



Казанский федеральный  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ  
геологии и нефтегазовых  
технологий

# Кейс

## Густая тайна - Энергия скрытая в недрах



Проблема освоения нетрадиционных видов углеводородного сырья, к которым относятся сверхвязкие нефти и природные битумы, является крайне актуальной особенно для старых нефтедобывающих регионов с высоким промышленным потенциалом, развитой инфраструктурой и высококвалифицированными кадрами.

Природные битумы и сверхвязкие нефти - полезные ископаемые органического происхождения с первичной углеводородной основой, залегающие в недрах в твердом, вязком и вязко-пластичном состояниях.

Они, как и битуминозные породы - ценное многоцелевое сырье для многих отраслей промышленности. Для ТЭК – это дополнительный источник углеводородного сырья. Строительная промышленность использует их как компоненты асфальтобетонных смесей и ЛКМ. В металлургической отрасли - попутные металлокомпоненты [1].

В целом по РФ доля высоковязкой (30,1-200 мПа·с) и сверхвязкой (более 200 мПа·с) нефти составляет соответственно 6,0 и 6,9 % от извлекаемых промышленных запасов, или в сумме 2378,6 млн. т. Наибольшая их часть приурочена к месторождениям Приволжского ФО (940,9 млн. т, или 39,6 % от запасов высоковязкой нефти РФ), Уральского ФО (902,5 млн. т, или 37,9 %), практически все они приходятся на месторождения Ямало-Ненецкого АО (818,4 млн. т) и Северо-Западного ФО (426,3 млн. т, или 18,1 %) (рис. 1, 2).

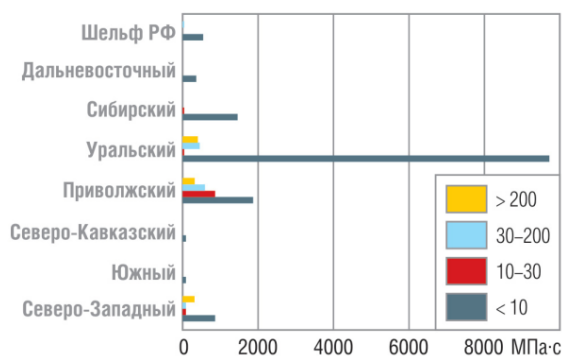


Рис.1. Распределение запасов нефти по вязкости по федеральным округам [2]

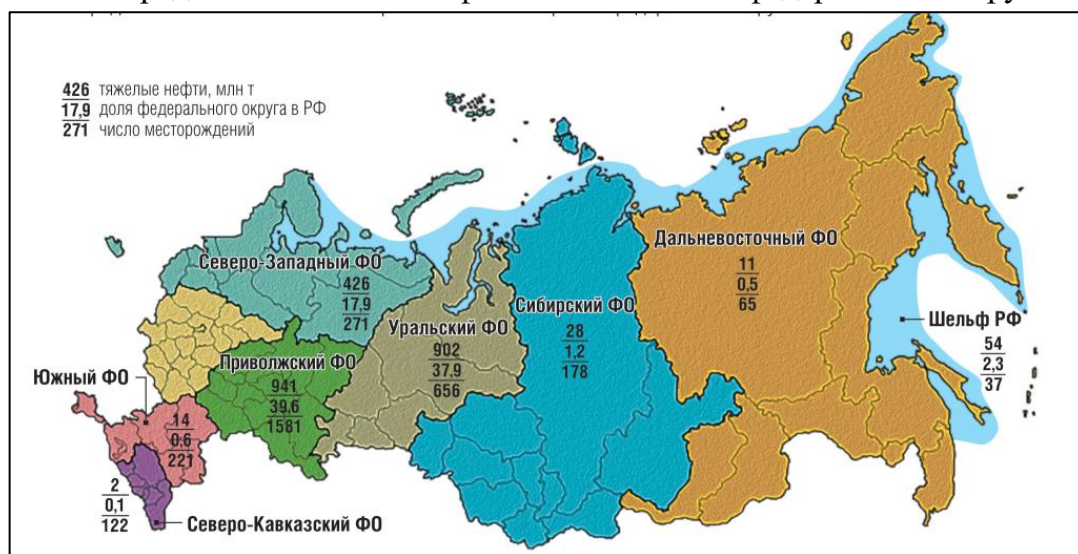


Рис.2. Распределение запасов высоко- и сверхвязкой нефти по федеральным округам [2]

Если рассматривать структуру запасов тяжелой и высоковязкой нефти по федеральным округам РФ в разрезе нефтегазоносных провинций (НГП), то большая их часть приурочена к Волго-Уральской (Республика Татарстан и Самарская область), Западно-Сибирской (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский АО) и Тимано-Печорской (Республика Коми) НГП [2].

Объемы нефти повышенной вязкости, высоковязкой и сверхвязкой в запасах месторождений РФ оцениваются в 3,4 млрд т.

Многие битумы и сверхтяжелая нефть имеют вязкость в резервуаре на много порядков больше. Существует множество факторов, влияющих на вязкость углеводородов, к которым относится групповой состав, наличие растворенного природного газа, температура и давление в пласте. В целом вязкость тяжелой нефти или битума аппроксимируется с плотностью [2].

