

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Яппаров А.Х., Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я.

Государственное научное учреждение «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» Российской академии сельскохозяйственных наук, Казань, Россия (420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 20а), niiexp2@mail.ru

В естественных климатических условиях Татарстана скорость самоочищения почвы недостаточна для быстрого восстановления плодородия нефтезагрязненных территорий. Главным критерием эффективности подобных мероприятий является скорость разложения компонентов загрязнения с наименьшими экономическими затратами и поэтому необходимо активизировать этот процесс. В обзоре обобщены результаты многолетних комплексных исследований по рекультивации нефтезагрязненных почв и оценена возможность их самоочищения в условиях РТ. Представлены этапы рекультивационных мероприятий, рассмотрены свойства агроминералов, используемых в качестве сорбентов. Разработана уникальная технология восстановления плодородия загрязненных углеводородами земель с учетом создания базы данных по аборигенным микроорганизмам-деструкторам углеводородов и сорбентов с более высокими сорбционными показателями. Технология позволяет в комплексе с агрохимическим и биологическим мониторингом значительно сократить сроки восстановления нефтезагрязненных земель.

Ключевые слова: нефть, рекультивация, углеводороды, почва, загрязнение, мониторинг, углеводородокисляющие микроорганизмы.

THE COMPLEX APPROACH TO REKULITIVATION OIL CONTAMINATED SOIL

Yapparov A.H., Degtereva I.A., Hidiyatullina A.Ya.

State scientific institution Tatar Scientific Research Institute of agricultural chemistry and soil sciences of Russian Academy of Agricultural Sciences, Kazan, Russia (420059, Kazan, Orenburgskiy tract, 20a), niiexp2@mail.ru

In natural climatic condition Tatarstan rate of self-cleaning soil insufficient for quick recovering the fertility oil contaminated territory. The main criterion to efficiency like action is a rate of the decomposition component contamination with the least economic expenses and so necessary to actuate this process. Results of the perennial complex studies are generalized in review on rekultivation oil contaminated soil and is evaluated possibility their self-purification in condition Tatarstan. The presented stages of recultivation, considered characteristic agromineral, used as sorbent. Unique technology of the recovering the fertility polluted hydrocarbon of the soil it is designed with provision for creation database on aboriginal microorganism-destroyer hydrocarbon and sorbent with more high sorption properties. Technology allows in complex with agricultural chemistry and biological monitoring vastly to reduce the time of the reconstruction oil contaminated soil.

Key words: oil, rekultivation, hydrocarbons, soil, contamination, monitoring, hydrocarbon oxidizing microorganisms.

Введение. Нефтяной промысел представляет собой комплекс производственных сооружений, разобщенных территориально, но взаимосвязанных системами

трубопроводов, энергопередач и организацией работ. В большинстве случаев нефтепромысловые коммуникации проходят через земельные угодья, в том числе сельскохозяйственного назначения, и пашни, где возделываются сельскохозяйственные растения.

Поступление нефти в окружающую среду связано с ее утечкой из поврежденных трубопроводов, при фонтанировании из разбуренных и эксплуатационных скважин. Из-за высокой степени загрязнения имеет место отчуждение земельных угодий из сельскохозяйственного оборота, которые становятся практически непригодными для земледелия, нарушается экологическое равновесие природных ландшафтов, замедляется развитие, а при высоких концентрациях наблюдается и гибель живых организмов почвы [1].

Масштабное загрязнение и ежегодное расширение его площадей с возрастанием антропогенной нагрузки не снижает актуальности и первостепенного значения проблемы охраны почвенных экосистем от нефтяного загрязнения. Почва принимает на себя давление всех выбросов и отходов, она аккумулирует химические загрязняющие вещества, тяжелые металлы и т.д. При загрязнении почвы нефтью верхний гумусовый слой не удаляется, существенно не разрушается рельеф местности и не происходит засыпка поверхности грунтом, но почва, пропитанная нефтью, становится токсичной и на многие годы теряет плодородие.

