

Код МРНТИ 52.01.93

С.О. Кожажулов^{1,2}, А.А. Толтаева¹, В.Г. Сальников², *А.А. Рысмагамбетова²¹Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД», (г. Кызылорда, Казахстан),²Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби»
(г. Алматы, Казахстан)

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО РУДНИКА

Аннотация. Статья посвящена изучению источников загрязнений атмосферного воздуха и климатических условий района свинцово-цинкового рудника на примере месторождения Шалкия, на долю которого приходится более 30% от всех запасов Республики Казахстан. Анализ показал, что состояние атмосферного воздуха в районе проведения рудника определяется характеристиками источников вредных выбросов, составом, объемами выбросов загрязняющих веществ и климатическими особенностями территории, определяющими условия рассеивания загрязняющих компонентов. В атмосферу на существующее положение выбрасываются загрязняющие вещества, выбросы которых на производстве не превышают установленных нормативов, на перспективу в период планируемого строительства обогатительной фабрики предполагается значительное увеличение источников загрязняющих веществ, приоритетными из которых являются взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода и оксиды азота.

Ключевые слова: загрязнение, качество атмосферного воздуха, климатические факторы, свинцово-цинковый рудник, наилучшие доступные технологии.

Қорғасын-мырыш кеніші ауданының атмосфералық ауаның ластану көздерін және климаттық жағдайларын талдау

Аңдатпа. Мақала Қазақстан Республикасының барлық қорларының 30%-дан астамын құрайтын Шалкия кен орнының мысалында қорғасын-мырыш кеніші ауданының атмосфералық ауаның ластану көздерін және климаттық жағдайларын зерттеуге арналған. Талдау көрсеткендей, кеніштің аумағындағы атмосфералық ауаның жағдайы зиянды шығарындылар көздерінің сипаттамасымен, ластанушы заттар шығарындыларының құрамымен, көлемімен және ластанушы компоненттердің таралу жағдайларын анықтайтын аумақтың климаттық ерекшеліктерімен анықталады. Атмосфераға өндірістегі шығарындылары белгіленген нормативтерден аспайтын ластанушы заттар шығарылады, перспективаға байыту фабрикасының жоспарланған құрылысы кезеңінде ластанушы заттардың көздерін едәуір ұлғайту көзделеді, олардың басым бөлігі суспензияланған заттар, күкірт диоксиді, көміртегі оксиді және азот оксидтері болып табылады.

Түйінді сөздер: ластану, атмосфералық ауаның сапасы, климаттық факторлар, қорғасын-мырыш кеніші, қол жетімді ең жақсы технологиялар.

Analysis of air pollution sources and climatic conditions of the lead-zinc mine area

Abstract. The article is devoted to the study of sources of air pollution and climatic conditions of the lead-zinc mine area on the example of the Shalkiya deposit, which accounts for more than 30% of all reserves of the Republic of Kazakhstan. The analysis showed that the state of atmospheric air in the area of the mine is determined by the characteristics of sources of harmful emissions, composition, volumes of emissions of pollutants and climatic features of the territory, which determine the conditions for the dispersion of pollutants. Pollutants are emitted into the atmosphere at the current situation, the emissions of which at production do not exceed the established standards, in the future, during the planned construction of the enrichment plant, a significant increase in sources of pollutants is expected, the priority of which are suspended solids, sulfur dioxide, carbon monoxide and nitrogen oxides.

Key words: pollution, air quality, climatic factors, lead-zinc mine, best available technologies.

