**Казанский Федеральный Университет.**

**Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов**

**Kazan Federal University. Department of oil & gas technology and carbon materials**

**Экологические проблемы нефтеперерабатывающих нефтехимических производств**

**Environmental problems of oil refining and petrochemical industries**

# Додоев Каноат Истамович, Dodoev Kanoat Istamovich а

# Валиев Динар Зиннурович, Valiev Dinar Zinnurovich б

# магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов группы 03-218 a

# старший преподаватель кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов б

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

E-mail: kidodoev@mail.ru a, valievdz@bk.ruб

**Аннотация:** Нефтяная промышленность является одной из крупнейших отраслей промышленности в мире и играет ключевую роль в развитии экономики страны. Однако разведка и эксплуатация тяжёлой сырой нефти вызвали ряд экологических проблем и обеспокоенность в сообществах, где расположены нефтеперерабатывающие заводы. Такие виды деятельности, как сжигание газа на факелах и разливы нефти, приводят к выбросу токсичных органических и неорганических загрязнителей, что приводит к кислотным дождям, изменению климата и загрязнению почвы, воды и воздуха. Эти экологические опасности прямо или косвенно оказывают негативное воздействие на экосистему. В этой главе представлен обзор процессов переработки и некоторых потенциальных экологических проблем, связанных с переработкой тяжёлой сырой нефти.

**Abstract:** The oil industry is one of the largest industries in the world and plays a key role in the development of the country's economy. However, the exploration and exploitation of heavy crude oil has raised a number of environmental concerns and concerns in the communities where the refineries are located. Activities such as flaring gas and oil spills lead to the release of toxic organic and inorganic pollutants, which leads to acid rain, climate change and pollution of soil, water and air. These environmental hazards directly or indirectly have a negative impact on the ecosystem. This chapter provides an overview of refining processes and some of the potential environmental issues associated with heavy crude oil refining.

**Ключевые слова:** Тяжёлая нефть, токсичные загрязняющие вещества, нефтеперерабатывающие заводы, окружающая среда.

**Keywords:** Heavy oil, toxic pollutants, refineries, the environment.

**Введение (Introduction)**

Тяжёлая нефть на протяжении веков была частью природной среды. Считается, что это вещество образовывалось в течение многих лет в результате отмирания и разложения остатков растений и животных, которые были включены в осадочные породы мелководных морей, а затем покрыты последовательностью слоёв осадочных пород на протяжении миллионов лет.

Эти органические остатки под воздействием интенсивного тепла и давления превращаются в нефть, мигрируя вверх, иногда на обширные площади, либо достигая поверхности, либо иногда попадая в ловушку того, что должно стать нефтяными резервуарами [1].

Тяжёлая нефть - это природная сырая нефть, которая в основном состоит из залежей углеводородов и других органических материалов. Тяжёлая нефть может быть переработана в более полезные продукты, такие как бензин, керосин, топливо для реактивных двигателей, дизельное топливо, мазут и другие сопутствующие продукты, называемые продуктами нефтехимии, путём переработки.

В последние десятилетия тяжёлая нефть образовалась, когда определённые виды водорослей разлагают отложения углеводородов, что приводит к потере более лёгких углеводородных фракций, оставляя после себя более тяжёлые углеводородные фракции. По определению, тяжёлая сырая нефть - это нефть с высокой вязкостью. Тяжёлая сырая нефть варьируется от насыпной нефти до битума или битуминозных песков, «сверхтяжёлой нефти», которая фактически залегает в песке и находится на глубине менее 75 м [4].

Тяжёлая нефть относится к классу нетрадиционной сырой нефти. Это один из крупнейших ресурсов в мире, а также потенциальный крупный вклад в будущее энергетики во всём мире. Они встречаются по всему миру, причём на Канаду и Венесуэлу приходится более половины мировых запасов. В целом, переработка тяжёлой сырой нефти сталкивается с такими проблемами, как затраты на переработку, транспортировку на нефтеперерабатывающие заводы и переработку их в ценные продукты, отвечающие требованиям рынка при одновременном соблюдении экологических требований. Кроме того, рынок прямой продажи этой тяжёлой нефти ограничен, поскольку лишь несколько существующих нефтеперерабатывающих заводов способны принимать и/или перерабатывать такую низкокачественную сырую нефть [5].

