

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Лапушова Л. А., Рамазанова Н.И.

Научные руководители В.М. Мелкозеров, инженер ИНиГ, С. И. Васильев, к.т.н., профессор каф. БНИГС

ФГОАУ ВПО Сибирский федеральный университет г. Красноярск
Фомина К.В.

Научный руководитель доцент каф «Физиология и зоогиена животных»
Федотова А.С.

ФГБОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет

Стремительное развитие нефтедобывающей отрасли на территории Восточной Сибири привело к необходимости строительства нефтепроводов, часть которых пролегает через или вблизи сельскохозяйственных угодий. Эксплуатация нефтепроводом подразумевает возможность аварийных выбросов нефти. Отличительной особенностью нефтяного загрязнения от других антропогенных воздействий тем является то, что оно дает не постоянную, а «залповую» нагрузку на аэробиионты и гидробионты, вызывая быструю ответную реакцию. Как правило, в случае такого техногенного поражения экосистемы не однозначна возможность возврата экосистемы к ее устойчивому прежнему состоянию.

Для сбора и ликвидации техногенных последствий токсичных органических жидкостей, к которым относится и нефть и нефтепродукты широко применяется полимерный сорбент по из нетоксичной модифицированной водорастворимой смолы, который, благодаря технологии вспенивания и отверждения, имеет высокую пористость (84÷93%), причём большинство (до 90%) пор являются сквозными, открытыми. Получаемая пена гидрофобна и не поддерживает горение. В товарном виде полимерная пена является сухим порошком, имеющим гранулы неправильной формы до 10÷20 мм, легко поддающимся вакуумированию. Кажущаяся плотность полимера 0,0070÷0,014 г/см³ при истинной плотности компактного полимера - 1 г/см³. Сорбционная способность сорбентов, полученных на основе полимерных композиций, проверена на ряде нефтепродуктов и их производных, а так же на жидких химических веществах в климатических условиях холодного и арктического климата. Сорбент применим при локализации и очистке поверхностей гидросферы, грунта, сточной, оборотной и технологической воды, растворителей, токсичных, ядовитых, химических, агрессивных и радиоактивных соединений, а также растворенных ионов тяжелых металлов при проведении плановых и профилактических мероприятий, при ликвидации аварийных техногенных ситуаций.

Сорбционные характеристики полимерных сорбентов изучались методом капиллярной пропитки в условиях жидкофазного контакта с последующей обработкой результатов исследований с помощью математической статистики. Материал в процессе всего времени смачивания при этом находился в условиях действия поверхностных сил на границе раздела жидкость-сорбент, и параметрами, определяющими ёмкость и скорость пропитки, основными факторами, определяющими сорбционную ёмкость

насыпных и брикетированных сорбентов являются поверхностное натяжение, вязкость и косинус краевого угла смачивания.

Непрерывно регистрируемое изменение количества впитываемой жидкости позволило вычислить параметры капиллярной пропитки и рассчитать условно-пикнометрическую 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, т.к. 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 нефти товарной Куюмбинского месторождения, плотность которой составляла $\rho=0,878-0,882$ г/см³, сернистость до 0,25%, (асфальтены отсутствуют), на нефти месторождения Кириши, которой составляла $\rho=0,8724-0,8730$ г/см³, на дизельном топливе (летнее), бензине АИ-92. Результаты исследования полимерных сорбентов двух модификаций (легкой-высокократной и средней) приведены в таблице.

Исследованы два типа образцов сорбентов, имеющих плотность в диапазоне $0,0067 \div 0,014$ 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, проницаемых для всех видов нефтепродуктов и значительную скорость сорбции.

Важная особенность полимерной пены – это её экологическая безопасность (4 класс опасности), возможность количественной регенерации собранных продуктов извлечением в каландрах, прессах, центрифугах или другими приемами ($P_{отж} - 1 \div 2$ кг/см²). 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).

Процесс самовосстановления всех элементов экосистемы, включающих в себя почву, грунты, водоемы, лесные угодья, является многостадийным биогеохимическим процессом взаимодействия преобразований углеводородной жидкости (ее биодegradация) с окружающей средой.

Интенсивность прямого токсического воздействия нефти на живые организмы определяется ее химическим и фракционным составом, которые сильно различаются у нефтей не только с различных месторождений, но и у нефтей, извлекаемых из различных нефтеносных пластов одного и того же месторождения.

Под действием нефти меняется морфология почв: происходит их обесструктурирование вследствие склеивания структурных отдельностей; меняется характер границ между горизонтами; заметно увеличивается вязкость и плотность почвенной массы.

