

## Технология очистки реки Темерник

*И.А. Кленова, Т.Г. Шульга*

*Ростовский государственный университет путей сообщения*

**Аннотация:** Применение высших водных растений (ВВР) для очистки воды от различных загрязнителей является эффективной системой в технологиях очистки сточных вод. Для разработки донных отложений реки Темерник в г. Ростове-на-Дону предложено использовать подводный дистанционно управляемый эжекторный земснаряд, устраняющий вторичное загрязнение воды. Проект нового полигона для захоронения донных отложений представляет собой гидроизоляционную геомембрану Blackline TFS на основе полиэтилена высокого давления и низкой плотности LDPE. В «Целевой экологической программе оздоровления водного бассейна реки Темерник», предусмотрена расчистка русла протяженностью 2 км, сооружение полигона захоронения донных отложений (ПЗДО), установление биомодулей с водным гиацинтом. При очистке стоков водный гиацинт расщепляет и окисляет промышленные и органические нечистоты на простые элементы и усваивает их как питание. Длинный массивный корень водного гиацинта активно поглощает соли тяжелых металлов, нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и другие вещества.

**Ключевые слова:** тестирование, токсичность, отложения, гиацинт, металлы, нефтепродукты, геомембрана, полиэтилен, хранилище, дегельминитизация.

Для очистки загрязненных поверхностных стоков используются различные биоинженерные сооружения [1-6]. Предложено использование биологических прудов как сооружений для доочистки воды биоинженерных сооружений на основе закрытого биологического пруда гидропонного типа в виде водоохранного сооружения, которое объединяет основные элементы очистки с использованием иммобилизованной микрофлоры и микрофитов.

Разработан способ очистки стоков нефтепродуктов с помощью «фито-фильтра» из зарослей рогоза и аира, используются камеры, заполняемые морской травой «зостера». Для очистки кислых стоков биопруд заселяют растениями: рдест пронзеннолистный, уруть колосистая, рдест гребенчатый, кубышка жёлтая, рогоз узколистый, рдест блестящий, сабельник болотный и кладофора сборная. Применение высших водных растений (ВВР) для очистки воды от различных загрязнителей является наиболее эффективной системой в технологиях очистки сточных вод [1].

В искусственных биологических прудах, предназначенных для очистки сточных вод, в качестве макрофитов используют рогоз, ирис, рдест, касатик, стрелолист, тростник озерный. Вид растений выбирают в зависимости от природы поллютантов [2]. Эффективность работы открытых биоинженерных сооружений несколько снижается в осеннее-зимний период [3], но качество очистки не ухудшается выше ПДК для выпуска очищенной воды в естественные водоемы [4]. Проводятся исследования по разработке и внедрению технологий очистки сточных вод с использованием макрофитов [5].

Основная часть загрязняющих веществ накапливается в осадках водоемов. Важной проблемой является непрерывный мониторинг состояния дна и донных осадочных структур водоемов. Используется метод дистанционного зондирования донного грунта с целью определения скорости звука в донном грунте [6].

В водные объекты г. Ростова-на-Дону ежегодно сбрасываются сотни миллионов кубометров недостаточно очищенных, нормально очищенных, загрязненных (без очистки) и нормально чистых (без очистки) сточных вод.

Результаты многолетних данных биологического тестирования устья реки Темерник в г. Ростове-на-Дону свидетельствуют, что уровень токсичности реки относится к 4-5 классам, что квалифицируется как чрезвычайно и весьма токсичный, а экологический статус – как поли- и гипертоксичный. Анализ данных биотестирования, проведенных с использованием *Daphnia magna*, *Chlorella vulgaris*, *Chironomus plumosus* и семян *Raphanus sativus* показал, что токсичность вод и донных отложений реки Темерник неоднородны и по степени и по местоположению. Выявлены как локальные точки острой токсичности, так и ее полное отсутствие. При этом донные отложения более токсичны, чем поверхностные воды. Наиболее загрязненными являются воды городской части реки Темерник [7].

Наиболее информативными объектами изучения экологического

---

состояния реки являются оценка донных отложений, поскольку они аккумулируют загрязнения, поступающие в реку на протяжении многих лет. Поэтому донные отложения можно рассматривать как интегральный показатель уровня загрязненности.

