

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 628.33; 628.477.6

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПОЛУЧЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ESG

Дубровская О.Г.¹, Дубровская С. Д.², Бобрик А.Г.³^{1,2,3} ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Российская федерация, 660074, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,

e-mail: ODubrovskaya@sfu-kras.ru ¹, SDubrovskaya@sfu-kras.ru ², ABobrik@sfu-kras.ru ³

Аннотация. В статье рассматривается практическая трансформация современного металлургического предприятия в части обращения с накопленными промышленными отходами, переход на рециклинговые технологии, направленные на решение экологических задач предприятия, достижения целей устойчивого развития, в том числе через принятие ESG-принципов, находящих отражение в ESG-рейтинге металлургического предприятия. Рассматривается конкретный пример получения продукции в виде стабилизирующего минерального порошка и сорбентов из отходов металлургического предприятия, как реальный этап участия российских организаций в реализации целей устойчивого развития и ESG-принципов.

Предмет исследования: технические приемы оценки отходов предприятия металлургической промышленности

Материалы и методы: анализ состояния вопроса с обоснованием и детализацией сущности предложенной технологии, организационно-технологическое проектирование производства работ на конкретном объекте, локальные сметные расчеты конкурирующих технологий и оценка простого срока окупаемости энергосбережения по этим технологиям

Результаты: получены дорожно-строительные и сорбционные материалы, исследованы оптимальные технологические режимы рециклинга отходов, определены эколого-экономические показатели предприятия с установлением предотвращенного экологического ущерба.

Выводы: Делается вывод о том, что несмотря на определенные затраты, имеет место положительное влияние следования ESG-принципам для развития металлургического предприятия, в том числе и возможность диверсификации выпускаемой продукции

Ключевые слова: ESG-принципы, организация, устойчивое развитие, цели, рециклинг, сорбенты, безотходные технологии

ВВЕДЕНИЕ

Аббревиатура ESG расшифровывается как «экология, социальная политика и корпоративное управление». Она обозначает устойчивое развитие компаний, строящееся на следующих принципах: ответственное отношение к окружающей среде (англ., E — environment); высокая социальная ответственность (англ., S — social); высокое качество корпоративного управления (англ., G — governance). Тесным образом принципы ESG связаны с Целями устойчивого развития. Можно видеть, что ESG-принципы перекликаются, дополняют, адаптируют и способствуют претворению в жизнь всех семнадцати целей устойчивого развития, а также существуют на основе взаимного дополнения со Стандартами устойчивого развития

Основной задачей, направленной на реализацию ESG принципов является снижение экологического воздействия на природную окружающую среду предприятий металлургической промышленности в регионе присутствия. С точки зрения одного из технических решений вышеуказанной задачи является утилизация и переработка всех видов отходов основного производства.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В данной работе проанализирована научно-исследовательская литература. Для исследования принципов формирования индекса и параметров ESG были изучены зарубежные и отечественные работы следующих авторов: Вогинова М.А., Зазули В.С., Мошковой М. Ю., Захаровой Е.Е., Гейла Я. , Кадырова Т.Э. , Панчиной Е.Г., Баландина В.А. , Юдиной М.В. Авторами рассматриваются принципы ESG как факторы экономической перспективности предприятий и как элемент устойчивого развития регионов присутствия крупных промышленных объектов и комплексов. В основном, как отмечают авторы, индексы ESG присваиваются крупным промышленным предприятиям и комплексам и являются одной из важнейших тенденций развития мировой экономики. В статьях ряда авторов, а именно – Соболевой Г.В. [8], Баторшиной Г.Д. [9], Андреевой О.В. [10], Захаровой А.А. [11], Цыгаловым Ю.М. [12], показано, что в современных условиях учет ESG-принципов в деятельности компаний и банков необходим для устойчивого долгосрочного роста их стоимости, снижения экономических, экологических и прочих рисков их деятельности, обеспечения устойчивого

развития национальных экономик и мировой экономики в целом. Авторами предложены направления внедрения ESG-принципов в российскую экономику и обоснована практика успешного внедрения ESG-принципов в российской экономике на основе анализа, оценки и учета тенденций, особенностей и перспектив развития российской и мировой экономики, правового регулирования внедрения ESG-принципов в России и за рубежом, учет национальных интересов и особенностей России. Авторы делают уточнение понятийного и методологического аппарата, анализ сильных, слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с внедрением принципов ESG (SWOT-анализ), использование накопленного мирового опыта. Различные аспекты ESG-повестки, а также тенденции ее развития рассмотрены в работах Соболевой Г.В. [8], Андреевой О.В. [10], Баторшиной Г.Д. [9], и других.

