РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Быкова М.В., Пашкевич М.А.

Проблема промышленного загрязнения почв нефтепродуктами

ФГБУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-11-2020-22

idsp: ljjournal-11-2020-22

Аннотация

В статье представлена официальная статистика аварийности на опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли Российской Федерации. Рассмотрена мировая динамика промышленного загрязнения почв нефтепродуктами. Проанализированы основные источники и причины поступления нефтепродуктов в почвы, приводящие к возникновению разливов и утечек, различных по площади и времени воздействия на экосистему.

Ключевые слова: нефтезагрязненные почвы, уровень загрязнения, угнетение растительности, мониторинг производственных объектов

Abstract

The article presents official statistics of accidents at hazardous production facilities in the oil and gas industry of the Russian Federation. The world dynamics of industrial soil pollution with oil products is considered. The main sources and causes of oil products entering the soil that lead to spills and leaks of various impacts on the ecosystem in terms of area and time are analyzed.

Keywords: oil-contaminated soils, level of pollution, vegetation suppression, monitoring of production facilities

Углеводороды являются одними из важнейших энергетических ресурсов и сырьем химической промышленности во всем мире. Развитая сеть взаимосвязанных производственных объектов по добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья, предприятий, эксплуатирующих готовые нефтепродукты в той или иной степени в различных отраслях народного хозяйства, обуславливают масштаб возникающего негативного воздействия на компоненты окружающей среды.

На рисунке 1 представлена информация о динамике аварийности на различных опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли России в 2009-2018 годах с разливами нефти и нефтепродуктов (согласно официальной информации, представленной в последнем годовом отчете о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору).

Рисунок 1 - Динамика аварийности на опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли России в 2009-2018 годах.

На рисунке 2 представлена официальная информация по количеству аварий за 2018 год на производственных объектах нефтегазовой отрасли различных Федеральных Округов России.

Представленная информация отображает лишь количество крупных аварий. Говоря о локальных разливах и технологических утечках (от нескольких килограмм до десятков), предоставление статистики является невозможным, в виду неучтенности таких инцидентов.

Рисунок 2 - Количество аварий за 2018 год на производственных объектах нефтегазовой отрасли

На различных производственных объектах существует определенный порядок действий при возникновении разливов и утечек. Стандартным решением является снятие верхнего почвенного слоя с его последующим размещением и/или утилизацией. Однако, при возникновении локальных разливов и утечек, возникает проблема своевременного обнаружения загрязнения, в связи с затрудненной возможностью визуального и/или органолептического определения. Процесс детектирования загрязненных территорий усложняется при разливе и утечке легких нефтепродуктов в незначительных количествах, при этом, многолетние точечные загрязнения приводят к формированию литохимических ореолов и потоков загрязнения, воздействуя на всю экосистему.

Наиболее масштабны последствия загрязнений непосредственно в местах добычи, что обуславливается наличием непрерывно-действующих технических систем нефтепромыслов. Аварийные разливы и утечки приводят к формированию литохимических потоков, воздействуя на близлежащие территории. Концентрации в почве значительно превышают допустимое значение (1000 мг/кг), что свидетельствует об отсутствии возможности экосистемы к самоочищению, приводит к угнетению растительности вплоть до ее полной гибели. По некоторым данным, концентрация нефтепродуктов вблизи нефтегазоносных площадей Южно-Сухокумской группы месторождений составляет 2160-4690 мг/кг. Высокое содержание нефтепродуктов отмечено в почвах, отобранных на лугах вблизи УППН «Оса» (Пермский край) - 2180 мг/кг. Один из участков данной территории соответствует уровню загрязнения, при котором земли подлежат консервации (194000 мг/кг). В свою очередь, законсервированные территории нефтегазопромыслов могут быть источником загрязнения нефтепродуктами компонентов природной среды, концентрация поллютанта на таких объектах может превышать значение 300000 мг/кг, при этом

происходит вторичное загрязнение за счет миграции в гидрологическую сеть. В частности, в районах распространения тундровой почвенно-климатической зоны может наблюдаться «радужная пленка» в стоячих болотных водах [1-7].