Введение

Свинец и цинк широко используются в строительной и автомобильной промышленности мира. Вместе с тем, проведенная глобальная оценка минеральных ресурсов Pb-Zn наглядно отражает экологические проблемы, стоящие перед сектором добычи свинцово-цинковых (Pb-Zn) руд. Не менее 226,1 млн т Pb и 610,3 млн т Zn присутствуют в 851 отдельном месторождении полезных ископаемых и проектах по переработке отходов в 67 странах при среднем содержании 0,44% Pb и 1,20% Zn [1]. Основная доля производимого в мире свинца и цинка приходится на Китай. При этом большое количество отходов (хвостов) Pb/Zn рудников размещено на хвостохранилищах без надлежащего управления, что представляет значительный риск для местной экосистемы [2, 3]. Рост техногенного воздействия на природную среду повлек ряд экологических проблем, самая острая из которых связана с загрязнением атмосферного воздуха. Загрязнение воздушной среды в целом является ныне беспрецедентно актуальным как из-за естественных причин, так и из-за усиливающегося воздействия антропогенных факторов, в частности, продолжающегося роста концентрации углекислого и других парниковых газов в атмосфере Земли. Изучение этих проблем и поиск путей их разрешения в рамках обязательств

в Парижском климатическом соглашении и реализации концепции достижения углеродной нейтральности – актуальная задача обеспечения устойчивого развития для каждой страны, включая Казахстан.

Целью исследования является анализ источников загрязнений и климатических условий района свинцово-цинкового рудника (на примере рудника Шалкия).

Методы исследования

Измерения степени загрязнения атмосферы выполняются 1 раз в квартал на основе требований нормативных документов. Оценка климатических условий выполнена по данным наблюдений двух метеостанций, находящихся в г. Кызылорде (на расстоянии 180 км) и с. Аккумулятор Жана-корганского района (в 35 км).

АО «ШалкияЦинк ЛТД» – предприятие по добыче и переработке свинцово-цинковой руды на месторождении Шалкия, который находится на юго-востоке от Кызылорды, на северо-востоке в 17 км от города Жанакорган, на 67°25'00"Е восточной долготы и 44°01'20"N северной широты [4]. Месторождение расположено в пределах юго-западного подножия хребта Каратау. Рельеф района месторождения в северо-восточной части территории гористый с абсолютными отметками до 400 м и относительными

превышениями до 100 м. Юго-западная часть представляет собой слабо всхолмленную равнину с абсолютными отметками 250-300 м и относительными превышениями 5-15 м. Рельеф – слабо-холмистый с уклоном на юго-запад с перепадом высотных отметок от 260 до 230 м.

Результаты

По данным исследовательской компании BrookHunt (2006) общие запасы цинка месторождения Шалкия составляют более 30% от всех запасов РК и является пятым в мире по величине месторождением с доказанными и вероятными запасами 6,5 млн тонн цинка. Содержание свинца колеблется от 0,9 до 1,67%, цинка – от 3,8 до 4,36%, в среднем составляет 1,30 и 4,28% соответственно. Вмещающие породы месторождения относятся к мало- и среднеабразивным. Среднее содержание кремнезема в рудах и породах месторождения составляет 41-50%. АО «ШалкияЦинк ЛТД» планирует осуществить строительство обогатительной фабрики [5], на которой вместо многоступенчатой схемы дробления предусмотрена единая линия производительностью 4 млн тонн в год (табл. 1)¹.

Географическое положение рудника определяет величину и характер зональных климатических процессов. Согласно зонированию, выполненному Казгидромет², месторождение Шалкия расположено в IV зоне с высоким потенциалом загрязнения атмосферы, то есть климатические условия для рассеивания вредных веществ могут быть неблагоприятными.

Месторождение Шалкия расположено в резко континентальной климатической зоне, характеризующейся высокими колебаниями дневных и годовых температур, умеренно холодными зимами с сильными ветрами и длительными жаркими летними сезонами. Континентальность климата проявляется в больших колебаниях метеорологических элементов, в их суточном и годовом ходе, засушливости. Кроме того, в пользу потепления климата свидетельствует

тот факт, что, в Кызылординской области рост среднегодовых температур составил 0,27...0,32 °C/10 лет. Увеличивается количество дней с температурой воздуха выше 35 °C – от 1 до 5 дней каждые 10 лет. Повышаются значения суточных максимумов и минимумов температуры приземного воздуха [6].

