

Таким образом, для защиты промышленной канализационной системы от коррозии и для предотвращения попадания вредных веществ в водоемы, необходимо понизить кислотность сбрасываемой воды методами сорбции и совместного использования коагулянта и извести. Для этого можно использовать угольные фильтры и добавлять в отстойники суспензию гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известковое молоко) совместно с коагулянтами. Это снизит кислотность воды, но несколько увеличит время ее нахождения в отстойнике. Более быстро и эффективно этот процесс будет происходить при перемешивании воды, чтобы частицы извести поддерживались во взвешенном состоянии по всему объему отстойника для повышения количества взаимодействующих реагентов. Оптимальным решением при выборе смесителя при данных условиях является механический смеситель, работа которого основана на принципе механического перемешивания обрабатываемой воды с реагентами. Благодаря использованию совместного введения коагулянта и извести в воду, возможно не только добиться высокой степени водоочистки, но и удешевить процесс обработки сточных вод.

Список литературы

1. ПАО «Алчевский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://amk.lg.ua/> (дата обращения: 14.05.21).
2. Большая, Е. П. Экология металлургического производства : курс лекций / Е. П. Большая. — Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2012. — 155 с.
3. Рамазанова, Е. Ю. Практикум по экологическим проблемам металлургического производства : учеб. пособ. / Е. Ю. Рамазанова, О. В. Черняк. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2020. — 205 с.
4. Черкасов, А. С. Теоретические основы коррозии : учеб. пособ. / А. С. Черкасов. — СПб. : СПбГТУРП, 2014. — 210 с.
5. Справочник химика 21. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.chem21.info> (дата обращения: 08.04.21).

УДК 502.55:669

Рутковский А. Ю.

к.т.н., доц.,

Федорова В. С.

к.фарм.н.

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ШЛАКОВЫХ ОТВАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье обоснована необходимость проведения рекультивации шлаковых отвалов металлургических предприятий, рассмотрены процессы, протекающие при самопроизвольном произрастании зеленых насаждений на поверхности отвалов, а также освещен зарубежный опыт проведения рекультивации шлаковых отвалов путем их озеленения.

Ключевые слова: *металлургические предприятия, рекультивация, зеленые насаждения, шлаковые отвалы, город Алчевск.*

Переработка шлаковых отвалов в г. Алчевске ведется на протяжении нескольких десятилетий. Однако темпы переработки и объемы накопившейся шлаковой массы свидетельствуют от том, что этот процесс будет длиться еще не один десяток лет. Для экологии города шлаковые отвалы являются постоянно действующим источником химического и радиоактивного заражения, а также пылевого загрязнения близлежащей городской территории. Несмотря на потенциальную эффективность переработки металлургических шлаков в различ-

ные компоненты, которые могут быть использованы в металлургическом производстве и в строительстве, в первую очередь следует заботиться о здоровье населения и экологии города.

Проведенные исследования продолжительности жизни людей, живущих в непосредственной близости к Полежаковским отвалам Донецкого машиностроительного завода [1] показали, что средняя продолжительность жизни людей, живущих на расстоянии до 400 м от шлакового отвала, составила менее 55 лет, а на расстоянии 400–700 м — до 60 лет. В г. Алчевске также следовало бы провести подобный статистический анализ влияния шлакового отвала металлургического комбината на продолжительность жизни живущих поблизости людей.

Невысокие темпы переработки шлаковой массы свидетельствуют об отсутствии стратегических планов по утилизации шлака и незаинтересованности организаций в улучшении экологической обстановки в городе. Следует на уровне городской администрации разработать подробный с разбивкой по годам план утилизации шлака и рекультивации отвалов вблизи г. Алчевска, в котором следует предусмотреть мероприятия по переработке и утилизации шлака на той территории отвалов, на которой их можно выполнить в ближайшие пять лет, а также работы по рекультивации другой части отвалов, переработку которых в ближайшие пять лет произвести не удастся.

При рекультивации шлаковых отвалов следует воспользоваться передовым опытом развитых стран и, в частности, таким новым направлением, как озеленение шлаковых отвалов металлургических предприятий. На действующих шлаковых отвалах рекультивацию озеленением проводить невозможно и нецелесообразно. Озеленение отвалов может быть проведено только после их окончательного вывода из эксплуатации.

