



УДК 631.483

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-1-76-86

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ**EVALUATION OF OIL CONTENT IN SOILS****А.А. Околелова, В.Н. Капля, А.Г. Лапченков****A.A. Okolelova, V.N. Kaplya, A.G. Lapchenkov**Волгоградский государственный технический университет,
Россия, 400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28Volgograd State Technical University,
28 Lenin Avenue, Volgograd, 400131, Russia

E-mail: veronikazaikina@mail.ru, allaokol@mail.ru

Аннотация

Проанализирована трактовка термина «нефтепродукты» в техническом, аналитическом значениях, с точки зрения химиков, экологов-почвоведов и аналитиков. Проведен анализ имеющихся нормативов содержания нефтепродуктов в почве. Сделан вывод о невозможности в настоящее время корректного обоснования предельно допустимой концентрации нефтепродуктов в почве, так как в их состав входят соединения, являющиеся необходимым компонентом любой незагрязненной почвы. Обоснованы и предложены принципы, которые необходимо учитывать при разработке нормативов для нормирования нефтепродуктов: учет неспецифических органических соединений, содержания органического углерода в почве, методов анализа, свойств экстрагентов, изменения содержания органического углерода в почве, загрязненной нефтепродуктами, единиц измерения содержания гумуса и нефтепродуктов, горизонта, в котором проводят отбор проб.

Abstract

Analyzed interpretation of the term «petroleum products» in the technical, analytical values, from the point of view of chemists, ecologists, soil scientists and analysts. The principles that should be taken into account in the development of standards for the regulation of petroleum products are substantiated and proposed: accounting for non-specific organic compounds, organic carbon content in the soil, methods of analysis, properties of extractants, changes in the content of organic carbon in the soil contaminated with petroleum products, units of measurement of humus and petroleum products, the horizon in which samples are taken. It is proposed to determine the content of petroleum products and organic carbon in conditionally uncontaminated soil and the studied soil. In conditionally uncontaminated soil, non-specific organic compounds of the soil itself are defined as «petroleum products». In conditionally uncontaminated virgin soil as «petroleum products» revealed the presence of organic compounds of the soil. When recalculating the organic carbon content in mg / kg, it is obvious that the concentration of petroleum products in comparison with sorghum is insignificant. In determining the organic carbon of anthropogenic origin to recalculate the results on the content of petroleum products taking into account the proposed coefficient of 1.2. The choice of the method of determination of petroleum products and chemical properties of the extractant affect the results of the analysis. To obtain comparable results, it is optimal to use one method of analysis. Due to the inaccessibility of this, we propose to introduce a conversion factor from one analysis to another. This is possible with a statistically significant number of experiments. When carrying out engineering and environmental surveys, monitoring is required to take into account the fact of removal of the fertile soil layer. Therefore, before its removal, it is necessary to determine the content of sorghum and NP in the fertile and illuvial horizon, which after removal of the upper layer will become surface.

Ключевые слова: нефтепродукты, органический углерод, почва, неспецифические органические соединения, методы анализа, свойства экстрагента, горизонт, n-гексан, хлороформ, четыреххлористый углерод.

Keywords: petrochemical products, organic carbon, soil, nonspecific organic compounds, methods of analysis, properties of the extractant, the horizon, n-hexane, chloroform, carbon tetrachloride.

Введение

Термин «НЕФТЕПРОДУКТЫ» с одной стороны объясняют как товарные сырые нефти и продукт их первичной переработки [Хаустов, 2006]. При оценке качества воды под термином «нефтепродукты» подразумевают только растворимые углеводороды, наиболее легкой составляющей нефти. С другой стороны, экологи-почвоведы Г.В. Мотузова и О.С. Безуглова [Мотузова, Безуглова, 2007, с. 76] приводят следующие понятия: «Нефть – жидкое горючее полезное ископаемое. Нефтепродукты – это товарная нефть, прошедшая первичную переработку на промысле, и продукты их переработки, используемые в разных видах хозяйственной деятельности».

Следует полагать, что в почве речь идет не о нефтепродуктах в их прямом толковании, а о продуктах их трансформации. Под водорастворимыми нефтепродуктами понимают соединения неполярные и малополярные, которые экстрагируются с помощью гексана или петролейного эфира [ГОСТ 17.1.4.01–80, 2010]. Представители основных классов неспецифических соединений схожи с нефтепродуктами по химическому строению и отношению к растворителям (n-гексан, четыреххлористый углерод), которыми последние извлекают из почвы.

Предлагаемая трактовка не включает в состав нефтепродуктов тяжелые смолы и асфальтены, хотя их токсичность выше, чем легких углеводородов. Поэтому на сегодняшний день актуален поиск правильных и точных методов определения и диагностики углеводородов и установление экологических нормативов по их концентрации в почве [Пиковский и др., 2003].

Ю.А. Мажайский [2008] называет подобные токсиканты «нефтепроизводными соединениями и нефтяными углеводородами».

Концентрацию нефти в почве оценивают как допустимую – до 1 г/кг, низкую – 1–2 г/кг, среднюю – 2–3 г/кг, высокую – 3–5 г/кг и очень высокую – более 5 г/кг, хотя отсутствует обоснование этих критериев [Порядок..., 1993; Сборник, 1987].