Качество атмосферного воздуха региона определяется суммарным воздействием неорганизованных и организованных источников выбросов загрязняющих веществ, к числу которых (в радиусе 30 км) относится рудник Шалкия и предприятие по производству щебня. Рудник Шалкия разрабатывается подземным способом, проводимый на предприятии мониторинг источников загрязняющих веществ в атмосферу показал, что из 15 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу 9 организованных, 6 – неорганизованных. Выбросы вредных веществ выделяются при проведении горных работ, движении транспорта и из продуктов сгорания топлива. Согласно разработанной программе производственного экологического контроля оценки качества атмосферного воздуха рудника предполагается периодический мониторинг, по которому предписаны измерения загрязняющих веществ, являющихся обязательными, в том числе для таких компонентов, как:

– в фоновой зоне на территории жилого района (п. Шалкия): оксид азота, оксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества;

– на границе санитарно-защитной зоны: оксид азота, оксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества, свинец, цинк;

– на территории шахты (ствол шахты «Главная»): монооксид углерода, взвешенные твердые вещества;

– рабочее место: монооксид углерода, цинк, свинец и их соединения.

Результаты мониторинга выбросов в атмосферу за 2021 год и 1-й и 2-й кварталы 2022 года показали сле-

Таблица 1

Характеристика проектируемой фабрики

Кесте 1

Жобаланган зауыттың сипаттамасы

Table 1

Characteristics of the factory being designed

Наименование	Выход		Содержание, %				Извлечение, %				Металл, тыс. тонн/год			
	%	тыс.т.	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	Pb	Zn	Fe	SiO ₂
Продукты														
Руда	100	4000	1,3	4,2	2,7	50	100	100	100	100	48	154	110,4	2000
Свинцовый концентрат	1,5	57	41,	5	3,8	20	51	1,94	2,1	0,60	24,4	3	2,3	11,9
Цинковый концентрат	5,2	210	3,14	55	2,1	4	13	75	4,0	0,43	6,6	115,6	4,4	8,5
Хвосты	93	3730	0,45	0,95	2,7	53	35	23	94	98	17	935,3	103,6	1979

¹ Строительство обогатительной фабрики производительной мощностью 4 млн тонн руды в год на месторождении Шалкия. Корректировка. Проект. Том 6. Отчет о возможных воздействиях. – Караганда: Промстройпроект [электронный ресурс]. – 2022. – 400 с.

² РГП «КазГидромет». Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана [электронный ресурс]. – 2022: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana>

дующее: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на основной промышленной площадке шахты не превышают установленных пределов, концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и в населенных пунктах соответствует применимым нормативам. Содержание Pb, Zn, Cd, As в пробах воздуха также не превышало допустимых норм. Так, по приоритетным загрязняющим веществам установлены следующие максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в мг/м³: С (взвешенных веществ) = 0,048; C(SO₂) = 0,02; C(CO) = 0,4; C(NO₂) = 0,01; C(NO) = 0,02, что соответствует гигиеническим нормативам РК и ВОЗ.

Перенос и рассеивание примесей, поступающих в атмосферу, осуществляется по законам турбулентной диффузии, а время сохранения примесей в атмосфере зависит от множества факторов, доминирующее значение среди которых принадлежит метеорологическим факторам, под влиянием которых при постоянных вы-

бросах вредных веществ уровень загрязнения приземного слоя воздуха может колебаться в очень широких пределах. Изучение загрязняющих веществ, их распределения и диффузии является основой для нормирования количества вредных выбросов и разработки защитных мероприятий при проектировании промышленных предприятий. В связи с этим при оценке загрязнения атмосферы целесообразно использовать вместо отдельных метеорологических элементов комплексные параметры, характеризующие конкретную метеорологическую ситуацию и метеорологические условия [7]. В формировании климата района большую роль играет циркуляция атмосферы [8, 9].