Тяжёлая сырая нефть обычно характеризуется низким содержанием более лёгких пород и содержит значительно более высокое содержание асфальтенов (модифицированных фрагментов органических химических соединений) (таблица 1), которые, как сообщается, значительно усложняют процесс переработки. Следовательно, некоторые асфальтные требуют, чтобы тяжёлая нефть также проходила специальный процесс очистки, называемый деасфальтизацией [6]. Примеси, присутствующие в тяжёлой сырой нефти, представлены соединениями серы, кислорода, водорода, азота, углерода и тяжёлых металлов (никеля и ванадия) [4].

*Таблица 1*

Типичный элементный состав тяжелей нефти

| Дробь | Вес в процентах (%) | Элементарная композиция на основе C20+ (%) |
| --- | --- | --- |
| C | H | N | O | S |
| Асфальтены | 14.1 | 83.8 | 7.5 | 1.3 | 1.7 | 4.8 |
| Смола | 37.3 | 82.8 | 8.9 | 1.5 | 2 | 4.3 |
| Ароматический | 37.2 | 84.3 | 10 | <0,3 | 1.1 | 4 |
| Насыщать | 11.4 | 86.6 | 13 | <0,3 | <0,2 | <0,1 |

Проблемы, связанные с переработкой, тяжелей нефти– сжигание факельного газа является одной из наиболее сложных энергетических и экологических проблем, стоящих сегодня перед миром [6]. Фактически, эта практика была осуждена в различных странах по всему миру, но некоторые страны, особенно с формирующейся экономикой, не полностью отменили эту практику [7]. Процесс сжигания на факелах был разрешён нефтедобывающими странами, которые не имели достаточного финансирования и инвестиций в структурную инфраструктуру для эффективного использования соответствующих газов, получаемых при переработке сырой нефти [8]. Согласно определению Канадской ассоциации производителей нефти, сжигание на факелах определяется как контролируемое сжигание природного газа, который не может быть переработан для продажи или использования по техническим или экономическим причинам (рис.1) [9]. По оценкам Всемирного банка, ежегодные выбросы попутного природного газа составляют около 1100 миллиардов кубометров, что почти достаточно для подведения итогов годового потребления природного газа в Германии и Франции, а Нигерия возглавляет список стран с наибольшим сжиганием попутного газа. Кроме того, оценки, основанные на спутниковых снимках факельных выбросов (данные Национального управления океанических и атмосферных исследований, предоставленные Глобальным партнёрством по сокращению выбросов факельных газов), показывают, что в 2012 году потребление газа в ЕС составляет треть, что эквивалентно примерно 400 миллионам тонн выбросов CO2 для окружающей среды, представляя собой огромную растрату ресурсов и серьёзную экологическую проблему [10]. Кроме того, это в 2 раза превышает годовое потребление газа Африкой и 4/3 российского газового экспорта [11, 12].

Рисунок 1 – Сжигание на факелах нефтеперерабатывающего завода

Экологические проблемы, связанные с газовыми факелами **-** изменение климата – Факельные газы способствуют изменению климата, которое оказывает серьёзное воздействие на окружающую среду во всём мире.

Сжигание ископаемого топлива приводит к выделению углекислого газа, метана и других газов, что приводит к глобальному потеплению с более серьёзными экологическими проблемами для развивающихся стран, особенно Африки, которая крайне уязвима и обладает ограниченными адаптационными возможностями [13].Межправительственная группа экспертов по изменению климата, научный орган, учреждённый Организацией Объединённых Наций и

Всемирной метеорологической организацией в 1988 году для изучения изменения климата, прогнозирует, что проблема изменения климата усугубится в 21 веке из-за частых выбросов парниковых газов, которые нагревают мир.

В результате вспышки выделяются 2 основных парниковых газа - углекислый газ и метан, которые более токсичны и вредны, чем углекислый газ. Согласно оценкам потенциального глобального потепления, учитывая результаты за 100 лет, 1 килограмм метана примерно в 1 раз превышает 1 килограмм углекислого газа [13, 15]. Исследования показали, что менее эффективные факельные установки выделяют больше метана, чем углекислого газа. Это связано с тем, что эти менее эффективные горелки, как правило, содержат частицы, которые отражают больше влаги и большое количество тепла. В результате они воздействуют на озоновый слой аналогично аэрозолям [16, 17, 18].

