

УДК 665.61:503.36

<sup>1</sup>Камбарова Гульнара Бексултановна

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

<sup>2</sup>Сартова Кулумкан Абдыкеримовна

кандидат химических наук, доцент

<sup>1</sup>Сарымсаков Шайдылда

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

<sup>1</sup>Институт химии и фитотехнологий НАН КР

<sup>2</sup>КТУ «Манас»

**СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ РАСТЕНИЯ ПОЛЫНЬ-ЭСТРАГОН  
(ARTEMISIA DRACUNCULUS) ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ  
ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

**МУНАЙ БУЛГООЧУ ЗАТТАРДАН СУУНУ ТАЗАЛОО ҮЧҮН  
ЖУСАН-ЭСТРАГОН  
(ARTEMISIA DRACUNCULUS) ӨСҮМДҮГҮНҮН БИОМАССАСЫНЫН  
НЕГИЗИНДЕГИ СОРБЕНТТЕР**

**SORBENTS BASED ON THE BIOMASS OF THE WORMWOOD-TARRAGON  
(ARTEMISIA DRACUNCULUS) PLANT FOR WATER PURIFICATION FROM OIL  
POLLUTANTS**

**Аннотация.** Одной из современных приоритетных задач в области защиты окружающей среды является поиск эффективных и экологически безопасных технологий очистки сточных вод. Очистка воды от различных загрязнителей в настоящее время является весьма актуальной задачей. При выборе сорбента руководствуются сорбционной емкостью по извлекаемым веществам, эффективностью очистки, а также стоимостью и доступностью сорбента. В Кыргызстане имеются богатейшие ресурсы ежегодно возобновляемого растительного сырья, которым еще мало придают значение как источникам химического и энергетического сырья. Использование этих материалов, являющихся местным сырьем, позволяет ликвидировать многотоннажные отходы сельскохозяйственного производства.

Цель исследования изучение сорбционных свойств сорбентов, полученных на основе биомассы растения полынь – эстрагон (*Artemisia dracunculus*) и оценка возможности их использования для очистки нефтесодержащих вод, обеспечивающей экологическую безопасность окружающей среды.

**Ключевые слова:** полынь эстрагон, модификация, нефтезагрязнители, очистка сточных вод, сорбенты, сорбционная способность.

**Аннотация.** Айлана-чөйрөнү коргоо жаатындагы заманбап артыкчылыктардын бири саркынды сууларды тазалоонун натыйжалуу жана экологиялык жактан таза технологияларын изилдөө болуп саналат. Сууну ар кандай булгоочу заттардан тазалоо азыркы учурда абдан актуалдуу маселелердин бири болуп саналат. Сорбентти тандоодо алардын сорбциялык жөндөмдүүлүгүн, тазалоонун натыйжалуулугун, ошондой эле сорбенттин наркын жана жеткиликтүүлүгүн эске алуу керек.

Кыргызстанда химиялык жана энергетикалык жактан сырьенун булагы болгон, анча маани бербеген, жыл сайын жаңыланып туруучу өсүмдүк сырьёсунун эң бай ресурстары бар. Жергиликтүү сырьё болуп саналган бул материалдарды колдонуу ири тоннадагы айыл чарба калдыктарын жок кылууга мүмкүндүк берет. Изилдөөнүн максаты эстрагон (*Artemisia dracunculus*) өсүмдүгүнүн биомассасынан алынган сорбенттердин сорбциялык касиеттерин изилдөө жана аларды мунай камтыган сууларды тазалоо, айлана-чөйрөнүн экологиялык коопсуздугун камсыз кылуу үчүн пайдалануу мүмкүнчүлүгүн баалоо болуп саналат.

**Негизги сөздөр:** жусан -эстрагон, модификациялоо, мунай булгоочу заттар, саркынды сууларды тазалоо, сорбенттер, сорбциялык жөндөмдүүлүк.

**Abstract.** One of the modern priorities in the field of environmental protection is the search for effective and environmentally friendly wastewater treatment technologies. Purification of water from various pollutants is currently a very urgent task. When choosing a sorbent, they are guided by the sorption capacity for the extracted substances, the efficiency of purification, as well as the cost and availability of the sorbent.

Kyrgyzstan has the richest resources of annually renewable plant raw materials, which are still little given importance as sources of chemical and energy raw materials. The use of these materials, which are local raw materials, makes it possible to eliminate large-tonnage agricultural waste.

The purpose of the study is to study the sorption properties of sorbents obtained on the basis of the biomass of the wormwood-tarragon (*Artemisia dracunculus*) plant and to assess the possibility of their use for the purification of oily water, ensuring the environmental safety of the environment.

**Keywords:** activation, oil pollutants, wastewater treatment, sorbents, sorption capacity.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее вредных химических загрязнителей, даже при небольшой концентрации нефтепродуктов 0,2–0,4 мг/дм<sup>3</sup> вода приобретает нефтяной запах, который не устраняется фильтрованием и хлорированием [1]. Недостаточно очищенные нефтесодержащие стоки образуют на поверхности водоема нефтяную пленку, которая задерживает диффузию газов из атмосферы в воду и нарушает газовый обмен водоема, создавая дефицит кислорода.

В настоящее время удаление нефтепродуктов из воды является достаточно актуальной проблемой, которая решается в нескольких направлениях, в том числе и поиском эффективных и недорогих сорбционных материалов.

Сорбционный метод – один из наиболее эффективных и рациональных методов, широко применяется для ликвидации разливов нефти. Он позволяет эффективно и быстро извлекать из воды различной природы загрязнения независимо от их химической устойчивости до остаточной

концентрации, в несколько раз меньшей ПДК. Исследования последних лет показывают, что дорогие промышленные сорбенты могут быть заменены на материалы, полученные из природного сырья или отходов производств, основой которых является целлюлоза – легко поддающийся модификации биополимер [2]. В частности, были получены материалы на основе люцерны, фасоли, рисовой и гречневой шелухи, древесных опилок, кокосового и грецкого орехов.

В процессах водоочистки используются различные сорбционные материалы. Эффективными сорбентами являются активированные угли с широким спектром действия, которые способны на своей поверхности фиксировать различные органические молекулы. Развитая площадь поверхности сорбентов и присутствие активных центров, располагающихся на ней, определяют их эффективность. Процесс сорбции и его эффективность зависит от концентрации адсорбируемых веществ, от свойств и количества сорбента.

В работе были исследованы свойства сорбционных материалов и оценена возможность их использования для очистки нефтесодержащих вод, обеспечивающей экологическую безопасность окружающей среды.

#### **Объект и методы исследования.**

Объектом исследования является биомасса растения полынь-эстрагон (Шыралжын - *Artemisia dracunculus*). Для увеличения сорбционной емкости отходы биомассы растения предварительно модифицировались химическим методом. Была изучена сорбционная емкость исходных объектов как необработанной, так и модифицированной 1% раствором гидроксида натрия в статических условиях. Модификацию осуществляли при соотношении сырье : растворитель (гидромуль) 1 : 30 в течение 3 ч при комнатной температуре и перемешивании 150 об/мин. Затем фильтовали и промывали водой до нейтральной реакции. Твердый остаток высушили и использовали как модифицированный адсорбент.

Для характеристики возможностей новых адсорбентов определены физико - химические параметры, такие как пористость и насыпная плотность [3]. По стандартным методикам были определены адсорбционная активность по йоду и осветляющая способность по метиленовому голубому [4-5]. Эти методы являются стандартными и позволяют оценить способность материала к поглощению примесей различного размера. По величине адсорбции красителя ме-

тиленового голубого, имеющего сложное геометрическое строение, можно судить о наличии в материале пор диаметром до 1.5 нм, в то время как сорбционная активность по йоду характеризует микропористость сорбентов.

При оценке эффективности сорбентов были исследованы их основные характеристики: нефтеемкость и влагоемкость.

В качестве поллютанта в работе исследовалась сырая нефть, молекулярной массой 240 г/моль, кинематическая вязкость при 20°C – 13 сСт и плотностью при 20°C – 0,85 кг/л.

Влагоемкость сорбентов определяли гравиметрическим методом, нефтеемкость по ТУ 214-10942238-03-95.

Определение сорбционной способности материалов по отношению к нефти проводилось фотоколориметрическим методом [6]. На основании эксперимента с нефтью были рассчитаны величины статической емкости сорбентов (СОЕ), степень извлечения загрязнителя из воды (Е) и коэффициент распределения (К) [7].