Утрата плодородия связана как с непосредственным гербицидным влиянием фракций нефти, так и с ухудшением агрохимических, физико-химических, агрофизических и биологических свойств почвы вследствие гидрофобности замазученных почв. В результате этого на большинстве загрязненных участков в зависимости от уровня загрязнения урожай сельскохозяйственных культур резко снижается или вовсе отсутствует.

Токсичное воздействие нефтяных разливов на биоценоз почв и скорость разложения нефти зависит от химического состава нефти, от агрохимических свойств почвы, ее биологической активности, от климатических условий конкретной местности. Поэтому при планировании мер по восстановлению загрязненных территорий необходимо учитывать специфику географических условий, строение природных экосистем, характер техногенного воздействия и многое другое.

В структуре земельного фонда Республики Татарстан основная доля приходится на земли сельскохозяйственного назначения. При этом большая часть плодородных почв сосредоточена в местах интенсивной добычи и транспортировки нефти (Юго-Восточная

часть и Восточное Закамье республики). Поэтому актуальным является поиск комплексного подхода к рекультивации нефтезагрязненных почв.

Целью проводимых исследований являлось создание технологии рекультивации нефтезагрязненных почв.

Материалы и методы исследования. Отбор почвенных проб проводили пробоотборником на глубину 30 см через каждые 2 недели после начала эксперимента. Во всех отобранных образцах определяли содержание нефти методом ИК-спектрометрии согласно ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 на концентрате нефтепродуктов и ИКН – 0,25 [8]. В почве определяли содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, $pH_{\text{сол}}$ – по методу ЦИНАО, гидролитическую кислотность – по Каппену [2; 3], сумму поглощенных оснований – по Каппену [5], подвижный фосфор и обменный калий – по Чирикову [6]. Для количественного учета микроорганизмов и выявления их группового состава отобранные образцы высевали на селективные питательные среды [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Авторами разработана технология рекультивации нефтезагрязненных территорий, где осуществляется комплекс различных мероприятий (рис. 1).

При восстановлении нефтезагрязненных почв особое внимание уделяется методам ремедиации, основанным на использовании сорбентов современного уровня. В настоящее время для ликвидации разливов нефти производится и используется множество сорбентов, качество которых определяется, главным образом, их емкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти и регенерации или утилизации сорбента. В разработанной нами технологии предпочтение отдано местным агроминералам, в частности бентонитам.

