

Г. А. РЫСБАЕВА, А. К. САДАНОВ, А. У. ИСАЕВА

ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ СПОСОБА БИОРЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

(Институт микробиологии и вирусологии МОН РК)

В результате проведения делючных опытов было установлено, что утилизация нефтешлама биологическим путем возможна. Показано, что наиболее эффективно данный процесс может пройти при использовании консорциума 1 с дополнительным внесением 1% маннита.

В лабораторных условиях на модельном опыте с использованием просеянной почвы с 5 % загрязнением нефти были исследованы различные параметры биорекультивации (рис. 1).

Было установлено, что в контрольном варианте без внесения источников питания деградация углеводов нефти идет с наименьшей скоростью 2,2 мг/кг почвы в сутки. В вариантах почвы с добавлением минеральных солей азота и фосфора деградация подвергается 13,52% углеводов нефти, средняя скорость деградации при этом составляет 3,8 мг/кг в день. В вариантах почвы с применением в качестве иммобилизатора бентонитовой глины и древесных опилок с внесением биомассы УОМ подвергается деградации 16–20,5 % углеводов нефти соответственно со скоростью 3,81 и 9,7 мг/кг.

Установлено, что внесение минеральных солей азота и фосфора способствует усилению процесса деградации углеводов нефти, однако снижение количества углеводов нефти происходит благодаря применению в качестве сорбента древесных опилок, иммобилизованных на биомассе УОМ, скорость деградации нефти которого достигает 78%.

При проведении делючных опытов в реальных производственных условиях на грунтах территории ТСЦ, содержащих до 10% нефтепродуктов, в целях активизации жизнедеятельности спонтанной микрофлоры, были созданы необходимые условия аэрации за счет регулярного (1 раз в 10 сут) рыхления почвы и питания биогенными элементами внесением 1% аммофоса. Через 30 сут визуально было отмечено, что проведенные мероприятия привели к изменению органолептических показателей: почва стала гидрофильной и рыхлой, исчез запах нефтепродуктов, цвет почвы от темно-коричневого изменился до светлого. Хроматографический и весовой анализы показали, что содержание нефтепродук-

тов снизилось на 10%, а в качественном составе нефтепродуктов осталось 4 компонента: моноциклоароматические, бициклоароматические соединения, толуольные смолы и асфальтены. Компонент бициклоароматических соединений исчез как наиболее усвояемый источник углеродного питания для УОМ.

Проведенные на ряде участков ТСЦ биорекультивационные работы показали, что за 10 месяцев работы – с октября по конец августа – степень очистки почвы на участке 1, загрязненном на 14,7% дизельным топливом, составила 78,4%. Участок 2, загрязненный на 10,7% нефтью, был очищен на 97,7%. Почва в аварийном амбаре, содержащая 9,8% шламopodobных отходов, была очищена на 91,8%. По другим участкам отмечалось колебание в содержании нефтепродуктов. Резкое увеличение содержания нефтепродуктов в пробах, отобранных после месяца проведенных биорекультивационных работ, объясняется «вскрытием» пластов загрязненных почв. Однако в дальнейшем отмечается снижение концентрации нефти во всех анализируемых пробах.

В 2006 г. биорекультивационные работы проводились на 10 участках ТСЦ ТОО «ПКОП», загрязненных нефтью, мазутом, дизельным топливом. За 4 месяца проведения биорекультивационных работ (с 28.07.06 по 27.10.06 г.) степень деградации нефтепродуктов колебалась в пределах 12–88% (рис. 2, 3).

Углерододокисляющие микроорганизмы снизили содержание углеводов со скоростью для участка РП-1 439,8 мг/кг в сутки. Для РП-2 скорость биодеградации нефтепродуктов составила 114,4 мг/кг в сутки. На участке РП-3 скорость очистки почвы достигла 775,8 мг/кг. На участке УУЗ-1 скорость окисления углеводов составила 551,4 мг/кг в сутки; для УУЗ-2 суточное разрушение нефтепродуктов 4748 мг/кг;

