

Дата поступления рукописи в редакцию: 29.07.2025 г.

DOI: 10.24412/2076-1503-2025-8-601-605

Дата принятия рукописи в печать: 11.09.2025 г.

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,

*доктор биологических наук, профессор кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения;
профессор кафедры техносферной и экологической безопасности,
Уральский государственный аграрный университет;
старший научный сотрудник Уральского
научно-исследовательского ветеринарного института
ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,
e-mail: mail@law-books.ru*

ХАРЛАП Светлана Юрьевна,

*доцент, кандидат биологических наук,
заведующая кафедры техносферной и экологической безопасности,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: proffuniver@yandex.ru*

СИНЬКО Вера Николаевна,

*старший преподаватель кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: vsinko71@mail.ru*

ШИЛОВЦЕВ Андрей Владимирович,

*кандидат исторических наук, доцент кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
доцент кафедры теории, методологии и правового
обеспечения государственного и муниципального
управления Уральский федеральный университет,
e-mail: shilovtsev@mail.ru*

БЫКОВА Ольга Александровна,

*доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: mail@law-books.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ДИАТОМИТОВ В АККУМУЛЯЦИОННЫХ ФИТОФИЛЬТРАХ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. Водные ресурсы подвергаются беспрецедентному давлению, вызванному неуклонно растущим загрязнением. В статье рассмотрена технология очистки поверхностных сточных вод на основе аккумуляционного фитофильтра с использованием в виде сорбентов природных диатомитов.

Ключевые слова: поверхностные стоки, очистка, диатомит, аккумуляционный фитофильтр, сорбент.

ILYASOV Oleg Rashitovich,

*Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport,
Professor of the Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University,
Senior Researcher, Ural Research Veterinary Institute,
Federal State Budgetary Scientific Institution, Ural Federal Research Center,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

KHARLAP Svetlana Yurievna,
Associate Professor, Candidate of Biological Sciences,
Head of the Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University,

SINKO Vera Nikolaevna,
senior lecturer of the philosophy department,
Ural State Agrarian University

SHILOVTSEV Andrey Vladimirovich,
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor
of the Department of Philosophy,
Ural State Agrarian University, Associate Professor
of the Department of Theory, Methodology and Legal
Support of State and Municipal Administration
Ural Federal University,

BYKOVA Olga Aleksandrovna,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Biotechnology and Food Products,
Ural State Agrarian University

USE OF NATURAL DIATOMITES IN ACCUMULATION PHYTOFILTERS IN SURFACE WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY

Annotation. *Water resources are under unprecedented pressure caused by steadily increasing pollution. The article discusses the technology of surface wastewater treatment based on an accumulation phytofilter using natural diatomites as sorbents.*

Key words: *surface runoff, purification, diatomite, accumulation phytofilter, sorbent.*

Цель – разработка технологии очистки поверхностных сточных вод с использованием аккумуляционного фитофилтра.

Задачи – изучить теоретические аспекты отбора природных сорбентов в технологии очистки поверхностных сточных вод.

Методы исследования – аналитический метод исследования, теоретические и эмпирические методы исследования.

Использование природных диатомитов в аккумуляционных фитофилтрах в технологии очистки поверхностных сточных вод

В Российской Федерации для очистки сточных и природных вод все шире используют фильтрующие загрузки, основанные на минеральном природном сырье, диатомите, опал-кристобалитовых породах [1].

Как показывает практика, диатомитовые сорбенты серии «Диамикс Аква» эффективно обеспечивают глубокую очистку нефтезагрязненного диффузионного поверхностного стока от взвешенных веществ, истинно растворенных нефтепродуктов, ионов металлов и взвешенных веществ, обеспечивая тем самым безопасное

поступление очищенных поверхностных вод в водные объекты.

На данный момент, фильтрующие полосы из диатомитовых сорбентов представляют собой наиболее эффективный и недорогой способ защиты водных объектов от нефтяных и других загрязнений. Фильтрующие полосы не требуют замены в течение всего времени службы производственного объекта или очистного сооружения [2].

Фильтрующие загрузки серии «Диамикс Аква» характеризуются прочным фильтрующим материалом, вместе с этим широко применяются для очистки поверхностных, скважинных и сточных вод природного и антропогенного происхождения необходимых для нужд питьевого, хозяйственного водоснабжения и водоотведения.

Представляя собой абсорбенты, сорбенты серии «Диамикс Аква» способны обеспечивать высокий показатель качества очищенной воды посредством задержания загрязнений развитой поверхностью совместно с высокопористым внутренним пространством (макропоры диатомей).

