

УДК 614.847
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.35.86.009

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПО ПОЧВЕННОМУ ПОКРОВУ, С УЧЕТОМ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК И ВОЗМОЖНОСТЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ТИПА ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Елфимов Н.В.

ФГКУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлена методика оценки распространения нефтяного загрязнения по почвенному покрову с учетом его характеристик и возможностью установления типа загрязнения с помощью капельно-люминесцентного метода. Применение данного метода позволяет непосредственно на месте чрезвычайной ситуации оперативно определить наличие в почве нефти и нефтепродуктов и их количество, что является одним из решающих факторов для принятия решений по ликвидации последствий. Также для решения вопроса идентификации загрязнений, привнесенных в почву, предлагается использовать математическую обработку полученных объемных спектров люминесценции. В качестве критерия сравнения предлагается использовать расчетный критерий (T_A), который позволит провести расчёт как при суммировании полученных значений по регистрации, так и по возбуждению.

Ключевые слова: розлив, загрязнение почвенного покрова, капельно-люминесцентный метод, чрезвычайные ситуации, экспертиза.

PROCEDURE FOR ASSESSMENT OF OIL POLLUTION PROPAGATION BY SOIL COVER, TAKING INTO ACCOUNT ITS CHARACTERISTICS AND POSSIBILITY OF POLLUTION TYPE ESTABLISHMENT, FOR PREDICTION OF EMERGENCY SITUATION DEVELOPMENT AT OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES

Elfimov N.V.

FSBEE HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

Abstract. The article presents a methodology for estimating the distribution of oil pollution on the soil cover taking into account its characteristics and the possibility of establishing the type of pollution using the drip-luminescent method. The application of this method makes it possible to quickly determine the presence and quantity of oil and petroleum products in the soil at the emergency site, which is one of the decisive factors for making decisions on the elimination of consequences. Also, to solve the issue of identifying contaminants introduced into the soil, it is proposed to use mathematical processing of the obtained volumetric spectra of luminescence. As a comparison criterion, it is proposed to use the calculation criterion (T_A), which will allow calculating both when summing up the obtained values by registration and excitation.

Key words: bottling, soil pollution, drip-luminescent method, emergencies, expertise.

Развитие современного мира, безусловно связано с тотальным внедрением высоких технологий в различные отрасли экономики нашей страны. Использование углеводородов в технологических процессах стано-

вится обыденным и повсеместным событием для многих производств. Применение их в производственном процессе на прямую связано с хранением транспортировкой и переработкой сырья, такого как нефть или нефтепродукты. Не стоит забывать, что технологический процесс может привести к чрезвычайной ситуации связанной с разливом нефти или нефтепродуктов на различном этапе производства. Только в 2020 году произошли серьезные происшествия, связанные с разливом нефтепродуктов, повлекшие за собой тяжелые последствия для окружающей среды, такие как г. Находка Приморского края, разлив 2500 тонн мазута, г. Норильск Красноярского края, разлив свыше 20000 тонн дизельного топлива, г. Химки Московской области, разлив ГСМ на площади 23000 квадратных метров, Таймыр, разлив 1 тонны ГСМ) [1] и это еще не полный список, который можно приводить. Безусловно, такие аварии по своей степени негативного воздействия на окружающую среду занимают лидирующее место по отношению с другими опасными факторами.

Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2002 г. № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации» устанавливает уровень чрезвычайной ситуации связанной с разливом нефти и нефтепродуктов. Также учитывая требования приказа МЧС России от 07 июля 1997 г. № 382 «О введении в действие Инструкции о сроках и формах представления информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», любая чрезвычайная ситуация, связанная с разливом нефти и нефтепродуктов, требует оповещения органов МЧС России. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 03 марта 2003 года № 156 «Об утверждении Указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации» определяет нижний уровень разлива нефтепродуктов на местности без покрытия в диапазоне 15-20 см. Все эти документы направлены на минимизацию последствий от чрезвычайной ситуации, а также осуществления контроля за проведением работ, направленных на ликвидацию аварии и минимизацию последствий от разлива нефти или нефтепродуктов по почвенному покрову.

Исходя из того, что нефть – это природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом, состоящая в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических соединений [2]. Учитывая тот факт, что каждая нефтегазоносная провинция имеет свои особенности, связанные с составом нефти, соответственно её можно идентифицировать по составу находящихся в ней компонентам. Так же не маловажно определить характер аварии и масштаб причинного ущерба, определить источник загрязнения, а, следовательно, и виновника. Разработать комплекс мероприятий, направленный на ликвидацию чрезвычайной ситуации, минимизацию последствий экономического и экологического ущерба для окружающей среды. Для успешного решения данной задачи, необходимо изучить скорость распространения нефти или нефтепродуктов по почвенному покрову, как по горизонтальной поверхности, так и в глубь почвы. Учитывая весь объем решаемых задач при проведении мероприятий, направленных на идентификацию источника загрязнения, можно с полной уверенностью заявить о важности данного показателя в области проведения экспертизы.