Наличие значительного количества несанкционированных веществ, неочищенных и необеззараженных хозяйственно-бытовых сточных вод, преимущественно от частных домовладений, приводит к микробному и паразитарному загрязнению как воды, так и донных отложений. Так в районе зоопарка и ниже плотины Низового водохранилища обнаружены яйца гельминтов в количествах, позволяющих отнести иловые осадки к категории чрезвычайно опасные в эпидемиологическом отношении.

С 2000 г. в г. Ростове-на-Дону реализуется целевая экологическая программа по оздоровлению рек Дон и Темерник, предусматривающая разработку и выполнение комплекса работ по этапному вводу очистных сооружений канализации и канализационных коллекторов, создание условий для дальнейшего развития города [8].

В «Целевой экологической программе оздоровления водного бассейна реки Темерник», первый из трех планируемых этапов включал расчистку русла протяженностью 2 км, сооружение полигона захоронения донных отложений (ПЗДО), установление биомодулей с водным гиацинтом. При очистке стоков водный гиацинт расщепляет и окисляет промышленные и органические нечистоты на простые элементы и усваивает их как питание. Длинный массивный корень водного гиацинта активно поглощает соли тяжелых металлов, нефтепродукты, фенолы, СПАВ и другие вещества.

В процессе вегетации эйхорнии возможно решать задачи по переработке иловых отложений органического происхождения, за счет чего в течение одного сезона дно водоема может быть углублено на 30...50 см. Для замены растений и содержания их в благоприятных условиях был создан

---

биологический модуль, состоящий из 6 секций. На трех прямоугольных понтонах устроены переходные мостики и площадки для обслуживания биомодуля. По монорельсовому пути передвигается кран малой грузоподъемности, который опускает или поднимает сетчатые поддоны с растениями для их осмотра или замены. Обслуживается биомодуль оператором-биологом, который определяет состояние насаждений [9].

При этом разработку донных отложений осуществлял земснаряд «Watermaster». Основным недостатком этого способа ведения работ являлось взмучивание донных отложений при их изъятии со дна водоема, что влечет за собой вторичное загрязнение водных масс загрязнителями, содержащимися в осадках. Экологическая безопасность в этом случае может быть достигнута производством работ в замкнутых областях, что требует дополнительных финансовых и временных затрат.

В связи с этим было бы целесообразно для разработок донных отложений использовать подводный дистанционно управляемый эжекторный земснаряд ПДУЭЗ, использование которого позволяет избежать вторичного загрязнения воды.

После извлечения на поверхность донные отложения обеззараживались негашеной известью и препаратом «Бингсти». Этот препарат был внедрен в технологию обеззараживающих работ после научных исследований, которые доказали его эффективность. После обработки донные отложения вывозились на спецмашинах в закрытых кузовах с уплотненным задним бортом на ПЗДО. Полигон имеет водонепроницаемый экран, который препятствует просачиванию загрязненных вод в нижележащие слои.

Второе технологическое новшество – захоронение непосредственно в русле реки, в так называемом «кармане». Это решение достаточно оригинально и существенно снижает объем разработки и перемещения на отдаленный полигон (ПЗДО) эпидемиологически опасных водонасыщенных

---

отложений. Захороненные донные отложения оконтурены со всех сторон водонепроницаемой оболочкой: сверху – бетонным покрытием, с боков – подпорными стенками, снизу – водоупором в виде глинистого основания. Бетонное покрытие на участках захоронения выполнено с уклоном, поэтому оно легко будет промываться водой во время дождей и снеготаяния.

Лотковая часть русла имеет тонкое сечение, что способствует возникновению в нем относительно высоких скоростей течения, которые препятствуют заиливанию и зарастанию русла камышом.

Помимо широкого диапазона физических и химических составляющих загрязнения, со сточными водами и водами поверхностного стока в реку Темерник попадает с каждым кубометром от нескольких десятков до сотен тысяч патогенных единиц (бактерий и возбудителей паразитов). Следует отметить, что по данным литературы, возбудители паразитарных болезней, в частности яйца гельминтов, сохраняют свою жизнеспособность в объектах окружающей среды от 3 до 15 лет. Результатами специальных исследований Ростовского городского центра санэпиднадзора при подготовке проекта расчистки и оздоровления реки Темерник установлено, что в 1 кг донного осадка реки содержится до 40 жизнеспособных яиц гельминтов. Это может быть расценено согласно СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных заболеваний на территории Российской Федерации», как чрезвычайная экологическая ситуация.