По количеству магистральных трубопроводов Россия занимает второе место после США. России протяженность магистральных нефтепроводов составляет более 70 тыс. километров. На этапе транспортировки загрязнение почв происходит за счет механических повреждений, ошибок при эксплуатации, коррозии, брака при сварке. Особую опасность представляют трубопроводы с истекшим сроком эксплуатации. Только на месторождениях Западной Сибири эксплуатируется свыше 100 тыс. км промысловых трубопроводов, из которых 30% имеют 30-летний срок службы, однако в год заменяется не более 2%. Известны исследования близлежащих территорий магистрального нефтепровода «Красноярск-Иркутск» с установленной концентрацией нефтепродуктов в верхних слоях почв от 32429 до 85201 мг/кг, что превышает фоновый уровень в 292-613 раз. Не менее катастрофичными могут быть загрязнения различными нефтепродуктами территорий железнодорожного полотна и перекачивающих станций. Концентрация поллютанта в почвогрунтах на таких объектах не менее 100000-150000 мг/кг [8-10].

На этапах переработки углеводородного сырья и хранении готовых нефтепродуктов, загрязнение близрасположенных почв нефтепродуктами может достигать значений, превышающих допустимое в результате ошибок при эксплуатации, нарушений технологии перекачки и слива, аварийных утечек и разливов. По результатам мониторинговых исследований территории Барнаульской нефтебазы ОАО «Сибнефть-Барнаулнефтепродукт», при фоновом значении загрязнения нефтепродуктами, равном 3-4 мг/кг, почвы комплекса содержат от 113 до 4732 мг/кг. На территории же распределительно-перевалочного комплекса Ленинградской области значение содержания нефтепродуктов вблизи сливо-наливной эстакады превышает 20000 мг/кг [11-14].

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами является глобальной мировой проблемой все возрастающего значения. Управление энергетической информации США прогнозирует достижение значений мирового потребления нефти до 118 млн баррелей в сутки к 2030 году (на данный момент этот показатель составляет 99,73 млн баррелей). При таком уровне потребления разливы нефти и нефтепродуктов неизбежны [15].

Ежегодно многочисленные разливы затрагивают природные ресурсы Юго-Восточной Мексики, и в среднем составляют более 2063 га в результате более чем 200 разливов нефти и нефтепродуктов. Загрязнение почв из-за утечек и разливов, основными причинами которых являются коррозионные повреждения и выход из строя трубопроводов, составляет свыше 30 га для южного региона Мексики [16-18]. С непрерывным повышением уровня индустриализации и урбанизации Китая спрос на нефтепродукты резко возрастает. Известно, что почвы, загрязненные в той или иной степени нефтью и нефтепродуктами от деятельности предприятий по добыче, переработке и эксплуатации углеводородов, составляет почти 4,8 млн км² [19, 20]. В 2018 году в Южной Корее было зарегистрировано более сотни локальных аварий с разливами нефти и нефтепродуктов, что привело к загрязнению не только почв, но и береговых линий с последующей миграцией в водные объекты [21]. Загрязнение почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами, является широко распространенной проблемой и в Европе, при этом насчитывается 2,5 миллиона потенциально загрязненных участков. Около трети уже идентифицированы, из них всего около 15% были восстановлены [22, 23].

Опасность возникновения разливов и утечек нефтепродуктов высока и на производственных объектах горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий. Наличие площадок хранения нефтепродуктов, необходимых для

производственных нужд предприятия (таких как бензины, дизельные топлива, масла), складов ГСМ, сливо-наливных систем, автопарков карьерной техники, цехов технического обслуживания, приводит к возникновению риска привнесения нефтепродуктов в почву. При этом на данных объектах зачастую отсутствует контроль их содержания в почве, что приводит к накоплению загрязнений с их последующей миграцией. В частности, на базе Центра коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета была проведена инженерно-экологическая съемка территории автопарка карьерной техники. По результатам исследований было установлено содержание нефтепродуктов от 2190 до 8000 мг/кг, что превышает допустимое значение в 2-8 раз [24].

