

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
*«Металлургия – 2022»***

***Труды
XXIII Международной научно-практической конференции
23– 25 ноября 2022 г.***

Часть 2

**Новокузнецк
2022**

Редакционная коллегия

д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор С.В. Коновалов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., доцент Д.А. Чинахов,
к.т.н. Р.А. Шевченко, к.т.н., доцент О.А. Полях,
к.т.н. Е.Н. Темлянцева, д.т.н., доцент В.В. Зимин

М 540 **Металлургия : технологии, инновации, качество : труды XXIII Международной научно-практической конференции. В 2 частях. Часть 2 / под общ. ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2022. – 410 с. : ил.**

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и практики металлургических процессов, технологий обработки материалов, автоматизации, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов металлургического производства.

Конференция проводится ежегодно.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА КУЗБАССА
ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «РУСАЛ-НОВОКУЗНЕЦК»
АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»
АО «НЗРМК им. Н.Е. КРЮКОВА»
ЛЯОНИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, Г. АНЬШАНЬ, КНР
ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН
ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»
ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»
АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗОВАННЫХ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гашникова А.О., Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, gashnikova20172017@gmail.com*

Аннотация. В данной статье рассматривается применение плавающего водного растения эйхорнии для повышения эффективности доочистки сточных вод, образующихся в металлургическом производстве: основная характеристика водного растения, способы посадки и содержание цветка, выбросы сточных вод металлургического производства, способы очистки сточных вод, экологическое влияние.

Ключевые слова: водный гиацинт эйхорния, очистка сточных вод, экологи, металлургическое производство.

THE USE OF THE FLOATING AQUATIC PLANT EICHORNII FOR THE EFFICIENCY OF POST-TREATMENT OF WASTEWATER GENERATED IN METALLURGICAL PRODUCTION

Gashnikova A.O., Mikhailichenko T.A.

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, gashnikova20172017@gmail.com*

Abstract. This article discusses the use of the floating aquatic plant eichornium to improve the efficiency of wastewater treatment generated in metallurgical

production: the main characteristics of the aquatic plant, planting methods and flower content, wastewater emissions from metallurgical production, wastewater treatment methods, environmental impact.

Keywords: water hyacinth eichornia, wastewater treatment, environmentalists, metallurgical production.

Металлургия является одним из крупнейших потребителей воды. Её водопотребление составляет 15-20% от общего водопотребления промышленных предприятий страны. Загрязнение окружающей среды металлургическими предприятиями происходит за счет сточных вод, в состав которых входят различные химические соединения, образующиеся при выплавке металлов. Металлургические производства обычно размещают в непосредственной близости от рек и озер или создают специальные гидротехнические сооружения, в которых она накапливается. По существующим оценкам от 20 до 50 % сточных вод содержат опасные ядохимикаты, нитраты, тяжелые

металлы в концентрациях, опасные для здоровья. Расход воды по видам металлургического производства представлен на таблице 1.

Таблица 1 - Расход воды по видам металлургического производства

Вид производства	Продукция	Удельный расход воды, м ³ /т продукции	Доля в общем удельном расходе воды, %	всего
Горнорудное	руда	12	4,5	5,0
Агломерационное	агломерат	7,5	0,6	3,1
Коксохимическое	кокс	12,5	1,0	5,2
Доменное	чугун	60	4,5	25,0
Сталеплавильное	сталь	52	3,5	21,7
Прокатное	прокат	96	5,5	40,0
Всего	сталь	240	20	100

Перед сбросом в водоемы сточные воды проходят циклы очистки. Современная индустрия промышленной водоподготовки (водоподготовки) предлагает ряд высокотехнологичных решений для получения воды практически любой степени чистоты.

Ключевую роль в современных системах водоподготовки играют:

1. новые синтетические материалы и среды (на основе различных минералов и полностью синтетические, например, ионообменные смолы), включая разнообразные мембраны, и технологии на их основе (микро-, ультра-, нано-фильтрация, обратный осмос).

2. комбинирование химических, физико-химических и электрохимических принципов работы в рамках одной технологии (например, электродиализ, электродеионизация).

Эти методы уже показали положительные результаты в действии, но часть вредных примесей так или иначе остается в сточных водах при их поступлении в водоемы. Типы загрязняющих веществ перечислены в таблице 2.

