

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Слущкая А.М., учащаяся УО «Национальный детский технопарк»  
Научные руководители Скуратович И.В., Зеленуха Е.В., Благовещенская Т.С.  
Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

*В статье проведены исследования возможности использования растительного сырья в качестве сорбентов нефтепродуктов. Определены физико-химические свойства, гидрофильность и гидрофобность образцов. Дана оценка возможности и перспективы использования растительных остатков в качестве сорбентов для нефтепродуктов.*

*Ключевые слова: сорбенты, нефтепродукты, насыпная плотность, зольность, влажность, гидрофобность, гидрофильность.*

Нефтепродукты уже немало лет используются человечеством как топливо для автомобилей, поездов и самолетов, смазочные материалы, входят в состав лаков и красок. К сожалению, из-за активного использования горюче-смазочных материалов на основе углеводородов участились и случаи аварийных разливов. Утечки нефтепродуктов возможны везде, где их применяют: на перерабатывающих предприятиях, автозаправках, трубопроводах и даже просто на предприятиях, которые хранят горюче-смазочные материалы для собственных нужд [1].

При авариях бензин, дизельное топливо, мазут и другие нефтепродукты своим присутствием загрязняют окружающую среду, а также оказывают негативное воздействие на здоровье людей, которым не повезло оказаться недалеко от загрязненной территории [2]. Для сбора нефтяных и масляных продуктов с поверхности воды применяются специальные сорбенты, обладающие способностью к поглощению разлитых материалов. Сорбенты – это материалы, которые впитывают нефтепродукты [3]. В последнее время широкое распространение получило использование растительных сорбентов, полученных из древесных опилок, листового опада, соломы [4].

В качестве растительных остатков, которые можно использовать как сорбенты для нефтепродуктов, мы изучили молотый тростник, молотую солому рапса и пшеницы, жом свекловичный, костру льна.

Для изучения эффективности использования этих остатков мы определили их насыпную плотность. Анализ результатов образцов показал, что наиболее легким материалом является солома зерновых, обладающая минимальным значением насыпной плотности –  $36,76 \text{ кг/м}^3$ . Это свидетельствует о высокой пористости и наличии значительного свободного объема внутри структуры материала, что является благоприятным фактором

для высокой сорбционной емкости по отношению к нефтепродуктам. Данные мы представили на рисунке 1.

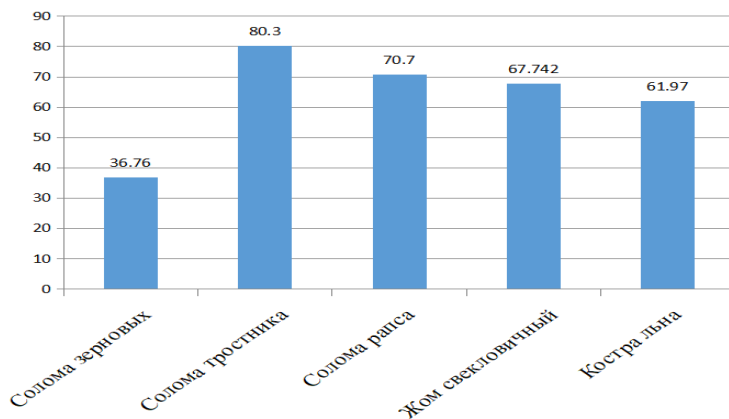


Рисунок 1 – Результаты определения насыпной плотности

Наибольшую насыпную плотность продемонстрировала солома тростника ( $80,3 \text{ кг/м}^3$ ), что в 2,2 раза выше, чем у соломы зерновых. Солома рапса заняла промежуточное положение со значением  $70,7 \text{ кг/м}^3$ .

В ходе исследования были определены показатели влажности всех видов растительного сырья. Установлено, что все исследуемые образцы обладают низкой естественной влажностью (в диапазоне от 3,81% до 6,34%), что является положительным фактором для их использования в качестве сорбентов.

Результаты определения влажности анализируемых образцов (среднее значение в %) представлены на рисунке 2.

Наименьшая средняя влажность зафиксирована у соломы тростника (3,81%). Это указывает на то, что внутренняя структура капилляров данного материала наиболее свободна от влаги, что потенциально увеличивает его емкость при поглощении нефтепродуктов.

Наибольшая влажность наблюдается у жома свекловичного (6,34%), однако и это значение находится в пределах нормы для воздушно-сухого растительного сырья. Солома зерновых и солома рапса показали средние результаты.

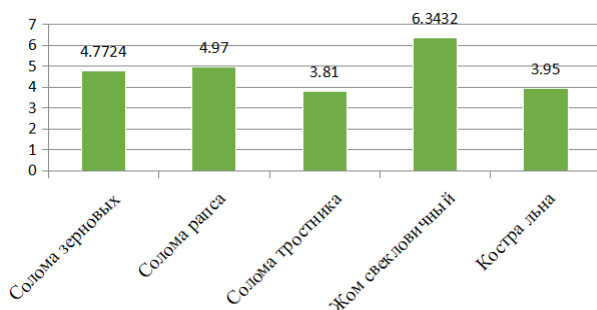


Рисунок 2. Результаты определения влажности анализируемых образцов

Анализ зольности исследуемых образцов показал, что все выбранные материалы характеризуются низким содержанием минеральных примесей, что подтверждает их высокую органическую чистоту. Минимальная зольность зафиксирована у соломы тростника (2,08%). Это свидетельствует о том, что данный материал практически полностью состоит из органических соединений (целлюлозы, лигнина), которые непосредственно участвуют в процессе сорбции нефтепродуктов.