Самопроизвольное произрастание зеленых насаждений на шлаковых отвалах происходит в основном в результате переноса ветром семян растений. Однако из-за ограниченной доступности воды и питательных веществ, а также пористой структуры субстрата не все семена способны прорасти, а ростки остаться жизнеспособными. Выживают только те побеги, которые способны выдержать дефицит воды и питательных веществ. Растения, колонизирующие отвалы, — это в основном талломные растения (мхи и лишайники), которые появляются в сезон дождей и производят споры, а затем высыхают. Споры остаются жизнеспособными в субстрате и снова прорастают в течение следующего сезона дождей. Талломный детрит при разложении накапливается в виде органического вещества главным образом в расщелинах и низинах, где со временем закрепляются выносливые высшие виды растений. Постепенно растения переходят из освоенных ими низин и расщелин на более возвышенные, но менее благоприятные для произрастания участки, увеличивая таким образом растительный покров на поверхности шлакового отвала. С течением времени сообщество растений становится более разнообразным, так как условия окружающей среды становятся более благоприятными для роста других видов растений, а органические вещества накапливаются в поверхностном слое шлакового отвала. Устойчивое состояние достигается тогда, когда объем входящих в систему питательных веществ уравнивается выходящими из системы объемами прироста растений, при этом дальнейших изменений в структуре и составе растительного сообщества не происходит [2]. Однако природные процессы самопроизвольного зарастания шлаковых отвалов идут очень медленно, а проблема утилизации накопленных значительных объемов шлака становится из года в год все острее.

В мировой практике есть примеры успешного проведения ландшафтной рекультивации отработанных шлаковых отвалов металлургических предприятий.

Так, в канадском городе Садбери был воплощен в жизнь проект по рекультивации шлаковых отвалов предприятия по выплавке цветных металлов, принадлежащего металлургической корпорации CVRD Inco [3]. Отвалы шлака общей площадью 8 га примыкали к городской черте и представляли опасность для населения и инфраструктуры города. С целью уменьшения эрозии и распространения пыли, переносимой ветром от отвала на городскую территорию, было принято решение осуществить озеленение отвала и преобразовать горы шлака в живописный зеленый ландшафт. Для этого предварительно была проведена плани-

ровка поверхности отвала и было сформировано несколько склонов длиной по 30 м и уклоном 3:1, разделенных между собой горизонтальными уступами шириной 6 м. Для стабилизации значения рН шлака было принято решение покрыть склоны отвала глиной, толщиной 46 см. Всего на склоны было внесено 61164 м³ глины.

Поперек склонов с интервалом в 11 м было уложено 1,6 км волокнистых фильтрационных туб Terra-Tubes (терратубы) — простых и эффективных устройств, обеспечивающих снижение кинетической энергии водных потоков, фильтрацию ливневых вод, удержание твердых частиц и очистку заиленных стоков. Терратубы представляют собой мешки цилиндрической формы, выполненные из сетчатого высокопрочного материала и заполненные древесными и синтетическими волокнами.

После укладки терратуб на поверхность склонов отвала при помощи гидропосевной установки наносилась древесная гидромульча FlexTerra, травосмесь, удобрение и известь. Расход мульчи составил 5100 кг/га. Применение древесной гидромульчи FlexTerra позволило обеспечить озеленение и защиту от эрозии крутых и длинных склонов, а также ускорить прорастание семян в 8 раз по сравнению с традиционным способом посева.

В результате в течение одного летнего месяца наблюдался активный рост травосмеси, и почти все поверхности породного отвала покрылись зеленой травой, превратив горы шлака в аккуратные зеленые холмы.

Не менее эффективным оказался опыт по озеленению шлакового отвала, находящегося вблизи индийского города Ангул штата Одиша [4]. Для обеспечения плодородия поверхности, покрытой шлаком и непригодной для роста растительности, исследователи из отдела горного машиностроения ИИТ Харагпур разработали метод биоремедиации, позволяющий снизить концентрацию вредных веществ, загрязняющих шлак, до безвредного состояния. На поверхность отвала наносился слой почвы, смешанный с органическими веществами и удобрением «Панчагавья», представляющего собой смесь пяти продуктов, получаемых от крупного рогатого скота.

Периодическое введение «Панчагавьи» решало проблему нехватки питательных веществ, в то время как мульчирование помогало удерживать воду и питательные вещества. В результате в течение одного года на поверхности шлакового отвала вырос самоподдерживающийся мини-лес, в котором преобладали растения, принадлежащие к семейству Fabaceae и *Sesbania grandiflora*.