В работе автора Кудряшова Александра Леонидовича [4], исследована концепция ESG и ее значение для устойчивого развития. Автор проанализировал тенденции ESG, согласование ESG и целей устойчивого развития (ЦУР) в деятельности компаний, рассмотрел примеры успешного внедрения ESG компаниями в различных странах, теоретическую основу ESG, связь между ESG и корпоративной эффективностью, а также экологические, социальные и управленческие факторы, влияющие на ESG. Также, было исследовано ESG в странах с развивающейся экономикой, в частности в России, рассмотрено влияние санкционного давления на ESG в 2022 году и практику ESG в российских организациях. ESG стала важным фактором для компаний, стремящихся привести свою деятельность в соответствие с целями устойчивого развития. Компании, применяющие методы ESG, часто имеют больше возможностей для привлечения и удержания клиентов, инвесторов и сотрудников. В работе исследуются ключевые тенденции и проблемы в текущей бизнес-среде, такие как распространение форм отчетности, потребность в более стандартизированных и сопоставимых данных о факторах ESG, а также важность участия стейкхолдеров в принятии решений по реализации политик ESG. Автор подчеркивает соответствие между целями устойчивого развития и ESG факторов в деятельности компаний. Исследуется теоретическая основа концепции ESG с изложением ключевых принципов, а также связь с корпоративной эффективностью. На основании

анализа публикаций следует отметить, что принципы ESG не исследуются с технологической точки зрения, или конкретные исследования и технические решения направленные на улучшение экологической составляющей конкретных производств не соотносят напрямую к индексам ESG, хотя это важнейший фактор практических принципов ESG, позволяющий компаниям и корпорациям управлять рисками и повышать свою устойчивость к экономическим и экологическим деструктивным событиям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При исследовании использовались стандартные, аттестованные методики оценки качества материалов, воды, методы анализа сорбционных свойств материалов. Методы термографического анализа состава футеровочного кирпича, методы математического моделирования и интерпретации результатов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

При анализе исходных данных предприятия металлургического промышленного комплекса АО РУСАЛ-Красноярск, были классифицированы 45 видов отходов, определены их классы опасности и оценены годовые массы подлежащие хранению и утилизации. Так определено, что в строительные материалы различного назначения и сорбенты для очистки промышленных сточных вод могут быть переработаны 14 видов отходов общей массой до 100 тыс. тонн в год. Преимущественно это следующие типы отходов:

- Шлак печей переплава АП – 7500 т/год – класс опасности III
- Лом футеровки разливочных и вакуумных ковшей АП – 770 т/год – класс опасности IV
- Лом кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров – 14286 т/год – класс опасности IV
- Лом футеровки миксеров АП – 850 т/год – класс опасности IV
- Лом футеровки пламенных печей и печей переплава АП – 1100 т/год – класс опасности IV

При анализе возможных потребителей рециклинговых материалов составлена динамическая диаграмма по основным отраслям, представленная на рисунке 1.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПО ОТРАСЛЯМ

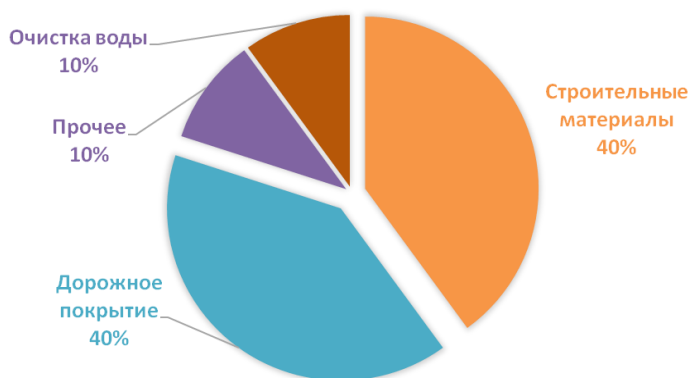


Рис. 1 - Возможные отраслевые потребители рециклинговых материалов
 Fig. 1 - Possible industry consumers of recycling materials

В данном исследовании полному физико-химическому анализу был подвержен лом футеровок различного местообразования, с целью определения модифицирования и обработки отхода, а конкретно – лома футеровочного кирпича – в Испытательной лаборатории строительных материалов и химического анализа воды Сибирского Федерального Университета, установлен химический состав данного отхода

методом РФА (рис. 2, рис. 3). Выявлены следующие вещества, подходящие для модификации сорбента – оксиды алюминия, железа, кремния и титана, в оптимальном процентном соотношении, что позволило при невысоких затратах на механическое измельчение и активацию получить функционально-активный сорбент с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками.

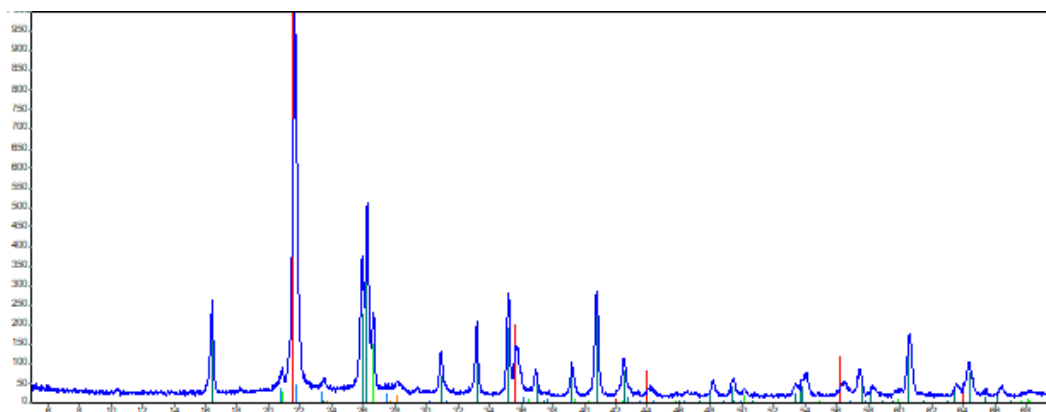


Рис. 2 - Рентгенофазовый анализ твердого образца отхода Лом кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров
 Fig. 2 - X-ray phase analysis of a solid waste sample Scrap brick lining of aluminum electrolyzers

Преобладающие оксидные группы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основной химический состав лома кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров
 Table 1 – Main chemical composition of scrap brick lining of aluminum electrolyzers

Химический элемент/соединение	Содержание в %
SiO ₂	56.2138%
Al ₂ O ₃	36.7439%
Fe ₂ O ₃	3.2014%

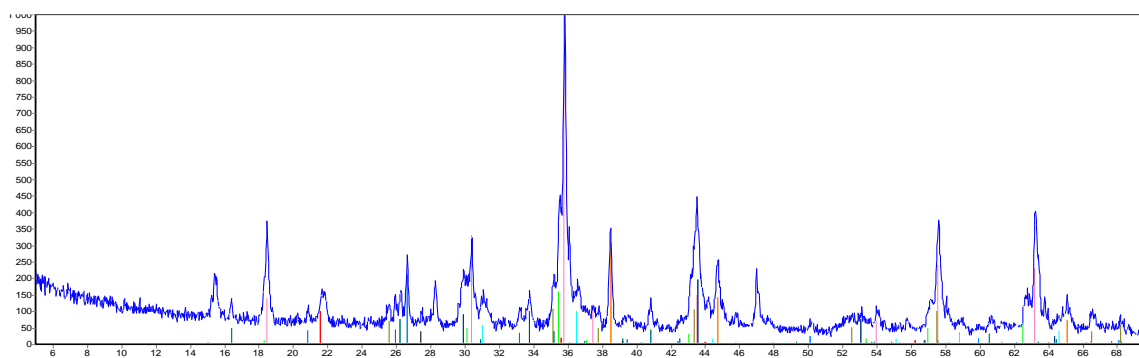


Рис. 3 - Рентгенофазовый анализ твердого образца отхода Лом кирпичной футеровки АЭ и миксеров АП
Fig. 3 - X-ray phase analysis of a solid waste sample Scrap brick lining AE and AP mixers