В связи с удаленностью метеостанций от территории месторождения оценить такие микроклиматические характеристики как интенсивность и направления ветров непосредственно на руднике в разные климатические сезоны не представилось возможным. В таблице 2 представлены макроклиматические условия по данным вышеназванных метеостанций Кызылорда³ и Аккум⁴.

Таблица 2

Метеорологические характеристики и коэффициент, определяющий условия рассеивания ЗВ в атмосфере (по данным метеостанций Кызылорда и Аккум)

Кесте 2

Метеорологиялық сипаттамалар және атмосферадағы шашырау жағдайларын анықтайтын коэффициент (Қызылорда және Аккум метеостанцияларының деректері бойынша)

Table 2

Meteorological characteristics and coefficient determining the conditions of dispersion of HA in the atmosphere (according to the weather stations Kyzylorda and Akkum)

№	Данные по метеостанции Кызылорда		Данные по метеостанции Аккум	
1	Метеорологические данные	Данные	Метеорологические данные	Данные
2	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С	33,0	Максимальная температура воздуха (средняя), Т°С	июнь +36,0
3	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, °С	-9,3	Минимальная Температура воздуха (средняя), Т°С	февраль -15,7
4	Многолетняя роза ветров, %		Многолетняя роза ветров, %	
5	С	13	С	21
6	СВ	34	СВ	14
7	В	12	В	17
8	ЮВ	4	ЮВ	7
9	Ю	6	Ю	22
10	ЮЗ	9	ЮЗ	6
11	З	12	З	5
12	СЗ	10	СЗ	8
13	Скорость ветра по средним многолетним данным, повторяемость которой составляет 5%, м/с	3,7	штиль	37

³ Погода и климат. Архив погоды в Кызылорде (Кызылординская область, Казахстан) [электронный ресурс]. – 2022: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=38062>

⁴ Погода и климат. Архив погоды в Аккуме (Южно-Казахстанская область, Казахстан) [электронный ресурс]. – 2022: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=38191>

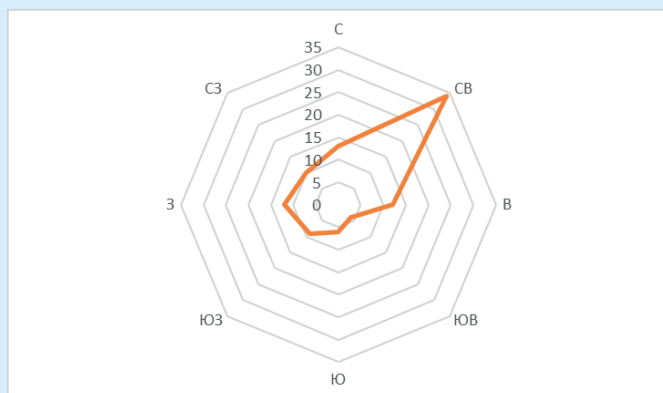


Рис. 1. Роза ветров по данным метеостанции Кызылорда.

Сурет 1. Қызылорда метеостанциясының мәліметтері бойынша желдің раушаны.

Figure 1. The wind rose according to the Kyzyl Orda weather station.

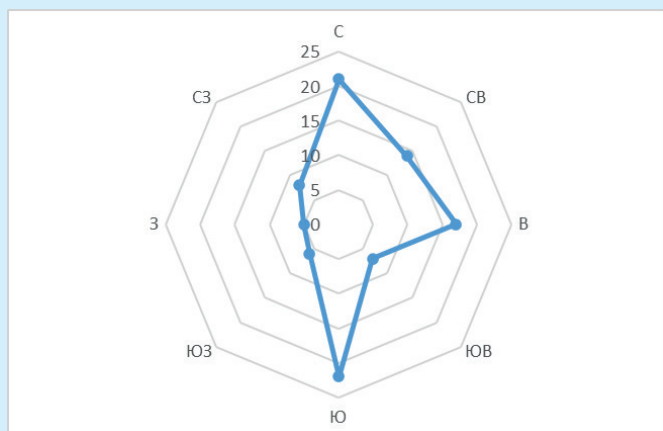


Рис. 2. Роза ветров по данным метеостанции Аккум.
Сурет 2. Жел раушаны Аккум метеостанциясының мәліметі бойынша.

