

УДК 502.64+553.985 (470.62/67)

Казанкова Эльвира Ромуальдовна
старший научный сотрудник,
Институт проблем нефти и газа РАН,
119333, г. Москва, ул. Губкина д. 3
e-mail: elvira.kazankova@mail.ru

Корнилова Наталья Вячеславовна
научный сотрудник,
Институт проблем нефти и газа РАН
e-mail: nataliakornilova@rambler.ru

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И ПРИРОДНЫХ
БИТУМОВ НА ПРИМЕРЕ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ
НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**

DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.098

Kazankova Elvira R.
Senior Research Worker,
Oil and Gas Research Institute of RAS,
119333, Moscow, Gubkina, 3
e-mail: elvira.kazankova@mail.ru

Kornilova Natalia V.
Research Worker,
Oil and Gas Research Institute of RAS
e-mail: nataliakornilova@rambler.ru

**GEOECOLOGICAL PROBLEMS
BY DEVELOPING OF HEAVY OIL FIELDS
AND NATURAL BITUMEN
ON THE EXAMPLE
OF THE NORTH-CAUCASIAN OIL
AND GAS PROVINCE**

Аннотация:

Проведен анализ условий залегания залежей и физико-химических свойств тяжелых нефтей и природных битумов месторождений Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции, старейшего района нефтедобычи России.

Изучена ресурсная база месторождений. Показано, что Краснодарский край, характеризующийся широкой и развитой инфраструктурой, является одним из первоочередных объектов Европейской территории России для постановки детальных работ по освоению альтернативных источников углеводородного сырья.

Ключевые слова: геоэкология, тяжелая нефть, природный битум, Северо-Кавказская нефтегазоносная провинция, ванадий, никель

Abstract:

The analysis of deposits occurrence conditions and physico-chemical properties of heavy oil and natural bitumen fields of the North-Caucasian oil and gas province, the oldest oil-producing area of Russia is given

The resource base of the deposits have been studied. It is shown that the Krasnodar region, characterized by wide and well-developed infrastructure is one of the major priority objects on the European territory of Russia for the organization of detailed work for developing of alternative sources of hydrocarbons.

Keywords: geoecology, heavy oil, natural bitumen, North-Caucasian oil and gas province, vanadium, nickel

Современный этап развития мирового хозяйства отличается все возрастающими масштабами потребления природных ресурсов, резким усложнением процесса взаимодействия природы и общества, интенсификацией и расширением сферы проявления специфических природно-антропогенных процессов, возникающих вследствие техногенного воздействия на природу.

Геоэкология и природопользование тесно взаимосвязаны: без понимания процессов (как естественных, так и антропогенных) на глобальном уровне невозможно устойчивое использование природных ресурсов. Основное различие между геоэкологией и природопользованием в том, что геоэкология в большей степени направлена на понимание сверхсложных природных систем (эко-, геосистем), а природопользование – на рациональное использование ресурсов. Недоучет или игнорирование принципов научно обоснованного природопользования приводит к многочисленным кризисным явлениям в природе и хозяйстве, столь характерным для многих регионов мира [1].

Геоэкология позволяет изучать закономерность связей геолого-геофизической среды с ее природными составляющими (атмосферой, биосферой, гидросферой), а также оценивать влияние разнообразной деятельности человека в природопользовании.

За прошедшее десятилетие в структуре российских запасов существенно возросла доля трудноизвлекаемых, в том числе тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов. При этом добыча такого сырья растет значительно медленнее, чем его доля в общем объеме запасов. Этот дисбаланс, особенно характерный для старых добывающих регионов, ведет к сокращению ресурсной базы и ухудшению ее качества. Вопрос освоения ресурсов таких нефтей особенно актуален сейчас, в связи со снижением в последнее время объемов прироста запасов кондиционных нефтей.

Тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолисто-асфальтовых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксуемостью, что приводит к высокой себестоимости добычи, практически невозможной транспортировке по существующим нефтепроводам и нерентабельной, по классическим схемам, нефтепереработке.

Решение вопроса рациональной переработки тяжелых высоковязких нефтей затруднено тем, что данные по их свойствам и составу весьма неполны, разноречивы и не носят системного характера. Экономически целесообразной и возможной добыча тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов представляется только благодаря развитию и применению эффективных технологий их переработки с получением товарных нефтепродуктов с высоким отличием рыночной цены от себестоимости.

Добыча тяжелых высоковязких нефтей при помощи технологий для обычных нефтей ведет к низкой нефтеотдаче и потере ценных попутных компонентов, что оборачивается недополученной прибылью и наносит вред окружающей среде.

