

УДАЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ИСКУССТВЕННЫХ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДЬЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПРОПЕЛЯ И РОГОЗА

REMOVAL OF HEAVY METALS IN ARTIFICIAL WETLANDS LANDS USING SAPROPEL AND CATTAILS

*E. Wall
N. Akhmedova*

Summary. Heavy metals (HM) occupy one of the first places among the main pollutants of surface water bodies and groundwater. HM in large quantities have a negative impact on living organisms. Their spread occurs quite quickly and leads to degradation of the water body. This article presents the results of studies of the cleansing ability of an artificially created wetland.

Keywords: sapropel, cattail, heavy metals, purification, wetlands, sewage treatment plant.

Валл Евгений Валерьевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»
wall_ewgen@mail.ru

Ахмедова Наталья Равиловна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»
natalya.ahmedova@klgtu.ru

Аннотация. Тяжелые металлы (ТМ) занимают одно из первых мест в ряду основных загрязнителей поверхностных водных объектов и грунтовых вод. ТМ в больших количествах оказывают негативное влияние на живые организмы. Их распространение происходит достаточно быстро и приводит к деградации водного объекта. В данной статье представлены результаты исследований очищающей способности искусственно созданного водно-болотного угодья.

Ключевые слова: сапропель, рогоз, тяжёлые металлы, очистка, водно-болотные угодья, очистное сооружение.

Введение

На планете с каждым годом растёт дефицит чистой воды. В современном мире вода является важнейшим фактором, определяющим размещение производственных сил. На данный момент особенно остро стоит вопрос снижения уровня загрязнения водоёмов на территории городов. Проблема очистки сточных вод от загрязнителей всегда была и остаётся актуальной проблемой современности.

Водно-болотные угодья — это искусственно созданные болотные системы, основанные на способности растений, почвы и связанных с ними микробных сообществ поглощать, разлагать и аккумулировать загрязняющие вещества, содержащиеся в сточных водах.

На данном этапе развития человеческой цивилизации, ввиду истощения запасов природных энергоносителей, остро стоит вопрос создания систем с низким энергопотреблением. Водно-болотные угодья в экономическом плане являются идеальным вариантом способным заменить «классические» очистные сооружения.

Цель работы

Оценить очистительную способность сапропеля, засаженного рогозом, в условиях климата Калининградской области.

Материалы и методы

Исследовательская установка

В опыте использовались два типа установок с разными условиями — затопленная и незатопленная.

Экспериментальная установка № 1 (незатопленная) состоит из водно-болотных угодий, в которых создается неподвижное ложе с растительностью. Вода поступает сверху равномерно распределяясь по поверхности, затем с помощью дренажной системы отводится в бак с очищенной водой (рис. 1). Контрольные камеры устанавливаются в начале и в конце сооружений. В этих камерах можно измерять различные параметры и отбирать пробы для определения концентраций загрязняющих веществ.

