

А.С. Водолеев¹, Е.С. Черданцева², И.А. Куренский³

¹Сибирский государственный индустриальный университет

²Торгово-экономический техникум

³НФИ Кемеровский государственный университет

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОХРАНИЛИЩА ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Шламохранилище, расположенное на поверхности надпойменной террасы реки Томь, является накопителем шламовых отходов предприятий, находящихся в промышленной зоне ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Общая его площадь составляет более 300 га при высоте около 25 м. Со всех сторон шламохранилище окружено дамбой, сооруженной из шлака конвертерного производства и крупнодисперсных отходов углеобогащения. Изучаемый объект, согласно классификации промышленных отходов В.В. Тарчевского [1], по происхождению относится к отвалам перерабатывающей промышленности наливного типа; по возрасту – к свежим; по форме – к полям нарушений с разнообразным мезо- и микрорельефом; по высоте – к средним; по механическому составу субстрата на поверхности дамбы – к крупномерным (камни и глыбы свыше 5 см); по кислотности – от нейтральной (6,5) до слабощелочной (8,3); по утилизации – к неиспользуемым.

Дамба шламохранилища представляет собой трапециевидное в разрезе сооружение, внешний склон которого террасирован. Всего на склонах дамбы сформированы две террасы, плоская поверхность которых используется для прокладки технологических дорог. Одновременно эти террасы выполняют защитную роль, охраняя дамбу от разрушения водно-эрозионными и дефляционными процессами, хотя при этом их бровки и крутые склоны продолжают достаточно интенсивно разрушаться. Таким образом, наиболее важной с точки зрения охраны окружающей среды является устойчивость сооружения к различным естественным средам (водной, ветровой эрозии) и возможность последующей рекультивации, направленной на сокращение негативного воздействия шламов на окружающую среду.

Для закрепления эрозионно-опасных участков поверхности террас требуется применение рекультивационных методов, в частности методов биологической рекультивации. При этом

в ходе рекультивации должны быть созданы условия для развития культурфитоценозов с прочной дерниной. Ширина террас изменяется в пределах 10 – 40 м, борта их в настоящее время не закреплены (крутизна определяется углом естественного откоса), и по этой причине они подвержены разрушению водно-эрозионными и дефляционными процессами.

Террасы, расположенные в нижней трети склона дамбы, испытывают периодический подпор водами, фильтрующимися сквозь тело дамбы и транзитом, проходящими в водоотводной канал, окружающий дамбу. В результате отсутствия в породах, слагающих дамбу, фракций физической глины и соответственно капиллярной каймы, достигающей поверхности, фильтрация не только не приводит к переувлажнению верхних слоев породы, но даже к их достаточному увлажнению. Таким образом, неблагоприятный гранулометрический состав субстрата дамбы, а также сильное переуплотнение породы в значительной степени препятствуют естественному зарастанию и развитию процессов почвообразования.

Постоянное присутствие на небольшой глубине в породах террасы дренажных вод представляет собой потенциальную экологическую опасность, поскольку создаются условия для развития в толще пород анаэробных восстановительных процессов. Эта опасность остается потенциальной до тех пор, пока в системе не появится свежее органическое вещество, способное сильно активизировать восстановительные процессы. Такое вещество будет образовываться при проведении биологической рекультивации, особенно с использованием отходов от очистки городских канализационных стоков – осадков сточных вод (ОСВ) – в качестве почвоулучшителя. Усиление восстановительных процессов может привести к повышенному растворению токсичных элементов, формированию новых токсичных соединений из водорастворимых продуктов, по-

ступающих в толщу террасы из гидроотвала. Эти соединения могут мигрировать в водоотводной канал и конечную зону аккумуляции дренажных вод.

Проведение полевых экспериментов на шламохранилище ЗСМК показало, что использование ОСВ в достаточном количестве позволяет улучшить агрохимические параметры субстрата в сформированном корнеобитаемом слое. Увеличение мощности нанесения ОСВ от 10 до 20 см позволяет повысить в корнеобитаемом слое сумму фракций физической глины и, следовательно, водоудерживающую способность субстрата, а также улучшить его агрохимические параметры, что создает условия для относительно стабильного функционирования культурфитоценоза и развития процессов почвообразования.

Технологический прием двойного нанесения ОСВ общей мощностью до 30 см способствует более равномерному распределению в корнеобитаемом слое фракций физической глины и увеличению мощности корнеобитаемого слоя с удовлетворительными параметрами субстрата по плотности и водоудерживающей способности. Этот прием значительно сокращает зависимость растительного покрова от режима атмосферных осадков и повышает устойчивость его развития и функционирования.

С целью комплексной оценки экологической безопасности использования ОСВ на данном объекте в течение ряда лет на рекультивированных участках дамбы шламохранилища ЗСМК проводится мониторинг, в котором отслеживается жизненное состояние растительного покрова по биометрическим и физиологическим показателям, изменение химического состава и санитарно-гигиенических показателей поверхностного субстрата.

Установлено, что при внесении ОСВ на поверхность дамбы шламохранилища содержание основных биогенных элементов в поверхностном слое рекультивированных участков возрастает: углерода – до 12,3 %, азота – до 0,92 %. При этом уровень загрязнения тяжелыми металлами снижается: для ванадия – от 3-го (среднего) до 2-го (низкого), для олова и ртути – от 2-го до 1-го (допустимого). Показатели для мышьяка, меди, никеля и цинка соответствуют низкому уровню, а для свинца, хрома, кобальта, кадмия и фтора – допустимому, т.е. остаются неизменными. По содержанию подвижных форм тяжелых металлов (меди, цинка, свинца и никеля) сформированный при внесении ОСВ субстрат шламохранилища отнесен ко 2-му (низкому) уровню загрязнения.