На сегодняшний день известно достаточно много технологий извлечения тяжелых нефтей и природных битумов, которые на практике доказали свою эффективность. В настоящее время используются разнообразные методы разработки месторождений природных битумов, применимость которых обуславливается геологическим строением и условиями залегания пластов, физико-химическими свойствами пластового флюида, состоянием и запасами углеводородного сырья, климатогеографическими условиями, наличием инфраструктуры и другими факторами. Наиболее популярными являются добыча карьерным способом и тепловые методы добычи [2].

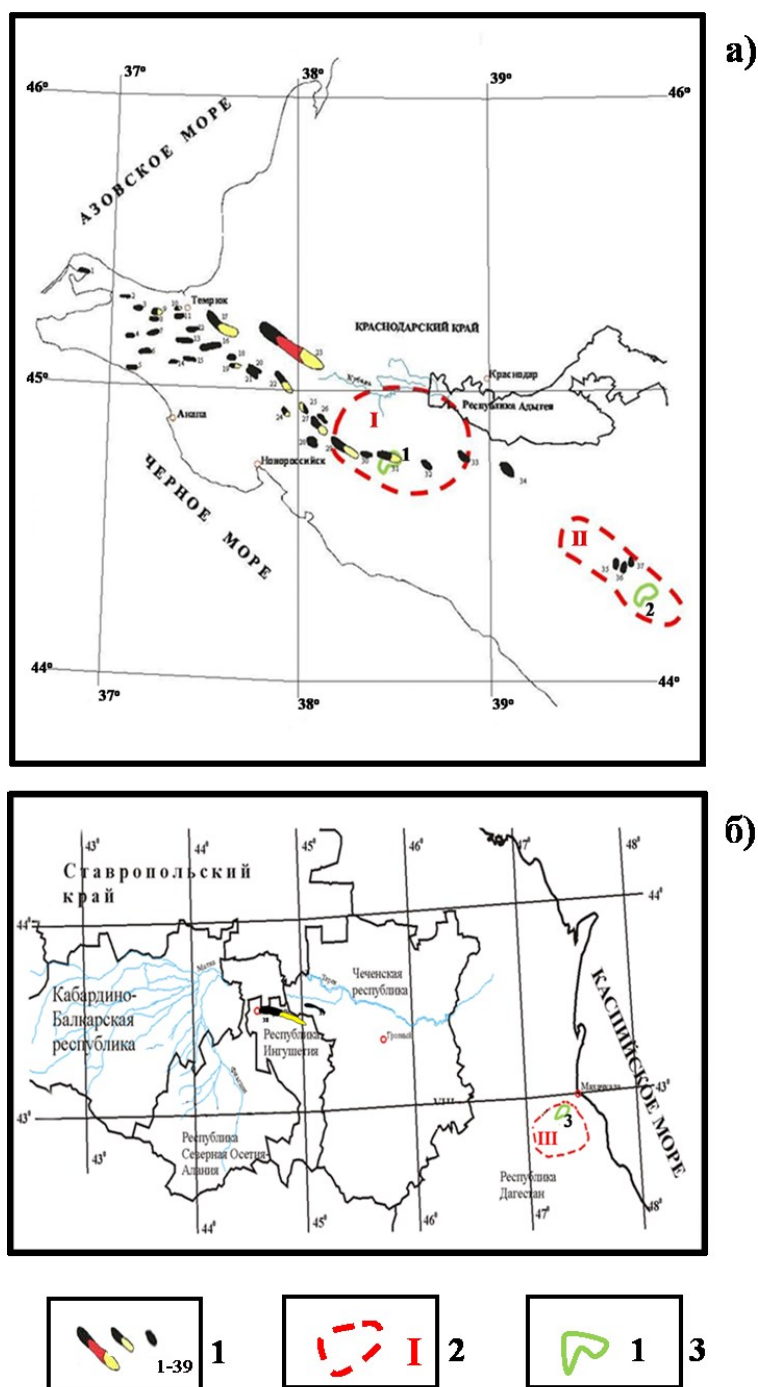
В России тяжелые нефти относят к альтернативным источникам углеводородного сырья, поскольку они отличаются от обычных нефтей не только повышенной плотностью, но и компонентным составом. Кроме углеводородов тяжелые нефти содержат нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, а также редкие цветные металлы в кондиционных концентрациях. В настоящее время отсутствуют эффективные технологии извлечения титана и его соединений.

Создание новых эффективных технологий подготовки и переработки тяжелого нетрадиционного углеводородного сырья является актуальной задачей, решение которой позволит значительно улучшить воспроизводство сырьевой базы России за счет экономически рентабельного вовлечения в разработку месторождений высоковязких нефтей и природных битумов.

