

УДК 111 625.7/8

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.В. Вихрев

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Российская Федерация
e-mail: user1268@gmail.com

В работе рассмотрены проблемы, связанные с различными подходами к оценке качественных и количественных источников загрязнений сточных вод на автомобильных дорогах. Обоснована эффективность применения аэрогелей в качестве сорбентов для очистки сточных вод на дорожных инженерных сооружениях.

Ключевые слова: загрязнение, очистка, сточные воды, инженерные сооружения, дорожное строительство, сорбенты, аэрогели.

MODERN METHODS OF WASTE WATER TREATMENT ON ENGINEERED CONSTRUCTIONS OF ROADS

A. Vikhrev

Vladimir State University (VIGU) them. A.G. and N.G. Stoletovs, Russian Federation
e-mail: user1268@gmail.com

The paper considers the problems associated with various approaches to assessing the qualitative and quantitative sources of wastewater pollution on roads. The effectiveness of the use of aerogels as sorbents for wastewater treatment on road engineering structures is substantiated.

Keywords: pollution, treatment, waste water, engineering structures, road construction, sorbents, aerogels.

Количество автомобилей в России за последние десять лет увеличилось в два раза, и продолжает увеличиваться с каждым годом. Ежегодный экологический ущерб от транспортного комплекса составляет около 1,5% валового национального продукта, а доля экологического ущерба от автомобилей - 63% от общих показателей. Выбросы транспортных средств представляют собой значительную долю всех выбросов: более 80% всех свинцовых выбросов, более 40% всех выбросов оксидов азота и более 20% всех летучих органических составляющих.

Одним из наиболее опасных факторов является загрязнение объектов гидросферы сточными водами, содержащими большое количество вредных веществ, включая тяжелые металлы и их производные.

Анализ воздействия сточных вод с инженерных сооружений автомобильных дорог на гидросферу и принятие конструктивных мероприятий по уменьшению их негативного влияния на водные объекты, невозможны без объективной оценки источников загрязнений и химического состава таблицы 1,2.

Однако результаты исследований, приведенные в разных источниках [1,2,6,7] дают абсолютно разные показатели состава и концентрации загрязняющих примесей в стоках.

Таблица 1. – Средние концентрации загрязняющих веществ в стоках с автомобильных дорог [1]

№ п/п	Показатель	Средние концентрации, мг/л			
		США	Швеция, в зависимости от интенсивности движения, тыс.авт./сут		
			0-15	15-30	30-60
1	Взвешенные вещества (TSS)	99	75	100	125
2	БПК5 (BOD5)	8,0	-	-	-
3	ХПК (COD)	100	40	60	95
4	Азот нитратов и нитритов	0,28	-	-	-
5	Азот аммонийный (TKN)	2,0	-	-	-
6	Азот общий (Total N)	2,28	1,2	1,5	2,0
7	Растворенный фосфор (Dissolved P)	0,20	-	-	-
8	Общий фосфор, (Total P)	0,25	0,15	0,20	0,25
9	Ионы меди (DissolvedCu)	0,0109	0,035	0,045	0,060
10	Медь (TotalCu)	0,0347	-	-	-
11	Растворенный цинк (DissolvedZn)	0,051	0,100	0,150	0,250
12	Цинк (TotalZn)	0,2	-	-	-
13	Свинец (Pb)	-	0,02	0,025	0,030

Таблица 2. – Концентрации металлов, мышьяка и интегральные показатели загрязнения в ливневых стоках с автомобильных дорог [2]

№ п/п	Вещество	Концентрации (медианные значения), мг/л		Относительное содержание в растворенной форме, %
		Валовые	В растворенной форме	
1	Алюминий	1,9	0,019	10
2	Мышьяк	0,0014	0,001	71
3	Кадмий	0,00069	0,00025	36
4	Хром	0,0067	0,0021	31
5	Медь	0,029	0,011	38
6	Железо	2,3	0,05	2,1
7	Никель	0,0079	0,0025	31
8	Свинец	0,031	0,0016	5,1
9	Цинк	0,15	0,045	30
10	ХПК	100	-	-
11	Взвешенные вещества	76	-	-
12	Нефтепродукты	6	-	-

Данные зарубежных исследований отличаются от тех, которые приводятся в качестве рекомендаций в нашей стране.

Так, в рекомендациях ВНИИ «Водгео» от 2015 года [1] эти показатели составляют:

Для дождевого стока:

- по нефтепродуктам — 20 мг/л;
- по взвешенным веществам – 1000 мг/л.

Для талого стока:

- по нефтепродуктам — 25 мг/л;
- по взвешенным веществам – 3000 мг/л.

За рубежом проводились более детальное изучение загрязняющих веществ, учитывались не только нефтепродукты, но и вещества, которые медленнее деградируют в биосистемах, в первую очередь тяжелые металлы и их производные, оказывающие наибольший экологический ущерб [2]. Существуют исследования [6,7], которые позволяют оценить наличие металлов в стоках, их относительные содержания в растворенной форме.