Преобладающие оксидные группы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основной химический состав лома кирпичной футеровки АЭ и миксеров АП
Table 2. The main chemical composition of scrap brick lining AE and AP mixers

Formula	Mineral Name	1	Shamot_110419
Si O ₂	Cristobalite beta high	1,66	19,4
Al (Al.69 Si1.22 O4.85)	Mullite, syn	11	65,4
Si O ₂	Quartz	7,95	6,65
Al	Aluminum, syn	8,67	0
Fe (Cr ₂ O ₄)	Chromite, syn	26,5	0
Fe ₁₁ S ₁₂	Pyrrhotite-6C	16,1	0
Fe +2 Fe ₂ +3 O ₄	Magnetite, syn	3,74	0
Fe +2 Al ₂ O ₄	Hercynite, syn	11,4	0
Al ₂ O ₃		12,2	0
Ti O ₂	Rutile, syn	0,46	0
Si O ₂	Tridymite-O	0	5,77
Na (Si ₃ Al) O ₈	Albite, disordered	0	2,68

При переработке данного типа отходов были получены следующие виды продукции:

- Стабилизирующая добавка к дорожным материалам

Стабилизирующая добавка – компонент оказывающее стабилизирующее влияние на ЦМАС и обеспечивающее ее устойчивость к расслоению и снижение колебания, повышающее качество и безопасность дорожного покрытия.

- Минеральный порошок

Важная структурная составная часть асфальтобетона, придающая покрытию механическую прочность, существенно повышающая качество дорожного покрытия и срок его службы. Соответствует ГОСТ 32761-2014

- Сорбент

Гранулированный минеральный комплекс с микро, мезо, макро порами, аккумулирующий в себе нефтепродукты и тяжелые металлы. Основная сфера использования: очистка производственных и бытовых стоков.

Для подтверждения высокого класса полученных материалов были проведены исследования и испытания на соответствие ГОСТ и сравнительные испытания с аналогичными продуктами. Установлено, что минеральный порошок, полученный при модифицировании отхода РУСАЛ-Красноярск соответствует ГОСТ 32761-2014, а полученный минеральный сорбент превосходит ряд аналогов (например цеолитовые

сорбенты) по селективной и сорбционной эффективности.

Получены дорожно-строительные и сорбционные материалы, исследованы оптимальные технологические режимы рециклинга отходов, определены эколого-экономические показатели предприятия с установлением предотвращенного экологического ущерба.

Результаты данного исследования могут быть тиражированы на аналогичные предприятия металлургического комплекса, а полученные продукты внедрены в дорожное строительство, применены в фильтрационных установках для очистки промышленных сточных вод предприятий различных отраслей.

Получение высокоэффективных сорбентов и применение их в очистке производственных сточных вод этого же предприятия является перспективным направлением и отвечает требованиям ESG-концепции и повышает ESG-индекс предприятия в том числе и точки зрения формирования замкнутых оборотных систем водопользования. Данный подход целесообразен и с экономической и с экологической точки зрения.

Применение разработанного сорбента на основе рециклингových технологий переработки отходов обеспечивает требуемое качество очистки промышленного стока в соответствии с требованиями СанНиП 3685-2021 и с требованиями к технической воде.

Полученный комплекс материалов имеет ряд преимуществ с точки зрения технологических подходов и инвестиционной привлекательности данного проекта. Так например, при сравнении стандартной технологии производства минерального порошка, стабилизирующей дорожной добавки и минеральных сорбентов основанных на применении природных сырьевых ресурсов в технологии рециклнга исключается часть разработки (нарушения) природных компонентов – добыча и переработка природных ресурсов, исключаются сложные логистические схемы перемещения сырья и продукции. С точки зрения инвестиционной привлекательности в разрезе ESG-концепции, рассмотрены положительные экологические аспекты, такие как: уменьшение объемов отходов, уменьшение площади полигонов хранения отходов, снижение экологического ущерба территории – исключение штрафов, санкций. Помимо этого для предприятия рассмотрено и спрогнозировано:

- Снижение эксплуатационных затрат АО «РУСАЛ Красноярск»
- Возможность создания 10 производственных линий с интеграцией АО «РУСАЛ Красноярск»;
- Возможность создания около 100 рабочих мест;
- Объем выручки от попутных продуктов производства прогнозируется более 250 млн. рублей в год;
- Включение в комплексный инвестиционный проект «Енисейская Сибирь»;
- Возможность привлечения инвестиций посредством реализации федерального проекта «Отходы» в рамках национального проекта «Экология»
- Возможность создания инвестиционного кластера с такими структурами как ФГАОУ ВО СФУ, НОЦ «Енисейская Сибирь», МИП ООО «Центр Экологических Технологий» и др.

Таблица 3. Техничко-Экономические показатели предотвращения экологического ущерба
Table 3. Technical and economic indicators for preventing environmental damage

Предотвращение негативного воздействия на:	Таксы, руб	С учетом коэффициентов экологической ситуации региона, руб	Итог*
1. атмосферный воздух	801 650,4	6 268 906,128	36 641 668,83 руб.
2. подземные водные объекты	356 4418	27 873 748,76	
3. почва, включая стоимость землеотвода на 1 год	319 567	2 499 013,94	
* предотвращенный ущерб			

ВЫВОДЫ

Реализация ESG-принципов, направленных, в том числе, на обеспечение экологической безопасности региона присутствия АО «РУСАЛ Красноярск» обеспечит следующие преимущества предприятия:

- энерго- ресурсосбережение;
- снижения экологических рисков от отходов алюминиевого производства;
- снижение эксплуатационных затрат АО «РУСАЛ Красноярск» за счет исключения экологических платежей на сбор, хранение и утилизацию отходов;
- диверсификация деятельности компании по выпуску новой продукции с возможностью интеграции с научными и производственными центрами региона и выход на новый сегмент рынка;
- повышение общей доходности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляева И.Ю., Козлова Н.П. ESG-факторы как инструмент формирования деловой репутации // Экономика и бизнес. 2021. № 4. С.15-21.
2. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Цели устойчивого развития для будущего России // Научный журнал «Экономика. Социология. Право», 2022, №3(27) 32 Проблемы прогнозирования. 2017. №3. С. 56-62.
3. Дунаева О.И., Нагорнов В.А. Гармонизация практики корпоративной социальной ответственности для достижения целей устойчивого развития // Государственно-частное партнерство. 2017. №2. С.12-20.
4. Кудряшов А.Л. Глобальная ESG-трансформация и тенденции устойчивого развития российских компаний в условиях санкционного давления// Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling 2022, Том 9, № 4 2022, С. 1-49.

5. Марьганова Е.А., Дмитриевская Н.А. Человеческий капитал как фактор устойчивого развития // Статистика и экономика. 2013. № 6. С.62-70.

6. Рязанова Н.Е. Цели устойчивого развития ООН и модернизация профессионального экологического образования: практико-ориентированный подход // Знание. Понимание. Умение. 2018. №2. С.5-11. 7. Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>.

7. Makedon V. Human resource management for secure and sustainable development // The Journal of security and sustainability issues. 2019. March. P. 23-33.

8. Соболева, Г.В., Зуга Е.И. Вовлеченность российских компаний в реализацию ESG повестки: социальный и корпоративный аспект в контексте нефинансовой отчетности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. — 2022. — Т. 38, № 3. — С. 365–384.

9. Андреева, О.В., Сони́на А.О. ESG-стратегия российских компаний в период санкций // Социальное предпринимательство и корпоративная социальная ответственность. — 2022. — Т. 3, № 2. — С. 103–112.

10. Баторшина, Г.Д. ESG — стратегии российских компаний в современных условиях // Экономика образования. — 2022. — № 3(130). — С. 81–90.

11. Захарова Т.И., Иванов А.А., Посвольский Н.К. Актуальность внедрения ESG-повестки в российских компаниях // Транспортное дело России. — 2022. — № 5. — С. 37–40.

12. Цыгалов, Ю.М. Проблемы ESG-реорганизации российских металлургических корпораций // Управленческое консультирование. — 2022. — № 5(161). — С. 40–50.

13. Дубровская, О.Г., Приймак Л. В., Андруняк И. В. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края: монография // Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. — 164 с.