Особая структура фильтрующего материала способствует формированию проницаемого слоя

загрязнителя вокруг гранул, тем самым сорбент имеет способность работать по всей высоте засыпанного слоя. По совокупности своих качеств и свойств диатомитовые сорбенты «ДиамиксАква» эффективнее иных природных фильтрующих материалов.

Таким образом, самым эффективным вариантом очистки природных или сточных вод является использование сорбентов серии «Диамикс Аква».

Выбор способа очистки основывается на применении аккумуляционного фитофильтра с природным сорбентом в виде диатомита.

Аккумуляционный фитофильтр (АФФ) - это тип сооружения для очистки сточных вод, использующий растения и почву (или другой фильтрующий материал) для удаления загрязняющих веществ [3, 4].

Особенности аккумуляционных фитофильтров:

1) Циклический режим работы. Сточная вода поступает в фильтр порциями, накапливается, проходит через фильтрующий слой и затем, после определенного периода удержания (время обработки), либо выпускается самотеком, либо откачивается. Затем цикл повторяется.

2) Прерывистая подача стоков. В отличие от проточных фитофильтров, где вода течет непрерывно, АФФ получают сточную воду порционно. Это позволяет лучше контролировать процесс очистки и оптимизировать условия для работы микроорганизмов и растений.

3) Вертикальный поток. Вертикальный поток обеспечивает лучшее насыщение кислородом, чем горизонтальный, что способствует нитрификации (окисление аммиака в нитраты).

4) Фильтрующий материал. Используется гравий разной фракции, песок, шлак, или другие инертные материалы. Материал обеспечивает физическую фильтрацию, а также предоставляет поверхность для развития микроорганизмов.

5) Обычно используют влаголюбивые растения, такие как тростник, ирисы и другие. Растения выполняют несколько функций: удаляют азот и фосфор из сточной воды; удаляют воду, уменьшая объем стоков; корневая система растений создает благоприятные условия для развития микроорганизмов, участвующих в очистке; корни растений укрепляют фильтрующий слой.

На рисунке 1 представлены основные преимущества и недостатки использования аккумуляторных фитофильтров.



Рисунок 1. Преимущества и недостатки использования аккумуляторных фитофильтров

Для очистки загрязненных вод будет использоваться ботаническая агрегатопонная система с производительностью 50 м³/ч. Очистка сточной

воды осуществляется в процессе фильтрации сверху вниз со скоростью 0,3 м/ч.

Технологическая схема очистки загрязненных вод представлена на *рисунке 2*.

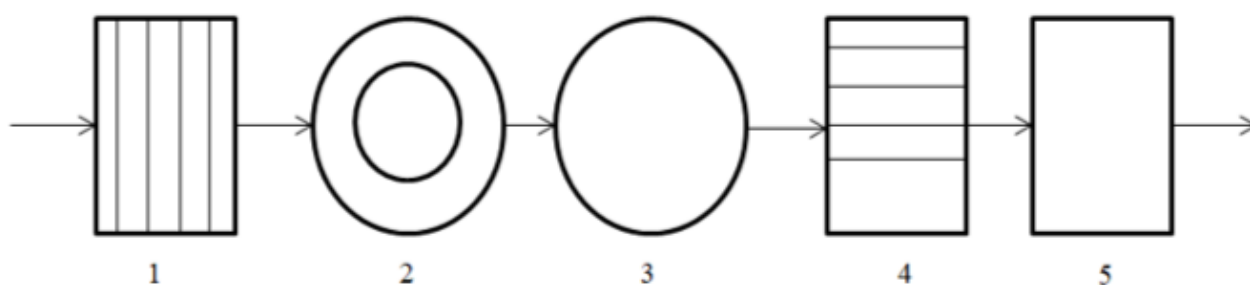


Рисунок 2. Технологическая схема очистки загрязненных вод

1. решётки;

2. песколовки;

3. отстойник;

4. аккумуляционный двухступенчатый фито-фильтр с вертикальным движением воды (первая ступень);

5. аккумуляционный двухступенчатый фито-фильтр (вторая ступень).

Схема очистного сооружения представляет собой поочередно соединенные взаимосвязанные компоненты: решетки, песколовки, отстойник, двухступенчатый аккумуляционный фитофильтр с вертикальным движением воды.

Данную технологию очистки можно отнести к механическому и биологическому способу очистки поверхностных и сточных вод.