Растения с длинной корневой системой, проникающей на глубину до 2 м, обеспечивают не только устойчивость поверхности шлаковых отвалов от водной и ветровой эрозии, но и частично перерабатывают металлургический шлак, извлекая из него различные микроэлементы.

В августе 2020 года группа Метинвест заявила о планах проведения ландшафтной рекультивации шлаковых отвалов в г. Мариуполе на металлургических комбинатах «ММК им. Ильича» и «Азовсталь» [5], для выполнения которых будут использованы синтетические и природные материалы. Синтетические материалы будут выполнять функции изоляции, армирования и поддержки биологического слоя. В нижней части отвалов под насыпанным шлаком планируется укладка слоев гидроизоляции с дренажными трубами. Боковые поверхности отвалов будут покрыты изолирующими слоями из синтетического материала с закрепленными на них полимерными объемными георешетками, ячейки которых будут наполнены плодородным грунтом. Грунт будет удерживаться в ячейках георешеток за счет перегородок, которые позволят предотвратить сползание и смыв грунта.

После осуществления рекультивации покрытая зеленью поверхность отвалов может не только улучшить экологическую обстановку, но и внесет новые черты в ландшафтный облик прилегающих к отвалам территорий.

Подобный проект по озеленению шлакового отвала, который группа Метинвест предлагает реализовать в г. Мариуполе, был успешно осуществлен в французском городе Дюнкерке на сталеплавильном предприятии, принадлежащем компании Арселор Миттал.

Таким образом, анализируя зарубежный опыт, можно сделать вывод, что рекультивация шлаковых отвалов путем их озеленения может быть выполнена при соблюдении ряда условий: отвалы должны быть не действующими, поверхность отвалов должна быть спланирована и покрыта слоем плодородного грунта с применением при необходимости защитных изолирующих слоев и удерживающих георешеток из синтетического материала.

Список литературы

1. Краснянский, М. Е. Утилизация и рекуперация отходов : учеб. пособ. / М. Е. Краснянский. — Харьков : Бурун Книга, 2007. — 265 с.
2. Barbour, M. G. Terrestrial Plant Ecology / M. G. Barbour, J. H. Burk, W. D. Pitt. — New York : Benjamin Cummings Publishers, 1987. — 634 p.
3. Горы шлака — в зеленый ландшафт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ectm.ru/info/cases/27-case1-shlak-landscape.html> (дата обращения: 14.05.21).
4. IT Kharagpur transforms steel plant's slag dumps into greenbelts in Odisha [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://indianow.eu/education/iit-kharagpur-transforms-steel-plants-slag-dumps-into-greenbelts-in-odisha/> (дата обращения: 14.05.21).
5. Что за сооружение появилось у заводоуправления меткомбината имени Ильича? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://sigmatv.com.ua/ru/chto-za-sooruzhenie-poyavilos-u-zavodoupravleniya-metkombinata-imeni-ilicha_n29380 (дата обращения: 14.05.21).

УДК 504.06:669

Подлипенская Л. Е.

к.т.н., доц.,

Федорова В. С.

к.фарм.н.

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В работе рассматриваются водные объекты г. Алчевска, изучается их экологическое состояние по комплексу факторов, устанавливаются источники загрязнения и анализируется динамика изменения показателей качества воды.

Ключевые слова: *водные объекты, металлургическое производство, источники загрязнения, качество воды.*

Чрезвычайно опасным источником загрязнения пресных вод является металлургическое производство, как при непосредственном поступлении в водоемы сточных вод, так и вследствие выпадения атмосферных осадков [1]. Вопросы охраны водных экосистем становятся все более существенными по мере увеличения антропогенного воздействия на окружающую среду. Интенсивный ущерб качеству вод причиняет складирование отходов металлургических производств, способствующее деградации ландшафтов и длительному поступлению загрязняющих веществ в природную среду. Водные объекты, расположенные в непосредственной близости к металлургическим предприятиям, являются приемниками и естественными накопителями загрязнителей. Их экосистемы развиваются в условиях длительной интоксикации тяжелыми металлами, соединениями алюминия, оксидами серы и азота.

Цель исследования: изучить водные объекты, расположенные на территории города Алчевска и оценить экологическую ситуацию на основных водоемах города.