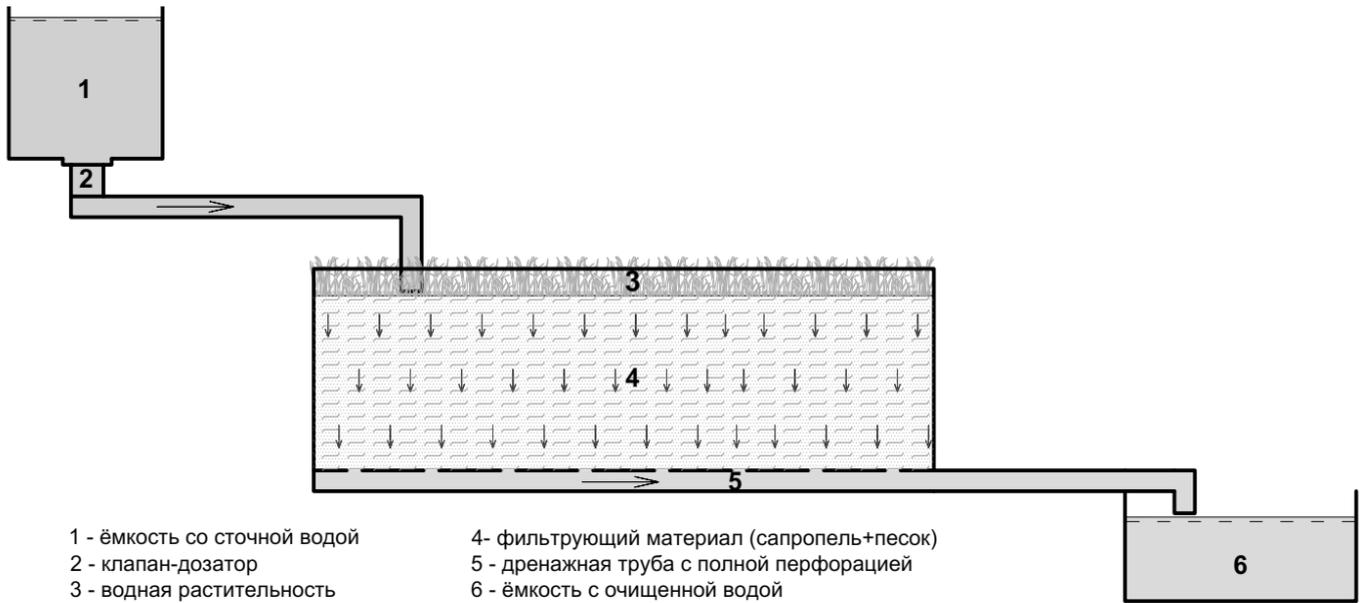


Рис. 1. Схема экспериментальной установки № 1



Рис. 2. Схема № 2

Экспериментальная установка № 2 (затопленная) состоит из водно-болотных угодий, в которых создается неподвижное ложе с растительностью. Вода поступает снизу, распределяется с помощью дренажной системы по дну и заполняет ёмкость, отводится в бак с очищенной водой через перелив (рис. 2). Контрольные камеры устанавливаются в начале и в конце сооружений.

Параметры установок:

- ◆ объем (рабочий) — 35 л;
- ◆ площадь водно-болотного угодья — 0,2 м²;
- ◆ максимальный пропускной расход — 5 л/сут.

В качестве наполнителя использовалась сапрпель, смешанный с песком в соотношении 1:1 сухого веса (рис. 3).

После заполнения ёмкостей смесью из сапрпеля и песка, высаживался рогоз. Данное растение является естественным очистителем водоёма. Как показывают исследования, рогоз с помощью своей корневой системы способен аккумулировать многие тяжёлые металлы.

С апреля по июль был обеспечен рост растений для создания стационарных условий, столько потребовалось рогозу чтоб он принялся, и его корневая система укрепились. Далее в течении одного месяца осуществ-

Сапрпель	Песок
	
<p>Характеристики: Органическое вещество — 60%; Водородный показатель — 7,2 ед. рН.</p>	<p>Характеристики: Группа — средний; Модуль крупности — 2,0–2,5 мм.</p>
Получаемая смесь (песок+сапрпель)	
	

Рис. 3

	
<p>Установка № 2</p>	<p>Установка № 1</p>

влялась подача сточной воды расходом 0,05 л/сут, для адаптации растений и запуска естественных процессов самоочистения. По истечению одного месяца приступили к проведению опытов (рис. 4).

Результаты исследований

Как объект исследований использовалась вода из поверхностного водотока, загрязнённая тяжёлыми металлами, концентрации которых значительно превышают

предельно допустимые концентрации для водоёмов рыбохозяйственного значения. Исследование воды проводилось в аккредитованной испытательной лаборатории.

Концентрация ТМ в исследуемой воде до очистки представлены в таблице 1.

