

Т.Ф. Ганиева, В.К. Половняк

**ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТИ, ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ И
БИТУМОНОСНЫЕ ПОРОДЫ.**

Учебное пособие



Казань 2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Т.Ф. Ганиева, В.К. Половняк

**ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТИ, ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ И БИТУ-
МОНОСНЫЕ ПОРОДЫ.**

Учебное пособие

Казань
КГТУ
2012

УДК 665. 632

ББК 35. 514

Ганиева, Т.Ф.

Высоковязкие нефти, природные битумы и битумоносные породы: учебное пособие / Т.Ф. Ганиева, В.К. Половняк; М–во образ. и науки Р.Ф., Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2012. – 105 с.

ISBN 978-5-7882-1253-1

Излагается материал по высоковязким нефтям, природным битумам и битумоносным породам. Дана оценка их ресурсов, приведен анализ их химического состава и физико-химических характеристик, знание которых имеет определяющее значение для выбора технологических схем подготовки и переработки трудноизвлекаемого углеводородного сырья.

Показано, что области знаний ресурсов и свойств высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород, технологий их добычи и способов переработки являются основными взаимосвязанными и взаимовлияющими звеньями единой цепи их освоения.

Предназначено для использования в процессе подготовки специалистов, бакалавров, магистров по специальности 2404 и профильных специальностей, аспирантов, выполняющих научно-исследовательские работы в данной области, а также для специалистов, занимающихся разработкой технологических решений по добыче и переработке трудноизвлекаемого углеводородного сырья.

Подготовлено на кафедре «Химическая технология переработки нефти и газа».

Печатается по решению редакционно-издательского совета КНИТУ

Рецензенты: д–р хим. наук, вед. науч. сотр. ИОФХ
им. А.Е. Арбузова, *Петрова Л.М.*
канд. хим. наук, зав. лаб. «Испытания
нефти и нефтепродуктов» ОАО
«ВНИИУС», *Нигматуллина Р.Ш.*

ISBN978-5-7882-1253-1

©Ганиева Т.Ф., Половняк В. К. 2012
Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. Классификация трудноизвлекаемых нефтей	8
1.1. Высоковязкие нефти и природные битумы.....	9
1.1.1. Классификация природных битумов.....	11
1.2. Битумоносные породы.....	18
1.2.1. Классификация битумоносных пород.....	19
Список литературы.....	20
ГЛАВА 2. Оценка ресурсов высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород	22
2.1. Оценка ресурсов высоковязких нефтей и природных битумов.....	22
2.2. Оценка ресурсов битумоносных пород.....	25
Список литературы.....	27
ГЛАВА 3. Состав и физико – химические свойства высоковязких нефтей, природных битумов, битумоносных пород и песчаников	29
3.1. Состав и физико – химические свойства высоковязких нефтей и природных битумов.....	
3.2. Состав и физико–химические свойства битумоносных пород и битуминозных песчаников.....	42
Список литературы.....	44
ГЛАВА 4. Добыча высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород	46
4.1. Методы разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов.....	47
4.2. Методы разработки месторождений битумоносных пород.....	55
Список литературы.....	58
ГЛАВА 5. Переработка высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород	61
5.1. Переработка высоковязких нефтей и природных битумов...	62

5.1.1. Использование высоковязких нефтей и природных битумов для получения товарных битумов различных марок.....	63
5.1.2. Обзор технологий по переработке высоковязких нефтей и природных битумов.....	66
5.2. Переработка битумоносных пород.....	78
5.2.1. Методы извлечения природных битумов из битумоносных пород.....	79
5.2.2. Вовлечение битумоносных пород в производство дорожно-строительных материалов.....	96
Список литературы.....	99

ВВЕДЕНИЕ

Развитие экономики любой нефтедобывающей страны связано со стабилизацией добычи нефтяного сырья.

В XX веке произошло 15–ти кратное увеличение уровня потребления энергоресурсов, основную долю в которых составляют нефть и газ. В ближайшей перспективе доминирующее положение, как основного источника моторных топлив и сырья нефтехимических производств, сохранится за нефтью.

Топливо-энергетический комплекс является системообразующей отраслью экономики современной России. На долю нефтяного комплекса России приходится 16,3 % высоковязких нефтей (для сравнения, на долю газовой промышленности – 6,7 %; на долю электроэнергетики – 2,4 %).

