

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ СОРБЕНТОВ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕФТЕРАЗЛИВОВ НА ГРУНТЕ

Бежелева А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Васильев С.И.

Сибирский федеральный университет

Исследование трансформации нефти, попавшей в почву в результате разливов или утечек в местах хранения или транспортировки, необходимо для понимания механизмов самоочищения и восстановления почв, нарушенных техногенезом.

Нефть, как органическое вещество природного происхождения, во-первых, сильно отличается по составу на разных месторождениях, во-вторых, в природной среде она подвергается постепенному разложению. Степень токсикогенности разных нефтей для живых объектов зависит от исходного и последующего содержания в ней легких (бензиново-керосиновых фракций), ароматических и полиароматических соединений. Характер отрицательной физической нагрузки нефти на почву зависит от смолистых и маслянистых фракций, присутствие которых даже в незначительных количествах приводит к нарушению структурных свойств почвы и ее водно-воздушного режима, что в свою очередь ингибирует биологические процессы. Соотношение тех или иных фракций в составе нефти отличается от месторождения к месторождению (даже в пределах одной нефтеносной провинции) и меняется в процессе самоочищения природных субстратов. Возраст разлива и его объем определяет и потенциальную способность природной среды к очищению. При одном и том же уровне остаточного содержания нефти степень техногенного влияния объектов на окружающую среду резко различается между участками свежих и старых нефтеразливов. Поступление в почву компонентов нефти ведет к изменению ее физических, химических, микробиологических свойств. Результатом этих изменений может явиться снижение или полная потеря почвенного плодородия. Кроме этого, углеводороды в процессе трансформации могут образовывать наиболее токсичные соединения, обладающие канцерогенными свойствами, характеризующиеся стойкостью к микробиологическому расщеплению, способные переходить в растения, что создает угрозу для здоровья животных и человека. Еще одной важной особенностью нефтяных загрязнений является способность захватывать и концентрировать другие загрязнения, например тяжелые металлы и пестициды.

Пропитывание нефтепродуктами почвенной массы приводит к активным изменениям в ее химическом составе, свойствах и структуре. Прежде всего, это сказывается на составе почвенного гумуса: ухудшает свойство почвы как питательного субстрата для растений. Изменение окислительно-восстановительных условий в почвенном горизонте приводит к увеличению подвижности гумусовых компонентов почвы и ряда микроэлементов, что вызывает резкое нарушение в почвенном микробиоценозе. Сообщество микроорганизмов в почве принимает неустойчивый характер, подавляется фотосинтетическая активность растительных организмов. Гидрофобные составляющие нефтепродуктов затрудняют поступление влаги к корням растений, а это приводит к физиологическим изменениям последних. Загрязненные нефтепродуктами почвы оказывают длительное отрицательное воздействие и на почвенных животных, вызывая их массовую элиминацию в интенсивной зоне загрязнения. Нефть представляет собой маслянистую жидкость от светло-бурого до

черного цвета с характерным запахом. Начало кипения нефти обычно около 20⁰С, но встречаются нефти с началом кипения 100⁰С и выше. Температура застывания нефти колеблется от плюс 23 до минус 60⁰С. Нефть растворяется в органических растворителях, в воде нефть практически нерастворима, но может образовывать с ней достаточно стойкие эмульсии.

В аналитическом значении к нефтепродуктам относят неполярные и малополярные углеводороды, растворимые в гексане и не сорбирующиеся оксидом алюминия. Под это определение попадают практически все топлива, растворители и смазочные масла, но не попадают тяжелые смолы и асфальтены, являющиеся постоянными компонентами нефтей и битумов, а также ряд веществ, образующихся из нефтепродуктов при длительном нахождении их в почвах в результате микробиологических и физико-химических процессов.

Широко используемые технологии очистки и восстановления нефтезагрязненных почв классифицированы по категориям *in situ* и *ex situ*.

Технологии *ex situ* используются для обработки загрязненной почвы, предварительно удаленной с поверхности выделенного участка земли. Применение таких технологий обусловлено низкой стоимостью процессов экскавации и транспортировки почвы, а также возможностью определения целесообразного объема транспортируемых материалов. Однако экскавация земель может вызвать искажение морфологической структуры обрабатываемого участка и нарушение течения как поверхностных, так и подземных вод. Кроме того, во время транспортировки загрязненных материалов персонал, вовлеченный в работу, может быть подвержен воздействию загрязняющих веществ.

Тем не менее восстановление загрязненных материалов вне участка позволяет применять сложные приемы обработки, которые могут быть более эффективными, быстродействующими и безопасными для грунтовых вод, животного и растительного мира, местных жителей.