Кислотные дожди **-** вспышка также способствовала возникновению региональных и вытекающих из них экологических проблем, таких как кислотные дожди, а также повлияла на сельское хозяйство, леса и другую физическую инфраструктуру [19]. Основной причиной кислотных дождей является выброс оксидов серы (SO), оксидов азота (NO) и диоксида углерода (СО2), которые в сочетании с атмосферными парами образуют серную кислоту, азотную кислоту и слабый диоксид углерода. Кислотные дожди в основном связаны с коррозией гофрированных зданий в районе дельты Нигера в Нигерии из-за чрезмерного образования [20]. Скорость коррозии в этой части Нигерии выше, чем в других частях страны.

Кислотные дожди подкисляют озера и ручьи и повреждают растительность. Кроме того, кислотные дожди способствуют гниению строительных материалов и красок. Кроме того, эти загрязняющие вещества подкисляют почву, тем самым истощая питательные вещества в почве, снижая плодородие почвы и снижая питательную ценность культур, выращиваемых поблизости во время вспышек пожаров и т.д [21]. Воздействие изменений температуры на сельскохозяйственные культуры включало и другие эффекты, такие как задержка роста, ослабление растений и увядание молодых культур [22]. В некоторых случаях, из-за огромного выделяемого тепла и кислого характера рН почвы, на участке, прилегающем к факелу, отсутствует растительность (рис 1 и рис 3) [23].



Рисунок 3 – Влияние кислотных дождей на окружающую среду

Разлив нефти **-** сток может оказывать неблагоприятное воздействие на различные области окружающей среды, включая прибрежные и морские среды обитания, дикую природу, рыболовство и деятельность человека (рисунок 2) [24, 25, 26].

Разливом нефти считается просто незаконный выброс жидких нефтяных углеводородов в окружающую среду, вызванный авариями и/или преднамеренным воздействием человеческого фактора. Это явление проявляется в различных формах и объясняется несколькими факторами, которые будут описаны ниже.

Отказ оборудования **–** тысячи баррелей нефти были выброшены в окружающую среду из-за аварий на нефтепроводах и резервуарах страны. Этот разлив является результатом отсутствия регулярного технического обслуживания трубопроводов, буровых установок и резервуаров для хранения, а также разливов на нефтеперерабатывающих заводах. Некоторые из этих объектов использовались без замены в течение десятилетий.

Стоит отметить, что в 5781 наиболее нефтедобывающем регионе России (Ханты-Мансийский автономный округ на северо-западе Сибири) ежегодный отток из трубопровода составил 62009 тонн на площади 4229 га. В 2010 году только российская компания "Роснефть" пролила 3738 тонн, а в 2011 году общий объем в регионе было зафиксировано. разлито 5289 тонн нефти [27, 28].

Разливы нефти продолжают представлять серьёзную угрозу для окружающей среды нефтедобывающих регионов, что при отсутствии эффективного контроля может привести к полному разрушению экосистем.

При попадании нефти в воду газообразные и жидкие компоненты со временем испаряются. Некоторые другие ингредиенты быстро растворяются в воде и окисляются, некоторые подвергаются бактериальным изменениям и в конечном итоге опускаются на дно. Разливы нефти часто приводят к загрязнению поверхностных вод углеводородами и следами металлов (рис. 5) [10]. Кроме того, загрязняется почва, что отрицательно сказывается на наземных обитателях. Поскольку непрерывное испарение низкомолекулярных летучих и полу летучих соединений влияет на жизнедеятельность воздуха, растворение менее летучих компонентов в образующейся эмульгировании воде оказывает воздействие на водных животных и растения [29].



Рисунок 5 - (A) Последствия разливов нефти для потери растительности на землях Огони в дельте Нигера. (В) Россия тратит миллионы тонн нефти на устранение протечек в трубах [30].