Земли городских поселений могут накапливать значительные концентрации нефтепродуктов за счет распространенности использования нефтепродуктов во всех сферах народного хозяйства (эксплуатация техники, автозаправки, автостоянки, пункты технического обслуживания и пр.). Известны исследования территории города Витебск, где было установлено, что во всех отобранных образцах почв наблюдалось превышение содержания нефтепродуктов над местным фоном (5 мг/кг), достигая значения 1000 мг/кг, т.е. граничного значения содержания, при котором возможно самоочищение почвы. Согласно другим опубликованным исследованиям почвы города Казани загрязнены нефтепродуктами на высоком уровне: массовые доли нефтепродуктов обнаруживаются в пределах до 4800 мг/кг [25, 26].

Исходя из приведенной выше информации, можно сделать вывод, что на сегодняшний момент создается значительная антропогенная нагрузка нефтью и нефтепродуктами на почвы. Переход с каждым годом промышленности на новые рубежи, очевидные неизбежные разливы, которые происходят во время рутинных операций, возникновение как крупных аварий, так и локальных разливов и утечек во время добычи, транспортировки, переработки и эксплуатации углеводородов обуславливает повышенное внимание к проблеме загрязнения почв нефтепродуктами. В качестве негативных последствий выступает угнетение растительности вплоть до ее полной гибели, что приводит к нарушению растительных сообществ, а также возможность формирования миграционных потоков, что может привести к воздействию на всю экосистему.

В связи с этим, необходимо уделять особое внимание мероприятиям, направленным на предотвращение экологического ущерба за счет своевременного обнаружения разливов и утечек по средствам мониторинговых мероприятий. Для исключения процессов накопления и формирования миграционных потоков необходимо производить очистку почв немедленно в местах выявленных локальных разливов и утечек.

1. Шабанов Е.А. Разработка метода оперативного мониторинга процессов загрязнения и очистки грунтов от нефтепродуктов при освоении недр: диссертация ... кандидата Технические наук: 25.00.36 / Шабанов Евгений Анатольевич; [Место защиты: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»], 2018.- 127 с.
2. Быкова М.В., Пашкевич М.А. Оценка нефтезагрязненности почв производственных объектов различных почвенно-климатических зон Российской Федерации // Известия ТулГУ. Науки о Земле. - 2020. - Вып. 1. - с. 46-59.
3. Газалиев И.М., Алибегова З.М. Оценка состояния окружающей среды в условиях добычи нефти и газа в Дагестане // Геоэкология. Юг России: экология, развитие. - 2009. - № 3. - С. 80-84.
4. Гарицкая М.Ю., Байтелова А.И., Алеева О.Н., Чернышева К.С. Оценка экологического состояния территории, прилегающей к Ольховскому месторождению // Карельский научный журнал. - 2015. - № 3(12). - С. 91-94.
5. Бузмаков С.А., Кулакова С.А. Оценка состояния почвенного покрова на территории нефтяных месторождений // Географический вестник. - 2010. - № 4. - С. 653-657.
6. Владимиров В.А., Дубнов П.Ю. Аварийные и другие несанкционированные разливы нефти // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. - 2013. - С. 365-382.