Наиболее распространёнными методами очистки сточных вод от нефтепродуктов являются емкостные отстойники нефтеловушки и тонкослойные отстойники нефтеловушки, используемые для предварительной очистки сточных вод, разделения суспензий и эмульсий.

Сравнительные испытания очистки сточных вод с исходной концентрацией нефтепродуктов 100 мг/л в емкостном и тонкослойном отстойниках нефтеловушках равного объема показали, что концентрация на выходе из тонкослойного отстойника достигает 10-15 мг/л, а из нефтеловушки обычной конструкции - 45-50 мг/л., следовательно, применение тонкослойных отстойников взамен емкостных позволяет повысить эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов 55-85 % [3].

После нефтеловушек применяют физико-химический способ очистки. Основными способами физико-химической очистки сточных вод являются:

- коагуляция;
- флотация;
- сорбция.

Сорбционная очистка представляет собой процесс поглощения загрязняющих веществ из воды твердыми веществами – сорбентами.

Сорбция это один из наиболее эффективных методов глубокой очистки от растворенных органических веществ сточных вод.

Степень очистки на адсорбционном фильтре с активированным углем достигает 99,8%, что позволяет сбрасывать очищенную сточную воду в водоем рыбохозяйственного назначения [4].

Учитывая проведенные исследования, выявившие разнородность сведений о качественном и количественном составе загрязнений в стоках с инженерных сооружений, в качестве наиболее эффективных сорбентов предлагается использование наиболее эффективных сорбентов - аэрогелей, состоящих из углеродных нанотрубок, обладающих уникальными характеристиками – низкой плотностью, высокой пористостью, высокой удельной поверхностью и высокой электропроводностью.

В качестве сырья для изготовления аэрогелей используется бактериальная целлюлоза. Это дешевый, доступный и нетоксичный тип биомассы, который легко получить в промышленных масштабах, путем микробного брожения.

Бактериальная целлюлоза представляет собой запутанную сеть целлюлозных нановолокон. Материал получен путем резания целлюлозной массы на небольшие кусочки, и их лиофилизации, с последующим пиролизом при температуре 1300° С в атмосфере аргона. В итоге целлюлоза превращается в графитовый углерод. Плотность материала уменьшается, но его структура (трехмерная сеть нанотрубок) остается прежней.

Таким образом, был получен сверхлегкий и механически стабильный аэрогель. Благодаря своей гидрофобности, материал может эффективно адсорбировать органические растворители и масла из воды (в 106-312 раз больше своего веса). Также доказана способность аэрогеля поглощать ионы токсичных металлов, таких, как свинец и ртуть.

Поглощенные вещества могут быть удалены из материала путем перегонки или сжигания, после этого аэрогель можно использовать снова. Материал чрезвычайно устойчив к огню, непосредственный контакт с пламенем не влияет ни на его форму, ни на внутреннюю трехмерную структуру пор. Он может быть сжат до 10% от его первоначального объема, после снятия давления он вернется в исходную форму [5].

Заключение. Предварительные исследования, проведенные на очистных сооружениях мостовых переходов малых рек Владимирской области, позволяют сделать вывод о высокой эффективности водоочистки при использовании аэрогеля в качестве адсорбента. Применение аэрогеля позволяет ускорить процесс сорбционной очистки сточных вод, так же упрощается очистка фильтра от загрязняющих веществ. Когда нефтеемкость сорбента на основе аэрогеля снизится и его повторное использование в качестве адсорбента будет не целесообразным, аэрогель предлагается использовать в качестве теплоизоляционного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты // «НИИ ВОДГЕО». – Москва, 2015. – 62 с.
2. Caltrans Storm Water Management Program / M. Kayhanian [and other] // Stormwater Vol. 2. – 2001. – 9 с.
3. Отстойники для очистки сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hydropark.ru/equipment/settler.htm>. – Дата доступа: 20.01.2018
4. ООО «КТР» Очистка сточных вод от нефтепродуктов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ktr-g.ru/poleznaya-informaciya.html?article=10>. – Дата доступа: 20.01.2018
5. ИННОКОМ: сайт сообщества тех, кому интересны наука, новые технологии и процесс их создания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.innocom.ru/news/ajerogel-na-osnove-uglerodnykh-nanotrubok.html>. – Дата доступа: 22.01.2018
6. Ghafouri, M. Spatial Analysis of Urban Stormwater Quality / M. Ghafouri, C.E. Swain // Journal of Spatial Hydrology. – 2004. – Spring Vol. 5. – No. 1. – P. 33–46.
7. USEPA Draft Fact Sheet 4.22.2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epa.gov> – Дата доступа: 15.01.2012.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>