Определению допустимого содержания нефти с учетом природных особенностей территории посвящены работы М.А. Глазовской [Глазовская, 1997], Ю.И. Пиковского с соавторами [Пиковский и др., 2003] и других. Институт биологии Уральского отделения РАН для зоны южной тайги определил нормативы содержания нефти в почвах пашни и пастбищ равные 1–5 мг/кг, сенокосов – 10–30 [Маганов, 2006]. Ученый I.N. William предлагает нормативы содержания нефти в почве определять с учетом ее фракционного состава [William, 2003]. В Москве для территории природно-рекреационного, жилого и общественного использования содержания нефти в почве не должно превышать 300 мг/кг, для производственного и транспортного использования – 1000, считает А.С. Яковлев с соавторами [Яковлев и др., 2013].

Ю.С. Другов и А.А. Родин [2007] предложили ввести в качестве норматива для нефтепродуктов в почвах ОДК (ориентировочно допустимая концентрация загрязняющего вещества в почве). При этом бензин, керосин, конденсат и дизельное топливо они относят к легким нефтепродуктам, а мазут, битум, смазочные масла – к тяжелым. Для легких нефтепродуктов (бензин, керосин, конденсат и дизельное топливо) авторы предлагают принять ОДК, равную 2 г/кг (слабая способность самоочищения), со средней способностью к самоочищению – 4, с высокой – 8.

По нормативам, принятым в Белоруссии [Государственный стандарт республики Беларусь..., 2011] определение среднего ландшафтно-геохимического фона нефтепродуктов включает отбор не менее 30 смешанных проб, анализ НП методом газовой хроматографии и расчет средней величины. При изучении фона дерново-



подзолистых почв Белоруссии В.М. Рубин с соавторами [2013] предложили следующие их уровни: для дачных участков – 101.48 мг/кг, земель промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны – 295.32, природоохранного, оздоровительного, рекреационного назначения – 31.48, лесного, водного фонда, земель запаса и агроценозов – 3.15.

Еще один параметр «допустимое ориентировочное содержание нефти и нефтепродуктов в почве (ДОСНП)», введен в соответствии с Приказом МПР России от 12.09.02. № 574 «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов ДОСНП после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ». Необходимость региональных нормативов с учетом типа почв оговорена Приказом МПР России от 12.09.02. № 574. Согласно данному документу можно сделать вывод о том, что нормирование нефти и нефтепродуктов в них возможно только после проведения мероприятий по детоксикации загрязненных почв. Положительные моменты в документе: постановка вопроса о введении нормативов и рассмотрение в качестве дополнительного уровня содержание нефти и продуктов ее трансформации, «при котором не наблюдается значимого отрицательного влияния на сопредельные среды, почвенную биоту, а также не происходит изменения почвенных свойств, которые вызывают ее деградацию». Однако, в приказе не дано объяснение, что такое «значимое отрицательное влияние».

В «Инструкции по рекультивации земель нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов» [РД 39–00147105–006–97, 1997] и ГОСТе 17.4.4.02-84 в России определены уровни загрязнения земель отдельными составляющими нефтепродуктов (нефть, бензин, керосин) от допустимого уровня до очень высокого.

В Голландии введены 3 уровня оценки содержания нефтепродуктов: 1 – фоновый (0.05 г/кг); 2 – повышенный (1 г/кг), 3 – высокий (5 г/кг), при котором необходимо проведение восстановительных мероприятий [Мажайский, 2008]. В данном случае оказались не нормированы величины от 50 до 1000 мг/кг и от 1000 до 5000 мг/кг.

В.Н. Майстренко и Клюев Н.А. [2004] предлагают категории оценки нефтезагрязненных территорий: риска – с высоким уровнем загрязнения почв, потенциального риска – территории воздействия источников стойких органических загрязнителей (СОЗ); разгрузки или деградации – территории вокруг ликвидированных или модернизированных источников стойких органических загрязнителей (СОЗ), рекультивированные земли; фоновые территории – не подверженные риску.

В п. 2 ГОСТа 17.4.3.06-86 выделены следующие уровни загрязнения почв: сильно загрязненные (превышение ПДК поллютантов, но не указано точное значение или диапазон значений), средне загрязненные (без видимых изменений в различных свойствах почв превышены ПДК), слабо загрязненные (содержание химических веществ выше фона, но не превышает ПДК). Но при этом не указано, что принимать в качестве фона. В этом ГОСТе заложены разночтения в определении нефтепродуктов, так как приведены две формулы определения коэффициента концентрации загрязнения почвы: одна – учитывает фон, другая – ПДК.

Концентрация НП в почве на биологически безопасном уровне не установлена «из-за сложного и непостоянного химического состава нефти и вряд ли будет установлена однозначно».

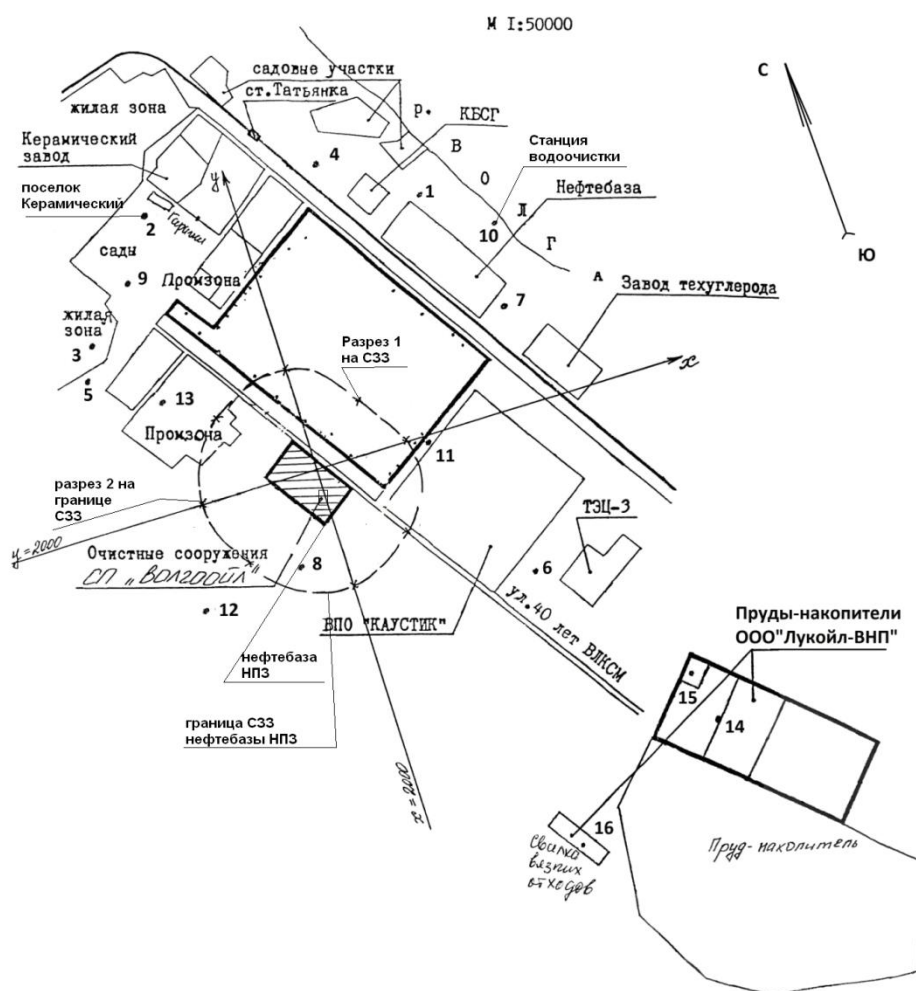
Допустимое содержание нефти и нефтепродуктов в почве должно иметь подтвержденный региональный норматив, в котором учтены провинциальные особенности каждого конкретного типа почвы и наличие в нем специфических и неспецифических органических соединений.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования для выявления принципов нормирования нефтепродуктов являются ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» (расположено в пределах

городской черты Волгограда, в Красноармейском районе) и агломерация Волгоград-Волжский.

На территории окрестностей ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» (НПЗ) были выделены зоны (см. рисунок): целина, фон, на удалении 25 км на север от НПЗ, целина на Горной поляне; дачный массив (садовые участки), расположенный в 2 км от предприятия, за санитарно-защитной зоной (рекреация); станция водоочистки, на расстоянии 700 м от автозаправки НПЗ; поселок Керамический, на расстоянии 300 м от автозаправки НПЗ; нефтебаза НПЗ, на расстоянии 500 м от нее; разрезы 1 и 2 на границе санитарно-защитной зоны (100 м от НПЗ).



Карта-схема расположения зон исследования ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»
Location map of the areas of research of LLC «LUKOIL-Volgogradneftepererabotka»

Содержание нефтепродуктов (НП) в почве на территории ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» определяли тремя методами: экстракцией н-гексаном на приборе «Флюорат 02–3М ЛЮМЭКС», четыреххлористым углеродом (ЧХУ) – на приборе АН-2, хлороформом – гравиметрическим методом, содержание гумуса – по И.В. Тюрину в модификации Д.С. Орлова и Л.А. Гришиной со спектрофотометрическим окончанием.

Результаты и их обсуждение

Для нефтепродуктов невозможно обосновать предельно допустимую концентрацию в почве, так как в их состав входят соединения, являющиеся необходимым компонентом любой почвы. В настоящее время актуально нормирование нефтепродуктов, предлагаем несколько принципов, которые необходимо учитывать при разработке нормативов.

1 принцип. Учет неспецифических органических соединений почвы.

А. С. Яковлев и Ю. Г. Никулина считают, что «фоновое содержание нефти в почве представляет собой сумму результатов природных глубинных эманаций нефти и газа, а также трансформации растительности и органического вещества в верхней части почвенного профиля» [Яковлев и др., 2013, с. 237].

Само понятие «фоновое содержание нефти» вряд ли корректно в связи с тем, что нефть – явный ксенобиотик для любой почвы. Набор органических соединений в почве до настоящего времени полностью не идентифицирован. Представители основных классов неспецифических соединений схожи с нефтепродуктами по химическому строению и отношению к растворителям (n-гексан, хлороформ, четыреххлористый углерод). Рационально в качестве фона принимать за концентрацию «нефтепродуктов» в незагрязненной почве содержание в ней органических соединений [Околелова и др., 2014]. Для выявления ксенобиотических органических соединений ранее учеными было предложено учитывать содержание неспецифических и специфических соединений в почвенных пробах [Лозановская и др., 1998; Орлов и др., 1991].

А.Х. Чукпарова [2011] в незагрязненных солончаках Западного Казахстана выявила концентрацию НП, равную 0.013 г/кг, на месторождении Косшагыл Атырауской области – 130.61 г/кг.

2 принцип. Учет содержания органического углерода.

При использовании прямых методов определения органического углерода в почве, результаты получают, независимо от того, каким путем (естественным в ходе почвообразования или антропогенным) попал он в почву. Поэтому для вычленения органических соединений ксенобиотической природы необходимо наличие данных о содержании $C_{орг}$ в условно незагрязненной (фоновой) почве. Терминологически органический углерод токсикантов можно назвать органическим углеродом антропогенного происхождения, а сами соединения – поллютанты органического происхождения или ксенобиотики [Околелова, Желтобрюхов, 2013].

При определении нефтепродуктов в почве некоторые исследователи используют значение в ней органического углерода ($C_{орг}$). Но в состав нефтепродуктов входят и другие химические элементы. Значит, доля непосредственно нефтепродуктов будет выше.

Нами показана возможность определения нефтепродуктов в почве для основных регионов России. Поправочный коэффициент изменяется в узком диапазоне, равном 1.19–1.21. Для определения доли нефти или нефтепродуктов в почве по содержанию органического углерода антропогенного происхождения, предлагаем его значение умножать на поправочный коэффициент, который в среднем равен 1.2 [Околелова и др., 2014]. Мы осознаем, что при наличии более детальных данных о качественном составе нефти, в частности, жидких углеводородов, значение коэффициента накопления будет уточняться.

Фенолы – неотъемлемые компоненты органических соединений незагрязненной почвы. Так как фенольные соединения присутствуют и в нефтепродуктах, то предлагаем различать в почве фенолы естественного ($\Phi_{фон}$) и антропогенного происхождения и формулу их определения ($\Phi_{ант}$):

$$\Phi_{ант}, \text{ мг/кг} = \Phi_{общ} - \Phi_{фон},$$

где $\Phi_{фон}$, $\Phi_{общ}$ – соответственно доля фенолов в фоновой (незагрязненной) и исследуемой загрязненной почвах, мг/кг. Принимаем $\Phi_{фон}$ равным 0.5 мг/кг.

3 принцип. Учет метода анализа.

Содержание нефтепродуктов (НП) в почвах на расстоянии 100 м от границы ООО «ЛУКОЙЛ – Волгограднефтепереработка» определяли тремя методами: экстракцией n-гексаном флуориметрическим методом на приборе «Флюорат 02-3М ЛЮМЭКС», четыреххлористым углеродом (ЧХУ) – фотометрическим методом на приборе АН-2, хлороформом – гравиметрическим методом. Результаты анализа приведены в таблице 1 [Околелова и др., 2014].

Метод ИК-спектрометрии на приборе АН-2 дает более высокие значения содержания нефтепродуктов в почве, это позволяет предположить, что он извлекает более прочносвязанные органические соединения, поэтому был использован нами для сравнения полноты извлечения нефтепродуктов из почвы (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Содержание нефтепродуктов, полученное разными аналитическими методами
Content of petroleum products obtained by different analytical methods

Объект, горизонт	Фотометрический метод (АН-2), мг/кг	Флуориметрический метод (Флюорат 02-3М ЛЮМЭКС)		Гравиметрический	
		мг/кг	% от АН-2	мг/кг	% от АН-2
Разрез 1, А1	146.4	75.8	51.8	112	76.50
В1	64.5	16.0	24.8	59	91.47
С	215.4	39.0	18.1	78	36.20
Разрез 2, А1	347.0	42.7	12.3	80	23.05
В1	51.1	23.0	45.0	44	86.11

Из анализа данных, представленных в табл. 1, очевидно, что в одном и том же образце в зависимости от метода определения НП и химических особенностей экстрагента результаты различаются: при определении с использованием гексана они составляют 12–55 % от результатов, полученных при использовании ЧХУ (АН-2), гравиметрическим методом – 23–91 %.

Считаем, что в основе таких разночтений – органические соединения, служащие для создания калибровочного графика и свойства экстрагента. Например, на приборе «Флюорат 02-3М ЛЮМЭКС» по методике [Методика..., 1998] определяют нефтепродукты, экстрагируя н-гексаном. Для калибровочного графика 5 мл нефтепродуктов с концентрацией 100 мг/дм³ доводят до 50 мл гексаном. ИК-фотометрия (приборы АН-1, АН-2, КН-1, «Эврика», ИКФ) предполагает определение входящих в состав нефтепродуктов ароматические углеводороды, фактически, косвенно – с помощью искусственного стандарта, содержащего 25 % бензола [Методические..., 1995].

