

# ОЧИСТКА ПО РЕЦЕПТУ

**НЕФТЕХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА. ОНА СТАНОВИТСЯ ВСЕ ОСТРЕЕ ПО МЕРЕ ТОГО, КАК УСКОРЯЮТСЯ ТЕМПЫ ДОБЫЧИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ. СПЕЦИАЛИСТЫ ООО «НИИ ТРАНСНЕФТЬ» РАЗРАБОТАЛИ НОВЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ ПОЧВЫ И ВОДЫ.**

сверхнизких температур окружающей среды.

## МИКРОБ ПРИХОДИТ НА ПОМОЩЬ

Существующие сегодня препараты для ликвидации нефтезагрязнений можно разделить на три группы. Первую составляют сорбенты: неорганические (глауконит), природные органические и органоминеральные (торф, мох и другие), а также синтетические – на основе целлюлозы, полиуретана и т.п. Недостаток этой группы состоит в том, что после завершения очистки препараты необходимо собирать и утилизировать. В противном случае нефтезагрязненный сорбент опускается на дно водоемов или с дождями смывается по рельефу мест-

Вопросу ремедиации – восстановления природной среды, загрязненной в результате аварийных разливов нефти и нефтепродуктов – посвящено множество научных трудов. Однако окончательное решение этого вопроса так и не найдено. Длительность, трудоемкость и высокая стоимость остаются главными проблемами рекультивационных работ.

Торфоминеральный гидрофобный биосорбент, разработанный специалистами ООО «НИИ Транснефть», может стать шагом на пути решения этих проблем. Он предназначен для очистки воды и почвы до нормативных показателей (0,05 мг/дм<sup>3</sup> в воде и 1000 мг/кг в почве) в различных природно-климатических условиях, в том числе в условиях низких и

ЛПДС «Староликеево». Опытные ячейки с биосорбентом



Фото из архива ООО «НИИ Транснефть»

Инженер службы экологической безопасности и рационального природопользования Горьковского РНУ Любовь Малышева

ности, приводя к вторичному загрязнению и расширяя его границы.

При применении в труднодоступных, водных и заболоченных местах возможность их сбора и последующей утилизации существенно ограничена. Кроме того, природные сорбенты обладают не очень высокой способностью к поглощению углеводородов, поэтому удельная стоимость сорбции единицы массы разлитых нефтепродуктов достаточно велика. Синтетические сорбенты эффективнее в 5–10 раз, однако их стоимость также на порядок выше.

Вторая группа включает препараты на основе разлагающих углеводороды микроорганизмов, называемых за эту их способность нефтедеструкторами. В рецептуре биопрепаратов наиболее часто используют штаммы бактерий или грибы определенных видов. Микроорганизмы-нефтедеструкторы окисляют углеводороды до углекислого газа и воды или превращают их в соединения, утилизируемые другими микробами. Биопрепараты способны эффективно разлагать широкий спектр углеводородов, однако их основными недостатками являются неспособность локализовать загрязнения, а также неработоспособность при отрицательных температурах окружающей среды.

Третья группа — биосорбенты, состоящие из собственно сорбента и иммобилизованных на нем клеток микроорганизмов-нефтедеструкторов, которые и определяют эффективность биодеградации нефти. Сочетание сорбентов и биопрепаратов является одним из наиболее эффективных методов реше-

ния проблемы ремедиации. Это и определило задачу создания нового универсального биосорбента с высокими эксплуатационными свойствами, не требующего утилизации и применимого в различных природно-климатических условиях, в том числе низких и сверхнизких температур.

### ЭФФЕКТИВНЕЕ И БЫСТРЕЕ

Целью научно-исследовательских разработок «НИИ Транснефть» стало создание рецептуры биосорбента, работающего при температурах окружающей среды от  $-25$  до  $+50$  °С, способного к биодеградации нефти при температуре от  $+4$  до  $+28$  °С, обеспечивающего очистку воды и почвы до нормативных показателей  $0,05$  мг/дм<sup>3</sup> и  $1000$  мг/кг соответственно, восстанавливающего способность разлагать нефть после зимнего периода, сохраняющего сорбционную способность под снегом, со сроком хранения не менее двух лет. При этом штаммы микроорганизмов, входящих в состав

биокомпонента, не должны были быть генетически модифицированными и патогенными для человека и животных.

Такая оптимальная рецептура была разработана на основании результатов комплексных исследований по разработке экспериментальных серий новых биосорбентов. В качестве субстрата использовался специально подготовленный торф с мобилизованными на него клетками бактерий различных штаммов рода *Rhodococcus*. Важным свойством промышленных штаммов *Rhodococcus* является их способность расти на несложных и недорогих питательных средах.