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Исследование технического, химического и группового состава является необходимым, важным этапом в исследовании нового сырья. В качестве сырья для получения сорбента изучены стебли полынь-эстрагона (Шыралжын).

Результаты исследования технического состава приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Результаты технического анализа**

Объект исследований	Параметры, %			
	Влага	Зола	Летучие	Битумы
Стебли полынь-эстрагон	4,75	2,90	77,77	6,31

По содержанию золы проба удовлетворяет требованиям к сырью для получения адсорбентов. Высокий выход летучих веществ (78%) в исходном сырье способствует раскрытию различных пор за счет удаления битумов, сажистых, смолистых и других легколетучих веществ.

С целью направленного регулирования свойств природного сорбента проводят его модифицирование, позволяющее изменить физическую и химическую поверхность, увеличить его пористость и площадь межфазной поверхности раздела. Наиболее по-

пулярным методом модификации является химическая обработка природных материалов различными химическими реагентами. Универсальным химическим реагентом хорошо активирующим любое углеродсодержащее сырье (пеки, коксы, ископаемые угли, биомасса и др.) являются гидроксиды щелочных металлов.

Изучена сорбционная способность и пористость стеблей полыни-эстрагона в нативной форме и модифицированной 1% раствором гидроксида натрия в статических условиях (табл.2).

**Таблица 2. Характеристика адсорбентов в нативной и модифицированной формах**

Образцы	Адсорбционная активность по		Пористость, см <sup>3</sup> /г			Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>
	йоду, %	МГ, мг/г	V <sub>Σ</sub>	V <sub>мезо + микро</sub>	V <sub>макро</sub>	
Стебли полынь-эстрагон (нативная форма)	15,07	141	1,500	0,123	1,377	0,337
Стебли полынь-эстрагон (модифицированная форма)	48,68	277	1,400	0,187	1,213	0,150

Из результатов анализа видно, что объем сорбционного пространства в модифицированном образце увеличивается в 1,5 раза, но в их структуре преобладают макропоры. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что проведенная модификация позволяет повысить обменную емкость в несколько раз по сравнению с исходным образцом.

В целом полученные данные свидетельствуют о перспективности использования недревесных растений в качестве сырьевой базы для получения сорбентов с целью

очистки водной среды от различных загрязнителей.

#### ***Исследование сорбционных свойств при очистке воды от нефти.***

С целью определения возможности использования сорбентов для очистки сточных вод от нефтепродуктов была изучена их сорбционная активность по отношению к нефти в статических условиях.

При оценке эффективности сорбентов были исследованы их основные характеристики: нефтеемкость и влагоемкость (табл. 3).

Таблица 3. Нефтеемкость и водопоглощение сорбентов

Сорбент	Нефтеемкость, г/г	Водопоглощение, г/г
Стебли полынь-эстрагон (нативная форма)	1,63	1,50
Стебли полынь-эстрагон (модифицированная форма)	4,18	0,75

Модификация сорбента приводит к уменьшению влагоемкости и увеличению нефтеемкости, вследствие чего возрастает эффективность использования сорбента для очистки воды от нефтешагрязнителей.

В модельных опытах оценивали эффективность полученных сорбентов при удалении нефти из загрязненной нефтью воды. Для этого в химический стакан наливали

100 мл дистиллированной воды, вносили 1,1 или 2,2 г нефти и добавляли сорбент по минимальной заявленной нефтеемкости. Адсорбент аккуратно малыми порциями равномерно наносится на поверхность нефтепродукта до тех пор, пока не произойдет адсорбция всего нефтепродукта (рис. 1). Через 10 минут визуально оценивали наличие нефтяного пятна или нефтяной пленки на поверхности воды.