Шум -шумовое загрязнение является одним из воздействий на окружающую среду, связанных с интенсивной переработкой нефти. Основными источниками шума при добыче тяжелей сырой нефти являются компрессоры и насосные станции, которые добывают скважины, а также автомобильное движение. [31] Сообщается, что компрессорная станция производит уровень шума от 64 до 86 дБА вблизи станции и от 1 до 1,6 дБА на расстоянии около 58 миль (75 км) от станции [32]. Непосредственным воздействием шумового загрязнения будет локальное разрушение дикой природы и местных жителей.

Экологические ресурсы **-** основное воздействие на ресурсы окружающей среды при добыче тяжелей сырой нефти может быть вызвано шумом и нарушением дикой природы в результате деятельности человека Наличие нефтяных месторождений также может повлиять на миграционное и другое поведение некоторых диких животных. Неправильный сброс пластовой воды в почву или поверхностные водоёмы может привести к высокой солёности, которая не может поддерживать рост растений. В местах, где образуются природные радиоактивные материалы (норма), вода из резервуаров и твёрдые отходы, неправильное обращение с этими отходами может привести к радиационному загрязнению почвы или поверхностных водоёмов, что может оказать более вредное воздействие на человека [33].

Обращение с опасными веществами и отходами **-** неправильное обращение с опасными отходами, образующимися при переработке тяжелей сырой нефти, может негативно сказаться на экосистемах при попадании в окружающую среду. Эти отходы обычно образуются в ходе повседневной деятельности технологических компаний [34]. Химические вещества, содержащиеся в карьерах, используемых для хранения отходов, могут представлять угрозу для дикой природы и домашнего скота, поскольку такие химические вещества могут проникать в грунтовые воды. Песок, отделённый от воды в резервуаре, часто загрязнён нефтью, следами металлов или другими природными компонентами, поэтому его необходимо надлежащим образом утилизировать. Производственный процесс также может привести к накоплению большого количества накипи и шламовых отходов в трубопроводах и резервуарах для хранения [35]. Эти отходы могут транспортироваться на удалённые объекты по утилизации. Вода в резервуаре может стать значительным потоком отходов при добыче сырой нефти.

**Материалы и методы исследования (Materials and Methods)**

Микрорайон Новоантипинский жилой комплекс, состоящий из 18 жилых домов с детские игровые площадки, спортивные площадки, детский сад на 280 мест, пешеходные зоны, автостоянки и все необходимое для комфортной жизни. При низких ценах, квартиры здесь имеют все преимущества современного жилья [5]. Широкий выбор современных предприятий в непосредственной близости позволяет объединить дом и работу в одной зоне. Удобная транспортная развязка позволяет добраться до центра города можно за 10-15 минут. Срок сдачи II квартал 2020 года.

Крупнейшим промышленным предприятием, примыкающим к этому микрорайону, является Антипинский НПЗ Акционерное общество (НПЗ). Микрорайон построен практически в промзоне Антипинского района Нефтеперерабатывающий завод и является промышленным узлом города Тюмени. Антипинский НПЗ и завод «УГМК-Сталь» в Тюмени были признаны приоритетными инвестиционными проектами в Тюмени область.

Строительство завода началось в 2006 году. В то же время на предприятиях, уже на стадии проектирования, внедрение инновационных решений в области охраны окружающей среды и промышленности была заложена безопасность.

**Результаты исследования (Results)**

Антипинский НПЗ - единственный промышленный нефтеперерабатывающий завод в Уральском федеральном округе, выгодно расположенный в районе с развитой логистической инфраструктурой, что позволяет ему реализовывать продукцию во всем округе и прилегающих районах. Антипинский НПЗ - частный промышленный нефтеперерабатывающий завод, подключенный к магистральному нефтепроводу трубопровод (мощностью 7,5 млн тонн в год) и нефтепродуктопровод (мощностью 2,3 млн тонн в год), установленная мощность переработки которых составляет 7,5 млн тонн нефти в год. Качество дизельного топлива соответствует стандарту Евро-5, а глубина переработки в 2016 году достигла 98%. В 2018 году было начато производство бензина стандарта Евро-5. Уже сегодня Антипинский НПЗ занимает достойное место среди крупнейших участников российской нефтеперерабатывающей отрасли, формируя рынок уральской и Западней Сибирской нефтепереработки известен далеко за рубежом. Вопрос охраны окружающей среды в так называемой восьмой планировочной зоне Тюмени, где расположен Антипинский нефтеперерабатывающий завод и металлургический комбинат УГМК-Сталь, взят под особый контроль. Оба предприятия относятся к объектам федерального экологического контроля, который осуществляется управлением Росприроднадзора по Тюменской области.