### НА ЗЕМЛЕ И НА ВОДЕ

В соответствии с утвержденными ОАО «АК «Транснефть» программами были проведены лабораторные и полевые испытания на нефтезагрязненных воде и почве на территории ЛПДС «Староликеево» АО «Транснефть — Верхняя Волга». Результаты испытаний показали, что концентрация нефтепродуктов в почве во всех



Фото из архива ООО «НИИ Транснефть»

**Целью научно-исследовательских разработок «НИИ Транснефть» стало создание рецептуры биосорбента, работающего при температурах окружающей среды от –25 до +50 °С. Новый универсальный биосорбент имеет высокие эксплуатационные свойства, не требует утилизации и применим в различных природно-климатических условиях, в том числе низких и сверхнизких температур**

опытных ячейках с биосорбентом снизилась в поверхностном и в нижнем слоях на 99% от начальных значений. Также выявлено, что деструкция нефти в почве с применением биосорбента протекает быстрее, чем в опытах с иными сорбентами: концентрация 1000 мг/кг была достигнута и в верхнем, и в нижнем слое отбора почв в среднем на один месяц раньше. Причем в ячейках с максимальным процентным содержанием биосорбента на торфе (40 и 50%) было отмечено самое сильное снижение концентраций нефти.

В оптимальных условиях (температура 20–24 °С) снижение концентрации нефти с 60–65 тыс. мг/кг почвы до допустимых значений 1000 мг/кг при применении биосорбента происходит на черноземных почвах за 4 месяца, на суглинистых и песчаных — за 4,5–5 месяцев. Разработанный препарат слабо чувствителен к обеспеченности кислородом, что позволяет рекомендовать его для применения на обводненных и тяжелых почвах, таких как глины и суглинки. Процессы микробиологической деструкции усиливаются при температурах выше 0 °С и значительно ускоряются при температурах выше 5 °С. Выявлено, что оптимальной является доза внесения биосорбента в количестве 25% от количества разлитой нефти.

Поведение нефтяного загрязнения в водной среде имеет ряд характерных особенностей. Сначала происходит резкое повышение концентрации нефтепродуктов, связанное с

процессом растворения нефти в воде, а затем после кратковременного снижения концентраций их повторное повышение за счет вторичного загрязнения нефтепродуктами, осевшими на дне водоема. В опытах с биосорбентом вторичного загрязнения нефтепродуктами не происходит, потому что нефть связывается в конгломераты на поверхности воды. При температурах окружающей среды ниже 0 °С деструкция нефтепродуктов в воде не происходит — она возобновляется при устойчивых положительных температурах. В опытах с биосорбентом деструкция возобновляется в верхних слоях при переходе температуры через 0 °С, а не при 5 °С и выше, как это бывает при применении иных препаратов. В нижележащих водных слоях деструкция возобновляется на 1–2 недели позднее, поскольку на глубине вода прогревается медленнее. В нижнем слое при температуре выше 5 °С скорость деструкции во всех опытных емкостях приблизительно одинакова. В верхнем слое воды снижение концентрации нефтепродуктов в опытах с биосорбентом происходит более равномерно, чем с иными сорбентами. Это свидетельствует об отсутствии вторичного загрязнения и, следовательно, о более полной деструкции нефтепродуктов.

Результаты испытаний также показали: после зимнего периода свойства биосорбента восстанавливаются. При 28–30 °С и наличии в водной среде солей, необходимых для развития микробных клеток, скорость деструкции нефти

увеличивается. В то же время снижение температуры окружающей среды до 2–6 °С и отсутствие в воде солей при меньшей скорости деструкции нефти не являются ингибитором, то есть замедлителем, этого процесса ни в почве, ни в водной среде.

На основании полученных результатов подана заявка в Федеральную службу по интеллектуальной собственности на выдачу патента РФ. Поскольку биосорбент способен осуществлять деструкцию углеводородов до нетоксичных соединений, он может саморазлагаться на месте применения. Это исключает затраты на его транспортировку и сдачу на утилизацию в лицензированные для этих целей организации. Биосорбент позволяет ликвидировать нефтяные загрязнения в течение весенне-осеннего периода трех календарных лет. Разработанный ООО «НИИ Транснефть» биосорбент позволит снизить расход продукта независимо от метеоусловий в 2–3 раза по сравнению с используемыми промышленно выпускаемыми сорбентами. Экологически чистый торфоминеральный гидрофобный самоутилизирующийся нефтяной биосорбент является эффективным средством при ликвидации разливов нефти, в том числе в условиях низких температур. Он может быть рекомендован к применению в широком диапазоне почвенных, гидрологических и климатических характеристик.

Лидия Шипилова,  
главный специалист отдела ЭБ и РП  
ОАО «АК «Транснефть»

Арина Николаева,  
начальник отдела ЭБ и РП  
ООО «НИИ Транснефть»

Михаил Трошин,  
ведущий научный сотрудник отдела

Анастасия Дунаева,  
научный сотрудник отдела