Figure 2. The wind rose according to the Akkum weather station.

В целом, для всей территории области характерны частые и сильные ветры, преимущественно северо-восточного направления. Средняя годовая скорость их колеблется от 3,1 до 6,0 м/с. При этом усиление ветра способствует рассеянию примесей в атмосфере, поскольку усиление ветра, как у земли, так и на более высоких уровнях определяет вынос загрязненного воздуха за пределы территории и очищение атмосферы. Вместе с тем ослабление ветра может привести к увеличению подъема перегретых выбросов, который особенно значителен при штиле и уменьшению концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха.

Обсуждение результатов

На данный момент в п. Шалкия замеры фоновых концентраций загрязняющих веществ не производятся,

а принимаются по РД 52.04.186-89⁵, согласно которому при численности населения менее 10 тыс. жителей фоновые концентрации не превышают нормативов по всем загрязняющим веществам. На перспективу в период строительства обогатительной фабрики предусмотрено, что будет выбрасываться 64 загрязняющих вещества. В таких условиях для получения корректных фоновых концентраций следует проводить измерения в течение теплого и холодного сезонов, с учетом неблагоприятных условий рассеивания загрязняющих веществ, воздействия на население и работников рудника. Взвешенные частицы, содержащие Pb, Zn, Cd, и др. тяжелые металлы, могут представить особую опасность в период эксплуатации обогатительной фабрики как в рабочей зоне, так и в открытом хвостохранилище, поскольку они потенциально опасны из-за подверженности воздействию окислителей и погодных условий [10, 11]. Перечисленные выше металлы отнесены межведомственной группой по мониторингу ООН к числу 16 наиболее опасных загрязнителей⁶.

Для уменьшения выбросов вредных веществ проектом предусмотрено использование наилучших доступных технологий. В рабочей зоне удаление этих загрязнителей обеспечивается усиленной вентиляцией и фильтрацией воздуха а также средствами индивидуальной защиты. В целях минимизации просачивания грунтов фундамента проектом предусмотрено, что дно и основная дамба хвостохранилища будут покрыты геомембраной. Указанный тип непроницаемого экрана для гидротехнических сооружений промышленного хранения является самым надежным в мировой практике.

Для сокращения источников выделения и объема пыли вместо многоступенчатой схемы дробления предусмотрена единая линия, предлагаемая конфигурация обогатительной фабрики включает МПСИ (мельницы полу-самоизмельчения) и шаровую мельницу замкнутого цикла (схема МПСИ+ШМ), отделение флотации свинцово-цинковых руд, участок обезвоживания-сгущения и фильтрации, а также хранения/упаковки свинцового и цинкового концентратов.

Заключение

Анализ показал, что состояние атмосферного воздуха в районе проведения горных работ, влияющего на компоненты окружающей среды, определяется характеристиками источников вредных выбросов, составом, объемами выбросов загрязняющих веществ и климатическими особенностями территории, формирующими условия рассеивания загрязняющих компонентов.

Континентальность климата проявляется в больших колебаниях метеорологических элементов, в их суточном и годовом ходе и обусловлена особенностями циркуляции атмосферы, характером подстилающей поверхности и целым рядом метеорологических и природных факторов. Для уменьшения выбросов вредных веществ в проекте обогатительной фабрики предусмотрено использование наилучших доступных технологий.