**Обсуждение результатов (Discussion)**

Проблема предотвращения экологических проблем в этом районе была поднята перед муниципалитетом экологами и депутатами в рамках резолюции о проблемах и перспективах рекреационного развития города и обеспечения экологической безопасности. Нефтеперерабатывающий завод в поселке

Антипино Тюменской области стало объектом пристального внимания со стороны экологических организаций региона, профильных ведомств и активистов ОНФ. Причиной стали многочисленные обращения граждан об ухудшении состояния окружающей среды вблизи нефтеперерабатывающего завода. Местные жители из Антипино первыми забили тревогу. Они жаловались на запах сероводорода в атмосфере, ухудшение экологической обстановки вблизи нефтеперерабатывающего завода. По фактам этих обращений ОНФ, Росприроднадзор, Роспотребнадзор и природоохранная прокуратура провели проверки на предприятии и выявили ряд нарушений [7].

Предприятие выбрасывает в атмосферный воздух загрязняющие вещества - пыль нефтяного кокса при эксплуатации установки глубокой переработки мазута на открытой местности. В то же время предприятие не имеет специального разрешения на выброс вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Кроме того, технологическое оборудование в установке замедленного коксования эксплуатируется без использования установки газоочистки, которая отключена и не обеспечивает проектную очистку. К изучению ситуации подключились общественные активисты - экологи и активистки Тюменского отделения ОНФ [8]. Они выявили факты несанкционированных выбросов вредных веществ в атмосферу, отсутствие необходимого очистного оборудования и проекта санитарно-защитной зоны вокруг третьей очереди строительства завода [9]. Из 54 веществ с Антипинского нефтеперерабатывающего завода заявлены следующие: 2 вещества – 1 класс опасности, 13 веществ - 2 класса опасности, 15 веществ - 3 класса опасности, 11 веществ – 4 класса опасности, для 13 веществ определен OBUV [10]. Удельный вес веществ 4-го класса опасности составил 50,3%; веществ 3-го класса опасности - 46,6%; стандартизированная обувь - 2,8%; 2-й класс - 0,3%; 1-й класс - 0,00003%. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от источников АО «Антипинский НПЗ» в основном представлены веществами 4-го класса опасности (50,3%) и веществами 3-го класса опасности (46,6%). Тюменские экологи обеспокоены сложившейся ситуацией [11]. По их мнению, этот микрорайон, входящий в состав города

Тюмени, изобилующий заводами, необходимо превратить из жилого района в исключительно промышленную зону. Горожане, проживающие там - постепенно, с точки зрения экологии, переезжают в более благополучные районы города [12-14]. Этот вариант кардинальный, вы можете предложить

другие решения, которые если не полностью, то хотя бы частично устраняют проблему:

* Разработка и внедрение схемы озеленения микрорайона и прилегающих территорий, работа по омоложению зеленых насаждений;
* Ужесточение государственного контроля за строительством и реконструкцией потенциальных источников загрязнения;
* Организовать мониторинг атмосферного воздуха для определения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ;
* Контролировать, проводя своевременные экологические экспертизы;
* Предоставить проект по их снижению, соблюдать пределы допустимых выбросов в атмосферу атмосфера;
* Организовать презентацию экологических проектов молодых тюменских ученых с участием представителей профильных ведомств.

**Заключение (Conclusions)**

Таким образом, проблема загрязнения атмосферного воздуха в микрорайоне Новоантипинский города Тюмени вызывает серьезную обеспокоенность у жителей, требуется серьезный подход и долгосрочная работа по улучшению воздушного бассейна. Молодая российская компания продолжает динамично развиваться и достигать поставленных целей, несмотря на экономическую "непогоду". Прямо сейчас сегмент нефтепереработки становится одним из ключевых в Российской нефтяной отрасли, с ним связаны ее дальнейшие перспективы и показатели в целом. И это должно следует отметить, что на волне масштабной модернизации нефтеперерабатывающих предприятий Антипинский завод является одним из самых передовых. В свете всех последних событий Антипинский НПЗ, как успешный независимый нефтеперерабатывающий завод, намерен двигаться по пути необходимой модернизации для увеличения выпуска нефтепродуктов с высокой добавленной стоимостью.

