

УДК 665.662.2

Сравнительный анализ характеристик полимерных сорбентов

Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Горбунова Л.Н.

В статье приведены результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и внедрению в производство высокоэффективных нефтепоглощающих полимерных сорбентов серий «Униполимер-М», «Униполимер-Био», а также композиционного многофункционального препарата «Меном». Полимерные сорбенты серий «Униполимер-М», «Униполимер-Био», препарат «Меном» могут применяться: для локализации проливов нефти на водных поверхностях и болотах; глубокой очистки воды и промышленных стоков от нефтепродуктов на промышленных очистных сооружениях, в том числе автомоечных узлах и пропарочных станциях, нефтебазах и ремонтных предприятиях; для быстрого поглощения и нейтрализации проливов легковоспламеняющихся, легкоиспаряющихся и, особенно, сильно токсичных жидкостей. Полимерные сорбенты серий «Униполимер-М», «Униполимер-Био», препарат «Меном» не вызывают нарушения экологического равновесия в экосистемах и не оказывают отрицательного воздействия на биотипы различного трофического уровня.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, полимерные сорбенты, очистка гидросферы, рекультивация земель.

Comparative analysis of polymer sorbents characteristics

Melkozerov V.M., Vasiliev S.I., Gorbunova L.N.

The paper presents the results of research and experimental-design work on creating and putting into production high-performance oil-absorbing polymer sorbents of "Unipolimer-M" and "Bio-Unipolimer" series, as well as a multi-functional composite "Menom". Polymer sorbents of "Unipolimer-M" and "Bio-Unipolimer" series and "Menom" can be used for the localization of oil spills on water surfaces and swamps. Industrial wastewater treatment plants use them for fine cleaning water and industrial wastewater of oil products at car wash sites, steaming stations, oil depots and repair facilities. The above-mentioned sorbents are applied for rapid absorption and neutralization of spills of flammable, volatile and, first of all, highly toxic liquids. Polymer sorbents of "Unipolimer-M" and "Bio-Unipolimer" series and "Menom" do not cause ecological imbalance in the ecosystem and do not produce a negative effect on the biotypes of different trophic levels.

Keywords: oil, oil products, polymer sorbents, hydrosphere cleaning, soil reclamation.

Введение

В настоящее время в мире ежегодно добывается более 4, 0 млрд. т. сырой нефти, при ее добыче, транспортировании и переработке теряется более 50 млн. т нефти и нефтепродуктов [1]. Открытие и освоение новых перспективных месторождений нефти на территории Сибири выдвигают вопросы эффективной защиты природы от нежелательных последствий интенсивного освоения нефтяных и газовых месторождений на стадии промышленного бурения и последующей ее транспортировки и переработки на первое место. Исходя из этого, и вытекает целесообразность

обоснованного выбора эффективных средств экологической защиты с высокими технико-экономическими показателями и технологических приемов для проведения природоохранных мероприятий с целью снижения антропогенных нагрузок на окружающую природу.

Основной причиной нефтепроявлений при бурении скважин на площадях Сибири является вскрытие продуктивных отложений при наличии в разрезе скважины поглощающих горизонтов, а также вскрытие зон поглощения необсаженных ранее продуктивных отложений. В связи с малой геологической изу-

ченностью Сибири достоверность прогнозирования поглощений на стадии проектирования работ весьма низка.

Одним из главных и приоритетных направлений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования является разработка и внедрение усовершенствованных технологий возрождения природы методом биоремедиации почвы, болот, лесных угодий и т. д. Известные, и к сожалению используемые еще способы ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов на почвы проводятся такими приемами и способами как сжигание пролитой нефти, засыпки загрязненных участков грунтом, вывоз загрязненной почвы в отвалы и внесение в почву микро-деструкторов, действие которых на биоценоз в настоящее время не исследованы, что приводит к необратимому уничтожению плодородного слоя почвы. Такие способы очистки и рекультивации не отвечают современным требованиям экологической безопасности и совершенно неприемлемы.

Цель работы: проведение комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и внедрению в производство высокоэффективных нефтепоглощающих полимерных сорбентов серий «Униполимер-М», «Униполимер-Био», а также композиционного многофункционального препарата «Меном».

Исследование характеристик разных модификаций полимерных сорбентов

Проведенные научно-исследовательские работы показали, что пролитые нефть и нефтепродукты не только нарушают экологическое состояние почвы, но и сильно деформирует структуру биоценозов.