Содержание кобальта и хрома ниже или соответствует уровню ПДК (6,4 мг/кг).

По микробиологической характеристике патогенная микрофлора в изучаемом материале не обнаружена и соответствует СанПиН 4630 – 88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» [2]. Внесение ОСВ повышает уровень микробной заселенности до эколого-трофического разнообразия, поэтому ОСВ как мелиоранты отнесены к «загрязненным» по показателям «коли-титр».

По комплексной оценке загрязнения поверхностного субстрата установлено, что уровень загрязнения тяжелыми металлами в результате размещения ОСВ снижается: в породе углеобогащения для ванадия – от 3-го до 2-го, для олова и ртути – от 2-го до 1-го. Без изменения остаются показатели для мышьяка, меди, никеля, цинка – низкий уровень, для свинца, хрома, кобальта, кадмия и фтора – допустимый уровень. В конвертерном шлаке уровень загрязнения для ванадия колеблется от 5-го (очень высокого) до 2-го (низкого) без значительных изменений по другим элементам. Для мышьяка, свинца, хрома, меди, никеля, цинка – низкий уровень, для олова ртути, кобальта, кадмия и фтора – допустимый уровень загрязнения [3].

Анализ химического состава биомассы растений является показателем возможного вторичного загрязнения в результате выноса токсичных элементов из корнеобитаемого слоя. По результатам исследований установлено превышение ПДК мышьяка, свинца, цинка, никеля, меди и сурьмы в шлаке и осадках сточных вод. Сопоставление содержания указанных элементов в растениях показало, что мышьяк в них не был обнаружен (также отсутствуют кадмий, селен, бериллий). В растениях опытных участков содержатся, мг/кг: 0,3 – 1,4 Pb, 64 – 400 Zn, 0,7 – 1,2 Ni, 3,7 – 9,2 Cu, 0,7 – 2,7 V, 148 – 274 Mn. При этом валовое содержание этих элементов в техноземах (порода + ОСВ и шлак + ОСВ) составило соответственно, мг/кг: свинца – 29 и 40, цинка – 239 и 191, никеля – 32 и 22, меди – 67 и 68, ванадия – 157 и 157, марганца – 563 и 756. Эти данные показывают, что с точки зрения выноса токсичных элементов потенциальную опасность представляет цинк. Усвоение растениями тяжелых металлов максимально в первые годы размещения ОСВ, с годами концентрация их снижается и становится ниже фонового уровня.

Результаты исследований подтвердили избирательность растений к разным химическим элементам: в люцерне меди накапливается 9 мг/кг, хрома – 2,7 мг/кг, ванадия – 2,7 мг/кг;

содержание этих элементов в злаках составило соответственно 6,9; 1,4; 0,7 мг/кг.

Выводы. Комплексная оценка экологической безопасности использования осадков сточных вод на породах шламохранилища ЗСМК показала, что они не могут рассматриваться в качестве источника внесения дополнительного загрязнения в породы шламохранилища. Содержание питательных элементов в сформированных техноземах при размещении ОСВ повышается, что обеспечивает успешное произрастание многолетних трав. Подбор видового состава высеваемых трав определяется их устойчивостью к экстремальным условиям, способностью формировать прочный дерновый горизонт и при этом травосмесь должна создавать фитомелиоративный эффект, что позволяет сформировать устойчивый культурфитоценоз в условиях неблагоприятного техногенного воздействия промышленных отходов ЗСМК. Выноса тяжелых металлов с растительным материалом не происходит, что свидетельствует об эффек-

тивности проводимых мероприятий по биологической рекультивации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Т а р ч е в с к и й В.В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. 1970. Вып. 7. С. 84 – 89.
2. СанПиН 4630 – 88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения». Утверждено Минздравом СССР 04.07.1988.
3. Методика исчисления размера вреда окружающей среде, причиненного нарушением требований законодательства в области охраны окружающей среды. Утверждена Постановлением № 105 Коллегии Администрации Кемеровской области 26.04.2007.

© 2014 г. А.С. Водолеев, Е.С. Черданцева,
И.А. Куренский

Поступила 12 сентября 2014 г.

УДК 628.474.76

Е.П. Волюнкина, К.И. Домнин

Сибирский государственный индустриальный университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗНЫХ РАСЧЕТОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ЗАКРЫТЫХ СВАЛКАХ ТБО

Одним из основных видов антропогенного воздействия свалок и полигонов ТБО на окружающую среду является загрязнение атмосферного воздуха свалочным газом (СГ), образующимся в результате естественного биологического разложения органических компонентов, складываемых на свалках отходов. Основными компонентами СГ являются метан (40 – 60 %) и диоксид углерода (30 – 45 %). Теплота сгорания СГ составляет 18 – 25 МДж/м³. Метан и углекислый газ относятся к числу парниковых газов, при этом парниковый эффект метана в 21 раз превышает парниковый эффект углекислого газа. На неизолированных российских свалках образование метана является причиной их самовозгорания, приводит к трудно ликвидируемым пожарам и выделению в атмосферу значительного коли-

чества токсичных веществ, являющихся продуктами неполного сгорания горючих компонентов отходов (оксиды углерода, серы и азота, полициклические углеводороды, включая бензапирен, хлорфторуглеводороды, включая диоксины и фураны). Образование СГ продолжается в течение десятков лет после прекращения приема отходов, при этом наиболее активная фаза газовыделения составляет 20 – 30 лет.

Международный опыт показывает, что единственным способом прекращения выделения в атмосферу свалочного газа является его организованное удаление через систему скважин и коллекторов с последующим сжиганием. Тепло от его сжигания может быть эффективно использовано на расположенных поблизости объектах или для получения электроэнергии, передаваемой в местные энергосистемы.