

УДК 628.543

Романова Е.Ю., студ.,  
Дряхлов В.О., канд. тех. наук, доц.,  
Шайхиев И.Г., д-р тех. наук, доц.  
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

### **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА НЕФТЕЕМКОСТЬ ХВОИ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA*)**

*Исследовано влияние параметров плазменной обработки на адсорбционные характеристики по нефти и маслам хвои пихты сибирской (*Abies sibirica*). Найдено, что наибольшее значение максимального нефте- и маслопоглощения, а также наименьшее водопоглощение наблюдается у образцов хвои пихты сибирской подвергнутой воздействию высокочастотной емкостной плазмы пониженного давления в атмосфере аргон-пропан (70:30) при следующих параметрах: время плазмообработки – 10 минут, напряжение – 3 кВ, сила тока – 0,3 А, давление в камере плазмотрона – 26,6 Па, расход газа – 0,06 г/сек.*

*Ключевые слова: хвоя пихты сибирской, нефте- и маслопоглощение, плазма, обработка.*

В последние годы проблема сточных вод стала актуальной экологической проблемой во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. В процессе хозяйственной деятельности современное общество потребляет большое количество воды, большая часть которой в результате становится загрязненной вредными веществами, попадание которых в окружающую среду (ОС) наносит огромный экологический ущерб последней. Наиболее распространенными загрязнителями являются нефть и нефтепродукты (НП), которые попадают в водные объекты в результате аварий техногенного характера или сброса недостаточно очищенных сточных вод (СВ).

Загрязнение нефтью и НП нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе. Нефть является продуктом длительного распада и достаточно быстро покрывает поверхность вод плотным слоем нефтяной пленки, препятствующей доступу воздуха и света.

В настоящее время способ очистки сточных вод сорбцией от нефти и нефтепродуктов является наиболее эффективным и экологически приемлемым способом. Достоинство данного метода заключается в возможности удаления чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации, отсутствии вторичных загрязнений и управляемости процессом.

Наиболее перспективны в наше время органические сорбенты, получаемые из возобновляемого растительного сырья. Они являются органической частью экосистемы и соответствуют в наибольшей степени международным экологическим требованиям. Примерами таких сорбентов, обладающих высокими адсорбционными свойствами и гидрофобностью, служат отходы сельскохозяйственных культур и лесоперерабатывающей промышленности [1-10].

Компоненты деревьев хвойных пород (измельченная кора, опилки древесины, биомасса шишек, хвоя и др.), как показано ранее в обзорах [11-18] являются эффективными сорбционными материалами для удаления различных поллютантов, в том числе нефти и продуктов от ее переработки. В частности, ранее исследовалась возможность использования хвои сосны, ели [7], лиственницы [9] в качестве нефтесорбентов для извлечения нефти с водной поверхности.

В продолжении цикла работ, исследовалась возможность использования в качестве нефте- и маслосорбента хвои пихты сибирской (*Abies sibirica*) – дерева, широко распространенного на территории России.

Для проведения эксперимента использовались образцы карбоновой и девонской нефти, масла И-20А, 5W-40.

Первоначально определялись значения максимального нефте- и маслопоглощения нативной хвои пихты сибирской (таблица 1).

Таблица 1 – Значения максимальной нефте- и маслосорбимости и нативной хвои пихты

Марка нефти и масла	Максимальная нефтесорбимость, г/г	
	Статические условия	Динамические условия
Девонская нефть	2,53	1,51
Карбоновая нефть	2,07	1,58
Масло И-20А	2,09	1,55
Масло 5W-40	2,19	1,63

Максимальное водопоглощение хвои составило 2,41 г/г, что значительно выше нефте- и маслопоглощения нефтепродуктов. При удалении нефтепродуктов с водной поверхности, данное обстоятельство будет препятствовать уменьшению сбора нефтепродуктов.

С целью увеличения нефтесорбимости и снижения водопоглощения исследуемого сорбционного материала, проводилась его обработка высокочастотной плазмой пониженного давления. В качестве плазмообразующих газов использовалась смесь аргона с пропаном в

соотношениях 70:30 соответственно. Режимы, при которых проводилась обработка плазмой, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы обработки сорбента ВЧ плазмой пониженного давления

№ режима плазмо-обработки	Входные параметры обработки				
	P, Па	I, А	U, кВ	t, мин	Q, г/с
1	26,6	0,3	1	1	0,06
2		0,3	3	1	
3		0,4	5	1	
4		0,3	1	5	
5		0,3	3	5	
6		0,4	5	5	
7		0,3	1	10	
8		0,3	3	10	
9		0,4	5	10	

Модифицированные образцы хвои пихты использовались для определения максимальной нефтеемкости и максимального водопоглощения в статических условиях. Полученные значения приведены в таблице 3.

Как следует из приведенных в таблице 3 данных, наилучшие адсорбционные показатели наблюдаются при обработке хвои пихты сибирской в режиме № 8.

Таблица 3 – Значения максимального водопоглощения и максимальной нефтеемкости в статических условиях плазмообработанного сорбционного материала

Режим плазмо-обработки	Максимальная нефтеемкость г/г				Макс. водопоглощение, г/г
	Девонская нефть	Карбоновая нефть	И-20А	5W-40	
1	1,91	2,02	1,74	1,86	1,62
2	2,13	1,96	1,63	2,04	1,75
3	2,41	2,01	2,09	2,26	2,03
4	1,70	1,69	1,71	1,81	1,44
5	1,78	2,12	1,22	1,88	1,56
6	2,75	1,95	2,25	2,06	1,88
7	2,30	1,84	1,47	1,92	1,71
8	2,64	2,11	2,41	2,20	0,86
9	2,23	2,04	1,79	2,11	1,45
Исходная хвоя	2,53	2,07	2,09	2,19	2,41

Аналогичные данные также были получены при проведении экспериментов в динамических условиях, а также в экспериментах по удалению пленок нефти и масел с водной поверхности. Во всех случаях у образцов хвой пихты сибирской, подвергнутой воздействию высокочастотной емкостной плазмы пониженного давления в атмосфере аргон-пропан (70:30) при следующих параметрах: время плазмообработки – 10 минут, напряжение – 3 кВ, сила тока – 0,3 А, давление в камере плазмотрона – 26,6 Па, расход газа – 0,06 г/сек, наблюдаются наибольшие показатели максимальной масло- и нефтеемкости, и наименьшие значения водопоглощения.

#### Библиографический список

1. Степанова С.В. Использование отходов растительного происхождения в качестве сорбентов нефти / С.В. Степанова, Р.Х. Низамов, И.Г. Шайхиев, С.В. Фридланд // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. - № 4. – С. 28-31.
2. Кондаленко О.А. Отходы от переработки сельскохозяйственных культур в качестве сорбентов для удаления нефтяных пленок с поверхности воды / О.А. Кондаленко, И.Г. Шайхиев, С.М. Трушков // Экспозиция Нефть Газ. – 2010. - № 5. – С. 46-50.
3. Шайхиев И.Г. Исследование удаления нефтяных пленок с водной поверхности плазмообработанными отходами злаковых культур. 2. Лузгой пшеницы / И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, С.М. Трушков, И.Ш. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 13. - С. 129-135.
4. Шайхиев И.Г. Отходы переработки льна в качестве сорбентов нефтепродуктов. 1. Определение нефтеемкости / И.Г. Шайхиев, Р.Х. Низамов, С.В. Степанова, С.В. Фридланд // Вестник Башкирского университета. – 2010. – т. 15. - № 2. – С. 304-306.
5. Денисова Т.Р. Увеличение нефтеемкости опилок ясеня обработкой растворами кислот / Т.Р. Денисова, И.Г. Шайхиев, И.Я. Сиппель // Вестник Технологического университета. 2015. - т. 18. - № 17. - С. 233-236.
6. Степанова С.В. Опад березы и ее химические модификаты для удаления нефти / С.В. Степанова, А.Ш. Шаймарданова, И.Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. 2013. - т. 16. - № 14. - С. 215-217.
7. Шайхиев И.Г. Исследование хвой сосновых деревьев в качестве сорбционных материалов для удаления нефтей и масел с водной поверхности / И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, К.И. Шайхиева // Вестник Технологического университета. - 2017. - т. 20. - № 3. - С. 183-186.
8. Шайхиев И.Г. Исследование удаления нефтяных пленок с водной поверхности плазмообработанными отходами злаковых культур. 2. Лузгой ячменя / И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, О.А. Кондаленко, И.Ш. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 15. - С. 244-250.
9. Мурашко Е.Э., Влияние параметров обработки ВЧ плазмой пониженного давления на нефте- и водопоглощение компонентов *Larix sibirica* / Е.Э.

Мурашко, З.Т. Санатуллова, И.Г. Шайхiev, С.В. Садыкова // Вестник Технологического университета. - 2017. - т. 20. - № 17. - С. 121-126.

10. Денисова Т.Р. Использование древесных опилок в качестве сорбента для очистки водных сред от нефти / Т.Р. Денисова, И.Г. Шайхiev, И.Я. Сиппель // Журнал экологии и промышленной безопасности. - 2015. - № 1-2. - С. 51-53.

11. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 1. Сосновые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 4. – С. 127-141.

12. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 2. Еловые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 5. – С. 161-165.

13. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 3. Пихтовые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 6. – С. 160-164.

14. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 4. Лиственничные / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 11. – С. 199-202.

15. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 5. Кедровые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 16. – С. 177-179.

16. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 6. Кипарисовые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2016. – т. 19. - № 22. – С. 162-167.

17. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 7. Псевдотсуговые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 2. – С. 165-167.

18. Шайхiev И.Г. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 8. Араукариевые / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 10. – С. 152-154.