197	<160
8	0-5	6,44	<20	<0,001	<160
8	5-20	5,75	<20	<0,001	<160

Данные табл. 3 показывают:

– значения активной кислотности (pH водной вытяжки) находятся в пределах 6,30–7,40 ед., что указывает на отсутствие техногенного закисления почв;

– содержание нефтепродуктов в отобранных пробах ниже порогового значения, почвы на всех площадках по данному соединению можно отнести к условно чистым;

– содержание бенз[а]пирена не превышает значений ПДК (0,02 мг/кг) на всех экспериментальных площадках, кроме площадки № 7;

– содержание серы не превышает значений ПДК.

В табл. 4 представлена оценка химического загрязнения пробных площадок по ряду элементов, исходя из которой можно увидеть, что:

– суммарный показатель загрязнения на площадках № 1–3, 6 имеет значение меньше 16, загрязнение почв на этих площадках находится в категории допустимого;

– на площадках № 4, 5, 7, 8 суммарный показатель загрязнения находится в интервале 16–32, загрязнение почв на этих площадках находится в категории умеренно опасного [5].

ТАБЛИЦА 4. КАТЕГОРИИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

TABLE 4. CATEGORIES OF CHEMICAL CONTAMINATION OF SOIL

Номер и расположение площадок	Коэффициент концентрации металла							Суммарный показатель загрязнения Z_c	Категория загрязнения
	кадмий	медь	никель	свинец	цинк	мышьяк	ртуть		
1. Район Ильинского моста	1,67	1,50	0,82	1,13	1,39	1,88	5,75	14,13	Допустимая
2. Район д. Телеуты	1,67	1,36	0,82	1,04	1,52	1,96	3,13	11,48	Допустимая
3. Район д. Малая Щедруха	1,67	1,25	0,94	1,16	1,26	2,50	6,88	15,65	Допустимая
4. Район ш. Юбилейная	1,67	1,14	0,98	0,92	1,27	2,59	8,88	17,44	Умеренно опасная
5. Район дороги на Куругеш-Есауловку	1,67	1,28	0,92	0,85	1,26	2,50	8,50	16,98	Умеренно опасная
6. Район дороги в Чистогорск	1,67	1,17	0,98	0,54	1,37	2,05	7,25	15,03	Допустимая
7. Район д. Мокроусово	1,67	1,70	1,01	1,08	3,76	1,96	13,88	25,07	Умеренно опасная
8. Район д. Ильинка	1,67	1,44	0,95	0,67	4,31	1,43	11,00	21,47	Умеренно опасная

Анализ снежного покрова показал, что содержание тяжелых металлов и мышьяка, сухой остаток в талой воде, содержание хлорид- и сульфат-ионов на пробных площадках СЗЗ АО ЕВРАЗ ЗСМК не превышает значения установленных ПДК.

Содержание представленных тяжелых металлов, мышьяка, серы, нефтепродуктов в поч-

венном покрове на пробных площадках СЗЗ, а также значение pH находятся в пределах нормы. Некоторое превышение содержания бенз[а]пирена зафиксировано только на одной площадке из восьми.

Суммарный показатель загрязнения Z_c на четырех из восьми пробных площадок находится в категории допустимого.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЕВРАЗ. Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rus.evraz.com/enterprise/steel/zsmk/>.
2. ЕВРАЗ. Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rus.evraz.com/press/news/>; – 07.09.2021.
3. ЕВРАЗ. Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат. Экология. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rus.evraz.com/enterprise/steel/ntmk/ecology/>.
4. Рогуля Л.И. Снежный покров — индикатор загрязнения атмосферы // Молодой ученый. 2018. № 39. С. 48–51 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/225/52866/> (Дата обращения 12.03.2019 г.).
5. Таблицы результатов испытаний АО “Западно-Сибирский испытательный центр”. — Новокузнецк, 2015. — 6 с.

Поступила 5 октября 2021 г.

REFERENCES

1. *EVRAZ. Ob"edinennyi Zapadno-Sibirskii metallurgicheskii kombinat* [EVRAZ. United West Siberian Metallurgical Plant]. Electronic resource. Available at URL: <http://rus.evraz.com/enterprise/steel/zsmk/>. (In Russ.).
2. *EVRAZ. Ob"edinennyi Zapadno-Sibirskii metallurgicheskii kombinat* [EV-RAZ. United West Siberian Metallurgical Plant]. Electronic resource. Available at URL: <http://rus.evraz.com/press/news/>. (Accessed 07.09.2021). (In Russ.).
3. *EVRAZ. Ob"edinennyi Zapadno-Sibirskii metallurgicheskii kombinat. Ekologiya* [EVRAZ. United West Siberian Metallurgical Plant. Ekologiya]. Electronic resource. Available at URL: <http://rus.evraz.com/enterprise/steel/ntmk/ecology/>. (In Russ.).
4. Rogulya L.I. Snow cover is an indicator of air pollution. *Molodoi uchenyi*, 2018, no. 39, pp. 48–51. Electronic resource. Available at URL: <https://moluch.ru/archive/225/52866/>. (Accessed 12.03.2019). (In Russ.).
5. *Tablitsy rezul'tatov ispytaniy AO "Zapadno-Sibirskii ispytatel'nyi tsentr"* [Tables of test results of JSC “West Siberian Testing Center”]. Novokuznetsk, 2015, 6 p. (In Russ.).

Received October 5, 2021