

УДК 502.37

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НЕФТЯНЫЕ СОРБЕНТЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

**Е. И. Майорова, магистрант, Ю.А. Булавка, к.т.н., доцент,
С.Ф. Якубовский, к.х.н., доцент**

¹Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь

В настоящее время огромное количество промышленных предприятий, использующих различные нефтепродукты, сливают тонны неочищенных или недостаточно отчищенных промышленных, поверхностных и ливневых сточных вод в озёра, реки и моря. Подобные выбросы наносят непоправимый ущерб экологии. Также большую опасность представляют аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. Из-за того, что нефтепродукты образуют на поверхности воды тонкую плёнку, а в толще воды они находятся в эмульгированном и растворённом виде, это приносит огромный вред объектам гидро- и биосферы. Ежегодно в мире в окружающую среду поступает от 5 до 10 млн. т нефтепродуктов (что составляет 5-7 % от всего добытого и переработанного сырья). Поэтому данная проблема с каждым днём приобретает все большую актуальность. [1].

Для сохранения экологического равновесия объектов гидро- и биосферы используют различные технологии ликвидации нефтяных загрязнений, среди которых сорбционные методы занимают важное место [2].

Сорбенты применяются для ликвидации аварийных ситуаций, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов: при прорывах трубопроводов, при добыче, хранении, переработки, транспортировки нефти и при сходе цистерн с железнодорожных путей.

Для производства нефтесорбентов применяют разнообразное сырьё. Однако особый интерес представляет производство органических сорбентов из отходов агропромышленного комплекса, что и определило цель настоящего исследования.

С каждым годом в мире всё более остро встают вопросы утилизации отходов. Количество и разнообразие отходов растёт быстрыми темпами, наряду с развитием промышленности.

На сельскохозяйственных предприятиях республики скапливается около 1,5 млн. тонн непродуктивных отходов, от переработки злаковых культур, льнокостры, семян рапса, трав. Использование отходов, представляющих собой целлюлозосодержащее растительное сырьё, которые в настоящее время, как правило, подлежат захоронению, сжиганию или вовлечению в состав комбикормов. Использование данных отходов для производства нефтяных сорбентов, позволит увязать утилизацию целлюлозо- и лигнинсодержащих

отходов с природоохранной деятельностью и ликвидацией аварийных ситуаций.

Для исследования использовались следующие образцы растительной биомассы: околоплодник редьки масличной, хвощ полевой, шелуха ячменя, шелуха гречихи и створки арахиса. При оценке эффективности сорбента руководствуются основными критериями: их емкостью по отношению к нефти относительно массы сорбента, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции и возможностью десорбции нефтепродукта, регенерации или утилизации сорбента и их стоимостью [3].

Эффективность нефти поглощения зависит от химического средства материала сорбента и поглощаемой жидкости и от структуры материала. Поглощение нефти происходит в результате быстрого смачивания поверхности сорбента нефтью, далее нефть проникает в пористую структуру материала, заполняет все пустоты под действием определённых сил [1].

На рисунке 1 представлена блок-схема методов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с помощью предлагаемых сорбирующих материалов. Исходя из этой схемы сорбенты на основе растительных материалов могут рассеиваться при очистке различных загрязнённых поверхностей вручную, механическими или пневматическими устройствами, далее собранный конгломерат из пропитанного углеводородами сорбента может подвергаться извлечению нефти компрессионными методами, такими как отжим на фильтпрессах и центрифугирование. Насыщенные углеводородами сорбенты, после механического отжима, могут быть использованы в качестве топливных брикетов с повышенной теплотворной способностью, биологическому разложению или утилизации путём сжигания [4,5].



Рис. 1. Блок-схема методов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

Эффективность поглощения нефти зависит от химического средства материала сорбента и поглощаемой жидкости и от структуры материала. Поглощение нефти происходит в результате быстрого смачивания поверхности сорбента нефтью, далее нефть проникает в пористую структуру материала, заполняет все пустоты под действием определённых сил [1].

Общеизвестно, что адсорбционная емкость по метиленовому синему, молекула которого имеет относительно большие линейные размеры и молярную массу, косвенно характеризует сорбционную способность по отношению к нефтепродуктам. Для образцов фракции 0,25-1 мм определена адсорбционная активность по метиленовому синему (МС) по ГОСТ 4453-74, который позволяет судить о содержании в сорбенте микропор с размерами эффективных диаметров 1,5...1,7 нм, результаты анализа представлены на рисунке 2.

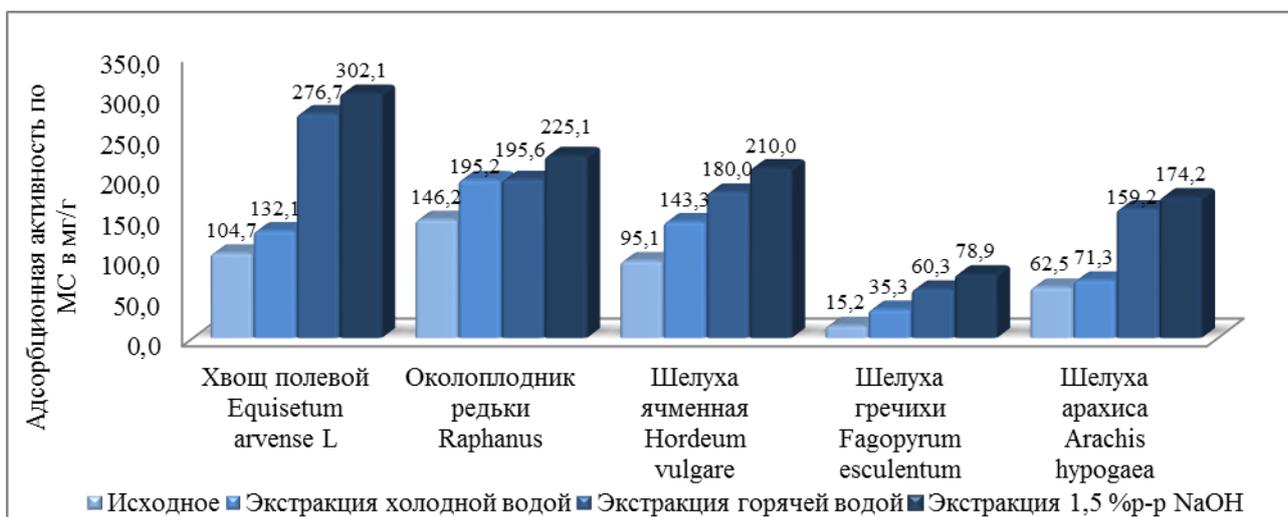


Рис. 2. Адсорбционная активность по метиленовому синему исследуемых образцов.

Из анализируемых образцов максимальная адсорбционная емкость по метиленовому синему характерна для околоплодников редьки, шелухи ячменной и хвоща полевого как в нативном виде, так и после обработки водой и щелочью, что позволяет прогнозировать высокую нефтеемкость этих образцов.

В результате дальнейших исследований получены следующие результаты:

– анализ микроструктуры образцов на атомно-силовом микроскопе показал, что исследуемые образцы можно отнести к объемно-пористым сорбентам, при этом пористость поверхности шелухи ячменной наиболее развита, что подтверждено экспериментально;

– при гидрофобизации поверхности 2% раствором соляной кислоты и полиметилсилоксановой жидкостью наилучшие показатели установлены при обработке 2% HCl за счёт удаления гемицеллюлозы, при этом происходит уменьшение гидроксильных групп и водородных связей сорбента с водой;

– тяжелые нефтепродукты (например, вакуумный дистиллят) поглощается всеми образцами значительно эффективнее, чем легкие (например, керосин), что связано с увеличением энергии адгезионной связи;

– экономически эффективная сорбционная способность сорбентов в нативном необработанном свыше 3,0 г/г установлена для хвоща полевого и шелухи ячменной;

– на примере шелухи ячменной сорбционная способность у остатка после экстракции щелочью увеличивается в 4,2 раза по нефти, в 4,8 раза по вакуумному дистилляту, в 3,2 раза по дизельному топливу, в 3,4 раза по керосину;

– наилучший температурный диапазон применения сорбентов по отношению к исследуемой нефти: -5-40 °С;

– анализ сорбционной способности показал, что исследуемые материалы пригодны для сбора проливов нефти и нефтепродуктов как в необработанном (нативном) виде, так и остаток, подвергнутый обработке;

– наиболее эффективный гранулометрический состав сорбента характерен для фракции 0,25-1 мм;

– из всех изучаемых образцов отходов растениеводства наилучшие показатели по сорбционной способности установлены для шелухи ячменной. Наиболее высокая нефтеемкость до 13 г/г установлена при обработке 1,5% водным раствором NaOH, однако наиболее целесообразный способ с экономической точки зрения – обработка холодной водой, при этом нефтеемкость около 9 г/г.

– значения нефтеемкости исследуемых образцов не уступают показателям некоторых промышленных сорбентов на основе торфа («Белнефлесорб - экстра», «Питсорб», «Турбоджет», «Сибсорбент», «Экограннефторф» и др.).

Комплексный анализ образцов показал, что исследуемые материалы, пригодны для сбора проливов нефти и нефтепродуктов.

Производство сорбентов с использованием сырья неквалифицированного применения, благодаря экологической чистоте, широкой сырьевой базе, достаточной нефтеемкости при низкой стоимости, позволит расширить ассортимент нефтепоглотителей, снизить нагрузку на окружающую среду и получить экономический эффект [3-5].

Список литературы:

1. Веприкова Е.В., Терешенко Е.А. Особенности очистки воды и нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей. Журнал Сибирского федерального университета. 2010-№3. – С. 285-303.

2. Артемов А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений// Вода: химия и экология. 2008. № 1. С. 19 – 25

3. Майорова Е. И., Булавка Ю.А. Ликвидация нефтяных загрязнений с помощью целлюлозосодержащих сорбирующих материалов. IX Евразийский экономический форум молодежи Eurasia green. Тезисы работ участников международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов. -2018. – С. 46-47.

4. Майорова Е. И., Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А. Сорбенты для аварийного разлива нефтепродуктов на основе растительного сырья. Нефть и газ – 2017: сборнике тезисов 71-й Международной молодежной научной конференции (г. Москва, 18-20 апреля 2017 г.). - Том.2- Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2017. – С. 385.

5. Майорова Е. И., Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А. Нефтесорбенты на основе растительного сырья для сбора пролива нефти и нефтепродуктов «Ғылым және білім –2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017»= XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: 2017. – С. 1119-1123.