Технология очистки заключается в постепенном перемещении воды по компонентам системы очистки.

Загрязненная вода проходит через решетки, которые позволяют задержать крупные загрязнения минерального и органического происхождения. Далее вода попадает в песколовку, благодаря которой осуществляется отделение песка и других тяжелых частиц. Затем вода замедляет скорость своего потока в отстойнике, что позволяет взвешенным частицам, имеющим большую плотность, чем у воды, оседать на дне. Из верхней части отстойника вода подается на первую, а затем на вторую ступень аккумуляционного двухступенчатого фитофильтра с вертикальным движением воды, где осуществляет фильтрация через сорбенты серии «Диамикс Аква». Подача воды на фитофильтры осуществляется равномерно, в связи с расположенными вдоль фитофильтра перфорированными трубами. На первой ступени фильтрации воды очищаются от взвешенных веществ, нефтепродуктов и органических загрязнений по БПК. На вторую ступень очистки воды поступают через уложенные ниже фильтрующего слоя перфорированные трубы. Первая и вторая

ступени фильтрации используют для очистки сорбент серии «Диамикс Аква» и высаженный на него тростник. Сборные перфорированные трубы собирают очищенные водные ресурсы и отводят в согласованные с ЦСЭН (центр санитарно-эпидемиологического надзора) места. Очищенные сточные воды соответствуют ПДК для сброса в водоемы хозяйственно-бытового назначения. Площадь каждого из фитофильтров составляет 170 м². При показателе скорости 0,3 м/ч производительность фитофильтров будет составит 14 л/с.

В течение сезона на фитофильтр поступают взвешенные вещества в объеме 1,4 т (при концентрации взвешенных веществ величиной 60 мг/л). Распределение объема по всей площади фитофильтра на первой стадии слоем в 1 см, при объеме взвешенных веществ 2м³ (объемный вес 1,5 т/м³).

После вегетационного сезона накопленные загрязняющие вещества в стеблях тростника отправляют на специально отведенные места ЦСЭН.

Благодаря такой системе осуществляется эффективная очистка вод от загрязнителей и улучшается экологическая обстановка.

Исходя из расчетов, общий предотвращенный экологический ущерб в результате применения аккумуляционного двухступенчатого фитофильтра для очистки поверхностных вод за один летний сезон (90 суток) составит 5581 рублей.

Выводы:

Таким образом, при использовании разработанной технологии очистки поверхностных вод от загрязнителей в лице экотоксикантов за один сезон, предотвращенный экологический ущерб составит 5581 руб.

При использовании разработанной технологии в течение пяти сезонов предотвращенный экологический ущерб составит 27905 руб.

Список литературы:

[1] Приказ министерства сельского хозяйства российской федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

[2] Kovaleva O., Sannikova N., Ilyasov O. Content of heavy metals in the bottom sediments of the wastewater of the processing enterprise // В сборнике: E3S Web of Conferences. 22. Сер. "22nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, EMMFT 2020" 2021. С. 01009.

[3] Ильясов О.Р. Биозащита водоисточников на сельскохозяйственных водосборах от загрязнения стоками птицеводческих предприятий // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Уральская государственная сельскохозяйственная академия. Екатеринбург, 2004

[4] Асонов А.М., Ильясов О.Р. Фитофильтр для очистки сточных вод Патент на изобретение // RU 2149836 C1, 27.05.2000. Заявка № 98119203/1 2 от 21.10.1998.

Spisok literatury:

[1] Prikaz ministerstva sel'skogo hozyajstva rossijskoj federacii ot 13 dekabrya 2016 goda N 552 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnyh ob»ektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh ob»ektov rybohozyajstvennogo znacheniya».

[2] Kovaleva O., Sannikova N., Ilyasov O. Content of heavy metals in the bottom sediments of the wastewater of the processing enterprise // V sbornike: E3S Web of Conferences. 22. Ser. "22nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, EMMFT 2020" 2021. S. 01009.

[3] Il'yasov O.R. Biozashchita vodoistochnikov na sel'skohozyajstvennyh vodosborah ot zagryazneniya stokami pticevodcheskih predpriyatij // avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora biologicheskikh nauk / Ural'skaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. Ekaterinburg, 2004

[4] Asonov A.M., Il'yasov O.R. Fitofil'tr dlya ochistki stochnyh vod Patent na izobretenie // RU 2149836 C1, 27.05.2000. Zayavka № 98119203/12 ot 21.10.1998.





Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru