

УДК 556.4+547.992

**Е. Ю. ДОРОЖКО**

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: elizaveta2002belstu@gmail.com

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

При экологической оценке водной экосистемы одними из важнейших показателей являются донные отложения (далее – ДО). Аккумулируя загрязнения, которые поступают в водоем на протяжении продолжительного периода, ДО являются своеобразным индикатором – показателем уровня загрязненности водного объекта. ДО образуются путем многолетней седиментации в воде веществ, что приводит к изменению показателей качества воды и сокращению полезной емкости водоема. Основными источниками загрязнения ДО являются тяжелые металлы (далее – ТМ) и соединения органического происхождения. Отсутствие однозначного решения в ликвидации ДО обусловливается разнообразностью химического состава фракций, а также многообразием устаревших методов и технологий, причиной которых является риск поступления опасных веществ в водоем в процессе очистки ложа.

В настоящее время применяется четыре способа по очистке водохранилищ от ДО – ручной, взрывной, механизированный и гидромеханизированный. Ручной способ используется для выделения полезных компонентов из ДО, взрывной в настоящее время практически не применяется, механизированный применяется в ограниченном количестве ввиду больших эксплуатационных затрат. Среди представленных методов очистки водных объектов от ДО наиболее оптимальным является гидромеханизированный. Гидромеханизированные способы очистки водоемов позволяют быстро и эффективно удалить ДО и загрязнения. На сегодняшний день гидромеханизированный способ практически полностью вытеснил механический, так как является менее затратным и более экологичным [1].

Основной проблемой обращения с ДО является содержание в них высокой влаги. Такие отложения требуют обезвоживания в целях ограничения поступления токсикантов в окружающую среду и сокращения объема. Сегодня широко используются методы обезвоживания ДО, такие как аппаратное обезвоживание (в основном с применением фильтр-прессов, центрифуг, вакуум-фильтров) и естественная сушка на наливных картах. Достойной альтернативой данным методам обезвоживания

является технология геотубирования. Геотубирование – это технологический процесс гравитационного обезвоживания разнообразных по происхождению суспензий в геотекстильных контейнерах. Контейнеры изготовлены из фильтровального геотекстильного материала Geolon (полипропилен) высокой прочности. Его применение не загрязняет окружающую среду попутными продуктами производства и не требует значительного отчуждения прибрежных земель под производство работ [2].

Особую опасность для водных экосистем в отличие от других загрязнителей, оказывающих наиболее значимые отрицательные влияния как на качество природных вод, так и на водные экосистемы в целом, представляют ТМ. Они относятся к классу консервативных загрязняющих веществ, которые не разлагаются в природных водах, только изменяют форму своего существования, сохраняются в ней длительное время даже после устранения источника загрязнения. ТМ, поступившие в водную среду, немедленно вовлекаются в цепь разнообразных перемещений и превращений под влиянием многочисленных факторов [3].

Металлы в растворимой фракции могут находиться в виде гидратированных ионов, неорганических и органических соединений и комплексов, в том числе с хелатообразователями, гуминовыми кислотами (далее – ГК), присутствующими в природных водах. Основная часть связанного вещества переходит в ДО, в результате чего донные грунты часто содержат необычайно высокие уровни загрязняющих веществ, в то время как их концентрация в воде может не быть повышенной.

Решением данной проблемы может стать использование щелочных растворов ГК торфа, обладающих способностью связывать металлы в нерастворимые МГК, из которых можно потом концентрировать отдельные металлы [4].

При введении поливалентных катионов, например кальция, в щелочные растворы ГК выпадают осадки смешанных гуматов, в состав которых входят ионы кальция и катионы металлов. При возрастании концентрации катионов кальция начинается постепенное образование растворимых ассоциатов молекул смешанных гуматов ТМ и кальция с частичным объединением их систем полисопряжения через кальциевые мостики. При дальнейшем укрупнении ассоциатов за счет введения новых порций катионов кальция образуются микроагрегаты гуматов с границей раздела фаз, и раствор гуматов из истинного переходит в коллоидный. При дальнейшем увеличении концентрации хлорида кальция происходит коагуляция смешанных гуматов кальция и ТМ с образованием объемного осадка [5].

Объектом исследования и источником ГК для моделирования процесса комплексообразования МГК послужил древесно-осоковый переходный торф с торфяного месторождения Усяж.