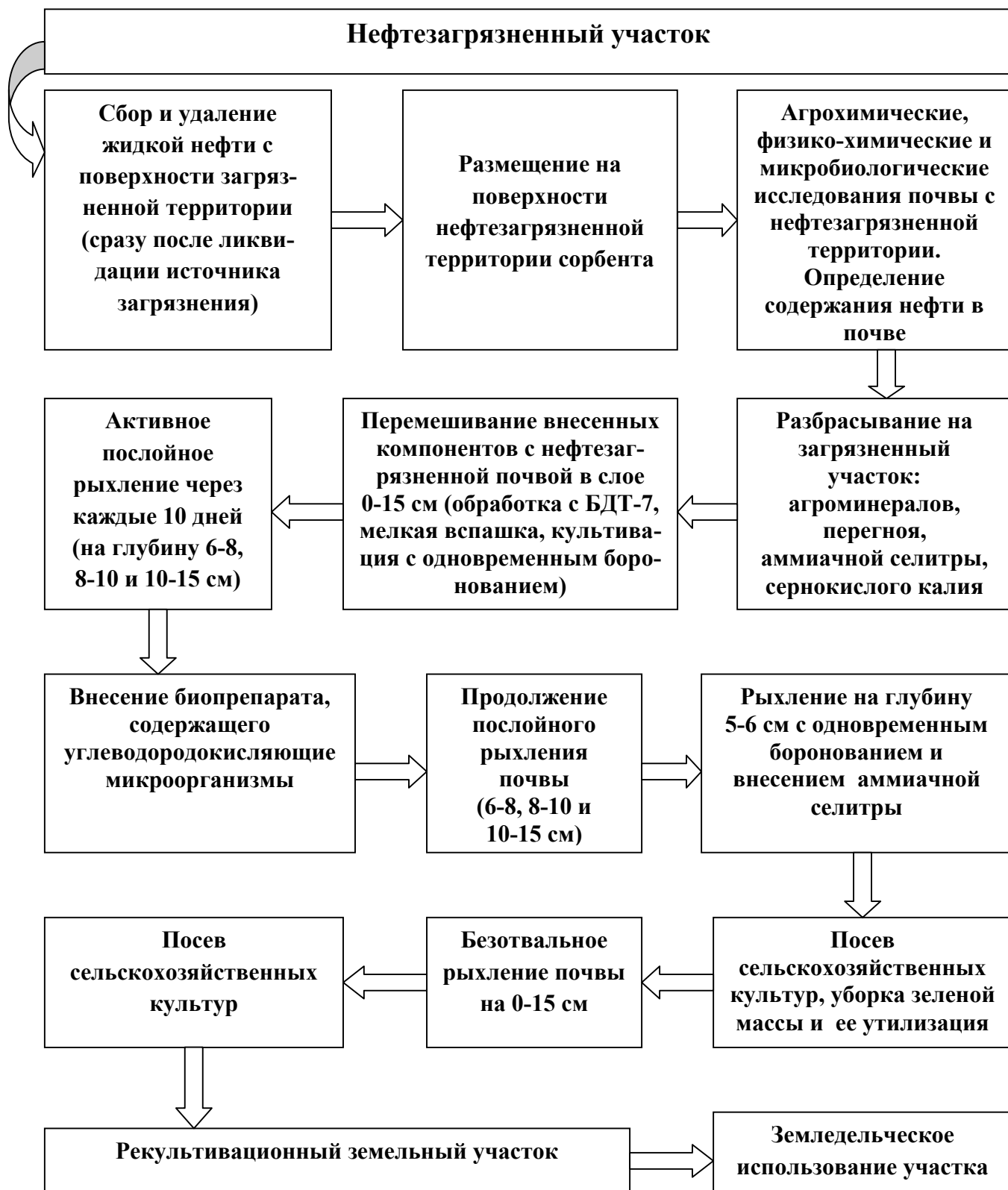


Рис. 1. Технологическая схема рекультивационных работ.

Следующим этапом работ являлось обследование загрязненного участка и оценка состояния почвы. Устанавливались границы нефтезагрязненного участка, почвенная разновидность указывалась по почвенной карте путем закладки почвенного разреза как на загрязненной территории, так и за ее пределами. При описании почвенного разреза

отмечалась мощность отдельных генетических горизонтов, их окраска, механический состав, структура, сложение, а также глубина проникновения нефти. В зависимости от размера и рельефа местности загрязненную территорию делили на элементарные участки.

Одним из основных этапов является мониторинг процесса рекультивации по агрохимическим и биологическим показателям. В технологии предусмотрен комплекс мероприятий по обеспечению аэрации, необходимого уровня рН и влажности, внесение азотных, фосфорных, калийных удобрений и др.

В процессе рекультивации почва загрязненного участка содержалась по системе чистого пара без возделывания сельскохозяйственных культур. В течение этого периода проводили интенсивную механическую обработку, вносили минеральные и органические удобрения, проводили известкование почвы.

На следующем этапе почва содержалась по системе сидерального пара, при этом возделывались рано убираемые культуры, вносились минеральные удобрения, в свободное от культур время участок подвергался интенсивной механической обработке. Убираемая растительная масса не использовалась для хозяйственных нужд, а измельчалась и запахивалась в почву нефтезагрязненного участка.