Нефтяной комплекс обеспечивает 30,5 % промышленной продукции (для сравнения, газовая промышленность – 15 %).

В «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» поставлена задача достижения к концу второго десятилетия XXI века годового объема добычи нефти 450 ÷ 520 млн. т.

Вместе с тем, опережающая добыча из активных запасов приведет к тому, что через 20 лет основной объем мировой добычи до 70 % будет обеспечиваться за счет трудноизвлекаемых запасов нефти.

Уже сегодня в России на большинстве крупнейших нефтяных месторождений, вступивших в позднюю стадию разработки, доля трудноизвлекаемых запасов увеличилась более чем в 10 раз и продолжает увеличиваться.

Возрастающий уровень потребления нефти, являющегося основным видом химического и энергетического сырья, вызывает в последнее время все большую озабоченность ученых и специалистов по поводу истощения ее запасов.

По оценкам ведущих международных экономических организаций в 2020–2025 г.г. будет достигнут пик добычи традиционной нефти, после которого начнется ее спад ввиду истощения основных запасов этого вида энергоносителей. Завершение эры дешевой нефти и газа требует более рациональной политики по использованию своего рационального потенциала.

В последние годы (2003–2005 г.г.) российские нефтегазовые компании добывают около 470 млн. т. нефти, включая газовый кон-

денсат, при этом прирост запасов не превышает 300 млн. т., что свидетельствует об опережающих темпах выработки «лучших» запасов нефти и газа, а их убыль не компенсируется приростом новых.

Международным энергетическим агентством прогнозируется увеличение мирового спроса на энергию и энергоносители к 2030 г. на 60 % [1].

Добыча нефти в мире за период 2005÷2030 гг. увеличится с 4180 до 5815 млн. т. (на 39 %). Добыча в России увеличится на 20 %, в странах СНГ на 75 % [2].

В настоящее время в России сложилась ситуация, когда активные запасы нефти выработаны практически всеми нефтяными компаниями на 50÷80 %. Основные сырьевые ресурсы сосредоточены на месторождениях трудноизвлекаемых высоковязких нефтей и природных битумов.

По результатам изучения недр мировой геологической наукой установлено, что всего на планете к началу 2000 г. осталось по разным оценкам 140÷160 млрд. т. так называемых извлекаемых запасов нефти. Учитывая, что ежегодно добывается и используется около 4 млрд. т., то всех запасов хватит примерно на 30÷40 лет.

95 % всей добываемой на сегодняшний день нефти – это обычная традиционная нефть.

На сегодняшний день в мире сохраняется тенденции увеличения доли высоковязких нефтей в общем объеме добываемой нефти. Так, если в середине 50–х годов XX века доля таких нефтей составляла лишь 30 %, то сейчас она достигает 70 % и продолжает возрастать.

В процессе добычи, транспорта и хранения высоковязких нефтей с понижением температуры происходит значительное ухудшение их реологических и гидродинамических характеристик.

Кризис наступит не тогда, когда закончатся мировые запасы традиционной нефти, а тогда, когда будет исчерпана половина этих запасов и начнется снижение добычи.

Прогнозы об исчерпании мировых нефтяных запасов, высокие темпы роста потребления нефти в промышленно развитых странах все больше заставляют задуматься о необходимости привлечения альтернативных источникам углеводородного сырья и энергии.

Наиболее перспективным шагом в этом направлении является привлечение таких ископаемых, как высоковязкие нефти, природные

битумы и битумоносные породы, поскольку основные сырьевые ресурсы сосредоточены именно на их месторождениях.

Высоковязкие нефти, природные битумы и битумоносные породы станут одним из доступных энергоисточников, способных восполнить дефицит традиционной нефти и служить в течение длительного периода энергетическим мостом в будущее между традиционной нефтяной эрой и эрой будущих принципиально новых энергетических технологий.

По данным Международного энергетического агентства к 2035 году доля нетрадиционной нефти в мировой добыче составит около 10 %.

Добыча и переработка высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород составляют специфическую комплексную проблему, имеющую важное народнохозяйственное значение.

Определение запасов и свойств высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород, разработка научных основ и экономически эффективных технологий их добычи, способов транспортировки и переработки – таковы основные взаимосвязанные и взаимовлияющие звенья единой цепи их освоения.