7. Быкова М.В. Пашкевич М.А. Контроль загрязнения почвогрунтов нефтью и нефтепродуктами на территории производственных объектов снижение и негативного воздействия // Сборник научных трудов участников II Международной научно-практической конференции «Измерительная техника и технологии контроля параметров природных и техногенных объектов минерально-сырьевого комплекса», г. Санкт-Петербург. - 2019. - с. 12-14.
 8. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе - Югре в 2010 году. - Ханты-Мансийск: ООО «Принт-Класс», 2011. - с. 86-87.
 9. Шувалов Ю.В., Пашкевич М.А., Юрлова Н.А., Синькова Е.А. Рациональные способы санирования очагов техногенного загрязнения углеводородными соединениями / Ю.В. Шувалов [и др.] - СПб.: X-PRINT, 2008. - 256 с.
 10. Афонина Т.Е., Гребенщиков В.Ю., Пузырева А.Ю., Оширова М.А., Белопухов С.Л. Современное состояние земель, загрязненных нефтью при аварийных разливах, на территории Иркутской области // Природообустройство. - 2015. - № 5. - С. 88-94.
 11. Овчинников А.С., Карпов А.В., Бородычев В.В., Колодницкая Н.В. Разработка мелиоранта на основе природного минерала для рекультивации почвенного покрова, загрязненного нефтепродуктами, в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2013. - № 2 (30). - С. 1-6.
 12. Карпов А.В., Макаров О.А., Лобачева Г.К. Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» как способ создания биогехимического барьера с использованием нанотехнологий // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. - 2012. - Серия 10. Выпуск № 5. - С. 110-118.
 13. Швецов А.Я., Осьмушкин В.С. Мониторинг загрязненности нефтепродуктами природной среды Барнаульской нефтебазы // Интерэкспо ГеоСибирь. - 2005. - № 4. - С. 56-60.
 14. Быкова М.В., Пашкевич М.А. Оценка воздействия объектов транспорта и хранения нефтепродуктов на геологическую среду // «Наука XXI века: новый подход»: Материалы XIX молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 12-13 сентября 2017 года, г. Санкт-Петербург. - 2017. - с. 12-16.
 15. Jain P.K., Gupta V.K., Gaur R.K., Lowry M., Jaroli D.P. and Chauhan U.K., Bioremediation of Petroleum oil Contaminated Soil and Water // Research Journal of Environmental Toxicology. - 2011. - №5. - pp. 1-26.
 16. Hall C., Tharakan P., Hallock J., Cleveland C., Jefferson M. Hydrocarbons and the evolution of human culture // Nature. - 2003. - № 426. pp. 318-322.
 17. Ortinez BO., Ize LI., Gavilan, G. A. La restauracion de los suelos contaminados con hidrocarburos en Mexico // Gaceta ecologica. - 2003. - № 69. - pp. 83-92.
 18. Rodriguez SM., Pereira ME., Ferreira DA., Silva E., Hursthouse AS., Duarte A. C. A review of regulatory decisions for environmental protection: Part I Challenges in the implementation of national soil policies // Environment International. - 2009. - № 35. - pp. 202-213.
 19. Tang J C. Ecological restoration techniques and principles of petroleum polluted soil // Beijing: Science Press. - 2014. - pp. 1-3.
 20. Liu W X, Luo Y M, Teng Y, et al. A survey of petroleum contamination in several Chinese oilfield soils // Soil. - 2007. - № 2. - pp. 247-251.
 21. Chan-Ung Kang, Do-Hyeon Kim, Moonis Ali Khan, Rahul Kumar, Seung-Eun Ji, Kung-Won Choi, Ki-Jung Paeng, Sungmin Park, Byong-Hun Jeon. Pyrolytic remediation of crude oil-contaminated soil // Science of the Total Environment. - № 1. - 2020. - pp. 1-36.
 22. EC (European Commission, Science). Science for Environment Policy In-Depth, Report: Soil Contamination: Impacts on Human Health; Report Produced for the European Commission DG Environment; European Commission: Brussels, Belgium, 2013. Available online: http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR5_en.pdf.
 23. EEA (European Environment Agency). Data and Maps EEA, Progress in Management of Contaminated Sites. Available online: <http://www.eea.europa.eu>.
 24. Быкова М.В., Пашкевич М.А. Снижение экологической опасности загрязненных нефтепродуктами почв на производственных объектах // ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). - 2019. - №4 (специальный выпуск 7). - с. 392-401.
 25. Иванов В.С., Черкасова О.А. Загрязнение почв г. Витебска сульфатами, нитратами и нефтепродуктами // Вестник Витебского государственного медицинского университета. - 2011. - Т. 10, № 4. - С. 111-119.
 26. Кондратьева Т. А., Исмаилова Р. Н., Выборнова И. Б. Оценка уровня загрязнения экосистемы г. Казань тяжелыми металлами и нефтепродуктами // Вестник Казанского технологического университета. - 2016. - № 95 (9). - С. 818-821.
-