Максимальная зольность выявлена у соломы рапса (4,75%), что может быть связано с особенностями накопления минеральных веществ данным растением в процессе роста. Солома зерновых показала средний результат – 3,92%. Таким образом, по критерию зольности все исследуемые образцы пригодны для создания эффективных и легко утилизируемых сорбентов.

Для сравнительной оценки эффективности сорбентов, полученных из растительных остатков, были проведены различные опыты с использованием отработанного машинного масла в качестве загрязнителя.

Опыт 1. Фильтрация эмульсии с нефтепродуктом с помощью сорбентов.

В колбы с водой объемом 100 мл мы добавляли 1 мл отработанного масла. Данную эмульсию мы пропускали через определенный взвешенный сорбент для того, чтобы оценить способности растительных остатков улавливать нефтепродукты при фильтрации. Попускали приготовленную эмульсию воды и отработанного масла через стеклянную лабораторную воронку, где находились предварительно взвешенные фильтры и точно взвешенные навески сорбентов, через 24 часа и 48 часов взвешивали фильтры, чтобы понять, насколько прочно сорбент удерживает поглощённое масло с течением времени.

Наибольшей удельной сорбционной емкостью обладает солома пшеницы, а наименьшей – жом.

Опыт 2. Чтобы наглядно сравнить, как разные материалы справляются с локализацией и поглощением масляного пятна на спокойной поверхности, мы использовали круглые плоские ёмкости - чашки Петри. На поверхность налитой воды вносили 20 капель отработанного масла, формируя пятно, а затем равномерно сыпали на него по 2 мерные ложки каждого сорбента. Этот опыт показал скорость и эффективность начального захвата нефтепродукта. (рис. 3). Наилучшим сорбентом, предназначенным для сбора нефтепродуктов на водной поверхности, является солома рапса, наименее эффективным сорбентом оказался жом свекловичный. Солома пшеницы, тростник и костра льна проявили эффективные сорбционные свойства.

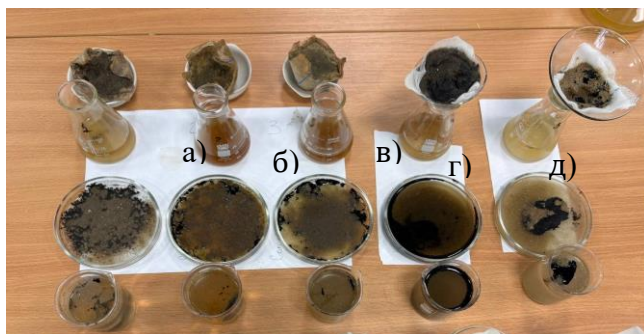


Рисунок 3 - Оценка сорбционных свойств растительных остатков при фильтрации отработанного машинного масла  
а) солома тростника, б) солома зерновых, в) солома рапса, г) свекловичный жом, д) костра льна

Опыт 3. Для изучения поведения сорбентов в воде мы провели аналогичный эксперимент в химических стаканах. После добавления 20 капель масла на поверхность воды и последующего внесения порции сорбента мы наблюдали за распределением материала (плавает, тонет, распределяется в толще), образованием эмульсии и общей степенью очистки водной поверхности. По результатам данного исследования мы выявили, что тростник собирает нефтепродукты быстрее, чем другие растительные остатки, он оставался на поверхности воды, активно впитывая масляную пленку и препятствуя ее распространению, при этом вода под ними оставалась относительно чистой. Жом свекловичный не работает как нефтесорбент, поскольку он плотный и мгновенно тонет. Таким образом, наблюдаемые различия в поведении и эффективности сорбентов напрямую связаны с их плотностью, гидрофобностью или гидрофильностью, структурой поверхности.

В результате исследования изучены физико-химические свойства растительных остатков: наиболее легким материалом является солома зерновых, обладающая минимальным значением насыпной плотности, все исследуемые образцы обладают низкой естественной влажностью, анализ зольности показал, что все исследуемые образцы пригодны для создания эффективных и легко утилизируемых сорбентов.

Определив гидрофобность и гидрофильность растительных остатков, мы выявили, что растительные остатки (солома пшеницы, костра льна, тростник и солома рапса) обладают значительным потенциалом для использования в качестве эффективных и экологических сорбентов нефтепродуктов.

Наиболее перспективными являются материалы, сочетающие в себе гидрофобность с хорошей проницаемостью – солома пшеницы и костра льна. Солома пшеницы представляет собой универсальный фильтрующий материал для очистки стоков, Костра льна – идеальный сорбент для локализации разливов на твердых поверхностях. Тростник, благодаря самой высокой скорости фильтрации, открывает перспективы для создания барьерных зон и систем предварительной очистки больших объемов воды. Солома рапса может найти применение как очиститель поверхности земли. Жом непригоден для данной задачи.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования растительных остатков в качестве доступных, экологических и специализированных сорбентов для решения природоохранных задач.

### **Литература:**

1. Какие сорбенты подходят для нефтепродуктов? // Терра экология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://terra-ecology.ru/stati/kakie-sorbenty-podxodyat-dlya-nefteproduktov/> (дата обращения: 22.01.2026).

2. Опасность нефтепродуктов для экологии и человека // Лабораторные измерения и охрана труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laboratoria.by/stati/vozdeystviye-nefteproduktov/> (дата обращения: 22.01.2026).

3. Сорбенты для очистки воды от нефтепродуктов // Биополимер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biopolymer.eco/blog/sorbents-for-water-purification/> (дата обращения: 22.01.2026).

4. Громыко, Н. В. Новые растительные сорбенты для очистки водоемов от аварийных разливов нефти и продуктов на ее основе / Н. В. Громыко. // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 192-195.