В Белоруссии стандарт предусматривает определение НП методом газовой хроматографии [Государственный..., 2011], в Казахстане – флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» [Чукпарова, 2011].

4. Принцип. Учет свойств экстрагентов.

Нефть и нефтепродукты можно извлечь из почвы с помощью различных растворителей: петролейного эфира, гексана, бензола, спирта-бензола, хлороформа, хлористого метилена, четыреххлористого углерода, ацетона. При использовании любого экстрагента органические соединения самой почвы также экстрагируются, а полная экстракция всех компонентов нефти происходит не всегда.

В результате исследований [Завгородняя и др., 2012] пришли к выводу, что обработка нефтезагрязненной серой лесной суглинистой почвы ацетоном позволяет извлекать органические соединения различной природы, большая часть которых имеет природное происхождение. При использовании этого экстрагента необходима очистка экстрактов от мешающих компонентов и необходимость переводить выделенные УВ в другой растворитель, что делает невозможным учитывать летучие фракции и удлиняет анализ, снижая его точность. «Дихлорметан более селективный экстрагент, чем ацетон, – считает, Ю.А. Завгородняя с соавторами, – он позволяет выделить, почти все фракции углеводородов (УВ)». Но затруднен перевод в дихлорметан полярных органических соединений гумусового происхождения, «очистка от которых приводит к заметной потере внесенных летучих УВ» [Завгородняя, 2012, с. 32]. Добавление ацетона повышает



эффективность работы со слабополярными экстрагентами при анализе влажных образцов почв [Завгородняя и др., 2012].

Из всех используемых исследователями растворителей гексан наиболее селективный по отношению к неполярным соединениям углеводородного состава, но хуже извлекает из почвы слабополярные ПАУ (полиароматические углеводороды), полицикланы, высокомолекулярные УВ, которые в почве чаще всего находятся в сорбированном состоянии и перекрыты пленками смолисто-асфальтеновых веществ и почвенного гумуса [Другов, Родин, 2007].

Диопропил (гексан) растворяет предельные алканы и смолистые соединения с малой молекулярной массой, но не извлекает асфальтены, высокомолекулярные смолы. Ранее было показано, что в первый день после добавления гексан извлекает всего 60–75 % нефтепродуктов [Орлов, Василевская, 1994].

В нашей работе мы определяли нефтепродукты в почве, используя различные органические соединения. Считаем, что существенные различия результатов анализа, в первую очередь, связаны с их растворимостью и реакционной способностью:

- гексан (диопропил, этил-пропил-метан) ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$) – растворимость, г/100 г: в воде – 0.014 при 15 °С; в этаноле – 50 при 30 °С, в эфире – растворим;
- хлороформ (трихлорметан) (CHCl_3) – растворимость, г/100 г: в воде – 1.0 при 15 °С; в этаноле – смешивается (∞), в эфире – смешивается (∞);
- четыреххлористый углерод (тетрахлорметан, ЧХУ) (CCl_4) – растворимость, г/100 г: в воде – 0.08 при 25 °С; в этаноле – смешивается (∞), в эфире – смешивается (∞).

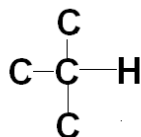
Из представленных данных, очевидно, что растворимость CCl_4 в воде в 5.7 раз больше, чем у гексана, а у хлороформа – в 71.4 раза выше, чем у гексана, и в 12.5 раза больше, чем ЧХУ. Предельные углеводороды, к которым относится и гексан, образованы без нарушения наиболее выгодного пространственного расположения электронных облаков, атомы С и Н соединены ковалентными сигма-связями. Поэтому алканы химически стойкие, мало реакционноспособны. Они не реагируют с металлами, даже с натрием и калием, на них почти не действуют и такие окислители, как хромовая смесь, перманганат калия. Химические реакции с ними возможны только при высоких температурах, наличии катализаторов [Баркан, 1973].

Полигалогенпроизводные, к которым относят трихлорметан, растворители. Представитель пергалогенпроизводных, тетрагалоформ (ЧХУ, четыреххлористый углерод), инертный негорючий растворитель для смол, жиров, восков [Баркан, 1973]. По силе и активности рассматриваемых реагентов их можно поставить по возрастающей в следующий ряд: ГЕКСАН → ХЛОРОФОРМ → ЧХУ.

Можно предположить, что ЧХУ и хлороформ экстрагируют органический углерод естественного и антропогенного происхождения из почвы, а н-гексан – ее растворимые, в первую очередь, предельные углеводороды, а, значит, наиболее подвижные. Общеизвестно деление гумусовых кислот на свободную фракцию, гуматы и фульваты кальция и органоминеральные соединения. Аналогично можно разделить и компоненты неспецифической части почвы и предположить, что такой сильный реагент, как ЧХУ может экстрагировать из почвы все фракции органической части почвы.

5 принцип. Изменение содержания органического углерода в почве, загрязненной нефтепродуктами.

В основе этого метода – окисление органического углерода до CO_2 . В состав нефти входят органические соединения (табл. 2), представители которых также способны окисляться до углекислого газа. Общеизвестна инертность предельных углеводородов. Но и они, при наличии третичного атома углерода С:



окисляются хромовой смесью [Павлов, Терентьев, 1972]. Воздействие соседних алкильных радикалов на С–Н связь приводит к тому, что связь водорода с третичным атомом углерода ослаблена, это облегчает замещение водорода [Баркан, 1973].