⁵ Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/1200036406>

⁶ World Health Organization. Air quality guidelines for Europe [электронный ресурс]. – 2021: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107364>, accessed 25 June 2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. Мировые свинцово-цинковые минеральные ресурсы: нехватка, данные, проблемы и возможности // *Обзоры рудной геологии*. – 2017. – Т. 80. – С. 1160-1190 (на английском языке)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Глобальный прогноз поставок свинца-цинка из известных ресурсов // *Ресурсы*. – 2018. – Т. 7(1), 17. – С. 1-15 (на английском языке)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Оценка экологического риска и источниковедческий анализ тяжелых металлов в почвах водораздела свинцово-цинкового рудника // *Вода*. – 2023. – Т. 15(1). – С. 113-131 (на английском языке)
4. Хотулева М.В. Проект расширения рудника Шалкия (Кызылординская область, Казахстан) // *Центр по экологической оценке «Эколайн» (Москва, Россия)*. – 2016. – С. 82 (на русском языке)
5. Семушкина Л.П., Турысбеков Д.П., Тусунбаев Н.К. Совершенствование технологии обогащения тонковкрапленной свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия // *Обогащение руд*. – 2015. – №2. – С. 8-14 (на русском языке)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Исследование влияния предварительного гравитационного обогащения на комплексную руду месторождения Шалкия // *Цветные металлы*. – 2019. – №2. – С. 3-8 (на английском языке)
7. Морозов А.Е., Стародубцева Н.И. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – С. 128 (на русском языке)
8. Rupa A. Роль температуры, ветра и осадков в загрязнении тяжелыми металлами медных рудников: обзор // *Наука об окружающей среде и исследование загрязнения*. – 2021. – Т. 28. – С. 4056-4072 (на английском языке)
9. Истомин И.С., Дронин Н.М. Оценка потенциала сокращения выбросов парниковых газов в Казахстане к 2030 г. в связи с его обязательствами в Парижском климатическом соглашении // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. – 2019. – Т. 27. – №1. – С. 7-16 (на русском языке)
10. Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменишинова М.Б. Флотация легкой фракции предконцентрации в тяжелых суспензиях руды месторождения Шалкия // *Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: материалы XXV Международной научно-технической конференции, 7-10 апреля 2020 г., проводимой в рамках XVIII Уральской горнопромышленной декады 2-11 апреля 2020 г.* – Екатеринбург. – 2020. – С. 128-132 (на русском языке)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. Геохимический и минералогический контроль характеристик выделения потенциально токсичных элементов из свинцово-цинковых (Pb/Zn) хвостов добычи // *Загрязнение окружающей среды*. – 2022. – Т. 315. – С. 328 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. Қорғасын-мырыш минералдарының әлемдік қоры: тапшылық, деректер, проблемалар мен мүмкіндіктер // *Кен геологиясының шолулары*. – 2017. – Т. 80. – Б. 1160-1190 (ағылшын тілінде)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Белгілі көздерден қорғасын мен мырышты жеткізудің жаһандық болжамы // *Ресурстар*. – 2018. – Т. 7(1), 17. – Б. 1-15 (ағылшын тілінде)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Қорғасын-мырыш шахтасының суайрығында өндірудегі экологиялық қауіпті бағалау және ауыр металл көздерін талдау // *Су*. – 2023. – Т. 15(1). – Б. 113-131 (ағылшын тілінде)
4. Хотулева М.В. Шалқия кенішін кеңейту жобасы (Қызылорда облысы, Қазақстан) // *«Эколайн» экологиялық бағалау орталығы (Мәскеу, Ресей)*. – 2016. – Б. 82 (орыс тілінде)
5. Семушкина Л.П., Турысбеков Д.П., Тусунбаев Н.К. Шалқия кен орнының жұқа көмілген қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіру // *Кендерді байыту*. – 2015. – №2. – Б. 8-14 (орыс тілінде)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Шалқия кен орнының кешенді кеніне алдын ала гравитациялық байытудың әсерін зерттеу // *Түсті металдар*. – 2019. – №2. – Б. 3-8 (ағылшын тілінде)
7. Морозов А.Е., Стародубцева Н.И. Метеорологиялық жағдайлар және атмосфераның ластануы. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – Б. 128 (орыс тілінде)
8. Rupa A. Мыс кеніштерінің ауыр металдармен ластануындағы температура, жел және жауын-шашынның рөлі: шолу // *Қоршаған орта туралы ғылым және ластануды зерттеу*. – 2021. – Т. 28. – Б. 4056-4072 (ағылшын тілінде)

