

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Волчек А.А. *, Бульская И.В. **

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig_bstu@tut.by

**Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, inabulskaya@gmail.com

The article offers the brief review of bioremediation techniques suitable for treatment of surface runoff from urbanized territories. Authors highline advantages of bioremediation in comparison to traditional treatment methods.

Введение

Поверхностный сток с урбанизированных территорий является важным источником загрязнения водных объектов. В современной городской среде непроницаемые поверхности накапливают значительные количества самых разнообразных загрязнителей, которые смываются поверхностным стоком при выпадении дождя или таянии снега и через систему дренажной ливневой канализации попадают в водные объекты.

Поверхностный сток с урбанизированных территорий обладает рядом особенностей, таких как: эпизодичность образования, широкий спектр обнаруживаемых загрязняющих веществ, высокие пиковые расходы и колебания качественного состава стока на протяжении одного гидрометеорологического явления (выпадения осадков или таяния снега) [1]. Многочисленные исследования состава поверхностных стоков с городских территорий наглядно демонстрируют, что, хотя концентрации поллютантов варьируют в широких пределах, степень загрязнения таких стоков является значительной. Использование городских очистных сооружений коммунальных сточных вод для очистки поверхностного стока является нерациональным, т.к. в период максимальных расходов возникает угроза перегрузки очистных сооружений и залпового сброса неочищенных стоков. Таким образом, на первый план выходит вопрос о выборе рационального экономически оправданного и эффективного метода очистки поверхностного стока.

Применение биоремедиации для очистки поверхностного стока

Формирование поверхностного стока на урбанизированных территориях – это сложный процесс, подверженный влиянию множества факторов, связанных с особенностями водосборной территории, степенью загрязненности элементов городской среды, климатическими и гидрографическими особенностями. Типичными источниками загрязнения поверхностного стока на урбанизированных территориях являются: мусор, растительный опад, взвеси (продукты износа автомобильных шин и дорожных покрытий, эрозии почвы, твердые частицы промышленных выбросов), бензин и масла с поверхности дорог, синтетические поверхностно-активные вещества, нутриенты, тяжелые металлы, соли [2–9].

В Республике Беларусь к поверхностным сточным водам с урбанизированных территорий предъявляются нестрогие нормативные требования: при

отведении в водные объекты нормированию и контролю для поверхностного стока подлежат всего лишь три показателя – pH, взвешенные вещества и нефтепродукты. На основании литературных данных [6, 8, 9, 11–14], а также исследований, проведенных авторами статьи [15, 16], можно утверждать, что столь мягкие нормативные требования не соответствуют степени экологической опасности поверхностного стока с урбанизированных территорий. Более того, соблюдение норм для сброса прошедшего очистку поверхностного стока даже по установленным показателям может представлять собой довольно сложную задачу. Таким образом, современные системы очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий должны удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать особенностям водосборной территории, быть хорошо совместимыми с уже существующей системой управления поверхностным стоком;
- иметь оправданную строительную и эксплуатационную стоимость, минимальное энергопотребление и возможность функционирования без постоянного контроля обслуживающего персонала;
- обеспечивать достаточный уровень очистки стока от широкого спектра загрязнителей, с учетом возможной тенденции к ужесточению требований к отводимым стокам;
- учитывать социальные и эстетические аспекты, а также возможность минимизации других последствий урбанизации [1, 17, 18].

На сегодняшний день существует немало типовых схем очистки поверхностных стоков на основе механических и физико-химических методов. К ним можно отнести различного вида фильтры, сепараторы, центрифуги, нефтеловушки, а также реагентные методы, такие как флокуляция, флотация, коагуляция и т.п. Несмотря на наличие ряда интересных технических решений и разработок по последовательному применению нескольких методов очистки, все перечисленные методы имеют ряд существенных недостатков: высокая строительная и эксплуатационная стоимость сооружений очистки, энергозатратность, низкая эстетическая привлекательность. Большинство установок с использованием перечисленных методов относятся к сооружениям проточного типа, в которых в период максимальных расходов предусмотрен сброс по обводной линии, а значит в окружающую среду может попасть неочищенный сток, содержащий высокие концентрации загрязняющих веществ.