В почвах исследуемых нами объектов было сопоставлено содержание органического углерода, нефтепродуктов в верхнем слое светло-каштановых почв нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) Волгограда (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Содержание органического углерода, % и нефтепродуктов (НП)
в гумусовом горизонте светло-каштановых почв (kastanozems) окрестностей НПЗ
The organic carbon content, % and petroleum products (PP)
in the humus horizon of light-chestnut soils (kastanozems) of the surrounding area refinery

Объект, гранулометрический состав	С _{общ} , %	С _{ант} ,		НП, мг/кг
		%	% от С _{общ}	
Легкосуглинистая (целина)	0.90	0	0	48
Среднесуглинистая, дачный массив	1.20	0.30	25.0	118
Супесчаная, станция водоочистки	1.24	0.34	27.4	136
Легкосуглинистая, пос. Керамический	1.26	0.36	28.6	132
Тяжелосуглинистая, нефтебаза	1.78	0.88	49.4	369
Супесчаная, разрез 1, санитарно-защитная зона	1.09	0.19	17.4	62
Супесчаная, разрез 2 санитарно-защитная зона	1.12	0.22	19.6	82

Анализ полученных данных выявил тенденцию – с увеличением содержания нефтепродуктов в почве возрастает содержание органического углерода за счет доли органического углерода антропогенного происхождения. С возрастанием доли С_{орг} (общее) с 0.90 до 1.78 % концентрация нефтепродуктов увеличивается с 48 до 369 мг/кг.

Выявленная закономерность подтверждена и более поздними нашими исследованиями. При незначительном содержании нефтепродуктов в светло-каштановых и аллювиальных почвах агломерации Волгоград-Волжский по данным исследований, проведенным в 2011 г., диапазон их изменений составляет 0.47–0.61 мг/кг, доля органического углерода возрастала с 1.67 до 2.00 %, в 2015 г. закономерность подтвердилась – с возрастанием НП в почвах с 0.40 до 4.13 мг/кг, концентрация С_{орг} увеличилась с 0.55 до 3.98 % [Кастерина и др., 2015].

В почвах Иркутской области отмечено увеличение содержания гумуса в нефтезагрязненных горизонтах от 1–5 % в серой лесной почве, до 1–10 % в лугово-болотной и от 3–15 % – в темно-серой почве [Гранина, Напрасникова 2014]. По данным, полученным Е.В. Просянкиным с соавторами [Просянкин, 2012], шестичасовое нахождение на поверхности почвы 4.32 л/м² нефти увеличило содержание общего углерода с 3.44 до 9.14 % в гор. А, и с 2.45 до 5.47 – в гор. А1, А2 серой лесной почвы

В солончаках месторождения (Западный Казахстан) отмечено увеличение содержания органического углерода в нефтезагрязненных почвах с Косшагыл [Чукпарова, 2011] с 0.68 % до 1.90 % при концентрации НП соответственно 0.013 (не загрязненный участок) и 130.61 г/кг.

6 принцип. Единицы измерения.

Для того, чтобы проводить сравнение содержания органического углерода (гумуса) и нефтепродуктов их сопоставлять необходимо в одних единицах измерения – или процентах или мг/кг.

7 принцип. Учет горизонта, в котором проводят отбор проб.

При проведении инженерно-экологических изысканий отбор проб берут с поверхностного горизонта. На территориях, подвергшихся антропогенному воздействию, поверхностным становится переходный горизонт.



Плодородный слой почвы снимают. Поэтому до начала строительства и эксплуатации участка целесообразно проводить отбор проб и в нижележащем иллювиальном горизонте.

Заключение

В настоящее время не существует корректного обоснования предельно допустимой концентрации нефтепродуктов в почве, так как в их состав входят соединения, являющиеся необходимым компонентом любой незагрязненной почвы.

1. При определении содержания НП и органического углерода в условно незагрязненной почве в качестве «нефтепродуктов» определяют неспецифические органические соединения самой почвы.

2. Выбор метода определения нефтепродуктов и химические свойства экстрагента влияют на результаты анализа.

Предложения:

1. Обязательное определение НП в условно незагрязненной почве, наряду с исследуемой.

2. При определении органического углерода антропогенного происхождения пересчитывать полученные результаты на содержание НП.

3. При проведении инженерно-экологических изысканий, мониторинге обязателен учет факта снятия плодородного слоя почвы. Поэтому до его снятия необходимо определять содержание Сорг и НП в плодородном и переходном горизонтах, который после снятия верхнего слоя станет поверхностным.