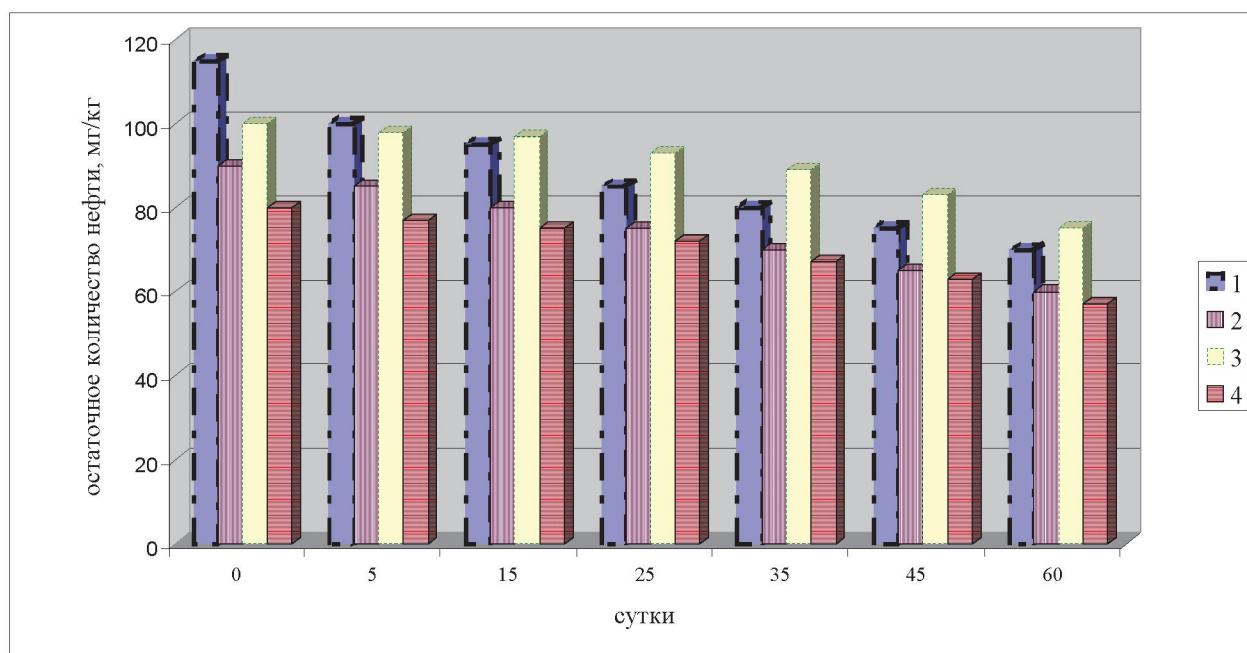


Рис 1. Количество нефти в зависимости от обработки почвы: 1 – почва +нефть; 2 – почва+нефть+аммофос; 3 – почва+нефть+аммофос+бентонитовые глины+УОМ; 4 – почва+нефть+аммофос+древесные опилки+УОМ



Рис. 2. Внешний вид растений в эпицентре аварийного разлива (обведено пунктиром) и на прилегающем участке

в опыте на УУЗ-3 скорость разрушения нефтепродуктов 3012 мг/кг в сутки; в аналогичных опытах на УУЗ-4 скорость снижения нефтепродуктов 651,8 мг/кг; для УУЗ-5 скорость очистки почвы достигает в сутки 3890 мг/кг; на участке УУЗ-6 скорость биодеградации 372,9 мг/кг.

В целях изучения возможности биоутилизации нефтешлама были проведены деляночные опыты на территории аварийного амбара, куда

на площадь 2x10 м было внесено 3 т нефтешлама. Площадь была разделена на 5 делянок площадью 2 м x 2 м по вариантам:

- 1) контроль (нефтешлам без обработки);
 - 2) нефтешлам + АСМ;
 - 3) нефтешлам + консорциум 1;
 - 4) нефтешлам + консорциум 2;
 - 5) нефтешлам + биопрепарат «Перойл»
- (рис. 3, 4).



Рис. 3. Общий вид участка, содержащего 7,5% нефти в почвах

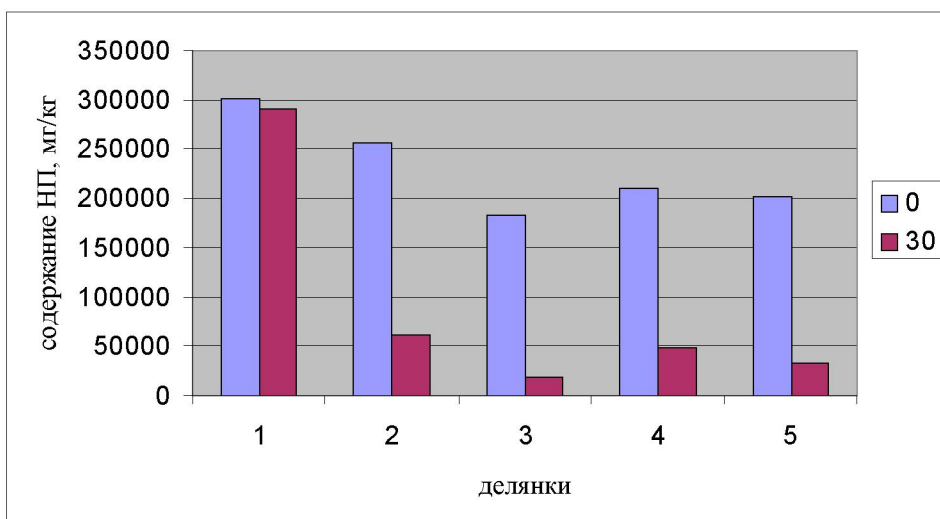


Рис. 4. Снижение содержания нефтепродуктов за 30 сут (деляночный опыт 2006 г.)

