

Ресурсы тяжелых нефтей мира и сравнительный анализ их физико-химических свойств

И.Г. Ященко (Томск, Россия)

srhc@ipc.tsc.ru

к.г.-м.н., зав. лаб., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук

Проведен анализ пространственного распределения тяжелых нефтей в зависимости от их ресурсного потенциала и изменения их физико-химических свойств. Анализ запасов тяжелых нефтей показал, что большая часть их мировых запасов сосредоточена в Канаде, Венесуэле и России. Результаты исследований закономерностей распределения тяжелых нефтей могут быть использованы при определении оптимальных схем и условий транспортировки тяжелых нефтей, в совершенствовании геохимических методов поиска месторождений и при решении других задач нефтяной отрасли.

Материалы и методы

База данных ИХН СО РАН по физико-химическим свойствам нефти общим объемом информации 20744 описаний образцов нефти мира, геоинформационные системы (ГИС ArcGis), методы геостатистического и пространственного анализа

Ключевые слова

трудноизвлекаемые нефти, тяжелые нефти, запасы нефтей, Канада, Венесуэла, Россия, Волго-Уральский нефтегазоносный бассейн, Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн, физико-химические свойства нефтей

Resources of heavy oils of peace and comparative analysis of their physical and chemical properties

Authors

I.G. Yashchenko (Tomsk, Russia)

ph.D. in Geology and Mineralogy, Head of the Laboratory Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Введение

В связи с исчерпанием запасов легких нефтей в мировой добыче в последние годы увеличивается доля трудноизвлекаемых нефтей с аномальными физическими свойствами, в частности с их высокой плотностью [1]. Такие нефти составляют десятую часть мировой добычи, которая ежегодно возрастает. При сохранении темпов приращения добычи на существующем уровне прогнозируется увеличение добычи трудноизвлекаемой нефти в мире к 2030 г. в 4 раза.

Значительными запасами тяжелых нефтей (ТН) обладает Россия — около 7 млрд т [2]. В традиционных районах добычи (Западная Сибирь, Северный Кавказ, Урало-Поволжье, Тимано-Печора) наряду с увеличением доли добычи трудноизвлекаемых нефтей с высокой плотностью [1] наблюдается увеличение глубины залегания продуктивных пластов, ухудшение коллекторов и усложнение геологического строения месторождений. Интерес к добыче ТН увеличивается по мере роста цен на нефть и в связи с продолжающимся истощением многих крупных и мелких нефтяных месторождений [1–3]. В связи с этим изучение свойств и закономерностей пространственного распределения ТН представляет значительный интерес. В частности, за счет разработки запасов тяжелых нефтей, по данным [4–14], Россия могла бы ежегодно получать до 25–30 млн. т. нефти дополнительно.

Ранее анализ особенностей тяжелых нефтей был проведен в наших работах [15, 16]. Однако этот анализ был основан на 2000 образцах тяжелых нефтей, накопленных в базе данных (БД) по физико-химическим

свойствам нефтей [17, 18], созданной в Институте химии нефти СО РАН. В настоящее время эта БД по физико-химическим свойствам нефтей [17–20] значительно пополнена новой информацией и содержит описания более 20 тысяч образцов нефти, из которых уже около 5000 описаний относятся к образцам тяжелой нефти. Следовательно, объемы данных о тяжелых нефтях в БД возросли в настоящее время более чем в 2 раза. Существенно расширилась география включенных в БД нефтей и данные об их ресурсах. Поэтому появилась необходимость в проведение анализа ресурсного потенциала и географических закономерностей размещения тяжелых нефтей на основе существенно обновленной информации в БД, что и явилось целью настоящей работы.

Пространственное распределение тяжелых нефтей мира

Для проведения анализа пространственного распределения ТН использована классификация нефти по плотности (табл. 1), предложенная в наших работах [15, 16, 18]. Эта классификация будет использована далее в анализе закономерностей изменения свойств тяжелых нефтей.

Распределение количества тяжелой нефти и ее ресурсов по подклассам класса «тяжелая нефть» представлено на рис. 1, из которого видно, что подкласс тяжелой нефти «с повышенной плотностью» включает в себя более половины образцов из выборки тяжелой нефти. В подклассе «битуминозная нефть» образцов меньше всего (рис. 1-а), но запасы битуминозной нефти наибольшие и превышают 45% (рис. 1-б)

Показатель	Класс нефти	Пределы изменения классификационных интервалов, г/см ³	
Плотность (г/см ³)	очень легкая	< 0,80	
	легкая	0,80÷0,84	
	со средней плотностью	0,84÷0,88	
	тяжелая	с повышенной плотностью	0,88÷0,92
		сверхтяжелая	0,92÷0,96
	битуминозная	более 0,96	

Табл. 1 — Классификация нефтей по плотности



Рис. 1 — Распределение количества тяжелых нефтей мира с разной плотностью (а) и их запасов (б)

общемировых ресурсов тяжелых нефтей.

В базе данных в настоящее время представлено 4538 образцов тяжелых нефтей [16–20]. Исследования свойств ТН проводились для нефтеносных территорий мира. Из рис. 2, на котором приведены результаты геозонирования нефтегазоносной территории, видно, что нефтегазоносные бассейны (НГБ) с тяжелой нефтью распространены повсеместно на территории континентов, тяжелые нефти находятся в 110 нефтегазоносных бассейнах, что составляет более 60% общего числа бассейнов мира, представленных в БД. Больше всего бассейнов с ТН находится на территории Евразии — 64 бассейна. Информация о распределении ТН по континентам представлена в табл. 2.

Установлено, что наиболее тяжелыми по средне-бассейновому (среднее значение по

всем месторождениям бассейна) значению плотности ТН являются нефти северо-восточного Китая (Бохайский бассейн), Северной и Южной Америки (бассейны — Баринас-Апуре, Биг-Хорн, Верхняя и Средняя Магдалена, Сан-Хорхе, Санта-Мария, Северо-Кубинский, Хаф-Мун-Салинас-Кайама), Южной Европы (Адриатический нефтегазоносный бассейн) и в Африке нефти Суэцкого залива.