Ванадий и никель, извлекаемые из тяжелой высоковязкой нефти, качественно превосходят аналоги, получаемые из руды. В тяжелых (высоковязких) нефтях содержатся и такие уникальные компоненты, как нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, которые можно извлечь при переработке по специальной схеме.

На Северо-Кавказскую провинцию приходится около 1,3 % от доли тяжелых нефтей России (рис.1).

Оконтуривание границ территорий проведено до глубины залегания битумоносного комплекса не более 300 м, в связи с тем что уже на глубинах первых сотен метров битумные скопления сменяются высоковязкими и обычными нефтями.



Масштаб 1: 000 000

Рис. 1 – Карта размещения месторождений тяжелых нефтей и природных битумов Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции:

а) западная часть провинции, б) восточная часть провинции (Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., 2017):

1 – месторождения тяжелых нефтей (1 – 39): Запорожское, Западно-Ахтанизовское, Борисоглебское, Капустина Балка, Благовещенское, Гирлянное, Камышеватое, Западно-Нефтяное, Северо-Нефтяное, Плавневое, Прикубанское, Стрельчанское, Белый Хутор, Суворово-Черкесское, Уташ-Юровское, Джигинское, Курчанское, Западно-Варениковское, Западно-Адагумское, Адагумское, Южно-Адагумское, Кудako-Киевское, Анастасиевско-Троицкое, Крымское, Северо-Крымское, Абинское, Абино-Украинское, Шептальское, Ахтырско-Бугундырское, Холмское, Зыбза-Глубокий Яр, Ильское Восточное, Южно-Карское, Старокалужское, Нефтянское, Нефтегорское, Павлова Гора, Малгобек-Вознесенское-Алхазово, Эльдаровское;

2 – битумные поля: I – Зыбза-Глубокоярское, II – Хадзыженское, III – Дагестанского клина;

3 – месторождения битумов: 1 – Южно-Зыбзенское, 2 – Нефтегорское, 3 – Пираузское

Существуют месторождения, сырье которых потенциально токсично по своему составу, например, тяжелые сернистые нефти и природные битумы с высокими содержаниями металлов, сероводород или ртутьсодержащие газы и пр. Поэтому при освоении такого типа УВ-сырья первоочередная задача оценки экологических рисков сводится к изучению качества сырья еще на стадии разведки, с тем чтобы превентивно регламентировать условия его экологически безопасного освоения, переработки и утилизации.

Известно, что в нефтях выявлено не менее 60 различных элементов. Среди биологически активных токсичных элементов наиболее высоких концентраций достигают ванадий, никель, кобальт, сера, реже уран, ртуть, мышьяк. В природном сырье они могут находиться в активной или связанной безопасной форме. Так, ванадий и никель концентрируются в смолисто-асфальтовых фракциях тяжелых нефтей, практически не переходя в растворимые соединения даже за геологические периоды времени. В ходе разведки они не вносят элемента токсичности в среду. Но те же нефти при добыче или переработке в условиях высокотемпературных воздействий концентрируют эти элементы в тяжелых остаточных фракциях, формируя опасный для утилизации товарный продукт – ванадиево-никелевые мазуты, гудрон, иногда с кондиционными концентрациями этих элементов.

И если присутствие сероводорода выявляется по запаху практически сразу, то большинство других биотоксикантов остается незамеченным. Но мышьяк или радиоактивные элементы можно выявить только при специальном исследовании, что подчеркивает необходимость не только ординарного изучения качественного состава нефтей (газов), но и наиболее часто встречающихся в них токсичных компонентов.

Причем если по длительности сохранности в окружающей среде, к примеру, сероводородное загрязнение можно считать сравнительно кратковременным, то металлы тяжелых нефтей накапливаются незаметно, рассеиваются медленно, кумулятивный эффект может стать практически неустранимым, а суммарный эффект их биологического воздействия почти непредсказуем.

Рост техногенной сейсмичности может привести к нарушению биоресурсов [3]. Необходимо учитывать также и процессы аномальных реакций живого вещества, в частности их обогащения токсикантами в зонах биоценоза [4]. Ванадий и никель активно ассимилируются растительностью, поступают в естественный биоцикл, переходят в грунтовые воды, пыль с их включением вдыхается. То есть создаются множественные возможности опосредованного контакта всего живого с металлами из нефтей [5].

И, хотя конкретных сведений о содержаниях токсически опасных элементов в нефтях отдельных месторождений Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции, безусловно, недостаточно, в целом общая степень изученности металлоносности нефтей сравнительно высока для правильной ориентации дальнейших исследований по обсуждаемой проблеме.

Для нефтей, в частности, это контроль за содержанием, в первую очередь, серы, ванадия, никеля, кобальта, урана и мышьяка, для газов – сероводорода, паров ртути и мышьяка. В частности, ванадий, никель и уран могут накапливаться в асфальто-смолистых фракциях тяжелых нефтей [4].

Такого рода общие прогнозы могут использоваться для предварительной характеристики экологических ожиданий в пределах отдельных нефтегазовых областей, однако без конкретных химико-аналитических исследований наличия (отсутствия) токсичных элементов в составе залежей делать заключения о безопасности месторождений, безусловно, не следует.

Оценить накопленный экологический ущерб нефтегазодобывающего комплекса за весь период его деятельности на территории Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции не представляется возможным, так как невозможно оценить суммарный выброс загрязнителей в атмосферу, суммарный сброс нефтепродуктов на рельеф и в водные объекты, связанные компенсацией экологического ущерба.

Тяжелые нефти и природные битумы относятся к исчерпаемым природным ресурсам и относительно невозобновимым. Битумы представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов нефти и их гетеропроизводных, содержащих кислород, серу, азот и металлы (ванадий, железо, никель, натрий и др.) [6].

Природные битумы – полезные ископаемые органического происхождения с первичной углеводородной основой – генетически представляют собой естественные производные нефтей, залегающие в недрах на глубинах от 3 до 500 м в твердом, вязком и вязко-пластичном состояниях. Битумы условно подразделяются на несколько классов: мальты, асфальты, асфальтиты, кериты и антраксолиты – с плавными переходами между ними.

Кроме повышенного содержания асфальтено-смолистых компонентов (от 25 до 75 % мас.), высокой плотности (0,965 – 1,22 г/см³), аномальной вязкости (более 104 мПа·с), обуславливающих специфику добычи, транспорта и переработки, природные битумы содержат значительное количество серы и металлов, особенно пятиокси ванадия (V₂O₅) и никеля (Ni) в концентрациях, соизмеримых с содержанием металлов в промышленных рудных месторождениях в России (V₂O₅ до 7800 г/т) и за рубежом (V₂O₅ до 3500 г/т). В ряде битумных месторождений их концентрация сопоставима с содержанием в рудах [7, 8].

Битумы не повторяют состава и свойств традиционных нефтей, поэтому рассматриваются как комплексное многоцелевое сырье для ряда отраслей народного хозяйства: нефтехимической, химической металлургической, строительной и др. [6].

Таблица 1

Месторождения битумов Северо-Кавказкой нефтегазоносной провинции

№№ п/п	Скопление битумов	Тип битума	Возраст вмещающих пород	Содержание битума в породе, %	Глубина залегания, м	Мощность пласта, м
1	2	3	4	5	6	7
1	Южно-Зыбзенское месторождение, Зыбза-Глубокоярское битумное поле (по данным ИГРГИ)	Битум	Плиоцен, нижние горизонты понгического яруса		Участок выходов на дневную поверхность битумонасыщенных пород понгических отложений	
2	Нефтегорское месторождение, Хадькенское битумное поле	Густая нефть, вязкая мальта	Верхний олигоцен, нижний миоцен	От 1 до 13,3 вес.%, В среднем 4,6 вес.%	Покровные излияния, выходы на поверхность нефтеносных песков 0 – 30 м	Отдельных насыщенных прослоев десятки см, суммарная эффективная мощность до 12 – 15 м
3	Пираузское месторождение битумосодержащих пород, битумное поле Дагестанского клина (по данным ИГРГИ)	Битум	Миоцен	0,34-9,6%, средняя 5,8%		20м

Зоны битумонакопления Северо-Кавказкой нефтегазоносной провинции в основном приурочены к Западно-Кубанскому и Терско-Каспийскому краевым прогибам [9]. Изучено 3 месторождения природных битумов: Пираузское, Нефтегорское и Южно-Зыбзенское (табл.1) [10].

До сих пор битумы как ценное по энергетическим и химическим свойствам углеводородное сырье не востребованы по причине отсутствия рентабельной технологии их добычи и переработки. Имеющиеся пока в России технологии не позволяют сделать добычу природных битумов коммерчески выгодной и экологически безопасной.

Даже тонкий сплошной слой битума не пропускает воду, поэтому его используют как в чистом виде, так и с добавками в качестве гидроизоляционного слоя, например, для наружной гидроизоляции фундаментов, подземной части деревянных столбов и для производства водонепроницаемых кровельных материалов, например, битумной черепицы. Но основное направление использования битума – это производство асфальта (асфальтобетона) для устройства дорожного покрытия (асфальтирования) дорог, площадей и тротуаров.

Благодаря своим адгезионным и гидрофобным свойствам битум может быть применен в дорожном строительстве [11], изготовлении кровельных материалов, при строительстве фундаментов зданий и сооружений, прокладке трубопроводов. Природные битумы используются как строительное сырье (дорожные покрытия, производство мягкой кровли, асфальтовой мастики и др.), в электропромышленности (изоляторы, антикоррозийные покрытия и др.). Из битуминозных карбонатных пород получают мастику и щебень.

В связи с этим экономическое обоснование вовлечения в оборот ресурсов природных битумов и их комплексного использования является актуальной задачей и имеет практическое значение для дальнейших разработок по повышению эффективности освоения минерально-сырьевых ресурсов нефтяной промышленности на базе внедрения новых технологий добычи и переработки природных битумов с извлечением попутных компонентов.

Заключение

Нефтегазодобывающая отрасль является одной из экологически опасных отраслей недропользования. Она отличается большой энергоемкостью, значительным загрязнением обширных территорий и высокой пожароопасностью промышленных объектов. Охрана недр предусматривает осуществление комплекса мероприятий по предотвращению потерь нефти и газа, обеспечение безопасности населения, рационального использования поверхностных и подземных вод, предотвращение их загрязнения.

Снижение техногенного воздействия на окружающую среду при добыче нефти и природных битумов сегодня невозможно без оценок состояния компонентов геологической среды.

Основной задачей геоэкологического анализа является исследование системы «геолого-геофизическая среда – природно-техногенные процессы».

Необходимо:

- оценить геодинамическую устойчивость территории;
- установить критерии геоэкологического анализа территории; выделить типы геоэкологических рисков;
- оценить геоэкологическую опасность территории.

Для практической реализации путей освоения ресурсов битумов на длительную перспективу необходимо:

- приоритетное развитие новых технологий и способов добычи разведанных запасов тяжелых нефтей и природных битумов;
- извлечение сырья без потерь его ценных компонентов;
- сохранение экологической обстановки и природного гидрогеологического режима на объектах разработки и экономическую рентабельность работ.

Литература

1. Голубев Г.Н. Геоэкология / Г.Н. Голубев. – Москва: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.
2. Искрицкая Н.И. Системный подход к освоению месторождений тяжелых высоковязких нефтей Российской Федерации / Н.И. Искрицкая, В.Н. Макаревич // Недропользование XXI век. – 2013. – № 4 (41). – С. 40 - 45.
3. Люшвин П.В. Сопоставление изменений численности мелких рыб в Азовском и Черном морях с сейсмической активностью в Азово-Черноморском регионе / П.В. Люшвин, В.В. Сапожников, Э.Р. Казанкова // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 46 - 51.
4. Якуцени С.П. Экологические проблемы при освоении и разработке нефтяных месторождений / С.П. Якуцени // Геология нефти и газа. – 2000. – № 1. – С. 22 – 26.
5. Мухаметшин Р.З. Состав природных битумов Урало-Поволжья / Р.З. Мухаметшин, С.А. Пунанова // Химия твердого топлива. – 2014. – № 1. – С. 58 - 70.
6. Алемасов В.Е. О концепции освоения месторождений природных битумов и высоковязких нефтей / В.Е. Алемасов // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): труды Всесоюзной конференции, г. Казань, 1992. – Казань, 1992. – С. 5 – 8.
7. Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений // Сборник трудов международной научно-практической конференции, Казань, 05 - 07 сентября 2012 г. – Казань: ФЭН АН РТ, 2012. – 380с.
8. Казанкова Э.Р. Тяжелые нефти Краснодарского края / Э.Р. Казанкова, Н.В. Корнилова // Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России: тезисы докладов конференции, г. Москва, 24 - 25 марта 2016 г. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2016. – С. 28 - 32.
9. Лебедев Г.И. Прогноз углеводородного сырья Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции / Г.И. Лебедев // Геология нефти и газа. – 2007. – №4. – С. 56 - 63.
10. Казанкова Э.Р. Комплексное использование природных битумов / Э.Р. Казанкова, Н.В. Корнилова // Технологическая платформа "Твердые полезные ископаемые": технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: сборник докладов II Международной научно-практической конференции, г. Екатеринбург, 02 - 04 декабря 2015 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2015. – С. 87 - 92.
11. Казанкова Э.Р. Природные битумы Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции / Э.Р. Казанкова, Н.В. Корнилова // Геология нефти и газа. – 2014. – № 6. – С. 48 – 52.