Таблица 2- Количество вредных веществ входящие в состав сточных вод после определённого этапа производства

Загрязняющее вещество	Коксохимическое производство			Агломерационное производство			Доменное производство		
	Образуется загрязнений, т/год	Выбрасывается		Образуется загрязнений, т/год	Выбрасывается		Образуется загрязнений, т/год	Выбрасывается	
		т/год	кг/т кокса		т/год	кг/т агломерата		т/год	кг/т чугуна
Пыль, всего	21819	10827	2,157	45222	20910	1,643	11616	8046	0,793
В т.ч. диоксид марганца	0,007	0,007	—	4353	198	0,016	727	71	0,007
Оксид свинца	—	—	—	42	2	0,0002	—	—	—
Оксид кальция	—	—	—	58063	2755	0,217	18327	3387	0,334
Бенз(а)пирен	0,148	0,101	0,00002	0,119	0,057	—	0,004	0,003	—
Газообр. и жидкие:									
оксид углерода	8062	7877	1,569	365350	363350	28,711	37048	25263	2,49
сернистый ангидрид	4383	4278	0,852	21307	21307	1,674	1410	1404	0,138

Повысить эффективность биологической деструкции загрязняющих веществ на локализованных территориях можно за счет использования контактных носителей. В настоящее время в зарубежной и отечественной практике предлагается большое количество различных контактных носителей биомассы активного ила, с помощью которых можно значительно повысить интенсивность биохимических процессов, происходящих в водных массах.

Эйхорния используется как естественный носитель биомассы как плавающее растение, которое можно выращивать не только в естественных, но и в искусственных водоемах или на локализованных участках. Для этого растения главным условием является наличие воды соответствующей теплой температуры и наличие освещения.

Эйхорния (*Eichornia crassipes*) - многолетнее травянистое водное растение семейства понтедериевых, которое относится к сорнякам. Особенности растения – длинное корневище и стебель. Благодаря своей форме черешки листьев наполнены воздухом, благодаря чему соцветия и сами листья обладают плавучестью. Но главной особенностью растения является его уникальное свойство – эйхорния способна «переваривать» большинство вредных веществ и активно противодействует болезнетворным микроорганизмам, содержащимся в воде. Делается это путем осаждения взвесей по всей поверхности корней растения, при этом само растение может перерабатывать самые разные органические загрязнители - от горюче-смазочных материалов до навоза.

Уход за водяным гиацинтом в пруду требует соблюдения ряда правил. При посадке растения необходимо правильно выбрать участок. Емкость не должна быть слишком глубокой, и находиться она должна на открытом месте, так как культуре нужна теплая среда и много солнечного света. Эйхорнию высаживают в конце весны или в начале лета, когда устанавливается температура от +24 до +30 и хорошо прогревается водоем.

Для нормального роста и развития почву необходимо предварительно удобрить, используя следующие составы:

1. перегной;
2. очищенный донный ил;
3. коровяк или компост;
4. комплексное удобрение.

Эти композиции подходят и для периодической подкормки насаждений. Рост культуры напрямую зависит от количества питательных веществ в водной среде.

Теплолюбивая эйхорния не переносит температуры ниже 0 градусов. Чтобы сохранить плантации до следующего сезона, вам нужно будет переместить их в теплую среду. Хранение зимой можно осуществлять в аквариуме или другой прозрачной емкости, на дно которой будет помещен песок или ил.

Для успешной зимовки водяного гиацинта необходимо соблюдать следующие правила:

1. поддерживать температуру воды в карантинной ёмкости на том же уровне, что и в месте постоянного обитания цветка;
2. поместить удобренную почву на дно контейнера, чтобы корни растения могли правильно питаться;
3. регулярно подкармливать растение.

Освещение для посадок желательно организовать 12 часов в сутки. Но если такой возможности нет, достаточно поставить емкость с водяными гиацинтами на подоконник с южной стороны комнаты. А после того, как установится устойчивая теплая погода, его можно будет перенести в родной водоем, где он быстро нарастит массу листвы и к концу лета выбросит стебель.