Анализ распределения месторождений ТН по объемам запасов углеводородов позволил установить, что количество уникальных (более 300 млн. т нефти) и крупных (от 30 до 300 млн. т нефти) по своим запасам месторождений составляет примерно половину от общего количества месторождений с тяжелыми нефтями (рис. 3-а), однако абсолютное большинство ресурсов ТН сосредоточено в уникальных месторождениях (рис. 3-б).

Abstract

Analysis of the spatial distribution of heavy oils held, depending on their resource potential and change their physico-chemical properties. Analysis of reserves of heavy oils has shown that most of them the world's reserves are concentrated in Canada, Venezuela and Russia. Results of studies of the distribution of heavy oils can be used in determining the optimal schemes and conditions for transportation of heavy crude oils, to improve methods of geochemical search of deposits and to solve other problems of the oil industry.

Materials and methods

Database IPC SB RAS on physico-chemical properties of oil, information scope 20,744

Местоположение	Объем выборки из БД	Количество НГБ с ТН	Количество месторождений с ТН	Количество образцов ТН в БД	Доля запасов ТН от общемировых (%)
Австралия, Новая Зеландия и Океания	148	1	2	2	Нет данных
Африка	477	7	59	112	0,95
Евразия	18423	64	1220	3945	37,09
Северная Америка	1299	26	195	320	48,59
Южная Америка	330	12	100	159	13,37