Для предотвращения потенциальной возможности рассеивания инвазионного начала (возбудителей гельминтов) во внешней среде при проведении работ по расчистке реки Темерник и предотвращения заражения людей и животных паразитами, необходимо предусмотреть проведение профилактических (обеззараживающих) мер.

Донный осадок реки Темерник по своему составу практически идентичен осадкам сточных вод канализационных систем (или систем

---

водоотведения). В связи с этим дегельминтизация его может быть проведена методами применяемыми при обезвреживании осадков сточных вод [10].

Действующим овицидным средством в составе «Пуролат-Бингсти» является жидкий субстрат из ростков некоторых растений из группы пасленовых и бобовых, находящихся на ранней стадии вегетации, после соответствующей обработки. Экстракты из этих растений в малых концентрациях (от 0,1 до 1000 мл/м<sup>3</sup> обеззараживаемого субстрата) способны оказывать ингибирующее или стимулирующее действие на яйца гельминтов. Этот препарат в достаточно короткие сроки, по сравнению с ранее известными препаратами, обеспечивает гибель возбудителей паразитов.

В Московском НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина проведены исследования и дано гигиеническое заключение по овицидному препарату серии «Бингсти». Согласно данному гигиеническому заключению препарат серии «Бингсти» обладает определенной биологической активностью в отношении различных микроорганизмов, простейших, но не является токсичным. Он может быть применен в качестве овицидного препарата с целью дегельминтизации. По всем критериям и показателям, оцененным в экспериментальных исследованиях, относится к IV классу опасности (малоопасный).

Определение степени овицидной эффективности препарата заключается в контроле развития или гибели яиц, изменении их структуры, строения оболочек, циклов развития. Было установлено, что влажность субстрата влияет на эффект действия «Пуролат-Бингсти». Это прослеживается во всех испытанных дозировках и экспозициях. При этом наибольшая овицидная эффективность обнаружена в опыте с осадком влажностью 96% при концентрации препарата 0,1 мл/л (100 мл/м<sup>3</sup>). Она равнялась 98,2%, что является надежной овицидной активностью.

По данным АзНИИРХ в состав донных отложений входят вещества,

---

относящиеся к I классу опасности (хром, свинец, ртуть, мышьяк), II-го класса опасности (кадмий, никель, ПАУ и др.).

Использование атомно-адсорбционного спектрометра «МГА 915» показало наличие в донных отложениях реки Темерник марганца, железа и алюминия. ПДК в донных отложениях для Mn, Fe и Al отсутствуют. Поэтому, учитывая, что донные отложения представляют по существу взвеси, произведено сравнение их количества с ПДК для хозяйственно-бытовых вод. Результаты показали, что превышения по марганцу (III класс опасности) составило 41,85 раз, по железу (III класс опасности) – 1223 раза и по алюминию (II класс опасности) – 203 раза.

Из этого следует, что спроектированный полигон ПЗДО малопригоден для захоронения на нем донных отложений из реки Темерник. Для повышения надежности ПЗДО предлагалось внедрить гидроизоляционный экран (пленку) в проект нового полигона, который представляет собой гидроизоляционную геомембрану Blackline TFS (Дания) на основе полиэтилена высокого давления и низкой плотности (LDPE). Данная мембрана является основой для изготовления любых прудов, ручьев, искусственных водоемов и пр. Срок службы данного материала превышает 80 лет.

Данная мембрана имеет широкий спектр применения как гидроизоляционный слой. На дно подготовленного котлована засыпают слой песка толщиной 5...10 см, который поливается водой и тщательно утрамбовывается. Стенки котлована делаются под углом 30...45°. На песчаное основание укладывается геотекстиль, поверх которого укладывается гидроизоляционная мембрана Blackline TFS.

Экологическая целесообразность использования новой технологии заключается в том, что она в кратчайшее время позволяет сформировать хранилище любого объема и конфигурации. Новая технология ранее имела

---



широкое применение при строительстве накопителей промышленных и бытовых вредных отходов.