Список литературы References

1. Баркан Я.Г. 1973. Органическая химия. М., Высшая Школа, 552.
Barkan J.G. 1973. Organic chemistry. Moscow, Vysshaya Shola, 552. (in Russian)
2. Глазовская М.А. 1997. Методологические основы эколого-геохимической устойчивости почв к техногенному воздействию. М., МГУ, 102.
Glazovskaya M.A. 1997. Methodological bases of ecological and geochemical stability of soils to anthropogenic influence. Moscow, Moscow State University, 102. (in Russian)
3. ГОСТ 17.1.4.01-80. 2010. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. М., ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 4.
GOST 17.1.4.01-80. 2010. Nature protection. Hydrosphere. General requirements for methods of determination petroleum products content in natural and wastewaters. Moscow, FSUE «STANDARTINFORM», 4. (in Russian)
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. 2008. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., Стандартинформ, 8.
GOST 17.4.4.02-84. 2008. Nature protection. Soils. Methods for sampling and preparation of soil for chemical, bacteriological, helminthological analysis. Moscow, Standartinform, 8. (in Russian)
5. ГОСТ 17.4.3.06-86. 2008. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ. М., Стандартинформ, 4.
GOST 17.4.3.06-86. 2008. Nature protection. Soils. General requirements for the classification of soils in accordance with the impact of chemical pollutants on them. Moscow, Standartinform, 4. (in Russian)
6. Государственный стандарт Республики Беларусь 17.13.05-21-2011/ISJ 1670362004. 2011. Качество почвы. Определение содержания углеводородов в диапазоне C10-C40 методом газовой хроматографии. Минск, Госстандарт, РБ, 20
State standard of the Republic of Belarus 17.13.05-21-2011/ISJ 1670362004. 2011. Quality of soil. Determination of hydrocarbon content in the C10-C40 range by gas chromatography. Minsk, State standard, RB, 20. (in Russian)
7. Гранина Н.И., Напрасникова Е.Н. 2014. Влияние загрязнения нефтепродуктами на свойства почв (на примере Иркутской области). Вестник ТГУ, 19 (5): 1393–1396.

Granina N.I., Naprasnikova E.N. 2014. Influence of oil pollution on soil properties (on the example of the Irkutsk region). *Bulletin of TSU*, 19 (5): 1393–1396. (in Russian)

8. Другов Ю.С., Родин А.А. 2007 Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство. М., БИНОМ, Лаборатория знаний, 472.

Drugov Yu.S., Rodin A.A. 2007. Analysis of contaminated soil and hazardous waste: practical guidance. Moscow, BINOM, Laboratory of knowledge, 424. (in Russian)

9. Завгородняя Ю.А., Бочарова Е.А., Кольцов Е.И. 2012. Определение уровня загрязнения почв углеводородным методом автоматизированной ускоренной экстракции в субкритических условиях. *Экология и промышленность России*, 2: 30–33. (in Russian)

Zavgorodnyaya J.A., Bocharova E.A., Koltsov E.I. 2012. Determination of soil contamination level by hydrocarbon method of automated accelerated extraction in subcritical conditions. *Ecology and industry of Russia*, 2: 30–33. (in Russian)

10. Кастерина Н.Г., Околелова А.А., Заикина В.Н. 2015. Поллютанты в почвах агломерации Волгоград-Волжский. *Естественно-гуманитарные исследования*, 9 (3): 15–26.

Kasterina N.G., Okolelova A.A., Zaikin V.N. 2015. Pollutants in soils of agglomeration Volgograd-Volzhsky. *Natural-humanitarian studies*, 9 (3): 15–26. (in Russian)

11. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. 1998. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М., Высшая школа, 287.

Lozanovskaya I.N., Orlov D.S., Sadovnikova L.K. 1998. Ecology and conservation of the biosphere under chemical pollution. Moscow, High school, 287. (in Russian)

12. Маганов Р.У., Маркарова М.Ю., Муляк В.В., Загвоздкин В.К., Заикин И.А. 2006. Природоохранные работы на предприятиях нефтегазодобывающего комплекса. Ч. 1. Рекультивация загрязненных нефтью земель в Усинском районе республики Коми. Сыктывкар, 208.

Maganov R.U., Markarova M.Y., Mulyak V.V., Zagvozdkin V.K., Zaikin I.A. 2006. Environmental work at the enterprises of oil and gas production complex. Part 1. Recultivation of oil-contaminated land in the Usinsk region of the Komi Republic. Syktyvkar, 208. (in Russian)

13. Мажайский Ю.А. 2008. Нейтрализация загрязненных почв. Рязань, 528.

Mazhaysky Yu.A. 2008. Neutralization of contaminated soils. Ryazan, 528. (in Russian)

14. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. 2004. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнений. М., БИНОМ, Лаборатория знаний, 323.

Maistrenko V.N., Klyuev N.A. 2004. Environmental and analytical monitoring of persistent organic pollutants. Moscow, BEAN, Laboratory of knowledge, 323. (in Russian)

15. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. 2007. Экологический мониторинг почв. М., Гаудеамус, Академический проспект, 238.

Motuzova G.V., Bezuglova O.S. 2007. Environmental monitoring of soils. Moscow, Gaudeamus, Academic Avenue, 238. (in Russian)

16. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе «Флюорат-02». 1998. ПНДФ 14.1:2:4.128-98. М., 26.

The method of measurement of mass concentration of petroleum products in samples of natural, drinking, wastewater fluorimetric method on the analyzer "fluorate-02". 1998. PNDP 14.1:2: 4.128-98. M., 26. (in Russian)

17. Методические указания. ИК-фотометрическое определение нефтепродуктов в водах. 1995. Ростов-на-Дону, 13.

