

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННОГО С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОТХОДАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ОЛОВОРУДНОГО СЫРЬЯ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Научная статья

Растанина Н.К.^{1,*}, Растанин П.Л.²¹ ORCID : 0000-0002-0252-6220;^{1,2} Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (n.rastanina[at]yandex.ru)

Аннотация

Статья посвящена исследованию проблемы техногенного загрязнения объектов окружающей среды и состояния здоровья населения в границах влияния хвостохранилища закрытого олово перерабатывающего Солнечного горно-обогатительного комбината, расположенного на юге Дальнего Востока. В статье дана комплексная оценка негативного воздействия отходов переработки оловорудного сырья на объекты окружающей среды. Изучены закономерности техногенного загрязнения компонентов природной среды и его роль в формировании эколого-обусловленных заболеваний. Рассчитаны коэффициенты опасности неканцерогенных эффектов при длительном воздействии для взвешенных частиц, соединений меди, марганца и диоксида серы. С учетом однонаправленности воздействия рассчитан индекс опасности для веществ, воздействующих на органы дыхания и нервную систему.

Ключевые слова: закрытое горное предприятие, отходы горнодобывающего предприятия, хвостохранилище, техногенное загрязнение, тяжелые металлы, здоровье населения, экологическая безопасность.

AN ASSESSMENT OF PUBLIC HEALTH RISK ASSOCIATED WITH HABITAT CONTAMINATION BY TIN ORE PROCESSING WASTES IN THE SOUTH OF THE FAR EAST

Research article

Rastanina N.K.^{1,*}, Rastanin P.L.²¹ ORCID : 0000-0002-0252-6220;^{1,2} Pacific Nacional University, Khabarovsk, Russian Federation

* Corresponding author (n.rastanina[at]yandex.ru)

Abstract

The article is dedicated to the study of the problem of technogenic pollution of environmental objects and health of the population within the boundaries of the influence of the tailing dump of the closed tin-processing Solnechny Mining and Processing Plant, located in the south of the Far East. The article gives a comprehensive assessment of the negative impact of tin ore processing waste on environmental objects. The regularities of technogenic pollution of environmental components and its role in the formation of ecologically conditioned diseases are studied. Hazard coefficients of non-carcinogenic effects under long-term exposure have been calculated for suspended particles, copper compounds, manganese and sulphur dioxide. Taking into account unidirectional effects, the hazard index for substances affecting respiratory organs and nervous system was calculated.

Keywords: closed mining enterprise, mining waste, tailings storage, technogenic pollution, heavy metals, public health, environmental safety.

Введение

В соответствии с современными представлениями экологический риск – это оценка вероятности негативных изменений окружающей среды на всех уровнях, вызванных техногенным воздействием. Деятельность предприятий по переработке олова на юге Дальнего Востока, а именно Солнечного ГОКа (горно-обогатительного комбината) негативно влияет не только на состояние компонентов биосферы, но и характеризуется накоплением загрязняющих веществ на поверхностных слоях почвы. Следствием этого является ухудшение состояния окружающей среды, нарушение разнообразия биоты, ухудшение состояния гидросферы и атмосферы, разрушение зон отдыха в близлежащих населенных пунктах, что влияет на здоровье населения горняцкого поселка, приводит к снижению качества жизни. Продуктивные земли исключаются из биологического цикла, происходит высыхание и загрязнение поверхностных и подземных вод. Существует острая необходимость комплексного мониторинга для выявления, наблюдения, прогноза и оценки воздействия техногенных объектов с целью последующей выработки мероприятий, направленных на снижение негативных последствий, вызванных многолетней горнопромышленной деятельностью, устранения накопленного вреда окружающей среде. Одним из современных и наиболее информативным в данных условиях является спутниковый сервис мониторинга растительности «Вега». Работа проводится с помощью комплекса научных методов включающих дистанционный мониторинг по спутниковым снимкам, а также структурный анализ для выявления причин возникающих изменений. Для оценки воздействия на растительность автором использовался нормализованный индекс растительности (NDVI). Четких закономерностей или устойчивой динамики развития фитоценозов не отмечается. Автор подчеркивает, что без антропогенного вмешательства, а именно – проведения рекультивационных мероприятий, этот процесс может длиться десятилетиями [11]. Высокий уровень загрязнения окружающей среды, неблагоприятная экологическая обстановка, изменение и структуры природных ландшафтов способствуют не только снижению качества окружающей среды, но и возникновению экологически обусловленных заболеваний.

В связи с этим, целью исследования является оценка реального уровня опасности отходов для объектов окружающей среды и здоровья человека с целью обеспечения экологической и социальной безопасности.

Исходя из этой цели, были определены следующие задачи:

- 1) анализ, обобщение и систематизация литературных данных по вышеуказанной проблеме;
- 2) оценка влияния отходов переработки полезных ископаемых как источников опасности на объекты окружающей среды и здоровье человека;
- 3) разработка мероприятий по снижению загрязнения окружающей среды.

Методы и принципы исследования

Методологической основой послужила теория академика В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере и основные положения программы изучения техногенных биогеоценозов Б. П. Колесниковой и Л. В. Моториной [1], [2].

Исследования проводились на территории Солнечного горно-обогатительного комбината (ГОКа). Объекты складирования отходов – хвостохранилища являются источником интенсивного загрязнения экосистемы из-за высокого содержания в них тяжелых металлов и мышьяка [3]. Тем более, что были они построены без учета «розы ветров» в непосредственной близости от горняцкого поселка. После осушения хвостохранилища экологическая обстановка в поселке Солнечный значительно ухудшилась. В настоящее время хвостохранилище находится в стадии активного формирования и интенсивного воздействия на окружающую среду.

Основная часть

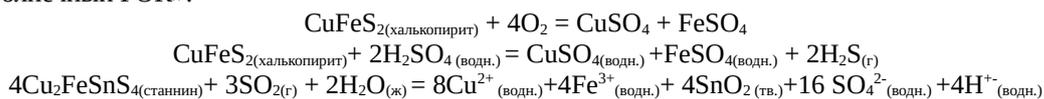
Анализ минерального состава отходов – «хвостов» свидетельствует о том, что максимальное количество приходится на содержание силикатных пород (93%), сульфидные минералы составляют 4,5 – 4,6%. Химический состав отходов представлен соединениями олова, меди, цинка, свинца, мышьяка, серы, висмута, ванадия, индия, серебра, кадмия, кобальта, никеля, хрома, ванадия, молибдена и вольфрама.



Рисунок 1 - Хвостохранилище ЦОФ Солнечного ГОКа

Осушенные хвостохранилища начинают «пылить» [4], генерировать подвижные ионные формы в гидросферу и почвы. Отходы обогащения, оказавшись на поверхности, начинают активно окисляться, эродировать, вступать в химические реакции с компонентами окружающей среды, образовывать новые гипергенные и техногенные минеральные формы [5]. В результате длительного, непрерывного протекания этих процессов в окружающую среду в значительных количествах выделяются вредные для всего живого газы SO_2 и H_2S [6], [10], а в поровых водах образуются серная кислота и катионы тяжёлых металлов, изменяющие кислотно-основной и окислительно-восстановительный режимы вод и оказывающие воздействие на компоненты биосферы.

Возможные химические процессы, протекающие в лежалых песках отходов оловорудного сырья хвостохранилища ЦОФ ОАО «Солнечный ГОК»:



Минералы песков хвостохранилищ являются не только реагентами, но также сорбентами и катализаторами, поэтому реакции на их поверхности имеют уже другую энергетику протекания. Интенсификация процессов их окисления, гидролиза и гипергенеза обусловлена ещё и тем, что отходы рудоносных пород находятся в измельченном состоянии, что обеспечивает возможность активного взаимодействия со всеми сферами окружающей среды. При разложении сульфиды довольно легко переходят в многочисленные сульфаты, оксиды, фосфатные и другие формы [7], [8], [9].