**Список литературы** **(References)**:

1. Кингстон.Ф. Долгосрочное воздействие разливов нефти на окружающую среду:Обзорная статья.Научно-технический бюллетень Spill.2002; 7(1-2):53 61

2. Википедия. Гравитация API. 2018 [Проверено 14 декабря 2018 года]. Доступно с: https://en.wikipedia.org/wiki/API\_gravity

3. JBlumsac S. Процесс переработки сырой нефти. [Проверено 14 декабря 2018 г.]. Доступно от: https://www.e-education.psu.edu/eme801/node/470

4. Halliburton.Тяжелая нефть. 2018 [Проверено 14 декабря 2018 года]. Доступно с: https://www.halliburton.com/en-US/ps/solutions/heavy-oil/default.html

5. Гато., Энот И., Барре Л., Аргиллье Ж.Ф. Разбавление тяжелой нефти. Нефтегазовая наука и технологии. 2000; 59:503-509

6. Планеты Энергий. Три стадии переработки. 2015 [Проверено 4 декабря 2018 года]. Доступно с: https://www.planete-energies.com/en/medias/close/three-stages-refining

7. Эман А.Е. Сжигание газа на факелах в промышленности: обзор. Нефть и уголь. 2015; 57(5):532-555

8. Анслем О.А. Негативные последствия сжигания газа на факелах: опыт Нигерии. Журнал загрязнения окружающей среды и здоровья человека. 2013; 1(1):6-8. DOI: 10.12691/jephh-1-1-2

9. ДЖИНН. Сжигание газа на факелах в Нигерии: обзор, правосудие в Нигерии сегодня. 2010. Доступно с: www.justiceinnigerianow.org

10. Канадская ассоциация производителей нефти. Развальцовка и вентиляция. 2012.URL:http://www.capp.ca/environmentCommunity/airClimateChange/Pages/Flaring Vening.aspx [Дата обращения: 10 октября 2023]

11. Хаугланд Т., Сонье С., Педерсстад А., Хольм Т., Дарани Х., Кертешева А. Исследование факельного сжигания попутного нефтяного газа в России, Казахстане, Туркменистане и Азербайджане — итоговый отчет. Ограничение выбросов углекислого газа. 2013; 13(28):1-80

12. Герве Б. Выбросы газа на факелах способствуют глобальному потеплению. Лулео, Швеция: Отдел архитектуры и инфраструктуры Исследовательской группы по возобновляемым источникам энергии, Технологический университет Лулео; 2007

13. Исмаил О.С., Умукоро Г.Э. Глобальное влияние сжигания газа на факелах. Энергетика и энергетическое машиностроение. 2012; 4:290-302. DOI: 10.4236/epe.2012.44039

14. Увем У., Акпан Э.Б. Сжигание газа на факелах в Нигерии: проблемы и перспективы. Глобальный журнал политических и правовых исследований. 2017; 5(1):16-28. Онлайн ISSN: ISSN 2053-6593

15. Международная ассоциация производителей нефти и газа (OGP). Факельное сжигание и сброс газа в отрасли разведки и добычи нефти и газа: обзор целей, объемов, проблем, практик и тенденций. Отчет Целевой группы по факельному сжиганию и выбросу, отчет No 2.79/288. 2000

16. Бэсси Н. Сжигание газа на факелах: нападение на сообщества, ставящее под угрозу мир. В кн.: Материалы Национальной экологической консультации, Действия по защите экологических прав совместно с Федеральным министерством окружающей среды; 10-11 декабря 2008 года. Абуджа; 2008

17. Орубу К.О., Одусола А., Эхвариеме В. Нефтяная промышленность Нигерии: экологическая неэкономика, стратегии управления и необходимость участия сообщества. Журнал экологии человека. 2004; 16(3):203-214

18. Гобо А.Е., Ричард Г., Убонг И.Ю. Воздействие факелов газа на здоровье населения общин Игвурута/Умуэчем в штате Риверс. Журнал прикладных наук и природопользования. 2009; 13(3):27-33

