

## УДК 504.75.05

Квашевая Е.А., магистр ХТм-171 (КузГТУ)  
Ушакова Е.С., к.т.н., ст. преподаватель (КузГТУ)  
Ушаков А.Г., к.т.н., доцент (КузГТУ)  
Козлова И.В., магистр ХТм-161 (КузГТУ)  
г. Кемерово

### **ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ**

При аварийных разливах нефти важным фактором является оперативность мероприятий по ликвидации загрязнений, так как нефть после разлива подвергается целому ряду физико-химических процессов. При испарении плотность нефти увеличивается до  $1021 \text{ кг}/\text{м}^3$  [1], и в дальнейшем за счет эмульгирования доходит до  $1025 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Находясь на поверхности нефть расплывается тонкой пленкой увеличивая площадь пятна. Углеводороды, находящиеся на поверхности или осевшие на дно постепенно растворяются в воде, образуя стойкие эмульсии, которые разделить уже невозможно [2].

Одним из наиболее эффективных и оперативных способов ликвидации нефти с водной поверхности является механическая очистка с помощью сорбентов. В современном мире существуют до двух сотен различных сорбентов, которые можно классифицировать по различным характеристикам. Определяют следующие виды нефтесорбентов: по исходному сырью, по дисперсности, по характеру смачивания, по плавучести, по пористой структуре, по специальным свойствам, по назначению [3].

К основным критериям качества сорбента относят: нефтеемкость, степень гидрофобности, плавучесть после сорбции нефти, возможность регенерации сорбента.

Ряд сорбентов имеют специальные свойства. Одним из примеров могут быть магнитные сорбенты, применение которых связано с воздействием магнитного поля. Найден способ получения магнитного композиционного сорбента. Целевой продукт содержит в своем составе магнитный наполнитель, и обладает магнитными свойствами и повышенной сорбционной емкостью. Но известный композиционный сорбент предназначен в основном для сбора (удаления) тяжелых металлов и радионуклидов в загрязненных средах [4].

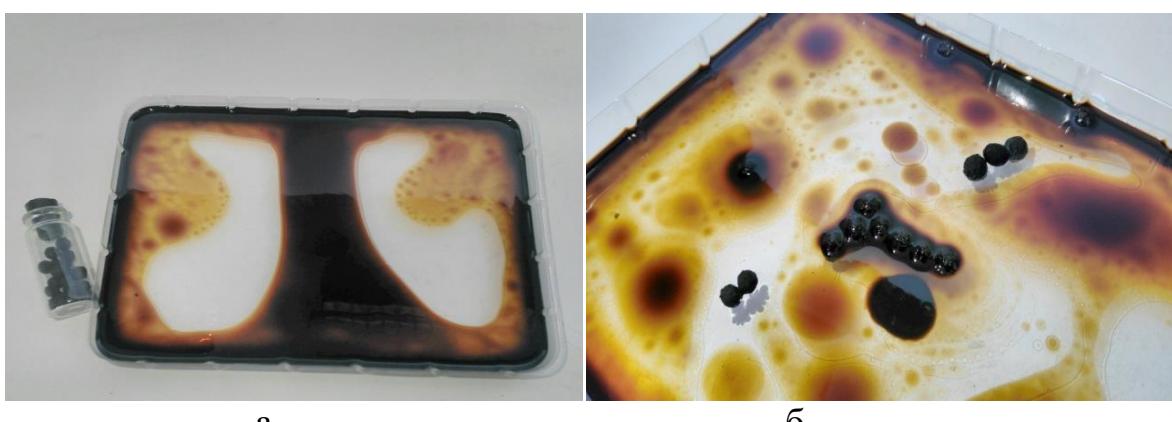
Предложен другой способ получения графитового сорбента, включающий использование для создания магнитного сорбента графита и органической жидкости. Недостатками указанного способа является потенциальная опасность используемых органических жидкостей для

живых организмов водоемов и почв, а также дороговизна основного компонента – графита [5].

На кафедре «Химическая технология твердого топлива» КузГТУ предложен способ получения магнитного нефтесорбента на основе животноводческих и углеродосодержащих отходов с магнитной составляющей – магнетитом. Получение целевого продукта подробно описано в работах [6-7].