Заполнение нефтью порового пространства, трещин и воздушных полостей внутри почвенного профиля сопровождается вытеснением воздуха. Все это, а также образование плотной битумной пленки на поверхности, создает неблагоприятный

водно-воздушный режим. Почва становится гидрофобной, а при сильном загрязнении – водонепроницаемой. Почва теряет водоподъемную способность и резко снижается ее влагоемкость. В условиях резкого ограничения аэрации по всему почвенному профилю формируются восстановительные условия, развивается процесс оглеения. В этих условиях увеличивается число анаэробных бактерий и усиливается микробиологическая сульфатредукция. Почвы в верхних горизонтах приобретают смолисто-черные цвета, которые в нижних горизонтах сменяются коричнево-серыми, сизо-коричневыми и сизо-серыми.

Формирование восстановительных условий связано также с увеличением количества органического вещества компонентов нефти, при разложении которого расходуется кислород.

Нефтяное загрязнение приводит к изменению теплоизоляционных свойств растительного покрова, влияет на тепловой режим почв.

Под действием нефти происходит перестройка почвенного поглощающего комплекса – изменение емкости и состава поглощенных оснований. Преобладание хлоридно-натриевого состава сопутствующих нефти минерализованных пластовых вод определяет преимущественное внедрение натрия в почвенный поглощающий комплекс и развитие процессов осолонцевания почв.

Трансформация почвенного поглощающего комплекса и состава почвенных растворов обуславливает сдвиг щелочно-кислотных условий. Интенсивность процессов определяется первичными свойствами почв с исходно ненасыщенным почвенно-поглощающим комплексом. Изменяется миграционная активность, формы миграции и уровни концентрации элементов.

Одним из серьезных негативных последствий загрязнения является ухудшение питательного режима почв, прежде всего, обеспеченности их биогенными элементами, из которых основными являются азот, калий и фосфор. Нефтяное загрязнение вызывает резкое увеличение содержания углерода в почве. При этом количество общего азота меняется незначительно. Избыточный углерод тормозит процесс аммонификации, в результате которого в почве накапливается аммонийный (доступный растениям) азот. Нефтяное загрязнение неоднозначно влияет на доступность подвижного фосфора и обменного калия. Под действием углеводов нефти резко тормозится ферментативная активность почвы.

Нефтяное загрязнение вызывает изменения в микробиологической активности почв. Происходит изменение структуры комплекса почвенных микроорганизмов, сопровождающееся снижением общего разнообразия. Прежде всего, увеличивается численность и активность углеводородокисляющих микроорганизмов. По мере микробиологического разрушения нефти в почве, также могут происходить нежелательные изменения ее состава и свойств. При частичном разрушении нефти, под воздействием полисахаридов микробного происхождения часть разлитой нефти диспергируется в почвенном растворе, что приводит к повышению подвижности тяжелых углеводов и повышению степени их отрицательного воздействия на живые организмы. Фитотоксичность нефти при этом может возрасти и вследствие накопления токсичных промежуточных продуктов распада – жирных кислот и терпеноидов, обладающих фитотоксичностью. По мере микробиологического распада нефти, в почве накапливаются токсичные тяжелые металлы – никель, ванадий, марганец, медь, свинец, цинк, которые могут выщелачиваться в грунтовые воды из почвы при понижении рН при накоплении жирных кислот и впоследствии,

накапливаться в растительной продукции. При этом из почвы выщелачивается медь, остающаяся в почве в виде комплексных соединений с гуминовыми кислотами.

Следовательно, загрязнение почвы нефтепродуктами коренным образом меняет весь биоценоз, нанося огромный экологический ущерб природной среде. Восстановление поврежденных ценозов – задача сложная и требует творческого подхода в выборе технологии.

Техническая задача очистки и рекультивации почв и пахотных земель направлена на разработку и создание мобильного комплекса с расширением функционально-технических и технологических задач по очистке, санации и рекультивации земель с высокой степенью загрязнения нефтепродуктами, независимо от сроков загрязнения, рельефа местности и погодных условий.

Определение содержания нефти, нефтепродуктов в почвенных образцах проводится весовым или спектрометрическим методом согласно РД 39-0147098-90 Миннефтепрома, где определяется уровень нефтяного загрязнения, грамм нефти/ кг почвы и степень загрязнения в % согласно РД 39-00147105-006-97

Использование сорбента при очистке и рекультивации почв позволяет:

- провести профилактические работы по мелиорации почв с помощью олеофильных полимерных пен и противопожарных защитных полос с применением олеофобных покрытий;

- не исключает проведение плановых мелиоративных и сельскохозяйственных работ

- увеличить продолжительность защиты грунтов и почв от промерзания и продлить вегетативный срок воздействия почвенных микроорганизмов на внутрисочвенные линзы нефти.

Вывод

Комбинированный способ очистки грунтов и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения позволяет значительно повысить гидрогеологические и температурные характеристики для почвенных микроорганизмов, участвующих в процессе биоремедиации ранее загрязненных и нарушенных нефтепродуктами почв в резко континентальных климатах Сибири и Дальнего Востока.