14. Дубровская, О.Г., Евстигнеев В.В., Кулагин В.А. Кондиционирование сточных вод энергетических систем и комплексов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 4). P 665–675.

15. Эльдарзаде, Э. А. Разработка замкнутых систем водоочистки предприятий нефтегазодобычи как основа экологической безопасности региона // Современное состояние науки и техники. - Сочи, 2017. — С.73-79.

16. Зыкова И.В., Лысенко И.В., Панов В.П. Адсорбция ионов меди керамической крошкой из бинарных и многокомпонентных растворов // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2004. Т. 47. №9. С. 151-167

17. Цветкова А.Д., Акаев О.П. Исследование процесса адсорбции ионов меди на

модифицированном диоксиде кремния // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2011. №2. С. 27-30.

18. Ji-Zhong Wang, Sheng-Rong Li, Bao-Lin Liu, Jing-Gui Tong Удаление из сточных вод тяжелых металлов с использованием природных минералов // Bull Mineral Petrol Geochem. 2005. V. 24. №2. P. 159-164.

19. Svilovi´c S., Ruši´c D., Stipiši´c R. Modeling batch kinetics of copper ions sorption using synthetic // Journal of Hazardous Materials. 2009. V. №170. P. 941-947.

20. Demirbas Ayhan. Heavy metal adsorption onto agrobased waste materials // Journal of Hazardous Materials. 2008. V. 157. №2-3. P. 220-229.

21. Thakur Lokendra S., Parmar Mukesh Adsorption of heavy metal from synthetic waste water by tea waste adsorbent // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2013. V. 2. №6. P. 6-19.

22. Tumin Najua D., A. Luqman Chuah, Zawani Z., Abdul Rashid S. Adsorption of copper from aqueous solution by Elais Guineensis kernel activated carbon // Journal of Engineering Science and Technology. 2008. V. 3. №2. P. 180-189.

REFERENCES

1. Belyaeva I. Yu, Kozlova N. P. ESG factors as a tool for building business reputation // Economics and business. 2021. No. 4. pp.15-21. (In Russian)

2. Bobylev S. N., Solovyova S. V. Sustainable development goals for the future of Russia // Scientific journal "Economics. Sociology. Pravo.", 2022, No. 3(27) 32 Problems of forecasting. 2017. No. 3. pp. 56-62. (In Russian)

3. Dunaeva O. I., Nagornov V. A. Harmonization of corporate social responsibility practices to achieve sustainable development goals // Public-private partnership. 2017. №2. pp.12-20. (In Russian)

4. Kudryashov A. L. Global ESG transformation and trends in sustainable development of Russian companies under sanctions pressure // Internet magazine "Waste and Resources" Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling 2022, Volume 9, No. 4 2022, pp. 1-49. (In Russian)

5. Maryganova E. A., Dmitrievskaya N. A. Human capital as a factor of sustainable development // Statistics and Economics. 2013. No. 6. pp.62-70. (In Russian)

6. Ryazanova N. E. UN Sustainable Development Goals and modernization of professional environmental education: a practice-oriented approach // Knowledge. Understanding. Skill. 2018. №2. P.5-11. 7. Sustainable Development Goals. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>.

7. Makedon V. Human resource management for secure and sustainable development // The Journal of security and sustainability issues. 2019. March. pp. 23-33. (In Russian)

8. Soboleva, G. V., Zuga E. I. Involvement of Russian companies in the implementation of the ESG agenda: social and corporate aspects in the context of non-