Использование эйхорнии для очистки сточных вод основано на способности растения быстро размножаться и интенсивно расти. Благодаря способностям эйхорнии можно решить проблемы осветления и дезодорации сточных вод (исчезновение запахов и гибель многих болезнетворных бактерий).

В то же время необходимо учитывать, что потеря жизнедеятельности растения, например, перенесшего неожиданный мороз, резко снижает переработку растением загрязняющих элементов вплоть до полного прекращения. Если оставить на поверхности воды, эйхорния замерзает при низких температурах, а при таянии льда насыщается водой и полностью оседает на дно. Объем осадочной массы соответствует примерно 1/2 объема культивируемой биомассы. Но эти объемы намного меньше по сравнению с объемами извлеченных и переработанных загрязняющих веществ. В биомассе, отложившейся весной на дно, процессы деструкции продолжаются через процесс брожения, который в анаэробных условиях протекает довольно быстро за счет утилизации части кислорода воды. Для водоемов с малой нагрузкой нет необходимости срочно удалять культурные растения после сезона работ.

В водоемах с большими нагрузками, в основном с малым расходом или застоем воды, когда растения полностью покрывают поверхность бассейна, утратившие жизненные силы растения создают дополнительную ор-

ганическую нагрузку, поэтому целесообразно удалять растения на воду поверхность. каждый теплый культурный сезон. Хотя необходимость сбора растительной биомассы регулярно увеличивает затраты, эти плавающие растения собирать намного легче, чем подводные или укоренившиеся растения.

Фактически в ходе исследований не выявлено отрицательных особенностей использования эйхорнии для очистки сточных вод, за исключением возможного риска бесконтрольного размножения в условиях экваториального климата.

В остальном растение имеет лишь ряд преимуществ:

1. Не обладает способностью к самоопылению, что при необходимости остановит процесс роста в ограниченном водоеме;
2. Если водоем осушается, растительные остатки не выделяют опасных токсинов;
3. Улучшает качество загрязненной воды до естественного состояния;
4. Успешно борется с патогенами в воде;
5. Уровень затрат при использовании установки стремится к минимальным значениям, особенно в разрезе достигаемого эффекта;
6. Строительство очистных сооружений с расчетом на их использование значительно дешевле, чем организация традиционных малых и средних очистных сооружений;
7. Нет необходимости в обучении, удержании и переобучении высококвалифицированных кадров;
8. Излишки эйхорнии можно использовать на корм скоту, птице и рыбе;
9. Биоматериалы можно использовать для производства газа в биогенераторах, а затем использовать для отопления или производства энергии;
10. Материал полностью экологичен для человека, флоры и фауны.

Эйхорния в любом виде – растущем, цветущем, устаревшем – совершенно безопасна для человека, флоры и фауны, что подтверждено многочисленными научными исследованиями в процессе оценки ее использования для очистки воды. Он не накапливает вредные вещества в полном объеме, расщепляя их на микроэлементы, не наносящие вреда. Эйхорнию ошибочно считают растением с невероятным уровнем жизнеспособности, делающим невозможным ее полное уничтожение в случае необходимости, так как даже в тропических широтах, где она наиболее эффективно распространяется, она еще не нанесла существенного ущерба природе.

При этом она имеет большое количество вариаций использования, возрастающих и устаревших, от возможности использования в качестве корма и удобрения, пищевых добавок для рыб, птицы, скота (биомасса - источник витаминов А, В, С, Е, кроме микроэлементов в виде азота и калия) к использованию биомассы в качестве источника энергии для биогенераторов и компостирования. Использование водоочистных сооружений для повышения уровня экологической безопасности водоема и прилегающих земель – современная технология, не требующая значительных строительных и финансовых вложений.

Примером производства, внедрившее данную технологию, является

ЕВРАЗ НТМК. ежегодно высаживают в пруд-осветлитель, где отстаиваются производственные воды, более 1000 высших водных растений, мощные корни которых поглощают вредные примеси, окисляют и расщепляют их до простых элементов и усваивают в пищу. Экологи ЕВРАЗ НТМК используют микроводоросль хлореллу с 2010 года. Эта сферическая или эллипсоидальная клетка размером не более восьми микрометров попадает в воду в виде концентрированной взвеси. Микроводоросли быстро размножаются: в течение дня их становится в четыре раза больше. В процессе фотосинтеза растение поглощает углекислый газ, насыщает воду кислородом, удаляет органические и неорганические вещества и обогащает воду питательными веществами.