Таб. 2 — Характеристика информации о тяжелых нефтях в базе данных

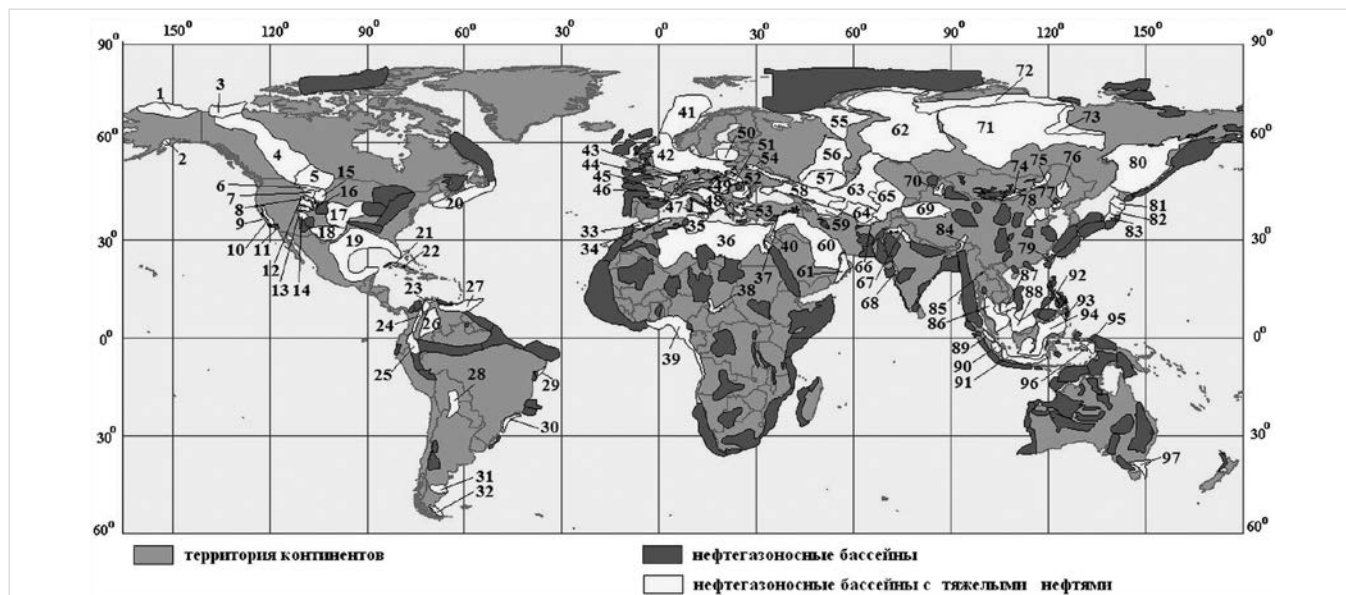


Рис. 2 — Основные нефтегазоносные бассейны с тяжелой нефтью

Обозначения: бассейны в Северной и Южной Америке; 1 — Арктического склона Аляски, 2 — Залив Кука, 3 — Бофорта, 4 — Западно-Канадский, 5 — Уиллистонский, 6 — Крейзи-Булл-Маунтинс, 7 — Биг-Хорн, 8 — Уинд-Ривер, 9 — Хаф-Мун-Салинас-Кайама, 10 — Грейт-Валли, 11 — Лос-Анджелес, 12 — Грин-Ривер, 13 — Уинта-Пайсенс, 14 — Парадокс, 15 — Паудер-Ривер, 16 — Ханна-Ларамы, 17 — Западный Внутренний, 18 — Пермский, 19 — Мексиканского залива, 20 — Новошотландский, 21 — Северо-Кубинский, 22 — Центральнo-Кубинский, 23 — Маракайбский, 24 — Верхняя и Средняя Магдалена, 25 — Верхне-Амазонский, 26 — Баринас-Апуре, 27 — Оринокский, 28 — Центральнo-Предандийский, 29 — Сержити-Алагоас, 30 — Сантос, 31 — Сан-Хорхе, 32 — Магелланов; в Африке; 33 — Андалузско-Предрифский, 34 — Западно-Тельский, 35 — Тунисско-Сицилийский, 36 — Сахаро-Ливийский, 37 — Суэцкого залива, 38 — Шары, 39 — Гвинейского залива, 40 — Восточно-Средиземноморский; в Евразии; 41 — Норвежскоморский, 42 — Центральнo-Европейский, 43 — Рейнский, 44 — Англо-Парижский, 45 — Ронский, 46 — Аквитанский, 47 — Сицилийский, 48 — Адриатический, 49 — Паннонский, 50 — Балтийский, 51 — Карпатский, 52 — Предкарпатско-Балканский, 53 — Северо-Эгейский, 54 — Днепровско-Припятский, 55 — Тимано-Печорский, 56 — Волого-Уральский, 57 — Прикаспийский, 58 — Северо-Кавказский, 59 — Южно-Каспийский, 60 — Персидского залива, 61 — Омано-Макранский, 62 — Западно-Сибирский, 63 — Туранский, 64 — Амударьинский, 65 — Афгано-Таджикский, 66 — Каракумский, 67 — Пенджабский, 68 — Камбейский, 69 — Таримский, 70 — Джунгарский, 71 — Лено-Тунгусский, 72 — Енисейско-Анабарский, 73 — Лено-Виллюйский, 74 — Восточно-Гобийский, 75 — Тамцакско-Хайларский, 76 — Сунляо, 77 — Ляохэ, 78 — Бохайский, 79 — Северо-Тайваньский, 80 — Охотский, 81 — Исикари-Западно-Сахалинский, 82 — Акита, 83 — Ниигата, 84 — Ассамский, 85 — Фанг, 86 — Сиамский, 87 — Вунг-Тау, 88 — Саравакский, 89 — Центральнo-Суматринский, 90 — Южно-Суматринский, 91 — Северо-Яванский, 92 — Бондокский, 93 — Котабато, 94 — Восточно-Калимантанский, 95 — Вогелкоп, 96 — Серамский; в Австралии; 97 — Гипсленд

samples oils of the world, geo-information system (GIS ArcGIS), methods of geostatistical and spatial analysis

Results

Spatial analysis of the distribution of heavy oils of the world held. Patterns of occurrence of these oils in reservoirs of various ages and depth are revealed. Comparative analysis of the physico-chemical properties of heavy oils held.

Conclusions

In this paper we studied the spatial distribution patterns of heavy oils basins of the world. Much attention is paid to the analysis of stocks and characteristics of heavy oils of Canada, Venezuela and Russia as the world's major centers of placing heavy oils. The differences of physico-chemical properties of oil in oil deposits in these countries are shown. Analysis of heavy oil resource potential of the Russian Federation carried out. Peculiarities of Russian oil and gas resource base of regions that have large reserves of, described, especially in the Volga-Urals and West Siberian regions.

Keywords

difficult-to-recover oils, heavy oils, oil resources, Canada, Venezuela, Russia, Volga-Ural oil-gas bearing basin, West-Siberian oil-gas bearing basin, physical and chemical properties

References

1. Korzhubayev A.G. Do not wait for favors from the subsoil // *Oil of Russia*. - 2011. - № 3. - P. 18-24.
2. Daniel E. Heavy Oil Russia // *The Chemical Journal - Journal of Chemical*. - 2008. - № 12. - P. 34-37
3. Garush A.R. The role of high oil and bitumen as a hydrocarbon source in the future // *Oil Industry*. - 2009. - № 3. - P. 65-67.
4. Makarevich V.N., Iskritskaya N., Bogoslovskiy S.A. Theology Resource potential of heavy oils of the Russian Federation: prospects of development // *Oil and gas geology. Theory and practice*. - 2010. - Т. 5. - № 2. - [Electronic resource]. http://www.ngtp.ru/rub/6/29_2010.pdf
5. Oil is the new Russia. The situation, problems and perspectives / Ed. Ed. full member of RANS, Ph.D. V.Y. Alekperov. - M.: Drevlehanilische, 2007 - 688 p.
6. Maksutov R., Orlov G., Osipov A. Mastering high-viscosity oil reserves in Russia // *Energy Technology*. - 2005. - № 6. - P. 36 - 40.
7. Nazev B. But not the secondary // *Oil and gas vertical*. - 2000. - № 3. - P. 21 - 22.
8. Antoniadis D.G., Valuisky A.A., Garushev A.R. The state oil production techniques to enhance oil recovery in the total world production // *Oil Industry*. - 1999. - № 1. - P. 16 -23.
9. Gavrillov V.P. The concept of extending the "oil era" of Russia // *Oil and gas geology*. - 2005. - № 1. - P. 53 - 59.
10. Zapivalov N.P. Geological and technological features of the

На рис. 4 приведена диаграмма распределения ТН по странам мира, которая показывает, что основные мировые запасы тяжелых нефтей размещаются в Канаде (более 40%), Венесуэле (около 12%) и в России (около 11%). Как видно из рис. 4, ресурсы ТН Канады, Венесуэлы и России в сумме составляют более 66% мировых ресурсов. Кроме Канады в Северной Америке отличаются своими запасами ТН США (7 место) и Мексика (13 место). В Евразии — это страны Ближнего Востока (Кувейт, Саудовская Аравия, Ирак, Иран), Центральной и Юго-Восточной Азии (Казахстан, Китай и Индонезия). В табл. 3 приведен перечень уникальных и крупных месторождений с тяжелыми нефтями Канады, Венесуэлы и России. Список месторождений в этой таблице составлен по мере уменьшения в них ресурсов ТН.

Географические закономерности распределения тяжелых нефтей России

Рассмотрим далее особенности распределения ресурсов ТН на территории России. Всего выявлено 745 месторождений с тяжелыми нефтями. Почти во всех бассейнах России (кроме Анадырско-Наваринского и Пенжинского) встречаются месторождения с тяжелыми нефтями (рис. 2). Из них выделяется Волго-Уральский бассейн, на территории которого средне-бассейновая (среднее значение по всем месторождениям бассейна) плотность нефтей превышает уровень 0,88 г/см³.