С целью выделения ГК проводили обработку торфа водным раствором гидроксида натрия при гидромодуле 1 : 10. Количество вводимой щелочи было таковым, что рН раствора составляла 12. Время обработки – 24 часа, после чего суспензию разделяли центрифугированием при следующих параметрах: время разделения – 20 минут, частота вращения ротора 4500 об/мин. Фугат объединяли в емкость, а твердый осадок обрабатывали раствором NaOH, как указано ранее. Количество обработок – шесть. Полученный фугат содержит не только ГК, но и другие компоненты. С целью определения выхода ГК осуществляли их осаждение обработкой 1 н соляной кислотой путем понижения рН фугата до двух. Отделение ГК осуществляли центрифугированием при условиях, указанных ранее. Известно, что предварительная обработка раствором HCl приводит к увеличению выхода ГК из торфа [6]. Определение содержания функциональных групп осуществляли баритовым и кальций-ацетатным методом [7].

Процесс моделирования комплексообразования ГК с ТМ проводили за счет взаимодействия ГК торфа с солями ТМ – сульфатом меди (II), хлоридом железа (III) и сульфатом железа (II). Для определения содержания исходного количества ТМ в комплексе образец озоляли предварительно при 400, а после при 750 °С, растворяли в 50 %-й азотной кислоте и количественно переносили в мерную колбу. Концентрацию ТМ определяли для меди титриметрически, а для железа – фотометрически. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Исходное количество металлов в МГК

Катион металла	Реакция среды		
	кислая	нейтральная	щелочная
	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		
Cu	8,96	9,6	10,24
Ca	8	7,2	10
Fe <sup>2+</sup>	8,325	18,575	50
Fe <sup>3+</sup>	21,875	–	125

С целью снижения влагоудерживающих свойств и снижения перехода ТМ в раствор изучали переход ТМ из МГК в присутствии хлорида кальция и без него. Результаты исследования показали, что использование хлорида кальция в концентрациях на уровне содержания карбоксильных групп

не приводит к вымыванию ТМ, а также повышает влагоотдающие свойства исходного сырья.

С целью изучения влагоудерживающей способности МГК проводили их термический анализ в диапазоне температур 30–900 °С. Установлено, что во всех МГК при температуре 100° идет удаление физически связанной влаги, что свидетельствует о содержании влаги в каждом из МГК.

Таким образом, проведенный анализ по современным методам и технологиям по очистке водоемов от ДО говорит о том, что наиболее оптимальным методом по очистке водоемов от ДО является гидромеханизированный. В качестве технологии по обезвоживанию ДО на современном уровне стоит применять геотубирование. В качестве же метода по снижению миграции МГК из ДО следует применять обработку хлоридом кальция для перевода их в нерастворимое состояние комплексом кальция. Дальнейшее использование ДО зависит от химического состава, актуальным решением является применение ДО в качестве удобрений в сельском хозяйстве или в качестве насыпных грунтов при строительстве и др.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сметанин, В. И. Очистка и обустройство водоемов : учеб. пособие / В. И. Сметанин. – М. : МГУ, 1996. – 154 с.
2. Gulati, R. D. Lake restoration studies: failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures / R. D. Gulati, L. M. D. Pires, E Van Donk // *Limnologica*. – 2008. – Vol. 38. – P. 233–247.
3. Белоконь, В. Н. Содержание тяжелых металлов, органических веществ и соединений биогенных элементов в донных отложениях Дуная / В. Н. Белоконь, Я. И. Басс // *Вод. ресурсы*. – 1993. – Т. 20, № 3. – С. 469–468.
4. Коврик, С. И. Получение нерастворимых и растворимых медь-цинк-гуминовых соединений / С. И. Коврик, Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // *Гуминовые вещества в биосфере : материалы VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Сыктывкар, 6–9 окт. 2014 г.* – Сыктывкар, 2014. – С. 130–132.
5. Бамбалов, Н. Н. Получение и свойства коллоидного раствора гуминовых веществ торфа / Н. Н. Бамбалов, В. В. Смирнова, М. С. Милевич // *Природопользование*. – 2014. – № 25. – С. 172–178.
6. Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот : ГОСТ 9517-1994 (ИСО 5073-85). – Введ. 01.07.97. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1997. – 12 с.
7. Шарло, Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений : пер. с фр. / Г. Шарло ; доп. и общ. ред. Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1969. – 668 с.