

Естественные науки. 2025. № 1 (18). С. 19–26.

Yestestvennyye nauki = Natural Sciences. 2025; no. 1 (18): 19–26 (In Russ.)

Научная статья

УДК 628.3

doi 10.54398/2500-2805.2025.18.1.003

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРОСТНИКА ЮЖНОГО
(*Phragmites australis*) КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СОРБЕНТА
ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Давыдова Екатерина Васильевна^{1✉}, *Мурзаева Эльмира Камаловна*²

^{1, 2}Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
Россия, Астрахань,

¹katya_11_05@mail.ru✉

Аннотация. В данной статье рассматриваются сорбционные свойства тростника южного обыкновенного (*Phragmites australis*). Рассматривается возможность применения как эффективного и доступного материала для очистки поверхностных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ. Подробно рассматривается методика подготовки и модификации растительного сырья с целью повышения гидрофобности и эффективности использования тростника в качестве сорбента. Представленные результаты экспериментальных исследований показывают, что модифицированный сорбент обладает высокими поглощающими свойствами и может быть рекомендован для применения в локальных очистных сооружениях как существующих, так и строящихся.

Ключевые слова: тростник южный, сорбенты, очистка воды, нефтепродукты, экология, растительное сырьё

Для цитирования: Давыдова Е. В., Мурзаева Э. К. Использование тростника южного (*Phragmites australis*) как потенциального сорбента для очистки воды от нефтепродуктов // Естественные науки. 2025. № 1 (18). С. 19–26. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2025.18.1.003>.

USING *Phragmites australis* AS A POTENTIAL SORBENT FOR PURIFYING WATER FROM OIL PRODUCTS

Davydova Ekaterina V.¹✉, Murzaeva Elmira K.²

^{1, 2}Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

¹katya_11_05@mail.ru✉

Abstract. This article examines the sorption properties of southern reed (*Phragmites australis*) as an effective and affordable material for surface water purification from petroleum products and suspended solids. The method of preparation of plant raw materials, modification of its properties in order to increase the hydrophobicity and efficiency of using reed as a sorbent is considered in detail. The presented experimental research results show that the modified sorbent has high sorption properties and can be recommended for use in local wastewater treatment plants.

Keywords: southern reed, sorbents, water purification, petroleum products, ecology, vegetable raw materials.

For citation: Davydova E. V., Murzaeva E. K. Use of *Phragmites australis* as a potential sorbent for water purification from oil products. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2025; 1 (18): 19–26. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2025.18.1.003> (In Russ.).

Введение. В настоящее время активно ведутся разработки малозатратных, но эффективных сорбентов с большим температурным диапазоном работы. При этом важным аспектом является выбор доступного сырья растительного происхождения [1]. Перспективным материалом для изучения сорбирующих свойств при ликвидации масло- и нефтеразливов, очистке поверхностных вод на локальных очистных сооружениях, включая пассивные системы, служит природное растительное сырьё и отходы производства растительного происхождения. Получаемый материал должен обладать определённым набором качеств, наиболее важным из которых является свойство притягивать масло- и нефтепродукты, не взаимодействуя с водой. При наличии олеофильных свойств такой материал будет действовать как сорбент [2]. Сорбенты могут действовать по принципу адсорбции или абсорбции. При адсорбции нефтепродукты притягиваются к поверхности вещества, в то время как абсорбенты впитывают в себя [3]. В настоящей работе была исследована вероятность применения южного (обыкновенного) тростника как сорбента для удаления взвешенных веществ и нефтепродуктов из вод, требующих очистки перед сбросом в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

Тростник южный (обыкновенный) является растением-космополитом, широко распространённым по всей планете; относится к сорнякам, его заросли снижают урожайность и ухудшают качество сельскохозяйственной продукции, в частности риса, хлопчатника, кормовых и овощных культур [4]. Именно доступность и широкая распространённость данного растения, а также известные сорбционные способности (поля фильтрации) послужили

основанием для проведения экспериментальных работ с целью получения нового адсорбента.

Эффективность очистки от нефтепродуктов и взвешенных веществ существующими сорбционными материалами на основе тростника южного недостаточно высокая [2–8], поэтому нами было сделано предположение, что в случае его последующей модификации и придания свойств гидрофобности сорбционные свойства полученного материала могут быть существенно повышены.

Тростник южный является хорошим биологическим фильтром, который способен извлекать загрязняющие вещества из почвы и воды, что положительно сказывается на экологической составляющей процессов самоочищения водоёмов. По истечении вегетационного периода тростник начинает высыхать и становится пожароопасным. Для обновления тростниковые породы целенаправленно поджигают, что приводит к негативным последствиям, в частности к загрязнению атмосферного воздуха. Использование тростника южного в качестве сорбентов позволило бы решать одновременно экологическую и экономическую проблемы.

Материалы и методы. Тростник южный (обыкновенный), выкашивается в конце вегетационного периода (январь – март), в этот период влажность растения минимальна (6–12 % по сравнению с летним периодом – до 90 %), что позволяет избежать такой энергоёмкой операции, как сушка. После сбора тростник промывают проточной водой для очищения от внешних загрязнений и просушивают при комнатной температуре в течение суток. Затем массу собранного тростника пропускают через вальцовый измельчитель, таким образом получают волокна длиной 150–200 мм и шириной 1–3 мм (рис. 1).



Рисунок 1 — Приготовление сечки из тростника южного

Следующим этапом полученную выше описанным способом сечку из тростника подвергают обработке антисептиком на водной основе с целью предотвращения загнивания в условиях повышенной влажности и повышения гидрофобных свойств поверхности. Полученную сечку погружают в раствор антисептика на 15–20 мин, после извлекают и дают просохнуть при комнатной температуре в течение 40–50 мин, затем выполняют повторное погружение на 15–20 мин и дают просохнуть при комнатной температуре окончательно в течение 4 ч (рис. 2).



Рисунок 2 — Обработка сечки тростника южного:
а) без обработки; б) обработанная антисептиком

Полученные таким образом образцы были исследованы на предмет проявления осветлительно-сорбционных свойств по отношению к нефтепродуктам и взвешенным веществам.

Сорбенты растительного происхождения имеют свойство набухать в водной среде, поэтому для определения истинной нефтеёмкости необходимы данные о водоёмкости исследуемых образцов.

Водоёмкость исследуемых сорбентов была установлена путём предварительной гидратации образцов массой 1 г в дистиллированной воде в течение суток при комнатной температуре (+20 °С).

После выдержки в дистиллированной воде пробы извлекались и помещались на сито размером 10 меш для оттока непоглощённой воды в течение 5 мин, после чего пробы взвешивались на аналитических весах “Acculab ALC-210d4”.

Водоёмкость рассчитывалась по формуле:

$$A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где A — водоёмкость пробы сорбента, %;

M_1 — масса сухой пробы, г;

M_2 — масса пробы после гидратирования, г.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Водоёмкость исследованных образцов

Эксперимент	Сорбент	M ₁ , г	M ₂ , г	A, %	A _{ср.} , %
1	Контрольный	1,001	2,440	143	143
2		1,000	2,501	150	
3		1,003	2,366	136	
1	Исследуемый	1,004	2,313	130	134
2		1,003	2,399	139	
3		1,001	2,356	135	

Водоёмкость контрольной пробы составила 143 %, а пробы сравнения — 134 %.

Статическая нефтеёмкость сухих образцов сорбентов определялась в среде чистого керосина. Образцы массой 1 г помещались в колбу объёмом 500 мл, содержащую 300 мл керосина, на 90 мин, после чего извлекались и помещались на сито размером 10 меш (количество отверстий на 1 линейный дюйм) на 3 мин для стока лишнего углеводорода. Далее образцы сорбентов взвешивались на аналитических весах “Acculab ALC-210d4” с точностью до третьего знака. Эксперименты проводились три раза для проверки сходимости результатов. Результаты эксперимента представлены в таблице 2. Расчёт нефтеёмкости проводился по формуле:

$$N = \frac{M_{\text{нас}} - M_{\text{сух}}}{M_{\text{сух}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где M_{нас.} – масса насыщенного углеводородом сорбента, г;

M_{сух.} – масса сухого сорбента, г.

Таблица 2 — Определение статической сорбционной ёмкости сухих образцов сорбентов

Эксперимент	Сорбент	M _{сух.} , г	M _{нас.} , г	N, %	N _{ср.} , %
1	Контрольный	1,001	1,937	94	94
2		1,000	1,895	90	
3		1,000	1,988	99	
1	Исследуемый	0,999	2,513	151	153
2		1,000	2,565	157	
3		1,001	2,495	150	

В процессе дальнейших исследований сорбционная ёмкость образцов сорбентов рассчитывалась из расчёта 1 г загрязнителя на 1 г сорбента, поскольку установленная абсолютная сорбционная ёмкость обоих образцов (табл.) не позволяла проводить измерения с меньшими концентрациями углеводородного загрязнителя. Кроме того, для оценки сорбционной ёмкости в условиях фильтрации имитата сточной воды через слой сорбента, обладающего очень высокой пропускной способностью, были необходимы повышенные концентрации углеводородного загрязнителя. Выбранные соотношения загрязнителя и сорбента также фигурируют в ряде работ

по исследованию сорбционных свойств материалов растительного происхождения [3–8].

Заключение. Проведённые эксперименты продемонстрировали, что тростник южный обыкновенный, модифицированный антисептиком для улучшения гидрофобных свойств, имеет основания быть эффективным сорбентом для удаления нефтепродуктов из загрязнённых водных сред. Полученные данные подтверждают высокую сорбционную способность тростника, что позволяет рассматривать его как экономически целесообразное решение для предотвращения и недопущения экологических катастроф, связанных с загрязнением водоёмов. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию технологии подготовки сорбента и изучение его воздействия на экосистему при использовании в природных условиях.

Список литературы

1. Давыдова, Е. В. Применение фитосорбентов для очистки вод, загрязнённых нефтепродуктами / Е. В. Давыдова, А. Н. Ким, А. С. Костылева // *Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования* / под общ. ред. Т. В. Золиной. — Астрахань : Информационно-издательский центр, 2019. — Т. 2. — С. 33–35. — EDN IZICMD.
2. Ким, А. Н. Прогрессивные системы глубокой очистки поверхностного стока на модульных устройствах пассивного типа / А. Н. Ким, С. Ю. Лютин, Е. В. Давыдова // *Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД – 2018»*. – Сочи, Красная Поляна : Лик, 2018. — С. 168–173. — EDN RJTWAY.
3. Посудневский, А. А. Разработка технологии получения эффективного природного сорбента для повышения экологической безопасности в условиях загрязнения среды нефтепродуктами / А. А. Посудневский // *Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых учёных*. — Петрозаводск : Петрозаводский гос. ун-т, 2024. — С. 200–202. — EDN VKJFSH.
4. Шакирова, В. В. Получение угольного сорбента из биомассы отходов хлопчатника Астраханской области и изучение его свойств / В. В. Шакирова, О. С. Садомцева // *Естественные науки*. — 2023. — № 3 (12). — С. 20–27. — doi 10.54398/1818507X_2023_3_20. — EDN BFRHUS.
5. Давыдова, Е. В. Использование биофильтров для эффективного удаления тяжёлых металлов и органических загрязнителей: обзор современных исследований / Е. В. Давыдова, Э. К. Мурзаева // *Естественные науки*. — 2023. — № 4 (13). — С. 35–41. — doi 10.54398/1818507X_2023_4_35. — EDN DSDTLT.
6. Патент № 2740898 С1 Российская Федерация, МПК В01J 20/24, В01J 20/32, С02F 1/28. Способ получения сорбционного материала / А. Н. Ким, Е. В. Давыдова, С. Ю. Лютин. — № 2020114969 : заявл. 27.04.2020 : опубл. 21.01.2021. — EDN RTRXCY.
7. Давыдова, Е. В. Практика очистки поверхностного стока на дождевой канализационной сети / Е. В. Давыдова, Э. К. Мурзаева // *Прикаспийский международный молодежный научный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности 2023* / под ред. А. С. Дулиной, С. Х. Байкеевой, В. В. Зайцева. — Астрахань : Астраханский гос. ун-т им. В. Н. Татищева, 2023. — С. 264–267. — EDN VOSVLB.
8. Давыдова, Е. В. Характеристика поверхностного стока с городских территорий и условия его отведения / Е. В. Давыдова, Э. К. Мурзаева, С. Ю. Лютин // *Естественные науки*. — 2023. — № 2 (11). — С. 31–37. — doi 10.54398/1818507X_2023_2_31. — EDN JKFNHK.

References

1. Davydova, E. V., Kim, A. N., Kostyleva, A. S. Application of phytosorbents for purification of water polluted with oil products. *Innovatsionnoe razvitie regionov: potentsial nauki i sovremennogo obrazovaniya = Innovative development of regions: potential of science and modern education*. Ed. by T. V. Zolina. Astrakhan: Informacionno-izdatelskiy tsentr; 2019; 2: 33–35. EDN IZICMD.
2. Kim, A. N., Lyutin, S. Yu., Davydova, E. V. Progressive systems for deep purification of surface runoff on modular passive devices. *Tekhnologii ochistki vody "TEKHNOVOD-2018" = Water purification technologies "TEKHNOVOD – 2018"*. Sochi, Krasnaya Polyana: Lik; 2018: 168–173. EDN RJTWAY.
3. Posudnevskiy, A. A. Development of a technology for obtaining an effective natural sorbent to improve environmental safety in conditions of environmental pollution with oil products. *Nauchno-issledovatel'skaya rabota obuchayushchikhsya i molodykh uchyonykh = Research work of students and young scientists*. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University; 2024: 200–202. EDN BKJFCH.
4. Shakirova, V. V., Sadomtseva, O. S. Obtaining a carbon sorbent from the biomass of cotton waste in the Astrakhan region and studying its properties. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2023; 3 (12): 20–27. doi 10.54398/1818507X_2023_3_20. EDN BFRHUS.
5. Davydova, E. V., Murzaeva, Eh. K. Use of biofilters for efficient removal of heavy metals and organic pollutants: a review of modern research. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2023; 4 (13): 35–41. doi 10.54398/1818507X_2023_4_35. EDN DSDTLT.
6. Kim, A. N., Davydova, E. V., Lyutin, S. Yu. *Patent No. 2740898 C1 Russian Federation, IPC B01J 20/24, B01J 20/32, C02F 1/28. Method for obtaining sorption material*. No. 2020114969: declared 27.04.2020: published 21.01.2021. EDN RTRXCY..
7. Davydova, E. V., Murzaeva, Eh. K. Practice of surface runoff treatment in the storm sewer network. *Prikaspiyskiy mezhdunarodnyy molodezhnyy nauchnyy forum agropromtekhnologii i prodovol'stvennoy bezopasnosti 2023 = Caspian International Youth Scientific Forum of Agro-Industrial Technologies and Food Security 2023*. Ed. by A. S. Dulina, S. Kh. Baykeeva, V. V. Zaitsev. Astrakhan: Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev; 2023: 264–267. EDN VOSVLB.
8. Davydova, E. V., Murzaeva, Eh. K., Lyutin, S. Yu. Characteristics of surface runoff from urban areas and conditions for its disposal. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2023; 2 (11): 31–37. doi 10.54398/1818507X_2023_2_31. EDN JKFNHK.

Информация об авторах

Давыдова Е. В. — магистрант;
Мурзаева Э. К. — магистрант.

Information about the authors

Davydova E. V. — undergraduate;
Murzaeva E. K. — undergraduate.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

All authors have made equivalent contributions to publications.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 17.01.2025; одобрена после рецензирования 27.01.2025; принята к публикации 31.01.2025.

The article was submitted 17.01.2025; approved after reviewing 27.01.2025; accepted for publication 31.01.2025.