9. Истомин И.С., Дронин Н.М. Париж климаттық келісіміндегі міндеттемелеріне байланысты 2030 жылға қарай Қазақстанда парниктік газдар шығарындыларын қысқарту әлеуетін бағалау // Ресей халықтар достығы университетінің хабаршысы. Серия: Экология және тіршілік қауіпсіздігі. – 2019. – Т. 27. – №1. – Б. 7-16 (орыс тілінде)
10. Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменишинова М.Б. Шалқия кен орнының ауыр суспензияларындағы жеңіл фракция концентрациясының флотациясы // Кенді және техногендік шикізатты қайта өңдеудің ғылыми негіздері мен практикасы: 2020 жылғы 2-11 сәуірдегі XVIII Орал тау-кен өнеркәсібі онкүндігі шеңберінде өткізілетін 2020 жылғы 7-10 сәуірдегі XXV Халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары. – Екатеринбург. – 2020. – Б. 128-132 (орыс тілінде)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. Қорғасын-мырыш (Pb/Zn) қалдық қоймаларынан ықтимал уытты элементтер шығарындыларының сипаттамаларын геохимиялық және минералогиялық бақылау // Қоршаған ортаның ластануы. – 2022. – Т. 315. – Б. 328 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. The world's lead-zinc mineral resources: Scarcity, data, issues and opportunities // *Ore Geology Reviews*. – 2017. – Vol. 80. – P. 1160-1190 (in English)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Global projection of lead-zinc supply from known resources // *Resources*. – 2018. – Vol. 7(1), 17. – P. 1-15 (in English)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Ecological Risk Assessment and Source Analysis of Heavy Metals in the Soils of a Lead-Zinc Mining Watershed Area // *Water*. – 2023. – Vol. 15(1). – P. 113-131 (in English)
4. Khotuleva M.V. Shalkiya Mine Expansion Project (Kyzylorda Oblast, Kazakhstan) [Proekt rasshirenija rudnika «Shalkija» (Kyzylordinskaja oblast', Kazakhstan)]. // *Centr po jekologicheskoj ocenke «Jekolajn» (Moskva, Rossija) = Ecoline Center for Environmental Assessment (Moscow, Russia)*. – 2016. – P. 82 (in Russian)
5. Semushkina L.P., Turysbekov D.P., Tusupbaev N.K. Improving the technology of beneficiation of finely disseminated lead-zinc ore of the Shalkiya deposit [Sovershenstvovanie tehnologii obogashhenija tonkovkraplennoj svincovo-cinkovoj rudy mestorozhdenija Shalkija]. // *Obogashhenie rud = Enrichment of ores*. – 2015. – №2. – P. 8-14 (in Russian)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Examination of the preliminary gravity dressing influence on the Shalkiya deposit complex ore // *Non-ferrous metals*. – 2019. – №2. – P. 3-8 (in English)
7. Morozov A.E., Starodubtseva N.I. Meteorological conditions and atmospheric pollution [Meteorologicheskie uslovia i zagriznenie atmosfery]. – Ekaterinburg: UGLTU = Yekaterinburg: UGLU, 2020. – P. 128 (in Russian)
8. Punia A. The Role of Temperature, Wind and Precipitation in Heavy Metal Pollution in Copper Mines: An Overview // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Vol. 28. – P. 4056-4072 (in English)
9. Istomin I.S., Dronin N.M. Assessment of the potential for reducing greenhouse gas emissions in Kazakhstan by 2030 in connection with its obligations in the Paris Climate Agreement [Ocenka potentsiala sokrashhenija vybrosov parnikovyh gazov v Kazahstane k 2030 g. v svyazi s ego objazatel'stvami v Parizhskom klimaticheskom soglashenii]. // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety*. – 2019. – Vol. 27. – No.1. – P. 7-16 (in Russian)
10. Telkov Sh.A., Motovilov I.Yu., Barmenshinova M.B. Flotation of a light fraction of preconcentration in heavy suspensions of ore from the Shalkiya deposit [Flotacija legkoj frakcii predkoncentracii v tjazhelyh suspenzijah rudy mestorozhdenija Shalkija]. // *Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i tehnogennogo syr'ja: materialy XXV Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, 7-10 aprelja 2020 g., provodimoj v ramkah XVIII Ural'skoj gornopromyshlennoj dekady 2-11 aprelja 2020 g. = Scientific foundations and practice of processing ores and technogenic raw materials: materials of the XXV International Scientific and Technical Conference, April 07-10, 2020, held as part of the XVIII Ural Mining Decade on April 02-11, 2020*. – Ekaterinburg = Yekaterinburg. – 2020. – P.128-132 (in Russian)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. The geochemical and mineralogical controls on the release characteristics of potentially toxic elements from lead/zinc (Pb/Zn) mine tailings // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 315. – P. 328 (in English)