### Литература

1. Ульрих Д.В. Биоинженерные сооружения для очистки загрязненных поверхностных стоков // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4214.

2. Чуянов Г.Г. Хвостохранилища и очистка сточных вод. Екатеринбург: УГГГА, 1998. 246 с.

3. Christofi N., Ivshina I.B. Microbiol surfactants and their use in field studies of soil remediation.// J.Appl. Microbiol. 2002. Vol.93. pp.915-929.

4. Mulligan C.N., Yong R.N. Gibbs B.F. Surfactant-enhanced remediation of contaminated soil: a review // Engineering Geology.2001. Vol.60. pp. 371-380.

5. Тимофеева С.С., Тимофеев С.С. Фитотехнологии и возможности их применения в условиях Восточной Сибири // Вестник ИСХА, 2012, №48, февраль, С.136-145.

6. Солдатов Г.В., Тарасов С.П., Каевицер В.И., Захаров А.И., Смольянинов И.В. Определение скорости звука в донных отложениях при экологическом мониторинге //Инженерный вестник Дона, 2015, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/4380.

7. Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Черникова Г.Г., Рудь Д.А., Бакаева Е.Н., Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А. Токсичность вод и донных отложений урбанизированного участка реки Темерник (г. Ростов-на-Дону, ЮФО). // Современные проблемы науки и образования, 2013, №2. URL: science-education.ru/ru/article/view?id=8854 (дата обращения 16.01.2018).

8. Целевая экологическая программа оздоровления водного бассейна реки Темерник. ОАО «Институт Ростовский Водоканалпроект». Ростов-на-Дону, 2000. 118 с.

9. Отчет НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им.





А.Н. Сысина «Разработка материалов для гигиенического заключения овицидного препарата серии «Бингсти»». М., 2000 – 20 с.

10. Шевцов Д.А. Способ дегельминитизации хозяйственно-бытовых сточных вод: пат. №2167825 РФ: МПК СО2F1/50 / Д.А. Шевцов, Л.А. Долженко, Л.В. Гримайло, Е.П. Хроменкова, Н.С. Серпокрылов – №99127498/12; заявл.21.12.1999; опубл.27.05.2001.

### References

1. Ul'rih D.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4214](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4214).

2. Chujanov G.G. Hvastohranilishha i ochistka stochnyh vod [Tailings dam and sewage water treatment]. Ekaterenburg: Izd.UGGGA, 1998.246 p.

3. Christofi N., Ivshina I.B. J.Appl. Microbiol. 2002. Vol.93. pp. 915-929.

4. Mulligan C.N., Yong R.N. Gibbs B.F. Engineering Geology.2001.Vol.60.pp.371-380.

5. Timofeeva S.S., Timofeev S.S. Vestnik ISHA, 2012, №48, fevral', pp.136-145.

6. Soldatov G.V., Tarasov S.P., Kaevicer V.I., Zaharov A.I., Smol'janinov I.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/4380](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/4380).

7. Bakaeva E.N., Ignatova N.A., Chernikova G.G., Rud' D.A., Bakaeva E.N., Bakaeva E.N., Ignatova N.A. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2013, №2. URL: [science-education.ru/ru/article/view?id=8854](http://science-education.ru/ru/article/view?id=8854) (data obrashhenija 16.01.2018).

8. Celevaja jekologicheskaja programma ozdorovlenija vodnogo bassejna reki Temernik. [Targeted environmental improvement program of the water basin of the river Temernik] OAO «Institut Rostovskij Vodokanalproekt». Rostov-na-Donu, 2000. 118 p.

9. Otchet NII jekologii cheloveka i gigieny okruzhajushhej sredy im. A.N.



Sysina «Razrabotka materialov dlja higienicheskogo zakljuchenija ovidnogo preparata serii «Bingsti»». M., 2000. 20 p.

10. Shevcov D.A. Sposob degel'minitizacii hozjajstvenno-bytovyh stochnyh vod [Method of de-worming of domestic wastewater]: pat. №2167825 RF: MPK SO2F1/50. D.A. Shevcov, L.A. Dolzhenko, L.V. Grimajlo, E.P. Hromenkova, N.S. Serpokrylov, №99127498/12; zajavl.21.12.1999; opubl.27.05.2001.