Известны огромные скопления битума и тяжелой нефти в Восточной Сибири (в пределах трех провинций). Основные битумосодержащие пласты находятся в вендско-кембрийской, силурийской, каменноугольной и пермской формациях. Скопления (месторождения) в силу удаленности и отсутствия экономического интереса к ним плохо изучены.

В пределах Волго-Уральской провинции выявлены многочисленные скопления тяжелых битумов, большинство из которых приурочены к неглубоко залегающим отложениям пермского возраста в центральной и северной частях провинции. По данным Р.Р. Ибатуллина, Республика Татарстан обладает крупнейшими в России ресурсами природных битумов; в пермских песчаниках насчитывается 450 месторождений с запасами 1,163 млрд м<sup>3</sup> (7,3 млрд барр.). Тяжелая нефть и битум этой провинции имеют высокое содержание серы (до 4,5 %) и содержат металлы (V, Ni, Mo) [2].

Наиболее значимым для технологии извлечения и экономических показателей проектов освоения нефти является вязкость, оказывающая существенное влияние как на технологию извлечения, так и на транспортировку и переработку. При этом добыча высоковязкой и сверхвязкой нефти в 2017 г. составила около 30 млн. т (6 % от добычи по РФ), т.е. в структуре добычи доля высоковязкой нефти в 2 раза меньше, чем в структуре запасов.

В Волго-Уральской провинции ведется разработка Ашальчинского и Мордово-Кармальского месторождений, которые являются старейшими разрабатываемыми месторождениями тяжелой нефти.

В Тимано-Печорской НГП (Республика Коми) разрабатываются Ярегское и Усинское месторождения тяжелой нефти.

Ярегское месторождение высоковязкой нефти содержит около 130 млн. м<sup>3</sup> тяжелой нефти, приуроченной к девонским песчаникам, расположенным на глубине 180-200 м. Особенностью разработки в настоящее время является переход с применяемых долгое время шахтных методов (термошахтный метод, термоциклическое воздействие) на протяжении более 70 лет на сугубо поверхностные. По заявлениям компании ЛУКОЙЛ это приведет к существенному увеличению добычи сверхтяжелой нефти на месторождении — до 2 млн. т/год и

более. В совокупности со вторым разрабатываемым в Тимано-Печорской НГП месторождением Усинским, в котором разведанные запасы высоковязкой нефти в пермско-каменноугольном резервуаре составляют более 170 млн. т добыча нефти приблизилась к 5 млн. т. Суммарная накопленная добыча высоковязкой нефти на территории Республики Коми превысила 100 млн. т [2].

### ***Мировые тенденции освоения запасов тяжелой и высоковязкой нефти и битумов***

По оценкам Международного энергетического агентства, общие мировые запасы нефти оцениваются от 9 до 13 трлн барр из которых только 30 % приходится на традиционную нефть со стандартными характеристиками. Из оставшихся 70 % нетрадиционной (трудноизвлекаемой), нефти 30 % приходится на нефтеносные пески и битумы, 25 % на сверхтяжелую нефть и 15 % на тяжелую нефть.

Тяжелые нефти и битумы широко распространены и известны во многих нефтегазоносных бассейнах мира. По сути, они являются производными продуктами биодегградации и окисления традиционных скоплений нефти и, соответственно, генетически связаны с едиными нефтегазовыми системами (определяемыми, в свою очередь, условиями генерации, миграции, аккумуляции и сохранности (рассеивания) углеводородов), определяющими их распространение и масштабы.

По данным ААРС [3], месторождения битумов и тяжелой нефти с запасами 5,3-5,9 трлн барр. выявлены в более 70 странах мира. Тяжелые нефти находятся в 192 осадочных бассейнах, а скопления битума — в 89 бассейнах. Трудноизвлекаемые запасы по регионам распределены весьма неравномерно (таблица 1) [2].

***Таблица 1 – Оценка технически извлекаемых запасов и ресурсов тяжелой нефти и битумов мира***

Регион	Тяжелая нефть, млрд барр.		Битумы, млрд барр.	
	Ресурсы	Запасы*	Ресурсы	Запасы*
Северная Америка	185,8	35,3 / 8,1	1659,1	530,9 / 81,6
Южная Америка	2043,8	265,7 / 61,2	1,1	0,1 / 0
Европа	32,7	4,9 / 1,1	1,4	0,2 / 0
Россия	103,1	13,4 / 3,1	259,2	33,7 / 5,2
Средний Восток	651,7	78,2 / 18,0	0	0 / 0
Азия	211,4	29,6 / 6,8	267,5	42,8 / 6,6
Африка	40,0	7,2 / 1,7	430,0	43,0 / 6,6
Мир, в целом	3340,8	434,3 /	2580,1	650,7

\* В знаменателе – доля от мировых запасов, %.

