

Н.И. Шепелева, инженер, В.Н. Марцуль, канд.техн. наук,
И.В. Войтов, докт. техн. наук
БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь

СОЗДАНИЕ ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ КОРОТКОГО ЦИКЛА РОТАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК

До настоящего времени в Беларуси размещение осадков очистных сооружений канализации на картах иловых площадок является практически единственным методом решения проблемы образования этих отходов. Иловые площадки из сооружений для обезвоживания и подсушки осадков превратились в объекты долговременного хранения отходов, на которых их накоплено свыше 9 млн. т.

Большинство известных решений по использованию накопленных осадков включают удаление отходов из иловых карт для обработки такими способами, как компостирование, сжигание и др. или захоронение на полигонах. Освобожденные от осадков иловые площадки подлежат рекультивации. На практике имеются единичные примеры использования таких вариантов решения проблемы накопленных осадков.

Обследование иловых площадок ряда очистных сооружений республики показало, что для них характерно естественное зарастание этих территорий с образованием фитоценоза, состоящего в основном из быстрорастущих растений ивы, березы и тополя. Таким образом, накопленные осадки могут рассматриваться в качестве готового субстрата для создания фитомелиоративной системы короткого севооборота. Такой вариант использования иловых площадок не требует извлечения накопленных осадков из карт и способствует созданию источника местных энергетических ресурсов.

Для оценки возможности выращивания ивы на неэксплуатируемых картах иловых площадок очистных сооружений канализации в период 2014- 2017 гг. проводили обследование сформировавшегося в естественных условиях древесно-кустарникового фитоценоза. В структуре фитоценоза выявлено преобладание *Salix aurita*, *Salix caprea*, *Salix fragilis*, *Salix cinerea*. Толщина опавших листьев в осенний период варьировалась в пределах 5,0-8,5 см, опавшие листья представлены в основном ветвями и листьями ивы, ольхи, тополя и остатками травяной растительности.

Для оценки уровня питания накопленных осадков были проанализированы агрохимические параметры, такие как рН, общее содержание органических веществ, общий азот, фосфор и калий. Основная корневая масса (до 97%) ивового кустарника находилась в горизонте А1 (0–40 см), который считался стромосферой. Такая особенность локального фитоценоза позволила оценить влияние вегетации кустарника ивы на физико-химическую трансформацию двух горизонтов осадков – А1 (0–40 см) и G1 (41–100 см). Горизонт G1 из-за анаэробных условий не был подвержен формированию почвы и, по сути, является так называемым «исходным» субстратом осадков. Определяли ежегодный прирост древесных кустарников на субстрате из накопленных осадков сточных вод, отбирали пробы для оценки величины фитонакопления тяжелых металлов (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Ni) биомассой ивы. В ходе экспериментальных исследований установили, что использование древесно-кустарниковых культур ивы рода *Salix* для проведения биологической рекультивации позволяет формировать фитомелиоративные системы краткого цикла ротации, в которых интервал от интенсивного роста до сбора биомассы составляет 3–4 года с количеством сборов не менее 6–7, и создавать на их основе источники местных топливно-энергетических ресурсов. Краткий период ротации позволяет более интенсивно управлять фитомелиоративной системой с целью корректировки водного режима переувлажненных иловых площадок, обеспечить улучшение агрохимических характеристик плодородного слоя за счет способности растений ивы к избирательному накоплению тяжелых металлов.

Комплексная экологическая оценка создания «энергетических» плантаций проведена на основе сравнения двух вариантов обращения с осадками с использованием методологии оценки жизненного цикла (LCA). Границы первого варианта оценки включали образование осадков, механическое обезвоживание с флокулянтном, транспортировку осадка на иловую площадку и его длительное нахождение на картах. В границах второго варианта были включены вышеупомянутые процессы и технологические этапы, связанные с созданием «энергетических» плантаций (например, культивирование растительной биомассы, выкорчевывание биомассы в конце периода севооборота); энергетическое использование биомассы ивы (например, транспортировка на ТЭС и сжигание для производства электроэнергии) и окончательное удаление золы.

Для анализа использовали результаты исследований, выполненных на кафедре промышленной экологии, а также опубликованные данные. На этапе инвентаризации были составлены материальные и

энергетические балансы для каждого элементарного этапа обработки. Для LCA использовали методику «Есо-индикатор 99» и программное обеспечение SimaPro (v.8.0.3). В исследовании использовался метод оценки воздействия «ReCiPe Endpoint (H)». Общее сравнение варианта 1 и варианта 2 было произведено на основе безразмерной единой оценки. Функциональной единицей в исследовании была 1 тонна смеси сырого осадка и избыточного активного ила (1:1) по сухому веществу.

В целом, сравнение результатов LCA двух вариантов показали, что создание «энергетической» плантации на выведенных из оборота картах иловых площадок является экономически и экологически выгодным. Помимо минимизации затрат на производство биомассы, происходит снижение негативного воздействия на окружающую среду до 22,4% по сравнению с хранением осадков на иловых площадках.

ЛИТЕРАТУРА

1 BORJESSON P. Environmental effects of energy crop cultivation in Sweden – I: identification and quantification / *Biomass and bioenergy*. 1999. Vol. 16. – P. 137–154.

2 DUBUISSON X. Energy and CO₂ balances in different power generation routs using wood fuel from short rotation coppice / *Biomass and Bioenergy*. 1998. Vol. 15(4/5). – P. 379–390.

3 HABERL A. Biomass from reeds as a substitute for peat in energy production / Michael Succow Foundation (№ 52.379330, E 25.136771). Sporovo region, Belarus, 2015. – 4 p.

4 LAZDINA D., Lazdinš A., Karinš Z., Kāposts V. Effect of sewage sludge fertilization in short-rotation willow plantations. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2007, vol. 15, no. 2, pp. 105–111.

5 Я. К. Кулико. Почвенные ресурсы. Минск: Вышэйшая школа.– 2013.– 208 с.

6 THE ECO-INDICATOR 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Manual for Designers // Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, the Netherlands. 2000. – P. 49.