На делянки был равномерно нанесен нефтешлам слоем 15 см. В контрольном варианте агротехнические мероприятия не проводились. Во втором варианте, после нанесения слоя нефтешлама было проведено перекапывание его с внесением 1% водного раствора аммофоса и опилок. В третьем варианте помимо рыхления внесения опилок и 1% аммофоса методом дождевания был внесен консорциум 1, состоящий из 8 штаммов микроорганизмов: *Micrococcus varians* B1Ag16G, *Micrococcus luteus* B1Ag8G, *Micrococcus roseus* B1Ag6G, *Bacillus subtilis* Г311/1, *Azotobacter chroococcum* ГР11, *Az. chroococcum* ГР21, *Az. chroococcum* ГР35, *Az. chroococcum* ГР149. В четвертом варианте был

использован консорциум 2. На пятой делянке были использованы штаммы *Micrococcus varians* B1Ag16G, *Micrococcus luteus* B1Ag8G, *Micrococcus roseus* B1Ag6G, *Bacillus subtilis* Г311/1, послужившие основой для биопрепарата «Перойл», защищенного предварительным патентом РК №14923 от 15.07.2004 г., прошедшего испытания на территории ТОО «ЛКОП» и внедренного в 2003 г. на территории ТСЦ данного предприятия.

После проведения биорекультивационных работ в течение 1 месяца было установлено, что наибольшая степень очистки отмечена для делянки 3.

В почву для создания соокислительных условий был внесен маннит в виде 1% раствора.