19. Хассан А., Конхи Р. Сжигание газа на факелах в Нигерии: анализ изменений в последующих выбросах углерода и отчетность. Бухгалтерский форум. 2013; 37(2):124-134

20. Имевборе ААА, Адейеми СА. Экологический мониторинг в связи с загрязнением и контроль нефтяного загрязнения. Выступление на семинаре по нефтяной промышленности и окружающей среде Нигерии. 1981; 6:135-142 (In: Ref. [16])

21. Оримугундже О.И., Аянладе А., Акинкуолие Т.А., Одионг А.У. Восприятие влияния сжигания газа на факелах на окружающую среду. Научно-исследовательский журнал наук об окружающей среде и Земле. 2010; 2(4):188-193

22. Убани Э.К., Оньеджекве И.М. Анализ воздействия на окружающую среду факельного сжигания газа в районе дельты Нигера в Нигерии. Американский журнал научных и промышленных исследований . 2013; 4(2):246-252

23. Фатталь., Маанан М., Тиллье И., Ролло Н., Робин М., Потье. Уязвимость прибрежных районов к загрязнению разливами нефти: случай острова Нуармутье (Франция). Журнал прибрежных исследований . 2010; 26(5):879-887

24. Бейер Дж., Траннум Х.К., Бакке Т., Ходсон.В., Кольер Т.К. Экологические последствия разлива нефти на глубоководном горизонте: обзор. Бюллетень загрязнения морской среды. 2016; 110(1):28-51. DOI: 10.1016/j. marpolbul.2016.06.027

25. Ифелебуэгу А.О., Укпебор Дж.Э., Ахуканна А.У., Ннади Э.О., Теофилус С.К. Воздействие разлива сырой нефти на окружающую среду на физико-химические и гидробиологические характеристики реки Нун, дельта Нигерии. Экологический мониторинг и оценка. 2017; 189(173):1-12

26. Ачебе К.Х., Ннеке У.К., Анисиджи О.Э. Анализ аварий нефтепроводов в нефтегазовой отрасли в районе дельты реки Нигер в Нигерии. В кн.: Труды Международной многопрофильной конференции инженеров и ученых в области информатики. 2012. С. 1274-1279

27. Московченко Д.В. Нефтепродукты в донных отложениях водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа. Водные ресурсы. 2005; 32(1):79-83

28. Vaver OY. Анализ социальных конфликтов природопользования в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре. Географические науки. 2012; 11:533-537

29. Акпофуре Э.А., Эфере М.Л., Аявей. Негативные последствия разливов сырой нефти в дельте Нигера. Историческое общество Урхобо. 2000; 1:21-23

30. Нген С., Тота-Махарадж К., Эке., Хиллс К. Экологические и экономические последствия добычи сырой нефти и природного газа в развивающихся странах. Международный журнал экономики, энергетики и окружающей среды. 2016; 1(3):64-73

31. Даворин М. Анализ рисков для предотвращения опасных ситуаций в нефтегазовом машиностроении. IGI Глобал; 2013. 433 с. ISBN: 10:9781466647770

32. Оурен Д.С., Хаас С., Мелчер К.., Стюарт С.К., Пондс.Д., Секстон Н.Р. и др. Воздействие внедорожных транспортных средств на окружающую среду на земельные участки Бюро по землеустройству: обобщение литературы, аннотированные библиографии, обширные библиографии и интернет-ресурсы. Отчет Геологической службы США 1353. 2007. 225 с

33. Макдонал К., Локхарт Л., Гилман А. Влияние нефтегазовой деятельности на окружающую среду и здоровье человека. В кн.: Оценка AMAP. 2007

34. Бертон Г.А., Басу Н., Эллис Б.Р., Капо К.Е., Энтрекин С., Гидравлик Н.К. «Фрекинг»: является ли воздействие поверхностных вод экологической проблемой? Журнал «Экологическая токсикология и химия». 2014; 33(8):1679-1689

35. Атталла М.Ф., Аввад Н.С., Али Х.Ф. Радиоактивность окружающей среды отходов TE-NORM, образующихся в нефтяной промышленности Египта: обзор характеристик и обработки. Риека, Хорватия: Intech; 2012