Анализ распределения тяжелых нефтей по основным нефтегазоносным бассейнам России — Волго-Уральскому, Енисейско-Анабарскому, Западно-Сибирскому, Лено-Вилюйскому, Лено-Тунгусскому, Охотскому, Северо-Кавказскому и Тимано-Печорскому

— показывает (табл. 4), что в Волго-Уральском бассейне (ВУНГБ) сосредоточено 61% всех российских тяжелых нефтей, в Западно-Сибирском бассейне (ЗСНГБ) находится почти 15% ТН России. Меньше всего образцов тяжелых нефтей в Енисейско-Анабарском бассейне. Из табл. 4 следует, что в среднем самыми тяжелыми в России являются нефти Тимано-Печорского бассейна (0,94 г/см³), Северо-Кавказского (0,926 г/см³) и Енисейско-Анабарского (0,923 г/см³). А тяжелые нефти Лено-Тунгусского бассейна имеют наименьшую в среднем плотность (0,894 г/см³).

Распределение разведанных запасов тяжелых нефтей по субъектам Российской Федерации представлено в виде круговой диаграммы на рис. 5. Как видно из этой диаграммы, наибольшие ресурсы ТН сосредоточены в Западно-Сибирском и Волго-Уральском бассейнах — соответственно 40 и 38% всех российских ресурсов тяжелых нефтей. В Тимано-Печорском регионе находится примерно 10% российских ресурсов ТН, как и в Восточной Сибири.

Рассмотрим особенности распределения ТН на территории Западной Сибири, где добывается 2/3 российской нефти [4, 11–13]. В пределах Западно-Сибирского бассейна сосредоточено 40% запасов тяжелых нефтей России. Большинство месторождений с тяжелой нефтью размещены в основной в центральной части бассейна, располагающейся на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Наиболее тяжелыми являются нефти Айюнского, Ван-Еганского и Мегионского (ХМАО), Северного (Томская область), Северо-Комсомольского и Западно-Мессояхского (Ямало-Ненецкий АО) месторождений.

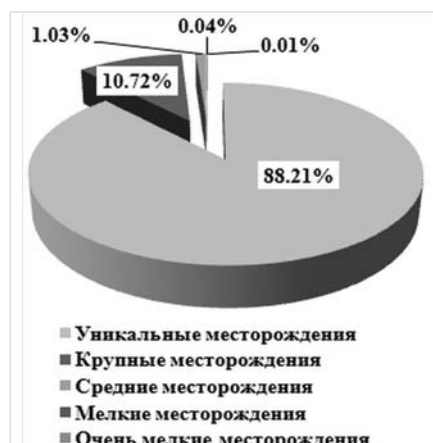
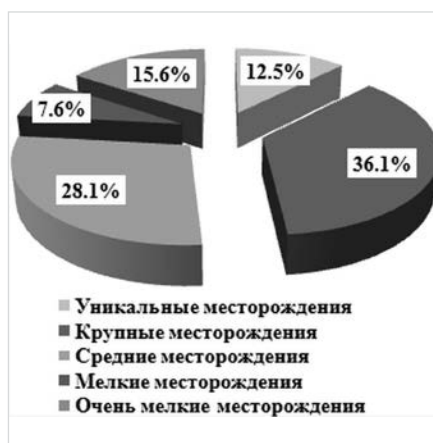


Рис. 3 — Распределение числа месторождений тяжелых нефтей (а) и объемов запасов тяжелых нефтей (б) по классификации запасов

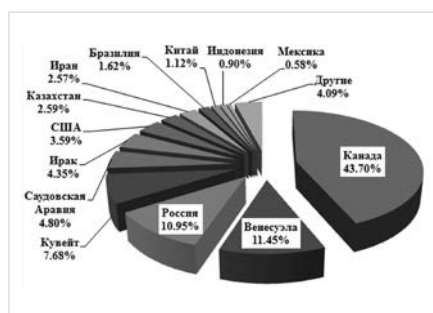


Рис. 4 — Распределение основных ресурсов тяжелых нефтей по странам мира



Рис. 5 — Распределение ресурсов тяжелых нефтей по субъектам Российской Федерации

Ниже приводятся результаты анализа распределения западно-сибирских месторождений с тяжелыми нефтями по нефтегазоносным областям (НГО). Более половины месторождений ТН (55%) расположено в Среднеобской НГО (Быстринское, Восточно-Сургутское, Локосовское и др.), 21,7% находится в Каймысовской НГО (Восточно-Моисеевское, Герасимовское и др.), 7,2% — в Надым-Пурской НГО (Ваньеганское, Надымское, Пульпуйское, Северо-Варьеганское, Северо-Комсомольское и Тарасовское), 6% — в Фроловской НГО (Айторское, Ереминское, Прирахтовское, Тобольское и Фроловское), в Васюганской НГО расположено 4 месторождения — это Горстовое, Мыльджинское, Северное и Таежное, в Пур-Тазовской НГО — Каракатаевское, Русское, Тазовское и Травяное месторождения, в Приуральской НГО — Филипповское месторождение, а в Ямальской НГО — Новопортовское месторождение.

Перейдем к Волго-Уральскому региону, являющемуся вторым по запасам ТН в России. На его территории находится 456 месторождений, что составляет почти 61% количества российских месторождений с ТН, представленных в БД, т.е. каждое второе месторождение с тяжелыми нефтями является волго-уральским. Большинство месторождений с залежами тяжелых нефтей расположено в северной и центральной частях бассейна, а именно в Республиках Татарстан и Башкортостан, в Пермском крае и Самарской области. Наиболее тяжелыми в среднем являются нефти Республики Татарстан, например, Ромашкинского, Аверьяновского,

Беркет-Ключевского, Ашальчического, Аканского и др. месторождений, также Пермского края (месторождения Березовское и Осинское), Самарской (Сызранское месторождение) области и Республики Башкортостан (Арланское и Шкаповское месторождения).