Множество различных газов и тяжелых металлов выходит из корпуса этого техногенного объекта в его поверхность, о чем свидетельствует изучение снежного покрова в зимне-весенний период. Элементы канцерогенной (кадмий и никель) и не канцерогенной природы (медь, свинец, кобальт, хром, сурьма и др.) содержатся в его водорастворимой фракции. Ореолы и потоки загрязняющих веществ распространяются с помощью естественных миграционных механизмов. Можно судить не только о влиянии загрязняющих веществ на экосистемы, но и оценить

риск для здоровья населения, вызванный общим содержанием загрязнений атмосферного воздуха, которые накапливаются в снежном покрове, в границах влияния отходов.

Высокая степень накопления тяжелых металлов была выявлена не только в почвах, донных отложениях, но и в растительности. Например, содержание тяжелых металлов в хвое и ветвях ели Аянской в 3 – 49 раз превышает таковое на фоновых территориях. В поймах, подверженных поверхностному или межпочвенному воздействию подземных вод, как правило, происходит более интенсивное поглощение железа и свинца растениями. В иле и дренажных водах было обнаружено большое количество практически всех тяжелых металлов (свинец, медь, хром, кобальт, никель и другие), превышающее фоновые значения.

Расчеты коэффициента опасности (НҚ) показали, что максимальное значение было характерно для взвешенных частиц (НҚ=47,3) и меди (НҚ =20,5), несколько меньшее – для марганца и диоксида серы (3,9 и 1,3 соответственно). Наибольшее значение суммарных показателей опасности обнаружено для группы веществ, влияющих на органы дыхания (взвешенные частицы, диоксид серы, медь, хром (НІ = 69,97)). На втором месте по опасности воздействия материалы, влияющие на нервную систему: соединения свинца, марганца и кобальта (НІ =4,62). Основным загрязнителем атмосферы является пыль от отходов, накопившихся в хвостохранилищах. Установлено, что такие заболевания, как фарингит, конъюнктивит, бронхит, бронхиальная астма, нарушение дыхательной функции наиболее часты в горняцком поселке из-за увеличения загрязнения воздуха взвешенными частицами и другими загрязняющими веществами. Воздействие тяжелых металлов, таких как свинец, медь, хром, кобальт, никель способствует изменению репродуктивной, нервной, сердечно-сосудистой, иммунной и эндокринной систем.

Заключение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что состояние окружающей среды в границах закрытого оловорудного предприятия Солнечный ГОК оценивается как критическое.

Анализ заболеваемости в границах влияния хвостохранилища ЦОФ Солнечного ГОКа позволил сделать следующие выводы: уровень детской заболеваемости практически по всем заболеваниям в исследуемых регионах за период исследования значительно превышает уровень взрослого населения. Суммарный показатель опасности принимает наибольшее значение для болезней органов дыхания (НІ = 69,97). Очевидно, это связано с развитием горнодобывающей промышленности, созданием горных техногенных систем и гипергенных процессов в них, которые активизируют выход токсичных элементов тяжелых металлов в природные компоненты и их поступление в организм человека.

Улучшение состояния сложившейся ситуации в границах влияния закрытого оловорудного предприятия возможно при формировании центра экологического мониторинга в районе исследования, основной задачей которого является обеспечение комплексного подхода к контролю содержания токсичных элементов в компонентах биосферы; организация эффективной, современной системы сбора, обработки, передачи результатов и прогноза мониторинга. Созданы новые методы, направленные на обеспечение экологической безопасности отходов переработки минерального сырья, новизна которых подтверждена патентом [12].

