

Научная статья
УДК 630.90

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ГИДРОФОБИЗАТОРОВ ДЛЯ НЕФТЕСОРБЕНТОВ

Линара Азатовна Мухаметзянова¹, Анастасия Сергеевна Дурова²

^{1, 2} Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

¹ Linara.2002@yandex.ru

² soilbox@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена важность гидрофобизации сорбентов для сбора нефти. Экспериментально установлено, что некоторые виды гидрофобизаторов кремнийорганической природы способны значительно улучшить гидрофобные свойства целлюлозного сорбента.

Ключевые слова: сорбент, гидрофобизация, рекультивация

Для цитирования: Мухаметзянова Л. А., Дурова А. С. Оценка перспектив применения кремнийорганических соединений в качестве гидрофобизаторов для нефтесорбентов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 936–939.

Original article

PROSPECTS ASSESSMENT FOR THE APPLICATION OF ORGANOSILICON COMPOUNDS AS HYDROPHOBIZERS FOR OIL SORBENTS

Linara A. Mukhametzyanova¹, Anastasia S. Durova²

^{1, 2} Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov

¹ Linara.2002@yandex.ru

² soilbox@mail.ru

Abstract. The importance of hydrophobization of sorbents for oil collection is considered. It has been experimentally established that some types of hydrophobizing agents of organosilicon nature can significantly improve the hydrophobic properties of cellulose sorbent.

Keywords: sorbent, hydrophobization, reclamation

For citation: Mukhametzyanova L. A., Durova A. S. (2025) Otsenka perspektiv primeneniya kremnijorganicheskikh soedinenij v kachestve gidrofobizatorov dlya neftesorbentov [Prospects assessment for the application of organo-silicon compounds as hydrophobizers for oil sorbents]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 936–939. (In Russ).

Нефлесорбенты – это различные вещества, адсорбирующие или абсорбирующие нефлеспродукты и органические химикаты. Нефлесорбенты применяются для быстрой и эффективной ликвидации аварийных разливов нефти и нефлеспродуктов как на наземной, так и на водной поверхности. Нефлесорбенты бывают органические, неорганические (минеральные) и синтетические.

Одним из ключевых свойств каждого нефлесорбента является его сорбционная емкость, определяющая количество поглощаемого им нефлеспродукта. Еще одним значимым качеством сорбента является его плавучесть, что особенно важно при восстановлении водных объектов. Гидрофобные характеристики сорбента необходимы для использования в условиях, при которых естественная переработка в почве затруднена из-за особенностей гидрологического режима территории, таких как продолжительное переувлажнение или подтопление [1].

Способов гидрофобизации сорбентов не так много. В основном это обработка нефлесорбента различными гидрофобизирующими агентами, таких как стеариновая кислота [2], кремнийорганические соединения [3], парафин [4] и др. Существует также практика гидрофобизации сорбента на основе торфа при помощи пиролиза без доступа кислорода [5].

Кремнийорганические жидкости (или силиконы) обладают свойствами, которые способны сделать их высокоэффективными гидрофобизаторами. Их водоотталкивающие характеристики обусловлены химическим составом и структурой. Основу кремнийорганических жидкостей формирует полимерная цепь, состоящая из чередующихся атомов кремния и кислорода. Эти цепочки придают материалу гибкость и устойчивость к большому температурному диапазону. К атомам кремния прикреплены органические группы (как правило, алкины или фенилы). Органические группы обеспечивают гидрофобность благодаря своей неполярности.

При исследовании перспектив применения кремнийорганических соединений в качестве гидрофобизаторов для нефлесорбентов на базе СПбГЛТУ им. С. М. Кирова был проведен эксперимент с целью установления оптимального состава и дозы применения гидрофобизаторов для конкретного сорбента “AG-Sorb”.

Объектом исследования был минерально-целлюлозный сорбент “AG-Sorb”, изготовленный из отходов целлюлозно-бумажного производства, с размером зерен ($1 \pm 0,25$) мм и насыпной плотностью 300–400 кг/м³ (рисунок).



Фотография сорбента

В качестве гидрофобизаторов использовались следующие реагенты: *Типром Д* (концентрированная форма кремнийорганических соединений), *Типром У* (раствор кремнийорганических полимеров в органическом растворителе), *Гидрофобизатор «Рекорд ГФВ-1»* (водоотталкивающая пропитка на основе кремнийорганических сополимеров), *Гидрофобизатор «Рекорд ГФВМ-1»* (водоотталкивающая пропитка на водной основе). Реагенты подбирались по следующим параметрам: доступность на российском рынке, жидкая форма, цена не более одной тысячи рублей за литр. Для эксперимента также был сделан 5 %-й раствор-эмульсия *Типрома Д*.

По итогам обработки нефтесорбента и исследования влияния гидрофобизаторов на его характеристики (плавучесть в воде, сорбционную емкость) были достигнуты следующие результаты (таблица).

Результаты исследования влияния различных концентраций реагентов на гидрофобные и сорбционные свойства сорбента

Весовые соотношения (г реагента : г сухого сорбента)	Плавучесть в воде, ч; Сорбционная емкость, г нефтепродукта / г сорбента									
	Типром Д концентрат		Типром Д раствор		Типром У		ГФВ-1		ГФВМ-1	
	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г
Контроль (0:100)	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г	0,08 ч	2,53 г/г
1:100	0,07	—	0,08	—	0,08	—	0,08	—	0,07	—
3:100	0,24	—	0,13	—	0,17	—	0,1	—	0,14	—
5:100	3,5	—	0,76	—	0,35	—	0,26	—	0,24	—
10:100	> 120	2,53	3,5	—	0,97	—	3,25	—	1,75	—
20:100	> 120	2,31	> 120	2,23	< 24	—	> 24	2,27	> 24	2,25
30:100	> 120	2,31	> 120	2,14	< 24	—	2,25	—	> 24	2,13

Примечание. «—» — сорбент продержался на плаву менее 24 ч и на сорбционные свойства не исследовался. Было важно сохранить максимальную поглотительную способность относительно контроля.

Наилучшие результаты как по гидрофобности, так и по емкости поглощения, относительно контроля: Типром Д концентрат (10, 20, 30), Типром Д раствор (20, 30), ГФВ-1 (20), ГФВМ-1 (20, 30). Наихудшие показатели гидрофобности были у гидрофобизатора Типром У.

Подбор гидрофобизаторов для органических и минеральных сорбентов – актуальная задача, в связи с разнообразием сред, в которых происходит нефтезагрязнение. По данным литературного обзора кремнийорганические гидрофобизаторы – перспективны и относительно недороги. Однако по результатам лабораторного эксперимента только часть из представленных на рынке веществ позволила придать целлюлозному сорбенту гидрофобные свойства в необходимом объеме и без существенного ущерба для сорбционных свойств. Данная тема требует дальнейшего изучения, что будет отражено в будущих исследованиях.

Список источников

1. Мухаметзянова Л. А., Дурова А. С. Способ придания гидрофобных свойств целлюлозному // Актуальные вопросы лесного хозяйства : материалы VII международной молодежной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 9–10 ноября 2023 года). СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, 2023. С. 39–42.
2. Получение гидрофобного сорбента путем модификации обогащенного глауконита для улучшения нефтепоглощения / В. Г. Вениг, В. Г. Сержантов, Г. Н. Наумова, А. А. Селифонов // Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами : сборник статей десятой Всероссийской научной школы-семинара (Саратов, 25 мая 2023 года) ; под ред. А. В. Скрипаля. Саратов : Издательство «Саратовский источник», 2023. С. 186–190.
3. Бушумов С. А., Короткова Т. Г. Экологически безопасный сорбент из золошлаковых отходов теплоэнергетики // Тонкие химические технологии. 2023. Т. 18, № 5. С. 446–460.
4. Солоненко Л. А. Влияние искусственной гидрофобизации на свойства сорбентов нефти // Актуальные вопросы техники, науки, технологии : сборник научных трудов национальной конференции (Брянск, 8–12 февраля 2022 года) ; под общ. ред. Т. Э. Сергутиной. Брянск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет», 2022. С. 130–132.
5. Патент № 2336125 С1 Российская Федерация, МПК В01J 20/24. Способ непрерывного производства торфоминерального гидрофобного нефтяного сорбента : № 2007101004/15 : заявл. 09.01.2007 : опубл. 20.10.2008 / Ю. С. Жучихин, А. Н. Козьминых, Г. М. Тулянкин ; заявитель Закрытое акционерное общество «Маркетинг-бюро». 5 с.