Распределение волго-уральских месторождений с тяжелыми нефтями по нефтегазоносным областям бассейна следующее: почти 30% находится в Татарской НГО, где наиболее тяжелыми являются нефти Беркет-Ключевского, Екатеринбургского и Владимирского месторождений, около 16% — в Мелекесско-Абдулинской НГО, в которой наиболее тяжелыми являются нефти Степноозерского, Восточно- и Южно-Филипповского и Черноозерского месторождений, 15,2% — в Пермско-Башкирской НГО, в которой самыми тяжелыми являются нефти Пермского края — Хатымского, Верхнечусовского и Краснокамского месторождений, 8,1% месторождений в Уфимской НГО с самыми тяжелыми нефтями из Малышевского, Бирского и Карача-Елгинского месторождений, 6,5% — в Жигулевско-Пугачевской НГО, где самыми тяжелыми являются нефти месторождений Верхозимское в Пензенской области и Кинель-Черкасское в Самарской области, 6% — в Верхнекамской НГО, в которой самыми тяжелыми являются нефти Бурановского, Сивинского, Ножовского и Шарканского месторождений. По 2,5% месторождений с тяжелыми нефтями от общей их выборки на территории ВУНГБ находится в Южно-Предуральской НГО (самые тяжелые нефти — Карлинского и Буруновского месторождений)

development of hard-to-reserves // Oil Industry. - 2005. - № 6. - P. 57 - 59.

11. Khafizov F.Z. Analysis of the oil reserves. Scientific editor of Academician AE Kontorovich. - Tyumen: Publishing House "IzdatNaukaServis", 2011. - 228 p.
12. Iskrikskaya N.I. Makarevich V.N., Bogoslovskiy S.A. Theology The development of heavy oil resource potential of the Russian Federation // Proceedings of the International Scientific Conference "Innovation and technology in the exploration, production and refining of oil and gas", dedicated to the 60th anniversary of "Tatneft", Kazan, 8-10 September 2010 - Kazan Univ "Feng" RT, 2010, 479 p. - P. 165-169
13. Iskrikskaya N.I. Evaluation of industrial importance viscous oil deposits and natural bitumen // Theory and Practice of industrial stocks and the significance of oil and gas resources in modern terms: Sat materalov Scientific Conference, 4-8 July 2011, St. Petersburg. - St. Petersburg.: VNIGRI, 2011. - P. 106-112
14. Sukhanov A.A. Petrova Y.E. The resource base of heavy oil by-products of Russia // Oil and gas geology. Theory and practice. - 2008. - Т. 3. - № 2. - URL: http://www.ngtp.ru/rub/9/23_2008.pdf (date accessed: 12/12/2011).
15. Polishchuk M.Y., Yashchenko I.G. Heavy oil: an analytical review of patterns of

Классификация запасов	Страна	Месторождения
Уникальные (более 300 млн. т нефти)	Канада	Атабаска, Пис-Ривер, Уобаска, Колд-Лейк
	Венесуэла	Боливар, Хамака, Синкор, Церро-Негро, Лагунильяс, Бочакеро, Тиа-Хуана, Лама
	Россия	Чайкинское, Ромашкино, Ван-Еганское, Чайндинское, Приобское, Самогторское, Усинское, Мамонтовское, Северо-Комсомольское, Новогазинское, Русское, Федоровское, Арланское, Ярегское, Салымское
Крупные (от 30 до 300 млн. т нефти)	Канада	Коакоак, Копаноар, Тарсьют, Иберния, Кейбоб, Уэйборн, Фенн-Биг-Валли
	Венесуэла	Ла-Пас, Кирикире, Мене-Гранде, Офисина, Мата, Гуара, Мара, Боскан, Чимире, Баруа, Лос-Кларос
	Россия	Новопортовское, Верхнечонское, Тевлинско-Русскино, Наульское, Комсомольское, Мало-Балыкское, Верхнеуратьминское, Оренбургское, Тагульское, Николоберезовское, Пильтун-Астохское, Возейское, Вятское, Вынгапуровское, Западно-Мессояхское, Карамовское, Юсуповское, Малгобек-Горское, Чайво-Море, Медыньское-Море, Приразломное, Новоелховское, Имени Р. Требса, Аксубаево-Мокшинское, Гремихинское, Тазовское, Даниловское, Средне-Ботубинское, Айяунское, Чутырско-Киенгопское, Южно-Сургутское, Усть-Балыкское, Охинское, Сурхаратинское, Западно-Тэбукское, Радаевское, Степноозерское, Якушинское, Пашнинское, Мишкинское, Аксеновское, Фестивальное, Тарасовское, Бавлинское, Одопту-Море, Торавейское, Лянторское, Барсуковское, Ербогаченское, Осинское, Новошешминское, Архангельское, Горское, Быстринское, Западно-Тамбейское, Нурлатское, Павловское, Москудыинское

Таб. 3 — Характеристика месторождений тяжелых нефтей Канады, Венесуэлы и России по запасам

Нефтегазоносный бассейн	Количество месторождений с ТН	Объем всей выборки ТН	Средне-бассейновое значение плотности ТН, г/см ³
Волго-Уральский	456	1653	0,9137
Западно-Сибирский	125	392	0,9126
Тимано-Печорский	60	273	0,9401
Северо-Кавказский	46	163	0,9257
Охотский	33	142	0,9196
Лено-Тунгусский	18	47	0,8943
Лено-Виллюйский	5	21	0,9051
Енисейско-Анабарский	5	11	0,9233

Табл. 4 — Данные о тяжелых нефтях основных НГБ России



Рис. 6 — Основные месторождения Западно-Сибирского нефтегазового бассейна с тяжелой нефтью