Сведения об авторах:

Кожгаулов С.О., ведущий инженер-проектировщик, Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД» (г. Кызылорда, Казахстан); докторант кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), s.kozhagulov@zinc.kz; <https://orcid.org/0009-0005-4428-5129>

Толтаева А.А., старший эколог Службы охраны окружающей среды и экологии, Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД» (г. Кызылорда, Казахстан), Maral_8282@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-4481-5633>

Сальников В.Г., доктор географических наук, профессор, факультет географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), Vitali.Salnikov@kaznu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0003-3392-4587>

Рысмагамбетова А.А., доктор PhD, и.о.доцента, заместитель декана факультета географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), Rysmagambetova1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0791-3075>

Авторлар туралы мәліметтер:

Кожгаулов С.О., жетекші инженер жобалаушы, «ШалкияЦинк ЛТД» Акционерлік қоғам (Кызылорда қ., Қазақстан); география және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының докторанты, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Толтаева А.А., Қоршаған ортаны қорғау және экология қызметінің аға экологы, «ШалкияЦинк ЛТД» Акционерлік қоғам (Кызылорда қ., Қазақстан)

Сальников В.Г., география ғылымдарының докторы, профессор, география және табиғатты пайдалану факультеті, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Рысмагамбетова А.А., PhD докторы, доцент м. а., география және табиғатты пайдалану факультеті деканының орынбасары, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Information about authors:

Kozhagulov S.O., lead planner engineer, ShalkiyaZinc LTD Joint Stock Company (Kyzylorda, Kazakhstan), PhD student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

Toltaeva A.A., senior ecologist of the Service for Environmental Protection and Ecology, ShalkiyaZinc LTD Joint Stock Company (Kyzylorda, Kazakhstan)

Salnikov V.G., Doctor of Geography, Professor, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

Rysmagambetova A.A., PhD, Acting Associate Professor, Deputy Dean of the Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

micromine

ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОЙ ДОБЫЧИ

**Компания Micromine Central Asia
поздравляет с Днём металлурга!**



ТОО «МАЙКРОМАЙН Центральная Азия», 050062, Казахстан, Алматы
ул. Кабыдолова 16, корпус 1, офис 501
Т: +7 727 349 39 94
Представительство MICROMINE PTY LTD, 100000, Узбекистан, Ташкент
ул. Мустакиллик 88а, БЦ «Дархан», офис 101
Т: +998 (71) 140 41 64



micromine.com