Сегодня у экспертов на вооружении имеется значительное количество инструментальных методов и возможностей проведения идентификации подобных загрязнений почвенного покрова. Многие современные методы позволяют получать результаты проведенной экспертизы в реальном времени. Внедрение в экспертное направление современных приборов, позволяющих проводить аналитический анализ взамен существующим лабораторным – является на сегодняшний день одним из основных направлений совершенствования существующих методик [2-5]. Не смотря на применение современных технологий в области экспертизы, остаются факты получаемых ошибок, совершающиеся на стадии отбора пробы, а также подготовки ее к проведению анализа. На сегодняшний день остается проблема отделения пробного элемента от основного участка загрязнения, не изменив его целостность. Все это приводит либо к утрате образца, либо к недостоверному проведению исследования. Учитывая, что применяемые технологии в данной сфере не в полной мере обеспечивают достоверность полученных результатов, предлагается в рамках проведения экспресс-анализа проб непосредственно на месте чрезвычайной ситуации, использовать капельно-люминесцентный метод, который был разработан в 60-х годах и применялся в геологии [4,5].

Для того чтобы подтвердить эффективность данного метода, в работе по исследованию образцов почвы загрязненных нефтью или нефтепродуктами применялся именно он.

Для проведения исследования в качестве объекта исследования в работе был выбран бензин марки АИ-95 фирмы «Газпром» и дизельное топливо универсальное, в качестве носителя загрязнения применялась почва. Перед проведением исследования почва просушивалась в условиях комнатной температуры и просеивалась через сито диаметром 1 мм. Данная процедура позволила очистить почву от различного рода включений, которые могли негативно сказаться на результате исследования. В ходе работы рассматривались 10 образцов различных почв, которые загрязнялись нефтепродуктами в количестве 3 мл. Загрязненные образцы почв подвергались исследованию через 5-6 дней поле того, как их загрязнили.

Исследования загрязненных образцов почв, показало достаточную воспроизводимость получаемых результатов, но при этом отклонения в результате в полностью зависят от соблюдения одинаковых условий (ошибка эксперта) что к сожалению, не гарантировано. Данную проблему можно решить путем использования автоматического устройства способного подать определенное количество раствора за определённый интервал времени. Данный метод подходит к проведению экспресс-анализа непосредственно на месте чрезвычайной ситуации и может применяться для проведения диагностики наличия в почве нефти или нефтепродуктов, а также характеризовать его вид и количество.

Так же следует отметить, что имеющееся на сегодняшний день информация о влиянии скорости распространения нефти и её компонентов по почвенному покрову зачастую противоречива. Методы применяемые для проведения экспертизы оценки скорости и глубины проникновения нефти и нефтепродуктов в почву учитывают свойства продукта, как единого анализа, а характеристики проницаемости почвы, опосредовано через водопроницаемость. Таким образом, при проведении оценки возможной площади разлива расчет строиться из объема пролитой нефти и скорости растекания нефтепродукта по поверхности почвенного слоя.

Немаловажной задачей перед специалистами является идентификация нефти или нефтепродуктов. В данном направлении также имеются работы, которые показывают, на сколько по-разному компоненты нефти ведут себя в почвенном покрове. В таких случаях разделение нефти или нефтепродуктов на компоненты сродни хроматографическому. Для решения задачи идентификации специалисты в основном применяют методики в которых сочетаются газохроматографический анализ и спектральные методы. Данный методы имеет свои трудности, которые зачастую выражаются неоднозначностью идентификации полученных пиков на хронограммах, а как следствие искажение результата. Также идентификации по ИК-спектрам или спектрам люминесценции зачастую зависят от трактовки, полученных результатов после визуального осмотра специалистом, что также приводит к неточности. Исходя из анализа возможных методов идентификации загрязнения, привнесенного в почву, необходимо выбрать способ, позволяющий проводить сравнение полученных спектров, а также получение численных значений степени сходства. Так, для решения данной задачи предлагается использовать математическую обработку полученных объемных спектров люминесценции. В качестве критерия сравнения предлагается использовать расчетный критерий (T_A) (1), который позволит провести расчёт как при суммировании значений по регистрации, так и по возбуждению:

$$T_A = 100 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2}{\sum_{i=1}^N A_i^2}}, \% \quad (1)$$

где A_i – значение в i -той точке суммарной приведенной люминесценции для реперной пробы; B_i – значение в i -той точке суммарной приведенной люминесценции для идентифицируемой пробы; N – множество точек сравнения.

Для подтверждения эффективности критерия (T_A) были проведены 10 параллельных исследований каждого образца. При сравнении графических построений, полученных при суммировании по регистрации, критерий не превысил 10-15 %, при суммировании по возбуждению - 6-9 %. Полученные значения критерия T_A при сравнении первых производных графических построений для одного и того же образца нефти не превысили 15 % во всех случаях. Данный критерий позволил выявить тип нефтяного загрязнения и не превысил допустимого критического значения, что подтверждает эффективность предложенной методики.

Литература

1. Разливы нефти и нефтепродуктов в России за 2020 год./ <https://terra-ecology.ru/razlivy-nefteproduktov-v-rossii-za-2020> - электронный ресурс (дата обращения 09.03.2021);
2. <https://ru.wikipedia.org/> - электронный ресурс (дата обращения 09.03.2021);
3. Другов Ю.С., Родин А.А., Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство / Под ред. Почкаева Т.И. 2-е изд., перераб. И доп./ Москва: «Бином. Лаборатория знаний», 2009- 270 с.;
4. Галишев М.А. Научные принципы экспертного исследования сложных смесей нефтяного типа, содержащихся в малых количествах в различных объектах материальной обстановки /Жизнь и безопасность, № 1-2а, 2004. С. 69-74.;
5. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Люминесценция и ее измерение: Молекулярная люминесценция. – М.: Издательство МГУ, 1989. – 272 с.