

УДК 556, 574

## СОРБЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Челышева В. П. (ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого),

Крюков А. Е. (филиал ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» — Инженерно-технический центр)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Политаева Н. А.  
(ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

**Введение.** В настоящее время во всем мире остро стоит проблема дефицита пресной воды. Истощению столь важного ресурса зачастую способствует загрязнение природных водоемов. Одной из основных причин такого загрязнения служит малоэффективная очистка воды, так как многие предприятия, пытаясь восполнить природный запас воды возвращают использованную воду после эксплуатации обратно в окружающую среду. Так, например, при добыче газа, происходит забор воды из почвы, после чего газ подвергается очистке, а вода, отделившаяся от газа с различными примесями, проходит ряд очистных сооружений. После чего очищенная вода возвращается обратно в природную среду, восполняя водный запас планеты.

Самыми опасными примесями, при добыче газа, считаются тяжелые металлы и нефтепродукты. При попадании в водоемы они влияют на процесс фотосинтеза и уменьшают поглощение питательных веществ, структуру водных растений. Тяжелые металлы также очень пагубно воздействуют на человеческий организм. Они могут попасть в организм при купании в водоемах. Переизбыток тяжелых металлов вызывает неврологические расстройства, поражение нервной системы, полиорганное поражение, болезнь Альцгеймера, рак и многое другое. Большинство этих металлов токсичны даже в небольших количествах и являются канцерогенами [1]. Поэтому важно отслеживать содержание тяжелых металлов в водоемах. Высокоэффективная очистка помогает избежать проникновения вредных компонентов в окружающую среду.

Для очистки сточных вод используются многие методы, в том числе сорбционные методы с применением сорбентов на основе углей. Одним из самых перспективных материалов на данный момент принято считать терморасширенный графит или оксид графена из которого изготавливают нано композиты. Такие сорбенты наиболее эффективно очищают воду от высокого спектра загрязнителей. Важным считаются их высокие сорбционные свойства по отношению к тяжелым металлам.

В литературном обзоре «Removal of heavy metals and dyes from wastewater using graphene oxide-based nanomaterials: A critical review» рассмотрено и описано около 198 статей, включающих применение адсорбентов на основе оксида графена. В статье показано, что такие наноматериалы являются одними из наиболее эффективных сорбентов [2].

В работах «Сорбционный метод очистки производственных сточных вод» [3] и «Модернизация системы очистки сточной воды на предприятии нефтехимического комплекса» экспериментально доказано использование сорбционных материалов на основе оксида графена на сточных водах промышленных предприятий [4].

Ряд статей [5-7] посвящен доказательству эффективности сорбционных материалов на основе оксида графена и хитозана. На их основе можно сделать вывод, что эффективность очистки такими компонентами может достигать 90% разных видов тяжелых металлов.

**Основная часть.** Целью данной работы является исследование сорбционного материала (оксид графена и хитозан) для очистки сточных вод предприятий нефтегазового комплекса. В наших более ранних исследованиях была описана технология получения сорбционного материала на основе оксида графена и хитозана [8-10]. В составе сточных вод предприятия нефтегазового комплекса были выявлены 3 вида катионов тяжелых металлов: железо общее (начальная концентрация -  $C_{\text{H}}$  - 3,4 мг/дм<sup>3</sup>), марганец ( $C_{\text{H}}$  - 0,42 мг/дм<sup>3</sup>) и цинк

( $C_n - 0,087 \text{ мг/дм}^3$ ). Экспериментально проводили исследования при различном соотношении сорбента к объему сточных вод: 50, 55, 60, 65, 70, 75 г/л. Выявлено, что наиболее эффективная очистка происходит при соотношении 65 г/л.

Проводили процесс очистки сточных вод сорбционным материалом около часа. Отделяли сорбент от воды с помощью отстаивания и фильтровальной бумаги. Контроль концентрации катионов тяжелых металлов в сточных водах проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе марки Agilent Technologies 240FS AA.

В результате очистки воды сорбционным материалом на основе оксида графена и хитозана эффективность очистки от ионов железа составила 64 % (конечная концентрация  $C_k - 1,24 \text{ мг/дм}^3$ ), марганца 86 % ( $C_k - 0,058 \text{ мг/дм}^3$ ), цинка 55 % ( $C_k - 0,039 \text{ мг/дм}^3$ ).

**Выводы.** Таким образом, показано, что сорбционный материал (хитозан-оксид графена) позволяет очистить сточные воды предприятий нефтегазового комплекса, от катионов тяжелых металлов с эффективностью 55–86 %. Установлено, что оптимальное соотношение сорбента к объему сточных вод составляет 65 г/л.

#### **Список использованных источников:**

1. Soumya Pandey, Neeta Kumari, Chapter 8 - Impact assessment of heavy metal pollution in surface water bodies // *Metals in Water Global Sources, Significance, and Treatment Advances in Environmental Pollution Research*. – 2023. – P. 129-154
2. M. Adel, Mohamed A. Ahmed, Mohamed A. Elabiad, Ashraf A. Mohamed, Removal of heavy metals and dyes from wastewater using graphene oxide-based nanomaterials: A critical review // *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. – 2022. – V. 18. – P. 18
3. Бокиев Б. Р., Сорбционный метод очистки производственных сточных вод // *Бюллетень науки и практики*. – 2018. -т. 4. - №7. С.203-209
4. Бобарыкина А. А., Реховская Е. О., Модернизация системы очистки сточной воды на предприятии нефтехимического комплекса // *Материалы V Региональной научно-технической конференции / под общ. ред. Л. О. Штриплинга*. – Омск: Омский государственный технический университет, 2020. – С. 30-32
5. Khajeh M., Barkhordar A., Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Graphene oxide composite for adsorption of methylene blue and methyl orange in water treatment // *Журнал прикладной спектроскопии*. – 2020. – № 4. – т.87 – С. 646–652
6. Terzopoulou Z. et al., Recent Advances in Nanocomposite Materials of Graphene Derivatives with Polysaccharides // *Materials V*. – №8. – 2015. –P. 652 – 683.
7. Zhao L. et al., Aerogel GO–chitosan // *Mater. Res*. – 2014. – V.1.– P.245–247.
8. Чельшева В. П., Политаева Н.А., Разработка сорбционного материала на основе хитозана, инкрустированного хлопьями оксида графена с помощью термической сушки // *Сборник Санкт–Петербургского политехнического университета Петра Великого «Биотехнологии и безопасность в техносфере»*. – 2021 – С.247–249
9. Чельшева В. П., Политаева Н. А., Эффективность сорбционных материалов на основе хитозана и оксида графена // *Всероссийская международная конференция «Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире»* – 2021 – С. 498–504
10. Politaeva N. A., Yakovlev A., Yakovleva E., Chelysheva V., Tarantseva K., Efremova S., Mukhametova L., Ilyashenko S., Graphene oxide-chitosan composites for water treatment from copper cations // *Water* – 2021 – P.15