Биовосстановление нефтезагрязненных почв основано на стимуляции природных процессов деградации, происходящих в самой почве. Интенсификацию естественного процесса биовосстановления можно осуществлять двумя основными способами: внесением промышленных биопрепаратов на основе специальных микроорганизмов-деструкторов и использованием активной аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры.

В настоящее время в Российской Федерации разработано более 40 биопрепаратов на основе углеводородокисляющих бактерий, актиномицетов и микроскопических грибов. Наиболее перспективными являются препараты, которые эффективны при уровне загрязнения от 5,0% и выше (до 20,0%). К таким препаратам относятся Дизойл, Деворойл, Родер, Нафтокс, Дестройл, Ленойл, Руден, Путидойл, Экоил, Микрозим, Петротрит и др. [7]. Применение каждого биопрепарата, имеющего в своем составе активные формы микроорганизмов, требует создания оригинальной технологии и строгого ее выполнения в процессе использования препарата, причем для каждой почвенно-климатической зоны данная технология должна корректироваться.

В связи с этим более надежной является рекультивация нефтезагрязненных земель с использованием ассоциаций эффективных аборигенных микроорганизмов-деструкторов. Авторами создана коллекция аборигенных углеводородокисляющих микроорганизмов широкого спектра действия, разработана схема по выделению, отбору и комплексному

изучению их генетической структуры. Наиболее эффективные микроорганизмы-деструкторы идентифицированы методом установления нуклеотидной последовательности *16S рРНК* и задепонированы в коллекции ФГУП ГосНИИгенетика.

Количество необходимой для внесения в рекультивируемые почвы активной биомассы углеводородокисляющих микроорганизмов определялось в наших исследованиях размерами площадей, уровнем загрязнения, его возрастом, а также биологической активностью почвы на обрабатываемых участках.

Рекультивация нефтезагрязненных земель вышеописанным способом является экологически безопасной и экономически выгодной, позволяющей в относительно короткие сроки восстановить нарушенный нефтезагрязнением биоценоз и вернуть их в активное землепользование.

Заключение. В естественных климатических условиях Татарстана скорость самоочищения почвы недостаточна для быстрого восстановления плодородия нефтезагрязненных территорий. Главным критерием эффективности подобных мероприятий является скорость разложения компонентов загрязнения с наименьшими экономическими затратами, и поэтому необходимо активизировать этот процесс с учетом всех вышеперечисленных условий.

Эффективность разработанной нами технологии в комплексе с агрохимическим и биологическим мониторингом позволяет значительно сократить сроки восстановления нефтезагрязненной территории.

Список литературы

1. Войно Л.И. Биодegradация нефтезагрязнений почв и акваторий // Фундаментальные исследования: материалы конф. – 2006. – № 5. – С. 68–70.
2. Методические указания по анализу почв, кормов, растений и удобрений. – М. : ЦИНАО, 1976. – 56 с.
3. Методы агрохимических анализов почв. ОСТ 46 40-76 – ОСТ 46 52-76. – М., 1977. – 111 с.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – 304 с.
5. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. ГОСТ 26204-91. – М., 1992. – 6 с.
6. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. ГОСТ 27821-88. – М., 1988. – 5 с.

7. Рафикова Г.Ф. Экология и деструкционная активность микроорганизмов, окисляющих углеводороды нефти / Г.Ф. Рафикова, А.С. Григориади // Актуальные аспекты современной микробиологии : тез. III Междунар. молодежной школы-конференции. – М., 2007. – С. 95–96.

8. Фахрутдинов А.И. Микробиологическая и ферментативная активность почв и грунтов при рекультивации нефтезагрязненных территорий : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2005. – 19 с.

Рецензенты:

Софронов В.Г., д.в.н., профессор, зав. кафедрой зоогигиены ФГБОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань.

Гайнулина М.К., д.с.-х.н., зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань.