

УДК 504.53+544.54

ВЛИЯНИЕ ДЕГРАДАЦИИ В ПОЧВЕ НА РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ НЕФТИ

© 2024 г. Н. К. Гулиева*, И. И. Мустафаев, С. Ф. Алиева-Чичек, Ф. А. Чичек

*Институт радиационных проблем Министерства науки и образования Азербайджанской Республики
AZ1143, Азербайджанская Республика, Баку, ул. Б. Вагабзаде, д. 9***e-mail: nigarguliyeva64@gmail.com*

Получена 25.09.2023, после доработки 25.12.2023, принята к публикации 29.12.2023

Охрана почвы от загрязнения нефтью и нефтепродуктами является важной экологической задачей. Источниками нефтяных загрязнений почвы являются не только объекты нефтепромыслов, но и промышленные объекты, прямо или косвенно использующие нефтепродукты. Нефть, попадая в почву, претерпевает ряд изменений, в основе которых лежат превращения под влиянием окружающей среды. Представляют интерес исследования, направленные на изучение процессов изменений нефти при ее деградации в почве. При деградации нефти на почвенной поверхности происходят поликонденсационные процессы, что приводит к структурным изменениям нефти. Нами сопоставлены состав и свойства нефти после добычи и длительного нахождения на поверхности почвы. Осуществлен анализ нефтезагрязненных почв на расстоянии 0–5, 0–10 м от источника загрязнения и с глубины 0–15 см. Деградируемые в почве нефти подвержены также и воздействию естественного радионуклидного фона. В связи с этим в работе исследовано воздействие гамма-излучения на деградируемые в почве нефти Сураханского нефтяного месторождения Азербайджана. Образцы нефти были взяты из скважины и из нефтезагрязненной почвы и разделены на три компонента: масла, смола и асфальтены. Представлены результаты масс-спектрометрического и ИК-спектрометрического исследования указанных фракций образцов сырой и деградируемой нефти, установлены закономерности образования газообразных продуктов при их радиоллизе.

Ключевые слова: нефть, деградация, нефтяные загрязнения, окружающая среда, радиационно-химические превращения

DOI: 10.31857/S0033831124010119

ВВЕДЕНИЕ

Нефть и нефтепродукты, попадая в почву, загрязняют ее и вызывают значительные отрицательные изменения агрохимических свойств. Почвы подвержены наиболее интенсивному загрязнению органическими соединениями, из которых нефтяные углеводороды являются наиболее широко распространенными. При длительном нахождении нефти в окружающей среде ею пропитывается почва и на поверхности водоемов образуется нефтяной слой. В этих средах сырая нефть подвергается изменению под действием природных факторов: легкая часть нефти испаряется, средняя фракция проникает в глубь земли, а более тяжелая часть подвергается деструктивным и поликонденсационным превращениям под действием солнечного излучения, кислорода воздуха, микроорганизмов и катализаторов, в качестве которых выступают компоненты приповерхностного слоя почвы [1–3].

В течение последних 35–40 лет проводятся серьезные исследования по очистке земель от нефтяных загрязнений [4]. Однако вопросы деградации нефти в почве изучены недостаточно. Вместе с тем степень деградации нефти значительно влияет на эффективность процессов

очистки почвы от нефтяных загрязнений. Кроме того, находящиеся в составе пластовых вод радионуклиды природного происхождения при добыче нефти выбрасываются в окружающую среду, в связи с этим становится необходимым изучение радиационной стойкости деградируемых нефтей [5, 6]. В течение нескольких лет проведены исследования радиоактивного загрязнения в районах Апшеронского полуострова. Эти районы захватывают и район Сураханского нефтяного месторождения, откуда были взяты исследуемые нами образцы. Основные высокоинтенсивные загрязненные точки зафиксированы на нефтеловушках и окружающих лужайках. При анализе выявлена самая большая концентрация радиоактивных изотопов U, Ra, Th, Cs, K. Концентрация этих изотопов на каждый грамм взятых образцов составляет: урана $(20–30) \times 10^{-6}$ г, радия $(20–80) \times 10^{-12}$ г, тория $(30–190) \times 10^{-6}$ г, цезия $(30–60) \times 10^{-6}$ г, калия $(40–50) \times 10^{-6}$ г. На территории некоторых нефтепромыслов выявлены локальные участки с повышенной радиоактивной загрязненностью, где мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучений превышают установленный уровень (60 мкР/ч) и колеблются в пределах 400–2000 мкР/ч и более [7, 18].

Воздействие излучения от этих радионуклидов на нефть за длительный срок может привести к изменению строения и состава деградированной в почве нефти, в связи с чем рассмотрены вопросы воздействия излучения на сырую и деградированную нефти. Взяты образцы серо-бурой почвы с ориентировочным временем контакта с нефтью около 10 лет. Изучение радиационно-химических превращений деградированной нефти имеет существенное значение как для оценки роли радиации в процессах деградации в окружающей среде, так и для разработки радиационно-химической технологии переработки деградированных нефтей. Эта задача представляет интерес также для сбора нефтепродуктов из окружающей среды.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследуемые образцы выделяли из почвы путем экстракции. В качестве экстрагента использовали бензол (отношение бензола к образцу составляло 3 : 1 по объему). В выделенных образцах нефтепродуктов по ГОСТ 11858–66 определяли содержание основных компонентов — углеводов, смол и асфальтенов.

В работе исследованы закономерности структурных изменений малосернистой парафинистой нефти при ее нахождении в почве, а также при радиационно-химическом разложении деградированной и свежедобытой нефтей. Характеристики исследуемой нефти: плотность — 0.8488 г/см^3 , вязкость при 20°C — 20.5 сСт , содержание парафинов — 4.6% , смол — 8.0% , асфальтенов — 0.3% . В качестве источника ионизирующего излучения использовали изотопный источник гамма-излучения ^{60}Co — МРХ- γ -30. Исследования проводили в интервалах поглощенных доз гамма-излучения $D = 0\text{--}110 \text{ кГр}$ при мощности дозы $P = 0.21 \text{ Гр/с}$. Для определения структурно-группового состава этих компонентов использовали методы абсорбционной спектроскопии и хроматографии — на спектрофотометре Varian 640-IR в диапазоне длин волн $4000\text{--}600 \text{ см}^{-1}$. Индицирование полос полученных спектров проводили в соответствии с монографией [13]. Газовые продукты разложения нефти в почве определяли газохроматографическим методом на приборах «Цвет-102» и «Газохром-3101».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку нефть представляет собой очень сложную смесь, состоящую из алифатических и нафтеновых углеводородов, ароматических соединений, асфальто-смолистых веществ, изменения которых под действием различных факторов окружающей среды могут быть различными, то для понимания механизма протекающих процессов образцы нефти после очистки от примесей разделяли на три фракции — масляную, смолистую и асфальтовую. Изменения состава нефти после нахождения в почве и радиационно-химические превращения деградированной нефти изучали на примере этих фракций.

Проведенные опыты показали, что в составе образцов, взятых из пропитанной нефтью почвы и непосредственно из скважины, содержание компонентов различается (табл. 1).

После длительного пребывания нефти на поверхности почвы под воздействием природных факторов вещественный состав нефти изменяется — содержание углеводов уменьшается на 10% , а содержание смол и асфальтенов увеличивается в десятки раз. Это объясняется влиянием солнечной радиации, наличия гуминовых кислот в почве, атмосферного кислорода и излучений различного происхождения на деструктивные превращения тяжелых компонентов нефти [9].

Для определения радиационной стойкости деградированных нефтей изучены радиолит нефтиных фракций и влияние поглощенной дозы гамма-излучения на выход газовых продуктов (H_2 , CH_4 , углеводороды $\text{C}_1\text{--C}_5$) при радиационно-химических превращениях масляных и смолистых фракций свежедобытой и деградированной в почве нефти.

Таблица 1. Фракционный состав (мас%) образцов нефти, взятой из скважины и почвы

Образец	Масло	Смола	Асфальтены
Нефть из скважины	90.9	9.0	0.1
Нефть из почвы	71.1	22.4	6.5

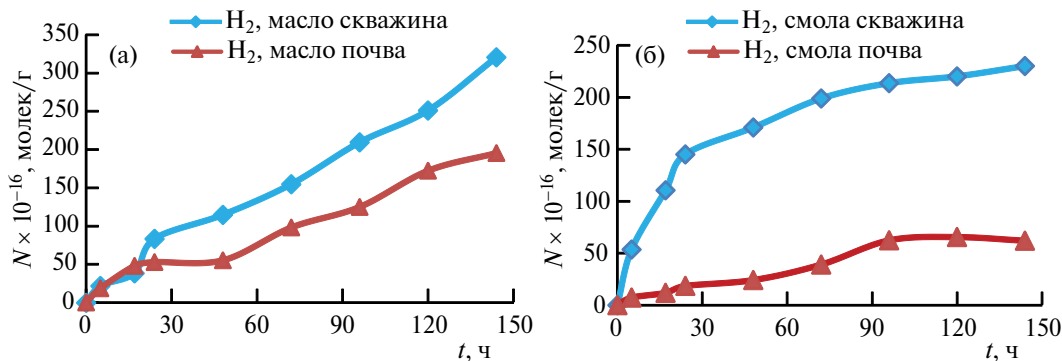


Рис. 1. Кинетика образования водорода при радиолитзе масляной (а) и смолистой (б) фракций сырой и деградированной нефтей.

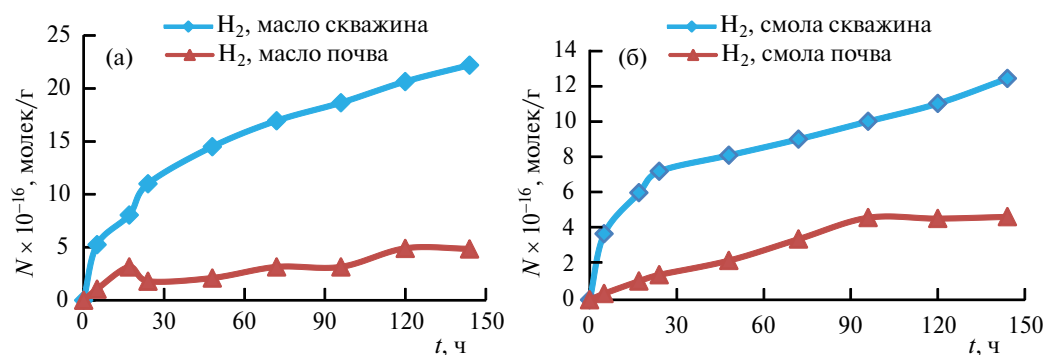


Рис. 2. Кинетика образования этилена при радиоллизе масляной (а) и смолистой (б) фракций сырой и деградированной нефтей.

На рис. 1, 2 в качестве примера показана кинетика образования водорода и этилена при радиационно-химическом разложении масляной и смолистой фракций свежей и деградированной в почве нефти.

Из кинетики образования газов вычислены средние значения (на начальных участках радиационного накопления) радиационно-химических выходов (табл. 2).

Из полученных результатов видно, что при радиоллизе образцов нефти в интервале поглощенной дозы до 110 кГр наиболее высокий выход водорода наблюдается в образцах нефти из скважины. Образцы нефти, взятые из почвы, отличаются низкими выходами водорода, то есть обладают наибольшей радиационной стойкостью. Эта закономерность объясняется структурными изменениями нефтей в процессе нахождения в почве, а именно увеличением в их составе стойких к радиации смол и асфальтенов [10], что представлено данными анализа выше (табл. 1). Как следует из рис. 1, 2 и табл. 2, радиационная стойкость нефти относительно газообразования при деградации значительно возрастает. Это, по-видимому, связано с распадом легкосвязанных функциональных групп в ходе деградации. Эти группы являются источником газовых продуктов в составе нефти. На кинетических кривых образования газов C_2 – C_5 при дозах выше 6060 кГр наблюдается тенденция насыщения. Состояние насыщения может быть связано с двумя причинами: протеканием обратных радиационно-химических реакций расходования газовых продуктов и ограниченностью ресурсов этих газов в исходном компоненте. Исследования показывают, что в реакционной зоне при дозах 40–60 кГр концентрация этих газов не превышает 10^{17} молек/мл, поэтому протекание обратных радиационно-химических реакций маловероятно, так как при таких концентрациях поглощения

излучения не происходит. Вероятно, состояние насыщения образования тяжелых газов связано с ограниченностью ресурсов $-CH_3$, $-C_2H_5$ и других радикалов в молекулах олефинов. Поэтому с увеличением молекулярной массы газов их радиационно-химические выходы уменьшаются. По этой причине выходы газов в сырой нефти выше, чем в деградированной, а в масляной фракции больше, чем в смолистой. Естественно, здесь нельзя пренебречь ролью радиационно-стимулированной поликонденсации в повышении радиационной стойкости деградированной нефти. В ходе облучения выделение функциональных групп и образование сетчатой структуры в органической массе приводят к повышению радиационной стойкости и скорость образования газов уменьшается.

Методом абсорбционной спектроскопии и масс-спектропии исследована деградация нефти в почве. Исследования закономерностей деградационных процессов проводили на примере масляной и смолистой фракций, выделенных из свежей и деградированной нефтей, по ИК-спектрам и хроматограммам образцов.

С помощью газовой хроматографии установлено распределение углеводородов нефти в исследуемых образцах нефти [11]. Динамика изменения состава нефти после нахождения на поверхности почвы наблюдается из приведенных хроматограмм (рис. 3). Приведены хроматограммы исходных образцов смолистых фракций нефти из почвы и из свежей нефти, взятой непосредственно из скважины. Поскольку находящиеся на почве нефтяные углеводороды подвержены деградации, на хроматограммах это проявляется.

На хроматограммах исходных образцов смолистой фракции нефти из скважины (рис. 3, а) идентифицируются парафиновые углеводороды состава C_9 – C_{32} ,

Таблица 2. Средние значения радиационно-химических выходов газов (молек/100 эВ)

	H_2	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	ΣC_3	ΣC_4	ΣC_5
Масляная фракция из скважины	0.57	0.06	0.10	0.08	0.05	0.02	0.016
Масляная фракция из почвы	0.41	0.043	0.073	0.018	0.031	0.012	0.005
Смолистая фракция из скважины	0.44	0.06	0.08	0.05	0.04	0.022	0.022
Смолистая фракция из почвы	0.15	0.02	0.03	0.011	0.014	0.013	0.02

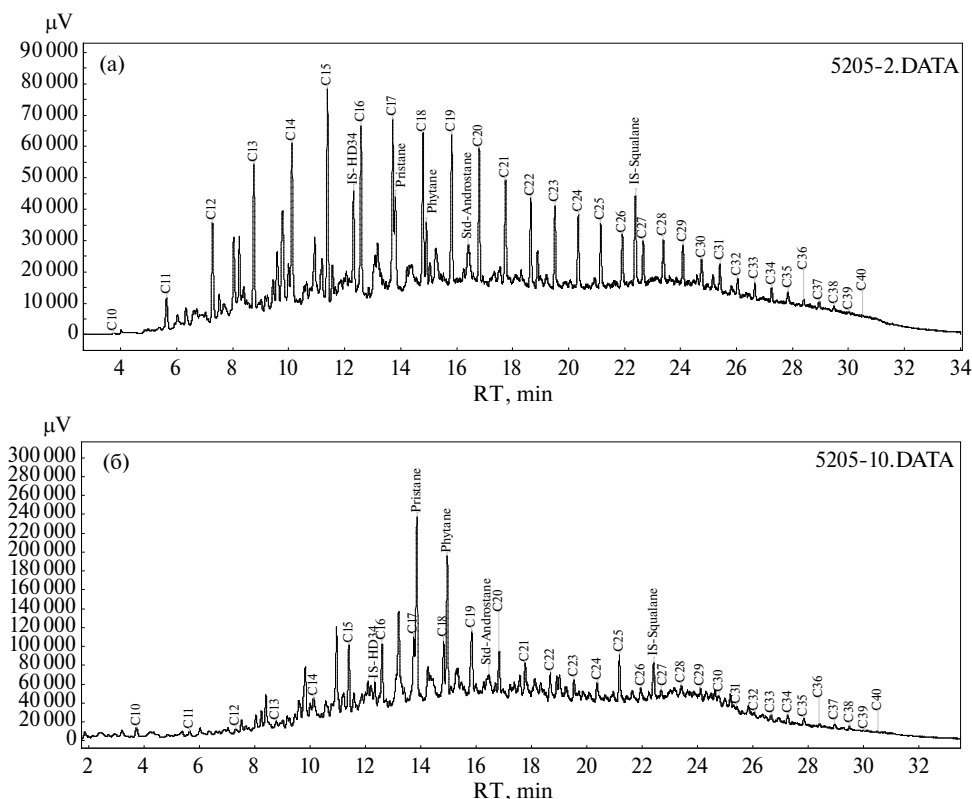


Рис. 3. Хроматограммы исходных образцов смолистых фракций нефти из скважины (а) и с поверхности почвы (б).

н-алканы C_9 – C_{20} , тяжелые алканы C_{21} – C_{32} . Общее количество циклоалканов в нефтях несколько меньше концентрации алканов. Циклоалканы представлены в основном моно- и бициклическими соединениями. После нахождения нефти в почве (рис. 3, б) наблюдается повышение содержания и легких (C_9 – C_{20}), и тяжелых (C_{21} – C_{32}) алканов. Это связано с особенностями строения смолистых соединений. Состав масляных фракций нефти значительно отличается от состава смолистых фракций [12]. Смолы построены из полициклических блоков, полинафтоароматических и полициклических систем. В составе масляных фракций нефти не имеется значительного количества конденсированных ароматических колец, как это наблюдается в составе смолистых фракций, в основном они состоят из парафинов нормального строения, а циклопарафины, в основном, являются моноциклическими. При деградации нефти в смолистых фракциях происходит перегруппировка групп соединений в ее составе, в основном поликонденсация ароматических колец и утяжеление алканов.

На хроматограммах (рис. 4) показано влияние γ -излучения на структурно-групповой состав смолистых фракций деградированной в почве нефти.

Особенность строения смолистых фракций дает о себе знать и при воздействии излучения на них. При сравнении с облученными образцами смолистых фракций из скважины в составе облученных образцов деградированной нефти происходит

сильное уменьшение концентраций и легких, и тяжелых углеводородов. Это связано с процессами поликонденсации, происходящими при действии излучения на деградированные нефти.

Воздействие гамма-облучения на структурно-групповой состав свежей и деградированной нефти изучено также ИК-спектроскопическим анализом [13].

ИК-спектры исходных и облученных образцов смолистой фракции нефти, взятых из почвы, приведены на рис. 5. Результаты ИК спектроскопии образцов свидетельствуют об изменении структурно-группового состава деградированной нефти под воздействием облучения.

Интенсивные полосы поглощения на ИК-спектрах облученных образцов смолистой фракции нефти, взятой из почвы, в сравнении с исходными образцами, следующие: 2921 , 2852 см^{-1} — характеризуют валентные колебания $-\text{CH}_2-$ и $-\text{CH}_3$ групп в алканах; 2975 , 2992 см^{-1} — валентные колебания связей $\text{C}-\text{H}$ в циклических алканах; 1463 , 1376 см^{-1} — деформационные колебания $-\text{CH}_2-$ и $-\text{CH}_3$ групп разветвленных парафиновых цепей; область длин волн 933 – 661 см^{-1} — внеплоскостные деформационные колебания бензольного кольца моно- и полиядерных ароматических структур. В облученных образцах наблюдается сильное накопление конденсированных ароматических колец в интервале длин волн 600 – 1000 см^{-1} — в 3–4 раза по сравнению с исходными образцами из почвы. Также наблюдается увеличение полос поглощения, соответствующих

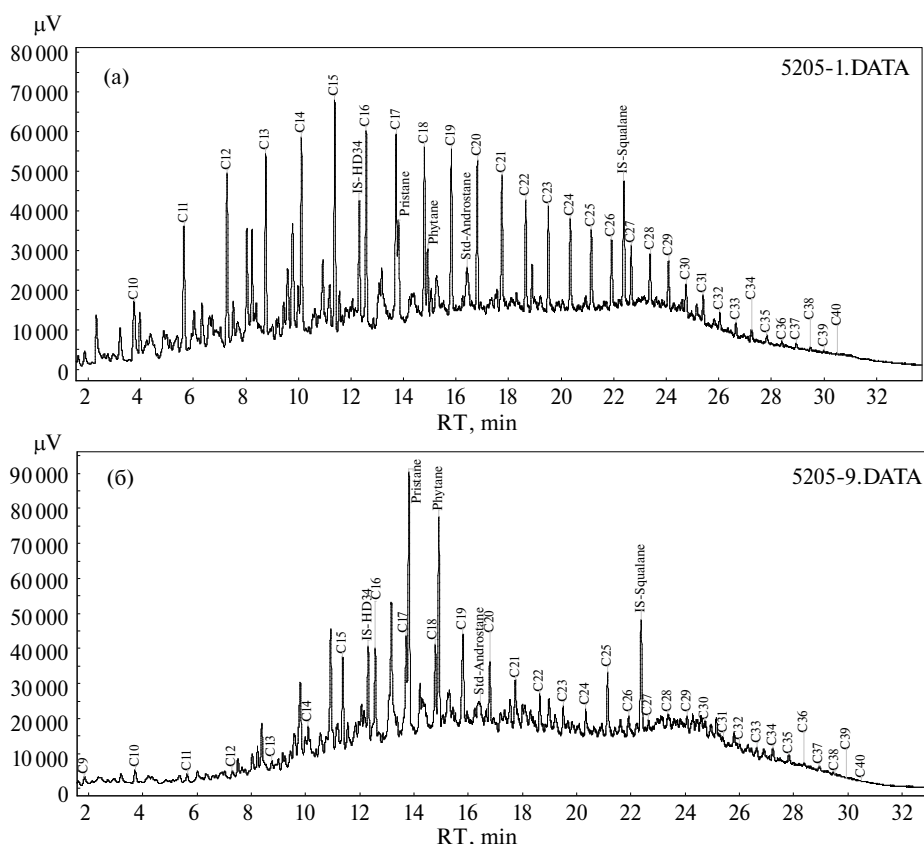


Рис. 4. Хроматограммы облученных смолистых фракций нефти из скважины (а) и с поверхности почвы (б), $D = 92$ кГр.

деформационным колебаниям $-\text{CH}_2-$ и $-\text{CH}_3$ групп в диапазоне 1461 и 1377 см^{-1} . Появляющаяся полоса поглощения 1715 см^{-1} относится к валентным колебаниям групп $\text{C}=\text{O}$, при 1300 см^{-1} — к деформационным колебаниям связей $\text{C}-\text{H}$ в алкенах $\text{HRC}=\text{CH}_2$. Отчетливо наблюдается появление интенсивной полосы поглощения при длине волны 1885 см^{-1} . Необходимо отметить, что в интервале $2000-1660\text{ см}^{-1}$ наличие групп, поглощающих или дающих обертоны, затрудняет интерпретацию; кроме того, на эти области оказывают влияние сильные электронодонорные группы, например нитрогруппа. В этом случае интерпретация становится менее точной. В этой области определяются колебания $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{O}$, позволяющие идентифицировать наличие непредельных и карбонилсодержащих соединений (альдегиды, кетоны и кислоты). Здесь данная полоса поглощения свидетельствует, вероятно, об увеличении степени окисляемости нефтепродуктов микроорганизмами почвы (содержание $\text{C}=\text{O}$ -структуры, соответствующей валентным колебаниям $\text{C}=\text{O}$ группы ароматических кетосоединений) [14].

Полученные ИК-спектры облученных образцов указывают на значительные изменения химического состава деградированной в почве нефти при ее облучении. Наблюдается увеличение интенсивности и появление новых полос в области полициклических систем ($633-933\text{ см}^{-1}$). Кроме полос от двухъядерных соединений (нафталин, аценафтен), имеющих сильное поглощение при 725 , 785 см^{-1} , отмечаются

полосы, которые относятся к колебаниям групп с тремя (879 см^{-1}), а также с пятью и шестью конденсированными ядрами при $879-848\text{ см}^{-1}$. Интенсивность полос алифатических групп $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2-$ (2821 , 2852 , 1463 , 1376 см^{-1}) после облучения образцов увеличивается. Это, вероятно, связано с тем, что алкильные радикалы, образующиеся в результате радиационных процессов, вступают в различные взаимодействия с образованием алифатических продуктов.

Ввиду многокомпонентности состава нефтяных систем ИК-спектр нефти представляет собой сложную картину перекрывания и наложения полос поглощения с искажением их формы и интенсивности. Поэтому часто прямая идентификация и тем более количественное определение функциональных групп по интенсивностям поглощения в ИК-спектрах оказываются невозможны и используются косвенные методики идентификации и определения содержания структурных фрагментов углеводородных и неуглеводородных соединений нефтей и нефтепродуктов [15].

Использование методов хроматографии и инфракрасной спектроскопии позволяет проанализировать особенности изменения химического состава загрязняющей почвы нефти под влиянием различных компонентов и предположить переход ее в более глубокую стадию деградации. Полученные данные свидетельствуют о том, что деградационные процессы способствуют ароматизации и депарафинизации компонентов деградированной

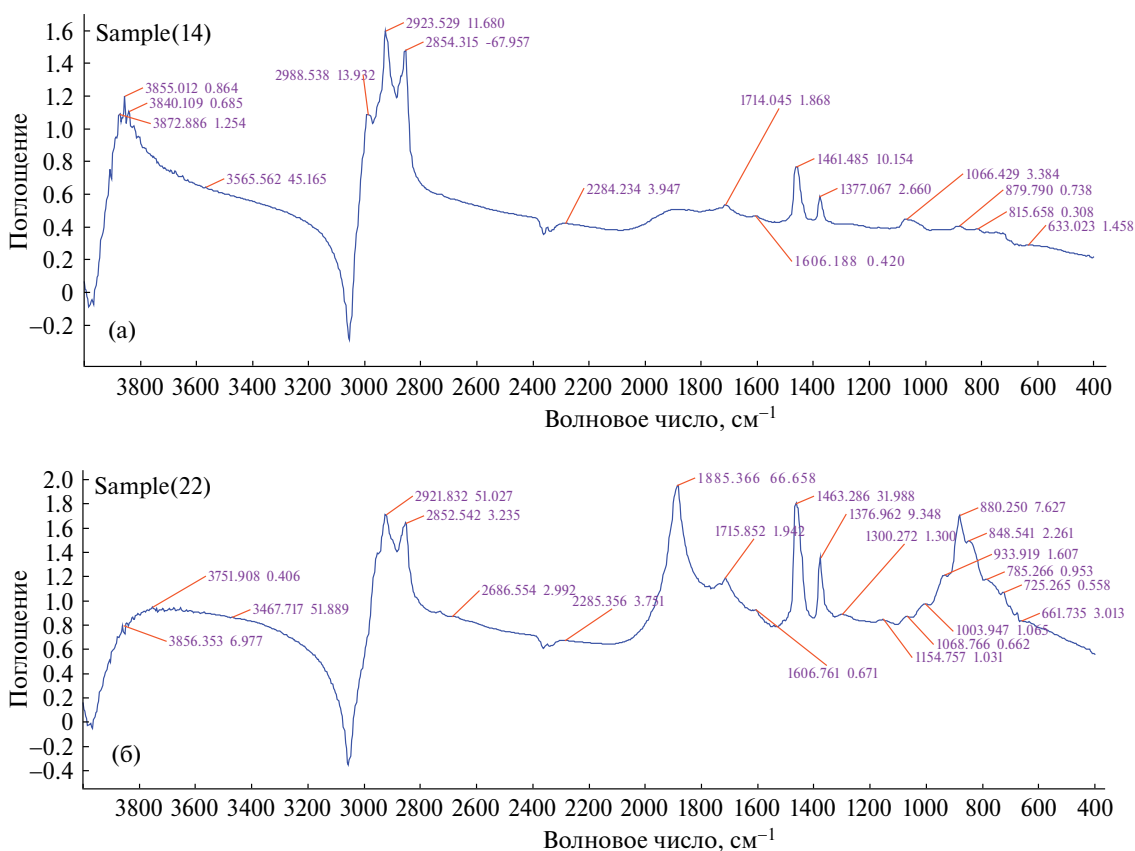


Рис. 5. ИК-спектры смолистых фракций нефти с поверхности почвы — исходных (а) и облученных образцов (б), D = 110 кГр.

нефти [16]. Изменения претерпевает в основном смолистая фракция нефти, что связано с низким содержанием функциональных групп и более высоким содержанием в составе смолистой фракции конденсированных ароматических соединений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований показывают, что при длительном нахождении нефти на поверхности почвы, а также при воздействии излучения изменяется ее структурно-групповой состав. Дегрированные нефти представляют собой сложную многофазную гетерогенную среду. Содержащиеся в нефти сложные соединения подвергаются различным процессам — окислению, поликонденсации, деструкции. Изучение структурно-группового состава нефти, дегрированной на почве, позволяет предложить и обосновать применение рациональных методов очистки земель от нефтепродуктов. В настоящее время разработан ряд методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы, включающий механические, термические, физико-химические, биологические методы [17, 18]. Из физико-химических методов интересными являются очистка ультразвуком и электрохимическая обработка почвы. Каждый способ имеет свои особенности, в зависимости от которых определяется уместность применения того или иного

способа в конкретном случае. Прежде чем переходить к рассмотрению существующих методов ликвидации нефтяного загрязнения, необходимо остановиться на процессах преобразования попавших в почву нефтепродуктов. Трансформация углеводородной составляющей нефтяного загрязнения в комплекс устойчивых битуминозных гетероатомных соединений, в том числе высокого класса опасности (полиароматические оксифиноны, хлорпарафины, фталаты), требует их учета при контроле допустимого остаточного содержания нефти в почвах и почвенных вытяжках после проведения рекультивационных работ [19].

Ранее нами рассмотрены вопросы трансформации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в дегрированной нефти при воздействии гамма-излучения [20]. В связи с тем, что полициклические соединения являются наиболее токсичными с экологической точки зрения, представляется интересным изучение их изменений в ходе процессов дегриации нефти в окружающей среде. Полученные нами данные указали на уменьшение ПАУ в процессах дегриации нефти в почве при воздействии излучения, что является довольно важным в вопросах очистки почвы. Применяемые в настоящее время методы очистки почвы часто не обеспечивают полноценную очистку и не удовлетворяют современным экологическим требованиям. В связи с этим применение передовых технологий очистки почвы от нефти является очень важным [21]. Достаточно перспективным и одним из

экологически современных методов может являться радиационный, который изучается во многих странах пока экспериментально. Он основан на снижении концентрации нефтяных загрязнений на воде и в почве под действием ионизирующего излучения. Облучение почвы является эффективной технологией быстрого снижения общего содержания нефтяных углеводородов в почвах, подвергшихся воздействию сырой нефти [22]. В данной работе предлагается модельное применение излучения как в методах очистки почвы, так и для определения радиационной стойкости деградированных нефтей. В любом случае исследование изменений нефти, деградированной в почве под влиянием природных факторов, а также знание изменения состава нефтяных загрязнений под воздействием излучения являются одним из условий для выбора методов очистки почвы от деградированной в окружающей среде нефти и для извлечения дополнительных ресурсов нефти из нефтезагрязненных почвенных поверхностей.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета организаций. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным исследованием получено не было.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двадненко М.В., Маджигатов Р.В., Ракитянский Н.А. // Междунар. журн. эксперим. образования. 2017. № 3. Ч. 1. С. 89–90.
2. Гаджиева С.Р., Велиева З.Т., Алиева Т.И., Мамедов Р.Я. // Молодой ученый. 2016. № 23 (127). С. 173–177.
3. Бачурин Б.А. // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. № 5. С. 8–14.
4. Скворцов А.П. // Политехн. молодежный журн. 2020. № 2. С. 1–9.
5. Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Гасымова А. // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 3 (64). С. 92–100.
6. Селивановская С.Ю., Гумерова Р.Х., Бадрутдинов О.Р., Галицкая П.Ю. // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. 2011. № 4. С. 85–93.
7. Мусаев Р.А., Карим Д.Т. // World Sci. 2018. Vol. 2. N 8 (36). P. 63–68.
8. Алиева А.Р. // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 2016. № 1. С. 52–57.
9. Кошелов В.Н., Гордадзе Г.Н., Рябов В.Д., Чернова О.Б. // Химия и технология топлив и масел. 2005. № 2. С. 20–21.
10. Петрова Л.М. // Нефтехимия. 2011. Т. 51. С. 262–266.
11. Мирзаев С.С., Хожиева Р.Б. // Молодой ученый. 2015. № 4 (84). С. 224–227.
12. Guliyeva N.G., Mustafayev I.I., Mamedova S.M., Aliyeva S.F. // J. Chem. Chem. Eng. 2015. Vol. 9. P. 357–362.
13. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. 54 с.
14. Беллами Л.Д. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 590 с.
15. Иванова Л.В., Сафиева Р.З., Кошелев В.Н. // Вестн. Башкирск. гос. ун-та. 2008. Т. 13. № 4. С. 869–874.
16. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209.
17. Цомбуева Б.В., Горяшкина З.В., Щербакова Л.Ф. // Вестник ВолГУ. Сер. 11: Естеств. науки. 2017. Т. 7. № 2. С. 19–25.
18. Ержан О. // Матер. междунар. научно-теоретической конф. «Сейфуллинские чтения — 16: Молодежная наука новой формации — будущее Казахстана». 2020. Т. I. Ч. 3. С. 211–215.
19. Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Васечкин А.А., Примерова О.В. // 2012. Т. 29. № 3. С. 120–124.
20. Guliyeva N.G., Mustafayev I.I., Ibadov N.A., Hacıyev Sh.H. // Mod. Environ. Sci. Eng. 2016. Vol. 1. N 11. P. 747–751.
21. Тишин А.С., Тишина Ю.Р. // Междунар. научно-исслед. журн. 2021. № 10 (112). С. 106–111.
22. Lassalle J., Briggs K.W., Thompson T.N., Strzelec A., Hoelen T.P., Kong D., Bireta P., Sabadell G. P., Staack D. // J. Hazard. Materials Adv. 2023. Vol. 11. P. 1–10.

INFLUENCE OF SOIL DEGRADATION ON RADIATION-CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF OIL

N. G. Guliyeva*, I. I. Mustafayev, S. F. Aliyeva-Chichek, and F. A. Chichek

*Institute of Radiation Problems, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
B. Vahabzade, 9, Baku, AZ1143 Azerbaijan*

**e-mail: nigarguliyeva64@mail.ru*

Received September 25, 2023; revised December 25, 2023; accepted December 29, 2023

Abstract—Protecting soil from pollution by oil and petroleum products is an important environmental task. Sources of oil contamination of soil are not only oil fields, but also industrial facilities that directly or indirectly use petroleum products. Of interest are studies aimed at studying the processes of changes in oil during its degradation in the soil. When oil degrades, polycondensation processes occur on the soil surface, which leads to structural changes in the oil. We compared the composition and properties of oil after production and long-term presence on the soil surface. An analysis of oil-contaminated soils was carried out at a distance of 0–5 and 0–10 m from the source of pollution and from a depth of 0–15 cm. Oils degraded in the soil are also susceptible to the effects of natural radionuclide background. In this regard, the work investigated the impact of gamma radiation on oil degraded in the soil of the Surakhani oil field of Azerbaijan. Oil samples were taken from a well and from oil-contaminated soil and separated into three components: oils, resins, and asphaltenes. The results of mass spectrometric and IR spectrometric studies of the indicated fractions of crude and degraded oil samples are presented, and the patterns of formation of gaseous products during their radiolysis are established.

Keywords: oil, degradation, oil pollution, environment, radiation-chemical transformations