Максимальная пропускная способность установки через клапан-дозатор составляет 5 л/сут. В процессе проведения опыта через установки пропускался различ-

Таблица 1. Концентрация ТМ до очистки

Установка	Железо, мг/дм ³	Свинец, мг/дм ³	Кадмий, мг/дм ³	Медь, мг/дм ³	Никель, мг/дм ³
Вода	0,27	0,0076	0,0083	0,0029	0,023

Таблица 2. Концентрация ТМ после очистки

Установка	Железо, мг/дм ³	Свинец, мг/дм ³	Кадмий, мг/дм ³	Медь, мг/дм ³	Никель, мг/дм ³
Объём — 5 литров Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,27	0,0076	0,0081	0,0028	0,022
Установка № 2	0,26	0,0075	0,0080	0,0027	0,021
Объём — 4 литров Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,26	0,0073	0,0079	0,0026	0,022
Установка № 2	0,23	0,0070	0,0075	0,0023	0,020
Объём — 2 литров Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,26	0,0071	0,0077	0,0024	0,020
Установка № 2	0,20	0,0060	0,0068	0,0020	0,018
Объём — 1 литр Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,24	0,0068	0,0074	0,0020	0,019
Установка № 2	0,13	0,0045	0,0054	0,0012	0,011
Объём — 0,5 литров Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,21	0,0063	0,0072	0,0017	0,017
Установка № 2	0,10	0,0037	0,0048	0,0008	0,010
Объём — 0,1 литр Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,18	0,0062	0,0071	0,0016	0,017
Установка № 2	0,07	0,0023	0,0034	0,0007	0,009
Объём — 0,05 литров Время — 1 сутки					
Установка № 1	0,17	0,0062	0,0070	0,0015	0,017
Установка № 2	0,07	0,0023	0,0033	0,0007	0,008

ный расход исследуемой воды для понимания зависимости степени очистки от пропускаемого расхода. Через установки пропусклся расход 5, 4, 2, 1, 0,5, 0,1 и 0,05 л/сут. Результаты опытов представлены в таблице 2.

По результатам проведённых опытов можно сделать вывод, что экспериментальные установки очищают исследуемую воду от ТМ.

При пропуске максимального расхода 5л/сут, установки не справлялись со своей задачей, что связано в пер-

вую очередь с большим расходом пропускаемой воды. После уменьшения расхода, запустились естественные природные процессы, обеспечивающие очистку.

Максимальная эффективность установок была достигнута при пропуске расхода 0,05–0,1 л/сут.

Заключение

Проведенные исследования показали, что экспериментальные установки, созданные по типу водно-бо-

лотных угодий, справляются с очисткой сточных вод от тяжёлых металлов. Установка № 2 более эффективно справилась с тяжёлыми металлами, что связано в первую очередь с тем, что вода проходит через фильтрующий слой медленней чем в установке № 1.

Недостатком таких систем можно назвать то, что для их эксплуатации нужны большие площади. Несмотря на это данные системы можно использовать для очистки сточных вод небольших населённых пунктов, предприятий и частных домов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валл Е.В., Ахмедова Н.Р. Гранулометрический состав донных отложений локальных участков реки Анграпы // Вестник науки и образования Северо-Запада России, 2019, Т. 5, № 2. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2019/07/2019-N2-WallAhmedova.pdf>
2. Валл Е.В., Ахмедова Н.Р. К вопросу о способах экологического восстановления малых водотоков (статья) // Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 20–25 апреля 2020 года) [Электронный ресурс]. Материалы конференции. — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. — 1 электрон. опт. диск.
3. Савичев О.Г. Биологическая очистка сточных вод с использованием болотных биогеоценозов // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т. 312. № 1.
4. Диренко А.А., Кнус А., Коцарь Е.М. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока // Санитарная техника и водоснабжение. — 2006. — № 5. — С. 15–18.
5. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачев Е.А. Водоотведение. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 415 с.
6. Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ. — Новосибирск, 1999. — 113 с.

© Валл Евгений Валерьевич (wall_ewgen@mail.ru), Ахмедова Наталья Равиловна (natalya.ahmedova@kigtu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Калининград