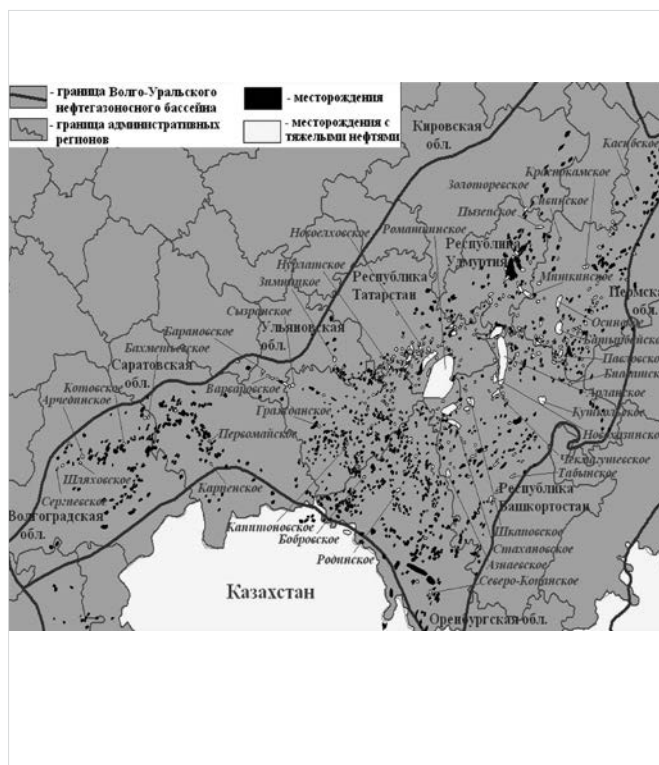


Рис. 7 — Основные месторождения Волго-Уральского нефтегазового бассейна с тяжелой нефтью

и в Нижневолжской НГО (наиболее тяжелые нефти являются нефти месторождений Бахметьевского и Макаровского в Волгоградской области), в Оренбургской НГО 6 месторождений с ТН и самыми тяжелыми являются нефти Родинского и Черниговского месторождений, в Прикамской НГО находится 4 месторождения с тяжелыми нефтями, из них самыми тяжелыми являются нефти Романшорского и Касибского месторождений, в Бузулукской НГО всего два месторождения — это Графское и Бобровское, расположенные в Оренбургской области и самыми тяжелыми являются нефти Бобровского месторождения.

Особенности физико-химических свойств тяжелых нефтей

Проведем сравнительный анализ физико-химических свойств тяжелых нефтей в зависимости от их пространственного распределения и глубины залегания на территории Канады, Венесуэлы и России как мировых центров размещения тяжелой нефти. В таб. 5 представлена информация о средних значениях физико-химических характеристик ТН, пластовых температур и давлений.

Как видно из этой таблицы, ТН в этих трех странах различаются по плотности: в России тяжелая нефть относится, согласно классификации таб. 1, к подклассу тяжелой нефти «с повышенной плотностью», в Канаде и Венесуэле — к подклассу «сверхтяжелая», причем наиболее тяжелыми из них являются канадские нефти. Рассмотрим далее особенности нефтей по вязкости. На основе классификации, представленной в [18], российская тяжелая нефть относится к высоковязкой, а нефти Канады и Венесуэлы — к сверхвязким. В Канаде располагаются самые вязкие нефти: их вязкость в 84 раза превышает вязкость российских ТН.

Рассмотрим различия ТН в зависимости

от их химического состава с использованием обобщенной классификации [18]. По содержанию серы ТН Канады, Венесуэлы и России относятся к типу сернистой (от 1 до 3%), для канадских тяжелых нефтей концентрации серы, смол, асфальтенов и кокса являются наибольшими. Тяжелые нефти Венесуэлы и Канады по концентрации парафинов относятся к типу малопарафинистых (до 1,5%), российские ТН являются среднепарафинистыми (от 1,5 до 6%). Металлонасыщенность максимальна также для тяжелых нефтей России. Для ТН рассматриваемых государств характерно низкая насыщенность нефтяным газом, в российской нефти самое низкое его содержание. Как видно из таб. 5, российские тяжелые нефти находятся в пластах с более высоким давлением и средней пластовой температурой.

Физико-химические свойства ТН заметно отличаются в зависимости от особенностей условий их залегания на территориях рассматриваемых стран, что показано в таб. 5. Так, в России больше половины пластов с ТН приурочены к средней глубине от 1000 до 2000 м и сосредоточены в палеозойских пластах. Чуть меньше половины залежей ТН Венесуэлы находится на глубинах до 2000 м (45%), более ¾ залежей приурочено к палеогеновым и неогеновым отложениям кайнозоя. Залежи канадских тяжелых нефтей в большинстве случаев относятся к триасовым, юрским и меловым отложениям мезозоя и большинство залежей (43%) сосредоточено на малых глубинах до 1000 м.

Проведенный анализ также показал, что физико-химические характеристики ТН изменяются и в зависимости от геологического возраста отложений. Так, менее тяжелыми и вязкими, с меньшим содержанием в нефти серы, смол и асфальтенов оказываются ТН России, а нефти Канады и Венесуэлы залегают в более «молодых» по возрасту

отложениях (мезозойских и кайнозойских соответственно). Тяжелые нефти этих стран характеризуются более высокой плотностью, вязкостью, более высоким содержанием серы, смол, асфальтенов и кокса, но с меньшим содержанием парафинов.

Рассмотрим различия свойств ТН Волго-Уральского и Западно-Сибирского НГБ как российских центров добычи тяжелых нефтей (таб. 6). Сравнительный анализ физико-химических свойств ТН обоих бассейнов показал, что их тяжелые нефти относятся к подклассу нефти «с повышенной плотностью» и «высоковязкая» (от 100 до 500 мм²/с), по содержанию серы — к классу «сернистой», по содержанию смол — к классу «высокосмолистая» (более 13%), по содержанию парафинов — к классу «среднепарафинистая», по содержанию асфальтенов — волго-уральские ТН к классу «среднеасфальтеновая» (от 3 до 10%), западно-сибирские ТН — к классу «высокоасфальтеновая» (более 10%), с низким и средним содержанием дизельных фракций.

Как видно из таб. 6, западно-сибирские тяжелые нефти находится в пластах с повышенными температурой и давлением, пласты в основном приурочены к глубине более 2000 м. Данные нефти по своим характеристикам отличается от волго-уральских — менее тяжелые и вязкие, с меньшим содержанием серы (более в 2 раза), парафинов, кокса (на 37%). Металлонасыщенность минимальна также для тяжелых нефтей ЗСНГБ — содержание ванадия и никеля меньше в 6 и 5 раз соответственно. Характерна повышенная насыщенность нефтяным газом (более чем в 2 раза). Значит, что для ТН рассматриваемых НГБ сравнительный анализ изменений их свойств подтверждает закономерность — чем ниже глубина залегания, тем меньше плотность и вязкость, концентрации

серы и кокса уменьшаются. Подтвердилась зависимость концентрации парафинов в ТН от геологического возраста — чем «моложе» залежь, тем содержание парафинов уменьшается, как это видно для западно-сибирских нефтей (таб. 6), так и в целом для тяжелых нефтей Венесуэлы и Канады по сравнению с российскими ТН (таб. 5). Обратную зависимость отметим по содержанию нефтяного газа — газонасыщенность увеличена в пластах более раннего возраста, что характерно для западно-сибирских ТН (таб. 6) и для ТН Канады и Венесуэлы (таб. 5).

Таким образом, приведенные в статье результаты сравнительного анализа пространственных изменений физико-химических свойств тяжелых нефтей расширяют представления о географических закономерностях распределения тяжелых нефтей и изменениях их физико-химических свойств.

Заключение

Возрастающая необходимость добычи и переработки в недалеком будущем тяжелых нефтей определяет актуальность изучения их ресурсного потенциала и закономерностей пространственного распределения. В работе изучены пространственные закономерности распределения тяжелых нефтей бассейнов мира. Большое внимание уделено анализу запасов и особенностей тяжелых нефтей Канады, Венесуэлы и России как основных мировых центров размещения тяжелых нефтей. Рассмотрены различия физико-химических свойств нефти в нефтяных залежах этих стран.

Проведен анализ ресурсного потенциала тяжелых нефтей Российской Федерации,

охарактеризованы особенности ресурсной базы российских нефтегазоносных регионов, располагающих их значительными запасами, особенно Волго-Уральского и Западно-Сибирского регионов. В заключение отметим, что в России роль тяжелых нефтей в перспективе будет только возрастать, особенно в «старых» нефтедобывающих регионах с истощенными запасами, и ресурсный потенциал тяжелых нефтей может стать надежным источником поддержания необходимых стране объемов добычи и переработки нефти.

Итоги

Проведен пространственный анализ размещения тяжелых нефтей мира. Выявлены закономерности залегания этих нефтей в пластах различного возраста и глубины залегания. Проведен сравнительный анализ физико-химических свойств тяжелых нефтей.

Выводы

В работе изучены пространственные закономерности распределения тяжелых нефтей бассейнов мира. Большое внимание уделено анализу запасов и особенностей тяжелых нефтей Канады, Венесуэлы и России как основных мировых центров размещения тяжелых нефтей. Рассмотрены различия физико-химических свойств нефти в нефтяных залежах этих стран. Проведен анализ ресурсного потенциала тяжелых нефтей Российской Федерации, охарактеризованы особенности ресурсной базы российских нефтегазоносных регионов, располагающих их значительными запасами, особенно Волго-Уральского и Западно-Сибирского регионов.

spatial and temporal variations of their properties // Oil and Gas Business. - 2005. - № 3. - P. 21 - 30.

16. Polishchuk M.Y., Yashchenko I.G. *Heavy oil: patterns of spatial distribution of // Oil Industry. - 2007. - № 2. - S. 110 - 113.*
17. An V.V., Kozin E.S., Polishchuk M.Y., Yashchenko I.G. *Database on the chemistry of crude oil and prospects for its use in geochemical studies // Oil and gas geology. - 2000. - № 2. - P. 49 - 51.*
18. Polishchuk M.Y., Yashchenko I.G. *Physico-chemical properties of crude oils: a statistical analysis of spatial and temporal variations. - Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, Branch «Geo», 2004. - 109 p.*
19. Yashchenko I.G. *The properties of hard-to oil in the database of information and computing systems for the petrochemical geology // Herald CDC Rosnedra. - 2011. - № 3. - P. 27 - 31.*
20. Kozin E.S., Polishchuk M.Y., Yashchenko I.G. *Database on physico-chemical properties of oils // Oil. Gas. Innovations. - 2011. - № 3. - P. 13-16.*

Физико-химические показатели	Канада	Венесуэла	Россия
Плотность, г/см ³	0,9426	0,9366	0,9169
Вязкость, мм ² /с	37091,18	27182,62	440,75
Содержание парафинов, % мас.	1,37	1,30	3,46
Содержание серы, % мас.	2,56	2,38	2,18
Содержание смол, % мас.	29,05	24,61	18,22
Содержание асфальтенов, % мас.	12,26	8,45	5,01
Газосодержание в нефти, м ³ /т	38,25	60,00	28,99
Содержание кокса, % мас.	12,95	6,93	6,67
Содержание ванадия, мас. %	0,0388	0,0560	0,0402
Содержание никеля, мас. %	0,0036	0,0097	0,0124
Термобарические условия залегания			
Температура пласта, °С	52,79	31,5	39,12
Пластовое давление, МПа	3,35	2,46	16,23
Глубина залегания, м			
	27% находится на глубине ниже 3000 м, 2% — от 2000 до 3000 м, 28% — от 1000 м до 2000 м, 43% — до 1000 м	22% находится на глубине ниже 3000 м, 33% — от 2000 до 3000 м, 28% — от 1000 м до 2000 м, 17% — до 1000 м	3% находится на глубине ниже 3000 м, 13% — от 2000 до 3000 м, 59% — от 1000 м до 2000 м, 25% — до 1000 м
Возраст нефтевещающих пород			
	12% находится в каменноугольных и девонских отложениях палеозоя, 73% — в триасовых, юрских и меловых, 15% — в палеогеновых отложениях	2% находится в пермских отложениях палеозоя, 21,5% — в меловых, 76,5% — в неогеновых и палеогеновых отложениях	1% находится в протерозойских отложениях, 66% — в палеозойских, 21% — в триасовых, юрских и меловых, 12% — в неогеновых и палеогеновых отложениях