Несмотря на то, что освоение месторождений высоковязких нефтей, природных битумов и битумоносных пород представляется сложной проблемой, их вовлечение в промышленное использование является одним из перспективных направлений обеспечения социально-экономического развития страны.

Необходимо создание научных основ разработки инновационных, энергосберегающих и безотходных технологий добычи и комплексной переработки нетрадиционного углеводородного сырья, позволяющих облегчить фракционный состав тяжелого нефтяного сырья и, как следствие, снизить вязкость, плотность нефтяного сырья, т.е. сделать это сырье легкоподвижным.

Решение указанных проблем позволит расширить сырьевую базу нефтепереработки и нефтехимии, а также дорожно-строительной индустрии.

ГЛАВА 1

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ

Относительно происхождения нефти существуют различные гипотезы.

В настоящее время наиболее вероятной считается теория Потонье, по которой нефть образовалась из так называемых сапропелей – различных видов ила, образованного из животных и растительных остатков, оседающих на дно водоемов и разлагающихся там без доступа воздуха.

По видам нефть подразделяется на пять основных категорий:

- обычная нефть;
- нетрадиционная нефть;
- сверхтяжелая нефть и природные битумы;
- битуминозные песчаники;
- нефть, не восстанавливаемая сегодняшними технологиями.

По динамической вязкости в пластовых условиях нефти подразделяют на три класса:

- с малой вязкостью (менее 5 мПа•с);
- с повышенной вязкостью (5÷30 мПа•с);
- с высокой вязкостью (более 30 мПа•с).

Верхний предел вязкости высоковязкой нефти 10 000 мПа•с.

В работе [3] дана классификация высоковязких нефтей (ВВН), природных битумов и битуминозных песчаников в зависимости от величины эффективной вязкости при существующей в пласте скорости фильтрации углеводородов:

- категория ВВН–1 – вязкость 50÷200 мПа•с;
- категория ВВН–2 – вязкость 200÷1000 мПа•с;
- категория ВВН–3 – вязкость 1 000÷10 000 мПа•с;
- текучие битумы (мальты) – вязкость 10 000÷50 000 мПа•с;
- пластичные битумы – вязкость более 50 000 мПа•с;
- твердые битумы.

Различные авторы приводят свои доводы в пользу того или иного понимания термина «битум».

Так, например, в работе [4] приводится следующее определение: битумы – это жидкие, вязкие, полутвердые и твердые соединения,

состоящие как из сложной смеси высокомолекулярных углеводородов (главным образом гибридного строения), так и из смолисто-асфальтеновых веществ, в состав которых, помимо углерода и водорода, входят кислород, сера, азот как постоянные элементы, а в ряде случаев различные металлы (V, Ni, Fe, Ca, Cr, Mg и др.).

И.С. Гольдберг в работе [5] называет битумами природные органические соединения с первичной углеводородной основой, имеющие твердую, вязкую и вязко-жидкую консистенцию.

Наиболее обоснованным исторически является определение А.Л. Вассоевского [6], что термин «битум» является общим обозначением для нефтей и их естественных производных.

Слово «битум» происходит от латинского bitumen – смола, асфальт или состоящий из смолы.

Авторы в своей работе [7] определяют битумы как непластичные или термопластичные (вязкопластичные) природные ископаемые.

Хотя термин «битум» употребляется в разных интерпретациях, но при этом всегда включает признаки родства с нефтью или с ее производными, от газообразных (нефтяные газы) до твердых (вплоть до высших антраксолитов), другими словами, все нафтиды, нафтоидо-нафтиды и собственно нафтоиды.

1.1. Высоковязкие нефти и природные битумы.

Поскольку родоначальником основной массы природных битумов (нафтидов) являются нефти, схема битумогенеза касается главным образом путей изменения нефтей, завершающихся преобразованием их в вязко–жидкие, вязкие и твердые дериваты.

Нефть, находящаяся в недрах земли, мигрировала в верхние слои земли и в результате испарения легких фракций под действием климатических и геологических факторов, под влиянием процессов окисления и полимеризации превратилась в твердый или вязкий природный битум.

Природные битумы – это окисленные высоковязкие нефти жидкой, полужидкой и твердой консистенции (вязкость от 600 тыс. до 440 млн. мПа•с).