Перспективным является развитие методов очистки поверхностного стока с использованием биологических объектов, т.к. это позволяет минимизировать ряд недостатков сугубо технических решений. Технологии, основанные на использовании биохимического потенциала биологических систем для очистки вод, почв и атмосферы, получили название биоремедиации. Действие таких технико-биологических систем приближено к процессам самоочищения, протекающим в окружающей среде, однако отличается большей по сравнению с естественным самоочищением интенсивностью, что позволяет успешно справляться с техногенным загрязнением. Биологическими объектами, чаще всего применяемыми при биоремедиации, являются высшие растения, грибы, водоросли, микроорганизмы [1]. Широкий спектр загрязнителей, имеющихся в поверхностном стоке с городских территорий (нутриенты, микроэлементы, органические вещества), делает его удобным объектом для биоремедиационной технологии, т.к. в стоке имеются все необходимые живым организмам биогенные элементы.

Преимуществами технологии биоремедиации являются относительно невысокая стоимость строительства и эксплуатации очистных сооружений, возможность очистки непосредственно в окружающей среде, возможность использования специфических культур организмов, эффективно удаляющих те или иные компоненты. Биоремедиацию антропогенно нарушенных сред чаще всего осуществляют с помощью растений, которые не только сами активно участвуют в процессе, но и благоприятно воздействуют на микрофлору, повышая эффективность восстановления нарушенных естественных условий среды [1, 19]. Неоспоримым преимуществом данной группы методов является возможность органично вписать очистные сооружения в ландшафт, обеспечить высокую эффективность очистки не нарушая эстетических функций городской среды.

Широкое распространение получили методы с использованием высших водных растений – камыша озерного, тростника, рогозов, рдестов, элодеи и водного гиацинта (эйхорнии). Хорошо изучена способность высших водных растений снижать содержание в воде таких загрязнителей, как биогенные элементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний, марганец, серу), тяжелые металлы, фенолы, сульфаты, нефтепродукты, а также улучшать состояние водной среды по таким показателям, как биологическое (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК), содержание взвешенных веществ. Водные растения обладают способностью аэрировать и подавлять развитие патогенной микрофлоры [1, 19–21]. Высшая водная растительность может применяться для биоремедиационной очистки поверхностного стока в биологических прудах, ботанических площадках, а также сооружениях барьерного типа.

Высокой эффективностью отличается метод почвенной фильтрации. Суть метода состоит в пропускании поверхностного стока через слой почвы с растительным покровом, при этом одновременно протекают процессы фильтрации, сорбции, ионного обмена и биологической очистки. Фильтр представляет собой пониженный участок территории, засыпанный фильтрующей загрузкой и засаженный растительностью. Во время максимального расхода на поверхности фильтра может образовываться небольшой слой воды, который будет существовать в течение нескольких часов до полного впитывания. В основании фильтра устанавливается дренажная система, а при наличии хорошо дренируемых почв может осуществляться инфильтрация в почву. Фитофильтры могут устанавливаться вдоль автомобильных дорог, на стоянках и парковках автотранспорта, в парках и на придомовых территориях [1]. Подобные технологии получили широкое распространение в США, Канаде и Западной Европе, где используются фильтрационные полосы, траншеи, ячеистые засаженные травянистыми растениями покрытия тротуаров и парковок для автомобилей [17, 18]. При тщательном подборе параметров фитофильтры позволяют осуществлять глубокую очистку поверхностного стока в течение всего года, а также сократить общее количество поверхностного стока за счет инфильтрации в почву (что ближе к естественному водному балансу) или же уменьшить величину пиковых расходов, а значит, снизить диаметры отводящих сетей [1].

Заключение

Многочисленные исследования в области биоремедиации различного типа стоков подтвердили высокую эффективность данной технологии. Очистка

стоков путем биоремедиации имеет ряд преимуществ перед другими методами, основными из которых являются невысокая стоимость, простота обслуживания и эстетическая привлекательность сооружений. Основным достоинством технологии является то, что она хорошо подходит для очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий и может стать перспективным решением вопроса очистки ливневых стоков как в г. Бресте, так и Республике Беларусь.