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Вернадский В.И. Живое вещество / В.И. Вернадский — Москва: Наука, 1978. — 357 с.
2. Колесников Б.П. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах / Б.П. Колесников, Л.В. Моторина // Наука. — 1978. — 1. — с. 5-31.
3. Зверева В.П. Техногенное минералообразование как показатель экологического состояния оловорудных районов Дальнего Востока / В.П. Зверева, А.М. Костина, О.В. Коваль // Горный журнал. — 2009. — 4. — с. 41-43.
4. Крупская Л.Т. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха в районе Солнечного ГОКа / Л.Т. Крупская, Н.К. Растанина // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2007. — 15. — с. 318 – 323.
5. Ханчук А.Н. Экологические проблемы освоения оловорудного сырья в Приморье и Приамурье / А.Н. Ханчук, Л.Т. Крупская, В.П. Зверева // География и природные ресурсы. — 2012. — 1.
6. Растанина Н.К. Влияние отходов переработки оловорудного сырья на здоровье населения горняцкого поселка “Фабричный” Приморского края Дальневосточного федерального округа / Н.К. Растанина, С.И. Лапекина, Д.А. Голубев // Экологическая химия. — 2016. — 25(3). — с. 181-186.
7. Растанина Н.К. Оценка влияния отходов переработки оловорудного сырья на окружающую среду / Н.К. Растанина, Л.Т. Крупская, А.В. Назаркина и др. — Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010. — 102 с.
8. Крупская Л.Т. Проблемы снижения экологического ущерба экосистемам, нанесенного в прошлом веке добычей минерального сырья, и пути их решения в ДФО / Л.Т. Крупская, В.А. Зверева, Д.А. Голубев и др. // Экологическая химия. — 2016. — 25(2). — с. 91-99.
9. Крупская Л.Т. Особенности экологического мониторинга изменения экосистем под воздействием отходов золото- и оловодобычи в Дальневосточном федеральном округе / Л.Т. Крупская, В.П. Зверева, М.Б. Бубнова и др. // Экологическая химия. — 2014. — 3(23). — с. 125 – 134.