Таб. 5 — Физико-химические свойства и условия залегания тяжелых нефтей Канады, Венесуэлы и России

Физико-химические показатели	Волго-Уральский нефтегазоносный бассейн	Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн
Плотность, г/см ³	0,9137	0,9126
Вязкость, мм ² /с	309,65	137,08
Содержание парафинов, % мас.	3,80	3,55
Содержание серы, % мас.	2,89	1,18
Содержание смол, % мас.	21,77	24,61
Содержание асфальтенов, % мас.	6,27	10,89
Фракция н.к. 200°C	16,28	12,75
Фракция н.к. 300°C	31,48	28,94
Фракция н.к. 350°C	33,78	39,74
Газосодержание в нефти, м ³ /т	22,67	52,96
Содержание кокса, % мас.	7,23	4,53
Содержание ванадия, мас. %	0,0662	0,0112
Содержание никеля, мас. %	0,0145	0,0030
Термобарические условия залегания		
Температура пласта, °С	28,21	70,96
Пластовое давление, МПа	15,02	21,83
Глубина залегания, м		
	Более 5% находится на глубине ниже 2000 м, 73% — от 1000 м до 2000 м, 21% — до 1000 м	Более 70% находится на глубине ниже 2000 м, 18% — от 1000 м до 2000 м, 11% — до 1000 м
Возраст нефтемещающих пород		
	Более 99% находится в девонских, каменноугольных и пермских отложениях палеозоя, менее 1% — мезозойских и кайнозойских отложениях	Более 7% находится в кембрийских, каменноугольных и пермских отложениях палеозоя, почти 93% — в юрских и меловых отложениях мезозоя

Таб. 6 — Физико-химические свойства и условия залегания тяжелых нефтей Волго-Уральского и Западно-Сибирского нефтегазоносных бассейнов

Список использованной литературы

- Коржубаев А.Г. Не ждаты милостей от недр // Нефть России. — 2011. - № 3. - С. 18-24.
- Данилова Е. Тяжелые нефти России // The Chemical Journal - Химический журнал. — 2008. - № 12. - С. 34-37
- Гарушев А.Р. О роли высоковязких нефтей и битумов как источнике углеводородов в будущем // Нефтяное хозяйство. — 2009. - № 3. - С. 65-67.
- Макаревич В.Н., Искрицкая Н.И., Богословский С.А. Ресурсный потенциал тяжелых нефтей Российской Федерации: перспективы освоения // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2010. — Т. 5. - № 2. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/6/29_2010.pdf
- Нефть новой России. Ситуация, проблемы, перспективы // Под общ. ред. действительного члена РАЕН, д.э.н. В.Ю. Алекперова. — М.: Древлехранилище, 2007 — 688 с.
- Максутов Р., Орлов Г., Осипов А. Освоение запасов высоковязких нефтей в России // Технологии ТЭК. — 2005. - № 6. - С. 36 — 40.
- Назьев В. Остаточные, но не второстепенные // Нефтегазовая вертикаль. — 2000. — № 3. - С. 21 — 22.
- Антониади Д.Г., Валуцкий А.А., Гарушев А.Р. Состояние добычи нефти методами повышения нефтеизвлечения в общем объеме мировой добычи // Нефтяное хозяйство. — 1999. — № 1. - С. 16 — 23.
- Гаврилов В.П. Концепция продления «нефтяной эры» России // Геология нефти и газа. — 2005. - № 1. - С. 53 — 59.
- Запывалов Н.П. Геолого-технологические особенности освоения трудноизвлекаемых запасов // Нефтяное хозяйство. — 2005. - № 6. - С. 57 — 59.
- Хафизов Ф.З. Анализ запасов нефти. Научный редактор академик РАН А.Э. Конторович. — Тюмень: Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2011. — 228 с.
- Искрицкая Н.И., Макаревич В.Н., Богословский С.А. Освоение ресурсного потенциала тяжелых нефтей Российской Федерации // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации и технологии в разведке, добыче и переработке нефти и газа», посвященной 60-летию ОАО «Татнефть», Казань, 8-10 сентября 2010 г. — Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010, 479 с. — С. 165-169
- Искрицкая Н.И. Оценка промышленной значимости месторождений сверхвязких нефтей и природных битумов // Теория и практика оценки промышленной значимости запасов и ресурсов нефти и газа в современных условиях: сб. материалов научно-практической конференции, 4-8 июля 2011 г., Санкт-Петербург. — СПб.: ВНИГРИ, 2011. — С. 106-112
- Суханов А.А., Петрова Ю.Э. Ресурсная база попутных компонентов тяжелых нефтей России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2008. — Т. 3. — № 2. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/9/23_2008.pdf (дата обращения: 12.12.2011).
- Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Тяжелые нефти: аналитический обзор закономерностей пространственных и временных изменений их свойств // Нефтегазовое дело. — 2005. — № 3. — С. 21 — 30.
- Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Тяжелые нефти: закономерности пространственного размещения // Нефтяное хозяйство. — 2007. — № 2. — С. 110 — 113.
- Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю. М., Яценко И.Г. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа. - 2000. - № 2. - С. 49 — 51.
- Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Физико-химические свойства нефтей: статистический анализ пространственных и временных изменений. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. — 109 с.
- Яценко И.Г. Свойства трудноизвлекаемой нефти в базе данных информационно-вычислительной системы по нефтехимической геологии // Вестник ЦКР Роснедра. — 2011. — № 3. — С. 27 — 31.
- Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. База данных по физико-химическим свойствам нефтей // Нефть. Газ. Новация. — 2011. - № 3. - С. 13-16.