Список литературы

1. Мелехин, А.Г. Применение биоинженерных сооружений для очистки ливневых и талых вод с урбанизированных территорий / А.Г. Мелехин, И.С. Щукин // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – № 1. – 2012. – С. 122–133.
2. Singh, G. Evaluating performance and effectiveness of water sensitive urban design / G. Singh, J. Kandasamy // Desalination and Water Treatment. – 2009. – Vol. 11. – P. 144–150.
3. Лукашевич, О.Д. Геоэкологическая и экономическая оценка управления ливневыми сточными водами (на примере г. Томска) / О.Д. Лукашевич, Т.П. Хохлова // Инженерная экология. – М.: Инженерная экология. – 2011. – №3 – С. 54–61.
4. Суйкова, Н.В. Свойства мелкодисперсных техногенных наносов и их влияние на русловой процесс и самоочищение речной воды / Н.В. Суйкова, Ю.В. Брянская, В.С. Боровков // Водные ресурсы. – М.: Наука. – 2012. – Т. 39, № 2. – С. 186–194.
5. Щукин, И.С. Качественный состав поверхностного стока с территории г. Перми / И.С. Щукин, А.Г. Мелехин // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. – 2012. – № 4. – С. 110–118.
6. Яромский, В.Н. О влиянии антропогенных нагрузок на качество воды рек Мухавец и Лесная // В.Н. Яромский, [и др.] / Брэсцкі геаграфічны веснік. – Брест. – 2003. – Том 3. Вып. 1. – С. 82–87.
7. Машина, Л.Л. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации / Л.Л. Машина, Э.И. Горяинов, Г.А. Демёхин // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вып. 251 – С. 196–203. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uhmi.org.ua> – Дата доступа: 11.01.2012.
8. Невзорова, А.Б. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / Невзорова А.Б. [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – №2. – С. 61–66.
9. Карпук, В.К. Техногенные источники воздействия на качество природных вод в бассейне реки Ясельда / В.К. Карпук, Ю.С. Галах // Брэсцкі геаграфічны веснік. – Брест. – 2004. – Том 4. Выпуск 1. – С. 51–55.
10. ТКП 17.06-08-2012 (02120) Технический кодекс установившейся практики: охрана окружающей среды и природопользование, порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод / Минприроды. – Минск. – 75 с., 29.06.2012.
11. Chouli, E. Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience / E. Chouli, E. Aftias, J.-C. Deutsch // Desalination. – 2007. – Vol. 210. – P. 61–68.
12. Tsihrintzis, V.A. Modeling and Management of Urban Stormwater Runoff Quality: A Re-view / V.A. Tsihrintzis, R. Hamid // Water Resources Management. – 1997. – Vol. 11 – P. 137–164.

13. Bartlett A.J., 2012, Causes of toxicity to *Hyalella azteca* in a storm water management facility receiving highway runoff and snowmelt. Part 1: Polycyclic aromatics and metals, Q. Rochfort, L.R. Brown, J. Marsalek, 414, Science of the Total Environment, 227-237.

14. Marsalek J., 2005, Aquatic habitat issues in urban storm water management: challenges and potential solutions, Q. Rochfort, L. Grapentine, 5, Ecohydrology and Hydrobiology. – P. 269–279.

15. Бульская, И.В. Неорганические примеси в поверхностном стоке и снеге г. Бреста / И.В. Бульская, А.А. Волчек // Сахаровские чтения 2013 года: экологические проблемы XXI века: материалы 13-й Международной научной конференции, 16-17 мая 2013 г., г. Минск, РБ / Под ред. С.П. Кундаса, С.С. Позднякова, Н.А. Лысухо. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2013. – С. 268–269.

16. Волчек, А.А. Актуальные вопросы загрязнения поверхностного стока с городской территории на примере г. Бреста / А.А. Волчек, И.В. Бульская // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: материалы Международной научно-практической конференции, Брест, 25-27 сентября 2013 г. / УО «БрГТУ» / Под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2013. – С. 20–22.

17. Managing Urban Stormwater: Treatment Techniques. Draft. – 1997. – Sydney: Environment Protection Authority. – 112 p.

18. USEPA Draft Fact Sheet 4/22/2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epa.gov> – Дата доступа: 10.03.2014.

19. Самсонова, А.С. Биоремедиация природных и производственных сред / А.С. Самсонова // Наука и инновации. – 2011. – № 11 (105). – С. 66–70.

20. Тюменцева, О.В. Целесообразность применения высшей водной растительности в очистке сточных вод / О.В. Тюменцева, А.Ф. Сокольский // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 8. – Астрахань. – С. 56–57.

21. Тимофеева, С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод / С.С. Тимофеева // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17. № 5. – С. 525-532.

УДК 556.18

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Дашкевич Д.Н.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г.Брест, Республика Беларусь, volchak@tut.by

The article analyzes water use by sectors of the national economy of Belarus in the modern period. An improved surface water resources of Belarus for the period from 1956 to 2005, data transformation flow in the basins of major rivers and administrative areas. Maps of the average annual flow of rivers in Belarus.

Введение

Водные ресурсы страны, объекты и системы водоснабжения, водоотведения, промышленного, сельскохозяйственного производства, гидромелиорации и рекреации гарантирует устойчивое развитие экономики, включая решение комплекса социальных и экологических проблем. Динамично развиваю-