Methodical instructions. IR-photometric determination of petroleum products in water. 1995. Rostov-on-don, 13. (in Russian)

18. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф. 2013. Нефтепродукты в почвах и методы их анализа. Волгоград, ВолгГТУ, 132.

Okolelova A.A., Zheltobryukhov V.F. 2013. Petroleum products in soils and methods of their analysis. Volgograd, VSTU, 132. (in Russian)

19. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Егорова Г.С., Кастерина Н.Г., Мерзлякова А.С. 2014. Особенности почвенного покрова Волгоградской агломерации. Волгоград, ВГАУ, 224.

Okolelova A.A., Zheltobryukhov V.F., Egorova G.S., Kasterina N.G., Merzlyakova A.S. 2014. Features of the soil cover of the Volgograd agglomeration. Volgograd, VSAU, 224. (in Russian)

20. Орлов Д.С., Василевская В.Д. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. 1994. М., МГУ, 272.



- Orlov D.S., Vasilevskaya V.D. Soil-ecological monitoring and soil conservation. 1994. Moscow, MSU, 272. (in Russian)
21. Павлов Б.А., Терентьев А.П. 1972. Курс органической химии. М., Химия, 532.
- Pavlov B.A., Terent'ev A.P. 1972. Course of organic chemistry. Moscow, Chemistry, 532. (in Russian)
22. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. 2003. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. Почвоведение, 9: 1132–1140.
- Pikovskiy Yu.I., Gennadiev A.N., Chernyansky S.S., Sakharov G.N. 2003. The problem of diagnostics and regulation of soil contamination with oil and oil products. Soil science, 9: 1132–1140. (in Russian)
23. Просяников Е.В. 2012. Воздействие различного загрязнения нефтью на химические и физико-химические свойства серых лесных почв в условиях юго-запада России. VI съезд общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск: 286–287.
- Prosyannikov E.V. 2012. The impact of various oil pollution on the chemical and physico-chemical properties of gray forest soils in the South-West of Russia. VI Congress of the society of soil scientists. V.V. Dokuchaeva. Petrozavodsk: 286–287. (in Russian)
24. Радченко Е.Д., Каминский Э.Ф., Дриадская З.В., Мхчян М.А., Терешина И.В. 1983. Информационный банк данных по качеству нефтей СССР и нефтепродуктов. Каталог-справочник. ч. 1. М., ЦНИИТЭНефтехим, 197.
- Radchenko E.D., Kaminski E.F., Driadska Z.V., Mician M.A., Tereshina I.V. 1983. Information data Bank on the quality of Soviet oil and petroleum products. Directory directory. part 1. M., Tsniiteneftkhim, 197. (in Russian)
25. РД 39–00147105–006–97. 1997. Инструкция по рекультивации земель нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. М., 32.
- RD 39–00147105–006–97. 1997. Instruction on reclamation of lands disturbed and polluted during emergency and major repairs of oil trunk pipelines. Moscow, 32. (in Russian)
26. Рубин В.М., Ильюкова И.И., Кремко Л.М., Присмотров Ю.А., Самсонова А.С., Володько И.К., Лукашев О.В. 2013. Гигиеническое обоснование нормативов ПДК нефтепродуктов в почвах республики Беларусь. Гигиена и санитария, 2: 99–101.
- Rubin V.M., Ilkova I.I., Kremko L.M., Supervisions Y.A., Samsonova A.S., Volodko I.K., Lukashev O.V. 2013. Hygienic substantiation of standards of MPC of oil products in soils of the Republic of Belarus. Hygiene and sanitation, 2: 99–101. (in Russian)
27. Хаустов А.П., Редина М.М. 2006. Охрана окружающей среды при добыче нефти. М., Дело, 552.
- Khaustov A.P., Redina M.M. 2006. Environmental protection in oil production. Moscow, Case, 552. (in Russian)
28. Чукпарова А.У. 2011. Оценка состояния и биологическая рекультивация нефтезагрязненных почв. Всероссийский журнал научных публикаций, 4: 2425.
- Cukurova A.W. 2011. Assessment and biological remediation of oil-contaminated soils. All-Russian journal of scientific publications, 4: 2425. (in Russian)
29. Яковлев А.С., Никулина Ю.Г. 2013. Экологическое нормирование допустимого остаточного содержания нефти в почвах земель разного хозяйственного значения. Почвоведение, 2: 234–239.
- Yakovlev A.S., Nikulin Yu.G. 2013. Environmental regulation the permissible residual content of oil in the soil of the land for different economic value. Soil Science, 2: 234–239. (in Russian)
30. William I.N. 2003. An overview of the US EPA national oil and hazardous substances pollution contingency plan Subpart I Product Schedule (41 CFR 300/900) Spill Science Technology Bulletin, 8 (5–6): 521–527.

Ссылка для цитирования статьи

Reference to article

Околелова А.А., Капля В.Н., Лапченков А.Г. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43, №1. С. 76–86. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-76-86

Okolelova A.A., Kaplya V.N., Lapchenkov A.G. Evaluation of Oil Content in Soils // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series. 2019. V. 43, №1. P. 76–86. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-76-86