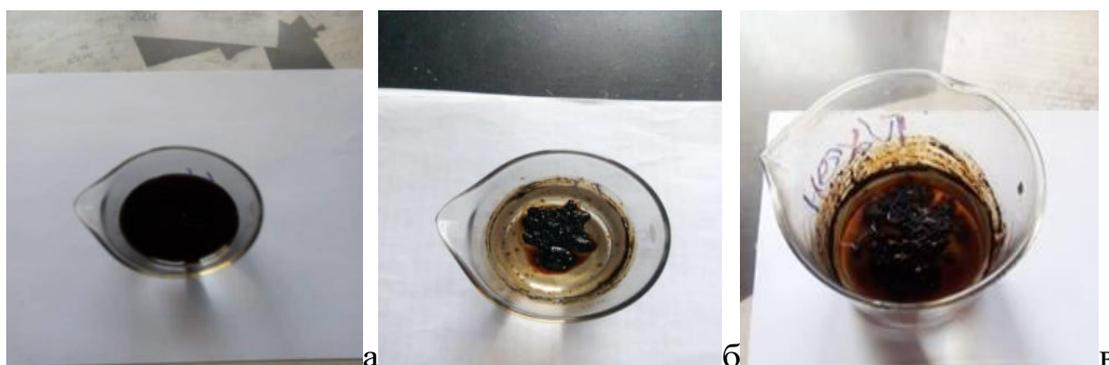


Рисунок 1. Результаты визуальной оценки эффективности сорбентов: а) нефть с водой, б) модифицированная форма сорбента с нефтью, в) нативная форма сорбента с нефтью.

По визуальной оценке при добавлении сорбентов по одной заявленной нефтеемкости наилучшие результаты получились при использовании модифицированной формы сорбента (рис.1б). Данный сорбент адсорбировал нефть с поверхности воды, оставив лишь незначительные пятна нефти. Неудовлетворительный результат был получен при использовании сорбента без модификации (рис. 1в), на поверхности воды фиксировались нефтяные пятна и пленки.

На основании эксперимента с нефтью были рассчитаны величины статической емкости сорбентов (СОЕ), степень извлечения загрязнителя из воды (Е) и коэффициент распределения (К) [7].

Результаты определения сорбционной способности приведены в табл. 4.

Изучение сорбционной активности по отношению к нефти показало, что полученные сорбенты хорошо поглощают нефть, эмульгированную и частично растворенную в воде (эффективность сорбции, которая

Таблица 4. Адсорбционные характеристики сорбентов

Сорбент	Адсорбция нефти		
	СОЕ, мг/г	Е, %	К, л/г
Стебли полынь-эстрагон (нативная форма)	1,90	72,80	28,33
Стебли полынь-эстрагон (модифицированная форма)	4,77	84,00	36,36

оценивается по степени извлечения, составила 73-84%). Лучшей статистической обменной емкостью обладают сорбенты, модифицированные щелочью (4,77 мг/г).

### Заключение.

Анализ литературных источников и полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что растительное сырье может быть эффективным сорбентом по отношению к широкому спектру веществ. Это открывает широкие возможности для производства сорбентов «зеленого» типа в различных регионах, формируя, таким образом, запас дешевых и экологически чистых сорбентов.

### Литература

1. *Ольшанская Л.Н., Татаринцева Е.А.* Сорбенты для очистки поверхностных и сточных вод от нефти и продуктов её переработки. Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 4. С.6-10.
2. *Ходосова Н.А., Томина Е.В., Мануковская В.Е.* Исследование сорбционной способности биоугля на основе опилок сосны// Старт в науке 2022. Сб. статей международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2022. Ч.2. С. 246-252.
3. *Авгушевич И.В., Сидорчук Е.И., Броновец Т.М.* Стандартные методы испытания углей. Классификация углей. М.: «Реклама мастер», 2018. 576 с.
4. ГОСТ 4453-74 – 2010. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия. Введ. 2010-07-20. М.: Изд-во стандартов, 2010. 24 с.
5. ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый. М.: Изд-во стандартов, 2003. 7 с.
6. *Чувиллин С.В.* Методика расчета количества адсорбционной активности огнетушащего порошка для ликвидации разливов нефтепродуктов //Технологии техносферной безопасности. 2011. № 3.С.1-7
7. *Ямансарова Э.Т., Громыко Н.В., Абдуллин М.И., Куковинец О.С., Зворыгина О.Б.* Исследование сорбционных свойств материалов на основе растительного сырья по отношению к нефтяным загрязнениям среды// Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. №4. С. 1209-1212.

В процессе исследования отходов биомассы полынь-эстрагона были решены следующие задачи:

- Исследованы химико - технологические свойства отходов биомассы растительного сырья для получения на их основе химических продуктов.
- Дана оценка перспективности использования отходов местного растительного сырья в качестве сырья для промышленного получения адсорбентов.
- Получены адсорбенты в нативной и модифицированной формах из **Artemisia dracuncululus** для очистки сточных вод от нефтезагрязнителей.