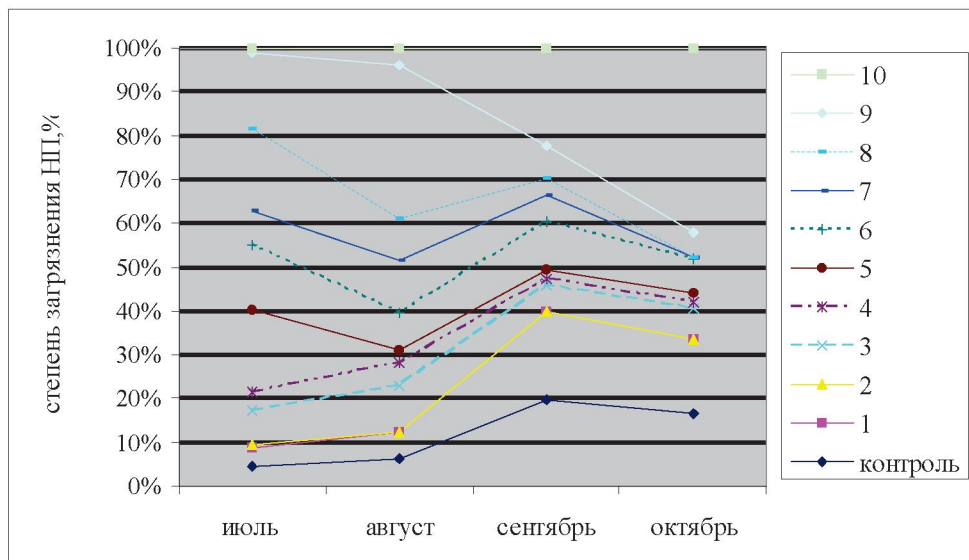


Рис. 5. Изменение степени загрязнения почвы от сезонных явлений

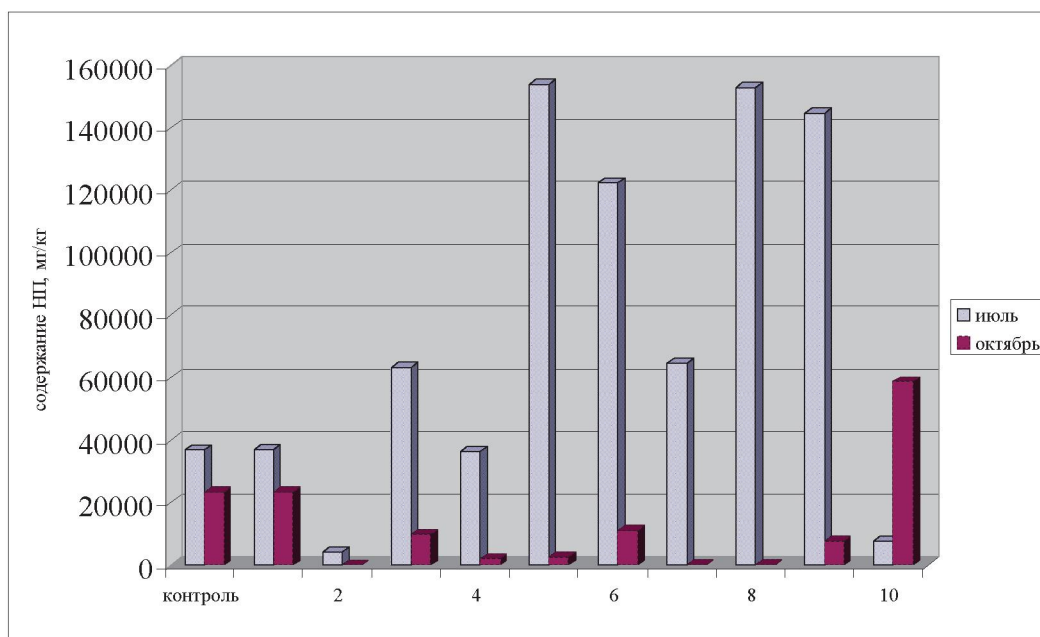


Рис. 6. Изменение содержания нефтепродуктов на участках в зависимости от времени года

Анализ почв через 1 месяц показал резкое снижение содержания нефтепродуктов на всех делянках. Однако самая высокая степень очистки была характерна для варианта с использованием консорциума 1 (%). На остальных делянках степень очистки почвы колебалась в пределах 10–56% (рис. 5).

После этого было принято решение обрабатывать все делянки консорциумом 1. Анализ динамики изменения содержания нефтепродуктов в делянках показал, что если в сентябре содер-

жание нефтепродуктов было 33375,0 мг/кг почвы, то в октябре оно стало 16 250,0 мг/кг, т.е. степень очистки почвы составила 48%, нефтепродукты окислились со скоростью 570,8 мг/кг в сутки (рис. 6).

Микробиологическое обследование почв, отобранных из делянок показало, что до нанесения нефтешлама количество гетеротрофных микроорганизмов, выросших на МПА, составило $7,3 \times 10^6$ кл/г. На среде Ворошиловой-Диановой выросло $1,2 \times 10^2$ кл/г УОМ. Процент обрастания почвен-

ных комочков на среде Эшби составил 62%. После нанесения нефтешлама (т.е. фактически в нефтешламе) количество гетеротрофных микроорганизмов составило $1,1 \times 10^3$ кл/г, а количество УОМ – 12 кл/г. Рост азотфиксаторов отсутствует. Дальнейшее изучение динамики изменения численности почвенной микробиоты показало, что в контрольном варианте количество гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов за весь опытный период не изменилось. Агротехнические мероприятия и внесение биогенного питания во второй делянке способствовали увеличению количества гетеротрофов до $4,5 \times 10^3$ кл/г, а количества УОМ – до $2,5 \times 10^2$ кл/г. В 3, 4 и 5 делянках количество гетеротрофов через месяц испытаний составило порядка 10^4 – 10^5 кл/г и в последующем увеличилось до 10^6 кл/г, достигнув максимума в начале октября – 10^7 – 10^8 кл/г. Численность УОМ была на 1–2 порядка ниже. В отношении азотфиксирующих микроорганизмов, процент обрастания комочков был самый высо-

кий в 3 делянке – $51,0 \pm 0,5$ %. В 4 и 5 делянках азотфиксирующие микроорганизмы появились на среде Эшби только в начале октября в количестве $15 \pm 0,5$ и $22,0 \pm 0,3$ % соответственно.

Изменения в почве можно отметить визуально: если в начале опыта нефтешлам представлял собой темную пластилинообразную гидрофобную массу, то к концу испытаний почва на опытной территории стала более светлой, отдельные небольшие куски нефтешлама имели коричневый цвет, легко крошились и были гидрофильные. На контрольной делянке грунт был темного цвета с крупными кусками асфальтоподобного вещества с резким запахом нефтепродуктов и гидрофобными свойствами.

Таким образом, в результате проведения деляночных опытов было установлено, что утилизация нефтешлама биологическим путем возможна. Наиболее эффективно данный процесс может пройти при использовании консорциума 1 с дополнительным внесением 1% маннита.