10. Крупская Л.Т. Опасность отходов, накопленных горными предприятиями в Дальневосточном федеральном округе, для окружающей среды и рекомендации по снижению риска экологических катастроф / Л.Т. Крупская, Р.Г. Мелконян, В.П. Зверева и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — 12. — с. 102-112.
11. Озарян Ю.А. Комплексная оценка состояния техногенной пустоши Комсомольского горнопромышленного района с использованием спутникового сервиса «Вега» / Ю.А. Озарян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2016. — Т. 13. — 1. — с. 70-78. — DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-70-78.
12. Пат. 2707030 Российская Федерация, МПК2019114495 RU (11) 2 707 030(13) C1. Состав для снижения пылевой нагрузки на экосферу и рекультивации поверхности хвостохранилища / Крупская Л. Т.; — № 2019114495; заявл. 2019-05-13; опубл. 2019-11-21. — 6 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vernadskij V.I. Zhivoe veschestvo [Living matter] / V.I. Vernadskij — Moskva: Nauka, 1978. — 357 p. [in Russian]
2. Kolesnikov B.P. Metody izucheniya biogeotsenzov v tehnogennyh landshaftah [Program and methodology for the study of technogenic biogeocenoses] / B.P. Kolesnikov, L.V. Motorina // Nauka [Science]. — 1978. — 1. — p. 5-31. [in Russian]
3. Zvereva V. P. Tehnogennoe mineraloobrazovanie kak pokazatel' ekologicheskogo sostojanija olovorudnyh rajonov Dal'nego Vostoka [Technogenic mineral formation as an indicator of the ecological state of the tin-ore regions of the Far East] / V.P. Zvereva, A.M. Kostina, O.V. Koval' // Gornyj zhurnal [Mining Journal]. — 2009. — 4. — p. 41-43. [in Russian]
4. Krupskaja L.T. Otsenka riska dlja zdorov'ja naselenija, svjazannogo s zagrjazneniem atmosfernogo vozduha v rajone Solnechnogo GOKa [Assessment of the risk to public health associated with atmospheric air pollution in the area of Sunny GOK] / L.T. Krupskaja, N.K. Rastanina // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining Information and Analytical Bulletin]. — 2007. — 15. — p. 318 – 323. [in Russian]
5. Hanchuk A.N. Ekologicheskie problemy osvoenija olovorudnogo syr'ja v Primor'e i Priamur'e [Environmental problems of the development of tin ore raw materials in Primorye and Amur Region] / A.N. Hanchuk, L.T. Krupskaja, V.P. Zvereva // Geografija i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources]. — 2012. — 1. [in Russian]
6. Rastanina N.K. Vlijanie othodov pererabotki olovorudnogo syr'ja na zdorov'e naselenija gornjatskogo poselka "Fabrichnyj" Primorskogo kraja Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga [Influence of waste processing of tin ore raw materials on the health of the population of the mining village "Fabrichnyj" of the Primorsky Territory of the Far Eastern Federal District] / N.K. Rastanina, S.I. Lapekina, D.A. Golubev // Jekologicheskaja himija [Ecological chemistry]. — 2016. — 25(3). — p. 181-186. [in Russian]
7. Rastanina N.K. Otsenka vlijanija othodov pererabotki olovorudnogo syr'ja na okruzhajuschuju sredu [Assessment of the impact of tin ore processing waste on the environment] / N.K. Rastanina, L.T. Krupskaja, A.V. Nazarkina et al. — Vladivostok: Publishing House of the Far Eastern University, 2010. — 102 p. [in Russian]
8. Krupskaja L.T. Problemy snizhenija ekologicheskogo uscherba ekosistemam, nanesennogo v proshlom veke dobychej mineral'nogo syr'ja, i puti ih reshenija v DFO [Features of ecological monitoring of ecosystem changes under the influence of gold and tin mining waste in the Far Eastern Federal District] / L.T. Krupskaja, V.A. Zvereva, D.A. Golubev et al. // Jekologicheskaja himija [Environmental chemistry]. — 2016. — 25(2). — p. 91-99. [in Russian]
9. Krupskaja L.T. Osobennosti ekologicheskogo monitoringa izmenenija ekosistem pod vozdejstviem othodov zoloto- i olovodobychi v Dal'nevostochnom federal'nom okruge [Features of ecological monitoring of ecosystem changes under the influence of gold and tin mining waste in the Far Eastern Federal District] / L.T. Krupskaja, V.P. Zvereva, M.B. Bubnova et al. // Jekologicheskaja himija [Environmental chemistry]. — 2014. — 3(23). — p. 125 – 134. [in Russian]
10. Krupskaja L.T. Opasnost' othodov, nakoplennyh gornymi predpriyatijami v Dal'nevostochnom federal'nom okruge, dlja okruzhajuschej sredy i rekomendatsii po snizheniju riska ekologicheskikh katastrof [The danger of waste accumulated by mining enterprises in the Far Eastern Federal District for the environment and recommendations for reducing the risk of environmental disasters] / L.T. Krupskaja, R.G. Melkonjan, V.P. Zvereva et al. // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining information and analytical bulletin]. — 2018. — 12. — p. 102-112. [in Russian]
11. Ozarjan Ju.A. Kompleksnaja otsenka sostojanija tehnogennoj pustoshi Komsomol'skogo gornopromyshlennogo rajona s ispol'zovaniem sputnikovogo servisa «Vega» [Comprehensive assessment of the state of man-made wasteland Komsomolsk Mining District using the Vega satellite service] / Ju.A. Ozarjan // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2016. — Vol.13. — 1. — p. 70-78. — DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-70-78. [in Russian]
12. Пат. 2707030 Russian Federation, МПК2019114495 RU (11) 2 707 030(13) C1. Состав длia snizhenija pylevoj nagruzki na ekosferu i rekul'tivatsii poverhnosti hvostohranilisha [Composition for reducing the dust load on the ecosphere and recultivation of the surface of the tailings dump] / Krupskaja L. T.; — № 2019114495; appl. 2019-05-13; publ. 2019-11-21. — 6 p. [in Russian]