- financial reporting // Bulletin of St. Petersburg University. Economy. - 2022. - T. 38, No. 3. - pp. 365–384. (In Russian)
9. Andreeva, O.V., Sonina A.O. ESG strategy of Russian companies during the period of sanctions // Social entrepreneurship and corporate social responsibility. - 2022. - T. 3, No. 2. - pp. 103–112. (In Russian)
10. Batorshina, G.D. ESG - strategies of Russian companies in modern conditions // Economics of Education. — 2022. — No. 3(130). — pp. 81–90. (In Russian)
11. Zakharova T.I., Ivanov A.A., Posvolsky N.K. Relevance of implementing the ESG agenda in Russian companies // Transport business of Russia. - 2022. - No. 5. - P. 37–40.
12. Tsygalov, Yu.M. Problems of ESG reorganization of Russian metallurgical corporations // Management consulting. — 2022. — No. 5(161). — pp. 40–50. (In Russian)
13. Dubrovskaya, O.G., Priymak L.V., Andrunyak I.V. Resource-saving technologies for the neutralization and disposal of waste from enterprises of the heat and power complex of the Krasnoyarsk Territory: monograph // Krasnoyarsk: Sib. federal univ., 2014. – P.164. (In Russian)
14. Dubrovskaya, O.G., Evstigneev V.V., Kulagin V.A. Conditioning of wastewater of energy systems and complexes // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 4). pp 665–675. (In Russian)
15. Eldarzade, E. A. Development of closed water treatment systems for oil and gas production enterprises as the basis for the environmental safety of the region // Current state of science and technology. - Sochi, 2017. – pp.73-79. (In Russian)
16. Zykova I.V., Lysenko I.V., Panov V.P. Adsorption of copper ions by ceramic chips from binary and multicomponent solutions // News of universities. Chemistry and chemical technology. 2004. T. 47. No. 9. pp. 151-167. (In Russian)
17. Tsvetkova A.D., Akaev O.P. Study of the adsorption process of copper ions on modified silicon dioxide // Bulletin of KSU im. N.A. Nekrasova. 2011. No. 2. pp. 27-30. (In Russian)
18. Ji-Zhong Wang, Sheng-Rong Li, Bao-Lin Liu, Jing-Gui Tong Удаление из сточных вод тяжелых металлов с использованием природных минералов // Bull Mineral Petrol Geochem. 2005. V. 24. №2. pp. 159-164.
19. Svilović S., Rušić D., Stipišić R. Modeling batch kinetics of copper ions sorption using synthetic // Journal of Hazardous Materials. 2009. V. №170. P. 941-947.
20. Demirbas Ayhan. Heavy metal adsorption onto agrobased waste materials //Journal of Hazardous Materials. 2008. V. 157. №2-3. P. 220-229.
21. Thakur Lokendra S., Parmar Mukesh Adsorption of heavy metal from synthetic waste water by tea waste adsorbent // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2013. V. 2. №6. P. 6-19.
22. Tumin Najua D., A. Luqman Chuah, Zawani Z., Abdul Rashid S. Adsorption of copper from aqueous solution by Elais Guineensis kernel activated carbon // Journal of Engineering Science and Technology. 2008. V. 3. №2. P. 180-189.

RECYCLING OF METALLURGICAL INDUSTRY WASTE
WITH OBTAINING CONSTRUCTION AND SORPTION MATERIALS,
AS AN ELEMENT OF IMPLEMENTATION OF ESG PRINCIPLES

Dubrovskaya O. G.¹, Dubrovskaya S. D.², Bobrik A.G.³

^{1,2,3} Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Siberian Federal University"
pr. Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation,
e-mail: ODubrovskaya@sfu-kras.ru ¹, SDubrovskaya@sfu-kras.ru ², ABobrik@sfu-kras.ru ³

Abstract. The article examines the practical transformation of a modern metallurgical enterprise in terms of handling accumulated industrial waste, the transition to recycling technologies aimed at solving the environmental problems of the enterprise, achieving sustainable development goals, including through the adoption of ESG principles, which are reflected in the ESG rating of the metallurgical enterprise. A specific example of obtaining products in the form of stabilizing mineral powder and sorbents from waste from a metallurgical enterprise is considered, as a real stage in the participation of Russian organizations in the implementation of sustainable development goals and ESG principles.

Subject: technical methods for assessing waste from the metallurgical industry

Materials and methods: proposed technology, organizational and technological design of work at a specific facility, local cost estimates of competing technologies and assessment of the simple payback period for energy saving for these technologies

Results: road-building and sorption materials were obtained, optimal technological regimes for waste recycling were studied, environmental and economic indicators of the enterprise were determined, and the environmental damage prevented was determined.

Conclusions: It is concluded that despite certain costs, there is a positive impact of following ESG principles for the development of a metallurgical enterprise, including the possibility of diversifying products

Key words: ESG principles, organization, sustainable development, goals, recycling, sorbents, waste-free technologies