Более 80 % этих запасов приходится на Канаду, Венесуэлу и США; большая часть мировых запасов тяжелой нефти мира сосредоточена в Венесуэле (61,2 %), а битума — в западной Канаде (81,6 %). Весьма значительны запасы тяжелой нефти в России, Колумбии и Нигерии. Около 1 трлн барр. (159 млрд м<sup>3</sup>) нефти оцениваются как технически извлекаемые, в том числе тяжелой нефти 434,3 млрд барр. (69,1 млрд м<sup>3</sup>), включая сверхтяжелую нефть, и 650,7 млрд барр. (103,5 млрд м) битума [4].

**Канада.** Наиболее значимые объемы добычи битумов приходятся на Канаду (провинция Альберта), где из них путем обогащения производят синтетическую сырую нефть. Остаточные разведанные запасы нефтяных битумов составляют 165 млрд барр. (26,3 млрд м<sup>3</sup>). К настоящему времени, с момента начала коммерческого производства в 1967 г., извлечено около 5 % начальных запасов сырого битума в Канаде. Добыча в последние годы постоянно растет [5].

Накопленная добыча тяжелой нефти и битумов в Альберте составила 11,4 млрд барр. (1,8 млн. м<sup>3</sup>). Планируемые объемы добычи товарного битума к 2025 г. составляют 3,8 млн. барр./сут [5].



Рис. 3. Основные месторождения битумов в Канаде [6]

**Венесуэла.** Крупнейшими в мире скоплениями тяжелой нефти являются месторождения Faja Petrolifera del Orinoco (пояса тяжелой нефти Ориноко) в восточной Венесуэле. Общие объемы запасов оцениваются в 1,2 трлн барр. (190 млрд м<sup>3</sup>) (61,2 % от мировых) из которых 310 млрд барр. (49,3 млрд м<sup>3</sup>) оцениваются как технически извлекаемые.

В настоящее время действуют четыре проекта по добыче тяжелой нефти, каждый из которых был начат в период между 1998 и 2001 г. На "первом этапе" разработки по проектам добывали в общей сложности около 640 тыс. барр./сут с

использованием методов холодного производства, на пике добыча была доведена почти до 3 млн. барр./сут [2].

В США основные запасы тяжелой нефти приурочены к песчаным коллекторам в двух областях: бассейне Сан-Хоакин в центральной Калифорнии и на северном склоне Аляски. По объемам запасов тяжелой нефти Калифорния занимает 2-е место в мире, уступая только Венесуэле [7].

В Калифорнии выявлено 52 месторождения, с оцененными запасами тяжелой нефти, достигающими 100 млн. барр. (15,9 млн. м<sup>3</sup>). По состоянию на 2014 г. доказанные запасы составляли 2854 млн. барр. (453,7 млн. м<sup>3</sup>), из которых почти 65 % приходилось на тяжелую нефть в южной части бассейна Сан-Хоакин [7].

1. Источник: <https://neftegaz.ru/science/development/331897-vysokovyazkie-nefti-i-prirodnye-bitumy-gosudarstvennoe-uchastie-v-povyshenii-effektivnosti-razrabotk/>
2. Прищепа, О. М. Состояние сырьевой базы и добычи трудноизвлекаемых запасов нефти в России / О. М. Прищепа // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2019. – № 5(168). – С. 14-20.
3. AAPG Energy Minerals Division Bitumen and Heavy Oil Committee Annual Commodity Report, 2018. - Timothy Bata, Steven Schamel, Milovan Fustic and Ravil Ibatulin
4. Meyer R.F., Attanasi, E.D. Natural bitumen and extra-heavy oil: 2010 Survey of Energy Resources, World Energy Council. -2010,4. - Pp. 123-150. <http://energy.cr.usgs.gov/oilgas/addoilgas/WEC10NBEHO.pdf>.
5. Alberta Energy Regulator. Alberta's Energy Reserves 2014 and Supply/Demand Outlook 2015-2024, Alberta Energy Regulator, Statistical Series, ST98-2015, 289. - 2015. - P. 299; <http://www.aer.ca/data-and-publications/statistical-reports/st98>.
6. [https://www.gubkin.ru/faculty/pipeline\\_network\\_design/chairs\\_and\\_departments/thermodynamics\\_and\\_thermal\\_engine/Lektsia\\_4\\_Netraditsionnye\\_resursy\\_uglevo\\_dorodnogo\\_syrya\\_2017.pdf](https://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/thermodynamics_and_thermal_engine/Lektsia_4_Netraditsionnye_resursy_uglevo_dorodnogo_syrya_2017.pdf)
7. Hein F.J. Overview of heavy oil, seeps, and oil (tar) sands, California, in F.J. Hein, D. Leckie, S. Larter, J.R. Suter, eds., Heavy-Oil and Oil-Sand Petroleum Systems in Alberta and Beyond: AAPG Studies in Geology 64. -2013. - Pp. 407-436

## Задачи кейса

1. Предложить альтернативный существующим метод добычи сверхвязких нефтей и природных битумов.
2. Проанализировать преимущества и недостатки, разработанного вами метода.
3. Оценить воздействие предложенного метода на окружающую среду на окружающую среду.



*Авторы желают Вам удачи в решении кейса!*