Для предотвращения миграции "жителей" вдоль акватории пруда устанавливаются камышовые отводы. Кроме того, для очистки сточных вод используются угольные фильтры, которые меняются несколько раз в месяц.

Следовательно, хотелось бы еще раз подчеркнуть преимущества технологии с использованием эйхорнии:

1. Наличие стабильного воздействия на основную задачу – очистка воды;
2. Минимальный уровень инвестиций для начала внедрения технологии;
3. Возможность зачета части вложенных средств за счет продукта переработки;
4. Привести состав очищенной воды в соответствие с правилами гигиены;
5. Очистка сточных вод эйхорнией – это рациональное использование природных ресурсов на благо человечества в будущем.

Распространение данной технологии может найти себя на территории металлургического производства «Евраз ЗСМК». Предполагается на ежегодной основе распространение данного растения во всех существующих акваториях предприятия, что в последствии будет иметь существенных экологических эффект за счет переработки растением всех органических и неорганических веществ на простые вещества на весенне-летний период.

Библиографический список

1. Эйхорния для очистки сточных вод [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://prof-vodochistka.ru/tekhnologiya/ejkhorniya-dlya-ochistki-stochnykh-vod> (дата обращения: 12.09.2022).
2. Влияние металлургической промышленности на окружающую среду и здоровье человека. Меры по снижению воздействия [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/metallurgicheskay-promyshlennost.html> (дата обращения: 12.09.2022).
3. Влияние металлургических предприятий на сточные воды [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://studbooks.net/1247052/ekologiya/vliyanie_metallurgicheskikh_predpriyatiy_stochnye_vody (дата обращения: 12.09.2022).

4. Эйхорния поможет очистке [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://35media.ru/articles/2018/07/02/ejhorniya-pomozhet-ochistke> (дата обращения: 12.09.2022).

5. Эйхорния [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://erz.ru/stroitelstvo/prudyi/vodnyie-rasteniya/eyhorniya> (дата обращения: 12.09.2022).

6. ЕВРАЗ НТМК высадил тропические растения для очистки воды в одном из прудов Нижнего Тагила [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://mstrok.ru/news/evraz-ntmk-vysadil-tropicheskie-rasteniya-dlya-ochistki-vody-v-odnom-iz-prudov-nizhnego-tagila> (дата обращения: 12.09.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 4: РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА.....	176
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ УГЛЕОТХОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ <i>Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б., Куниц О.А</i>	176
ПРОВЕРКА ЗНАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И КРИТЕРИИ ГОТОВНОСТИ РАБОТНИКА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Чернов К.В.</i>	182
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОСТА МАССЫ ШИХТОВЫХ АГРЕГАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БРИКЕТОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	193
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ИЗБИРАТЕЛЬНОМУ СМЕШИВАНИЮ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	203
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИЙ С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО СТЕКЛОКОМПОЗИТА <i>Скирдин К.В., Казьмина О.В</i>	211
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА <i>Баженова Н.Н., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М.</i>	219
КЕДР КАК ОБЪЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	227
АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Постельников В.Н., Ким В.И., Бондарев М.Р.</i>	232
СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОБИОМОНИТОРИНГА ПРИ КОНСЕРВАЦИИ СКЛАДИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Захарова М.А., Водолеев А.С., Лубенцева Ю.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н</i>	240
ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ <i>Корнилов Д.А., Водолеев А.С., Грибкова Е.О., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В.</i>	247
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗОВАННЫХ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гашикова А.О., Михайличенко Т.А</i>	259
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Коноплев Д.Д., Коротков С.Г., Домнин К.И</i>	265
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Вахтарова К.О., Михайличенко Т.А.</i>	274
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ АССОРТИМЕНТА И КАЧЕСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМООБРАБОТКИ УГЛЕЙ <i>Мурко В.И., Карпенков В.И., Темлянцева Е.Н., Аникин А.Е</i>	279

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2022»

Труды XXIII Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 16.11.2022 г.

Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага офисная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 24,0 Уч.-изд. л. 26,4 Тираж 300 экз. Заказ № 296

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