В лабораторных исследованиях был проведен эксперимент по изучению сорбционных свойств магнитного сорбента. Для этого определяли совместно влагоемкость и нефтеемкость сорбента в среде нефть-вода.

В качестве имитации разлива нефтепродуктов на водной поверхности была использована емкость объемом 250 мл, наполненная двухфазной средой: водой и нефтью с исходной концентрацией 0,1 г/мл. На искусственно созданный нефтеразлив, помещали гранулы сорбента из расчета 4,8 г на 0,24 см<sup>2</sup> нефти. При помощи магнита направляли нефтесорбент в крупные образования нефтяных пятен. По истечении 24 часов гранулы сорбента взвешивали, а затем подвергали сушке в течение 3 часов при температуре до 35 °С (повышение температуры не допустимо, так как из нефти улетучивается бензиновая фракция) [8]. На рисунке 1 показан процесс сбора нефтепродуктов с поверхности воды в лабораторных условиях.



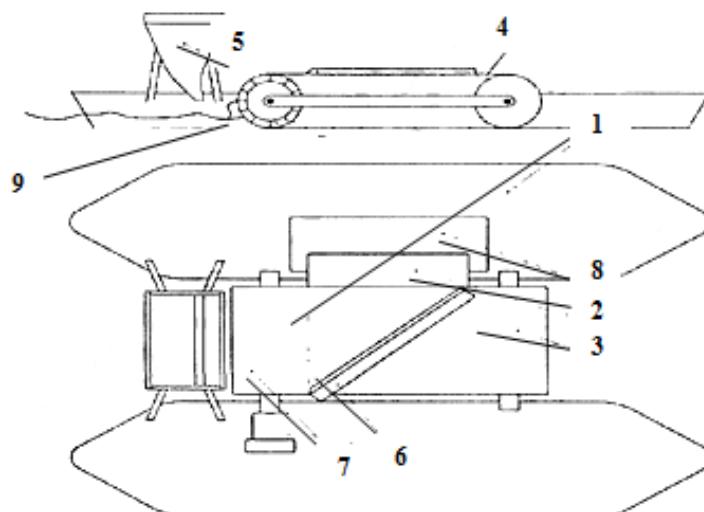
*Рис. 1. Процесс сбора нефтепродуктов с поверхности вод нефтесорбентом: а- искусственно созданный нефтеразлив; б- сорбция нефти магнитными сорбентами*

Результаты эксперимента показали высокую адсорбционную способность нефтесорбента к нефтепродуктам. Нефтеемкость сорбента составила 3,0 г/г.

При использовании нефтесорбента для локализации нефтеразлива в реальных условиях используют судно-катамаран (рисунок 2), на котором у

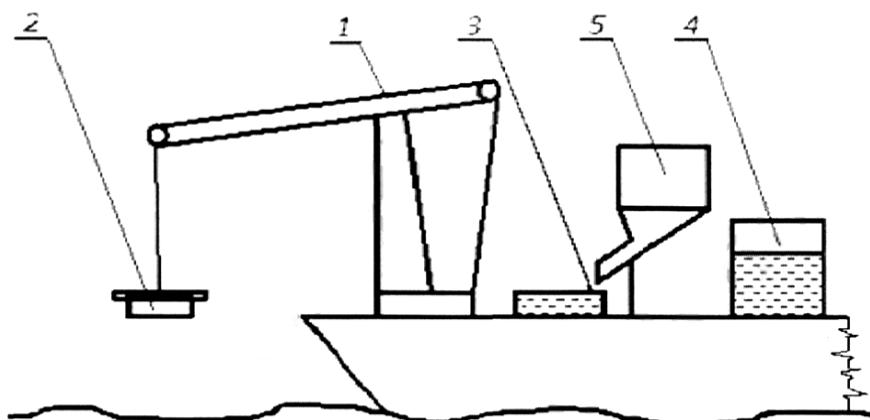
корпуса 1 установлено устройство для сбора разлитых нефти и нефтепродуктов.

Из бункера 5 сорбент наносят на слой нефтепродуктов. Сбор сорбента, насыщенного нефтью, происходит барабаном 2 с магнитной системой 9. В дальнейшем при помощи ленты сорбент 4 перемещается к скребку 6, который направляет его в сборную емкость 8.