Технологии *in situ* применяются непосредственно на месте загрязнения. Это снижает риск воздействия загрязняющих веществ на человека и окружающую среду во время извлечения и восстановления загрязненных участков почв, а также обеспечивает экономию средств.

Технологии *in situ* и *ex situ* в соответствии с применяемыми методами очистки почв можно разделить на:

- механические;
- физико-химические;
- химические;
- агротехнические;
- микробиологические

К механическим методам очистки грунтов от НП относятся системы сдерживания посредством барьеров, изолирование (непроницаемый слой из цемента, асфальта, нефтяного битума, установленного непосредственно над загрязненной областью), засыпка незагрязненным грунтом (песком), вывоз в отвалы.

К преимуществам данных методов можно отнести:

- не требует длительного времени для установки блокирующих систем;
- относительно небольшое время для оценки распространения загрязнения;
- не требует комплексного исследования загрязненной территории.

Однако механические методы не позволяют полностью удалить загрязнение, а лишь локализовать его, данные работы проводятся используются на первом этапе очистки загрязненных почв.

К химическим методам относятся использование технической воды, применение синтетических моющих средств, химическое восстановление/окисление (в качестве реагентов используют озон, пероксид водорода, хлорная известь). Использование химических реагентов для обезвреживания и утилизации нефтеотходов, а также санации нефтезагрязненных грунтов привлекательны своей скоростью и технологической простотой, что очень важно, если учесть особенности нефтяных загрязнений.

Однако очистка грунтов данными методами имеет свои недостатки:

- удаление загрязнения может быть не полным и приводит к образованию промежуточных токсичных веществ;
- внесение реагентов может привести к дополнительному загрязнению почв (например, синтетическими моющими средствами), а также стоимость работ по химической обработке почв может быть очень высока из-за большого количества необходимых реагентов.

К агротехническим относятся вспашка, рыхление, внесение минеральных удобрений, поддержание оптимальных условия биоразложения, посев многолетних трав. Данные методы применимы только при незначительных загрязнениях или на заключительных стадиях рекультивационных работ. Несмотря на устойчивость некоторых употребляемых в пищу растений к нефтяным углеводородам необходимо осторожно относиться к использованию таких земель в качестве пашен, угодий сенокосного и пастбищного типов. Растения, произрастающие на нефтезагрязненных землях, содержат сильнодействующие канцерогены (бенз(а)пирен) в больших количествах [6].

Технологии на базе микробиологических методов очистки геологической среды основываются на способности определенных штаммов бактерий использовать присутствующие в отходах углеводороды в качестве источника углерода и энергии для своего роста. При этом происходит разложение нефтепродуктов на двуокись углерода и воду. Внесением подходящих штаммов бактерий в перерабатываемые отходы и (или) созданием благоприятных условий для их роста можно достичь значительного ускорения этих процессов разложения, которые естественным путем протекают очень медленно. Для биологического разложения используются нетоксичные, непатогенные и генетически не измененные бактериальные штаммы. Технологии биоочистки применяются как *in-situ*, так и *ex-situ* на специально оборудованных площадках.

Преимуществами технологий являются:

- «мягкость» (безвредность для окружающей среды), поскольку технологии основаны на естественных процессах самовосстановления и самоочищения природной среды;
- высокая эффективность при низких концентрациях нефтепродуктов в грунте;
- минимизация затрат на строительство, техническое оснащение площадок рекультивации и транспортировку отходов;
- безотходность при минимальных затратах;
- незаменимость биотехнологий при очистке почв с высокой адсорбирующей способностью (использование биопрепаратов нефтеокисляющего действия остается единственным средством борьбы с нефтяным загрязнением).

К недостаткам технологии относятся:

- снижение их эффективности в случае присутствия тяжелых фракций нефтепродуктов;
- ограничение возможности использования очищаемой территории во время санации *in-situ*.

- длительность, от 1 месяцев до 2 лет, требует постоянного наблюдения за процессом (рыхления почвы, периодическое внесение азотно-фосфорных удобрений);
- применим только в летнее время;
- не применим при сильных загрязнениях.

Установлено, что очистка замазученных грунтов преимущественно производится в два этапа: техническая рекультивация, биовосстановление. При технической рекультивации производится локализация разлива, предотвращение его распространения на территорию, удаление нефти техническими средствами и подготовка к биовосстановлению. Применение сорбентов на начальном этапе очистки замазученных земель привлекает своей простотой и высокой эффективностью. Для Восточной Сибири перспективна разработка и применение минеральных адсорбентов на основе полимерных сорбирующих материалов.