Сорбционные характеристики полимерных сорбентов изучались методом капиллярной пропитки в условиях жидкофазного контакта с последующей обработкой результатов с помощью графопостроителя. Материал в про-

цессе всего времени смачивания при этом находился в условиях действия поверхностных сил на границе раздела жидкость–сорбент, и параметрами, определяющими ёмкость и скорость пропитки, являются поверхностное натяжение, вязкость и косинус краевого угла смачивания [3].

Непрерывно регистрируемое изменение количества впитываемой жидкости позволило вычислить параметры капиллярной пропитки и рассчитать условнопикнометрическую плотность, порозность «П», сорбционную ёмкость, выраженную соотношением $m_{ж}/m_c$, вывод данных на графопостроитель позволяет получить и графическую зависимость количество сорбируемого продукта от времени.

Условно-пикнометрическая плотность вычисляется для каждой конкретной жидкости, так как является характеристикой её сорбирования, учитывает объём замкнутых, тупиковых (невпитывающих пор), и даёт возможность рассчитать значение порозности, характеризующее % пористого пространства сорбента.

Исследования сорбционных свойств разных модификаций полимерных сорбентов серии «Униполимер-М» проводились на нефтепродуктах ОАО «Красноярскнефтепродукт»: дизельное топливо (летнее), бензин АИ-92, бензин А-76, нефть сырая Сургутского месторождения, имеющая плотность d_4^{20} 0,871–0,873 кг/см³; содержание солей – 15,2 мг/л; воды – 0,09 мг/л; серы – 1,5 мас. %. Исследованы два типа образцов (табл. 1), имеющих плотностью в диапазоне 0,0067–0,014 г/см³, порозностью 83,9 % и пикнометрической плотностью в пределах 0,06 см³. Следует отметить, что пикнометрическая плотность и порозность образцов, определённые для широкого спектра нефтепродуктов близки по значениям, что свидетельствует о наличии в этих образцах открытых пор, пронизываемых для всех видов нефтепродуктов и значительную скорость сорбции.

Важная особенность полимерной пены – это её экологическая безопасность (IV-й класс опасности), возможность регенерации собранных продуктов извлечением в каландрах, прессах, центрифугах или другими приемами ($P_{отж} = 1 \div 2 \text{ кг/см}^3$). Эти свойства сочетаются с простотой утилизации остатка (0,5–2 % от собранного продукта) сжиганием, химической деструкцией (растворением в кислоте или щелочи) или полным биоразложением (как полимерной пены, так и остатков нефтепродукта в ней).

Благодаря описанным свойствам полимерная пена эффективно используется для быстрого поглощения и нейтрализации проливов легковоспламеняющихся, легкоиспаряющихся и, особенно, сильно токсичных жидкостей.

В зависимости от ландшафтных характеристик места загрязнения и от природно-

климатических условий, давности сроков, степени загрязнения объектов (пахотные, засушливые поля, торфяники, луга, лесные угодья, болота и т. д.) сорбционно-агрохимическая обработка загрязненной нефтью почвы сильно влияет на динамику численности аборигенной микрофлоры.

Одним из эффективных технических устройств локализации проливов нефти на водных поверхностях и болотах являются сорбирующие боны.

Для повышения эффективности очистки гидросферы и предотвращения выноса эмульгированной нефти на нижнюю часть бонны может устанавливаться волокнистые сорбирующие насадки различных модификаций, позволяющие также производить доочистку воды методом хемосорбции, тем самым повысить качество очистки и снизить риск выноса

Таблица 1

Результаты исследования сорбционных свойств полимерного сорбента «Униполимер-М»

Сорбент Поглощаемая жидкость	Физико-химические свойства жидкости				Поглощающая способность сорбентов				
	d_4^{20} , г/см ³	η , м Па.С	σ , дин/см	$\cos \theta$	$\rho_{н\text{,}}$ г/см ³	ρ^* , г/см ³	$\frac{m}{m_{\text{сорб}}}$	"П", %	τ пропитки на высоту слоя 1 см, с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полимерный сорбент (высококротный)					0.0068				
Дизельное топливо летнее	0.8426	4.31	28.40	0.8832		0.0410	106.5	83.4	8.9
Бензин А-92	0.7992	8.62	24.76	0.9380		0.0716	109.7	90.5	4.8
Бензин А-76	0.7957	14.90	21.85	0.9816		0.0687	84.9	90.1	1.8
Нефть (Кириши)	0.8724	26.30	28.00	0.8900		0.0422	120.0	83.9	173
Полимерный сорбент (средней кратности)					0.0082				
Дизельное топливо летнее	0.8426	4.31	28.40	0.8835		0.0451	105.1	81.8	23.4
Бензин А-92	0.7992	8.62	24.76	0.9382		0.0569	82.9	85.6	23
Бензин А-76	0.7957	14.90	21.85	0.9818		0.0519	65.1	84.2	3.9
Нефть (Кириши)	0.8724	26.30	28.00	0.8906		0.0466	86	82.4	192

нефти. Биоконвектор БК-М может быть использован как самостоятельно, так и в комплексе природоохранных профилактических мероприятий.

Объектом биосорбционной технологии глубокой очистки воды и промышленных стоков от нефтепродуктов могут быть также любые промышленные очистные сооружения, в том числе автомоечные узлы и пропарочные станции, нефтебазы и ремонтные предприятия. Разработанная авторами новая технология применения полимикробного сорбента «Униполимер-Био» и агрохимиката «Меном» позволяет производить рекультивацию нефтезагрязненных земель и гидросферы со следующими физико-техническими и экономическими показателями:

- снизить содержание нефти, нефтепродуктов в почве в 17 раз за сезон;
- аборигенная нефтеусваивающая микрофлора обеспечивает в короткий срок полную детоксикацию почвы и высокую степень деструкции всех видов фракций нефти;
- эффективность разложения нефти и нефтепродуктов на 30 % выше, чем у известных ранее способов;
- себестоимость сорбента в три раза меньше известных, так как не связана с выделением, культивированием и внесением коммерческих нефтеокисляющих биокультур и специальных дорогостоящих удобрений.

Используемые сорбенты имеют следующие экологические характеристики:

- являются нетоксичными и непатогенными сорбирующими материалами работают в широком диапазоне pH среды;
- обладают 100 % плавучестью и нулевой степенью десорбции;
- не вызывают нарушения экологического равновесия в экосистемах и не оказывают отрицательного воздействия на биотипы различного трофического уровня,

являются стимуляторами роста растений, структурообразователями субстратом и мелиорантом почвы с одновременным кондиционированием (аэрированием) кислорода в грунте.

Заключение

Не высокая стоимость сорбента при большой нефтеемкости 70 г/г, простота технологии применения в сочетании с наличием отечественной сырьевой базы для производства многофункциональных полимерных сорбентов и типовых решений стационарных и мобильных пеногенерирующих установок должны открыть путь для широкого внедрения пены для очистки почвы и гидросферы от проливов нефтепродуктов.

Литература

1. Аржанов С.П., Васильев С.И., Горбунова Л.Н. Безопасность труда в нефтегазовом комплексе: справ. пособие. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 519 с.
2. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование: справочник / авт.-сост.: Мелкозеров М.Г., Васильев С.И., Батутина В.М. и др.; ред. В. М. Мелкозеров. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Политехнический ин-т, 2007. – 198 с.
3. Мелкозёров В.М., Мелкозёров М.Г. Перспективные материалы технологии конструкции экономика. – Красноярск, 2005. – С. 23–28.

References

1. Arzhanov S.P., Vasiliev S.I., Gorbunova L.N. Safety in the oil and gas complex. – Krasnoyarsk: IPK SFU, 2008. – 519 p.
2. Melkozerov M.G., Vasiliev S.I., Batutina V.M. Protection of the environment and environmental management. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University Press; Polytechnical University, 2007. – 198 p.
3. Melkozerov V.M., Melkozerov M.G. Advanced materials technology design economy. – Krasnoyarsk, 2005. – P. 23-28.

Статья поступила в редакцию 31 октября 2012 г.

Мелкозеров Владимир Максимович – инженер Центра подготовки и повышения квалификации специалистов и руководителей нефтегазового дела, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия. E-mail: centroilgaz@sfu-kras.ru

Васильев Сергей Иванович – кандидат технических наук, доцент, кафедра ПТМиР, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия. E-mail: S-Vasilev1@yandex.ru

Горбунова Любовь Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности» Политехнического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск, Россия. E-mail: Brigitta_81@mail.ru

Melkozerov Vladimir Maksimovich – Engineer, Center for training and development professionals and managers of oil and gas business, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: centroilgaz@sfu-kras.ru

Vasiliev Sergey Ivanovich – Ph.D., Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: S-Vasilev1@yandex.ru

Gorbunova Lyubov Nikolaevna – Ph.D., Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: Brigitta_81@mail.ru