*Рис. 2. Схема катамарана для удаления нефтепродуктов с поверхности водоемов: 1 – корпус судна катамарана; 2 – барабан нефтесборный; 3 – барабан натяжной; 4 – магнитопроницаемая лента; 5 – бункер с магнитным сорбентом; 6 – скребок; 7 – желоб; 8 – сборная емкость; 9 – магниты*

При ликвидации небольших нефтеразливов в акватории речного порта используют обычное однокорпусное судно (рисунок 3) в носовой части, которого установлено подъемное устройство 1 с подвешенной электромагнитной шайбой 2.



*Рис.3. Схема однокорпусного судна: 1 – подъемное устройство; 2 – электромагнитная шайба; 3 – исходный адсорбент; 4 – сборная емкость; 5 – бункер с исходным сорбентом*

Из емкости 3, электромагнитная шайба притягивает определенное количество исходного сорбента и затем его помещают в слой разлитых углеводородов. После сорбции, нефтесорбент, при помощи магнитной шайбы, извлекают из слоя нефтепродуктов и переносят к сборной емкости 4, над которой электрическое питание шайбы отключают и насыщенный сорбент под собственным весом падает в сборную емкость. Для сбора всего объема разлитых нефтепродуктов, цикл повторяют [9].

Таким образом, приданье сорбентам магнитных свойств может обеспечить значительное повышение эффективности их использования, поскольку открывается возможность управление ими на водной поверхности и направлять их с помощью магнитного поля в сторону наибольшего загрязнения.

### Список литературы

1. MedUniver Биология Нефтяное загрязнение воды [Электронный ресурс] // Разрушение наземных экосистем. ГКДЖ (дата обращения: 05.09.2015);
2. Поворов, А.А. Использование модифицированного эластичного пенополиуретана в качестве сорбента / А.А. Поворов, В.Ф. Павлова, М.А. Дементьев // Водоснабжении и сантехника, 2002. – С. 126;
3. Гридин А.О. Разработка технологии очистки воды гидрофобными органоминеральными сорбентами с магнитными свойствами, полученными на основе горного сырья [Текст] : дис ... канд. т. наук : 25.00.36: защищена 23.12.2001 / Гридин Андрей Олегович. – Москва, 2001. - 203 с
4. Пат. 2547496 Российской Федерации, МПК C 2 B 20/06, 20/26, 20/30. Магнитный композиционный сорбент [Текст] / Кыдралиева К.А., Юрищева А.А., Помогайло А.Д., Джардимилиева Г.И., Помогайло С.И., Голубева Н.Д. (Россия). – № 2012128946/05; заявл. 10.07.12; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.;
5. Пат. 2355632 Российской Федерации, МПК C 1 C01B31/04. Способ получения терморасширенного графита [Текст] Милощенко Т.П., Фетисова О.Ю., Щипко М.Л. (Россия). – № 2007143209/15; заявл. 21.11.2007; опубл. 20.05 2009, Бюл. № 12.;
6. Квашевая Е.А. Процесс получения магнитного сорбента в лабораторных условиях / Е.А.Квашевая, А.Г.Ушаков, И.В. Козлова // Сборник материалов VIII Всероссийской 62 Научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая». – Кемерово: КузГТУ, 2017;

7. Квашевая Е.А. Разработка магнитоуправляемых нефтесорбентов на основе вторичного сырья / Е.А.Квашевая, Е.С. Ушакова, И.В. Козлова / Тезисы работ участников Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «Eurasia green». – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2017. – С. 16-20;

8. Брюханова, Е.С. Процессы получения нефтесорбента пиролизом гранул на основе древесных отходов и органического связующего в слоевых аппаратах. [Текст] : дис. к.т.наук: 05.17.08: защищена 11.06.14: утв.10.06.15 / Брюханова Елена Сергеевна. – Кемерово, 2014. – 152 с.;

9. Флорес Ариас М.М. Разработка сорбента с магнитными свойствами на основе оксидов железа и отходов металлургического производства для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов [Текст]: дис...канд. т. наук: 02.00.11: защищена 28.12.12 / Флорес Ариас Мария Мелисса. – Белгород, 2012. – 137 с.