

Переработка тяжелых нефтей, битумов и нефтяных остатков

Лекции – 14 ак. часов
Семинары – 28 ак. часов

к.х.н. Сафин Владимир Александрович,
Базовая кафедра химии и технологии
природных энергоносителей и углеродных
материалов

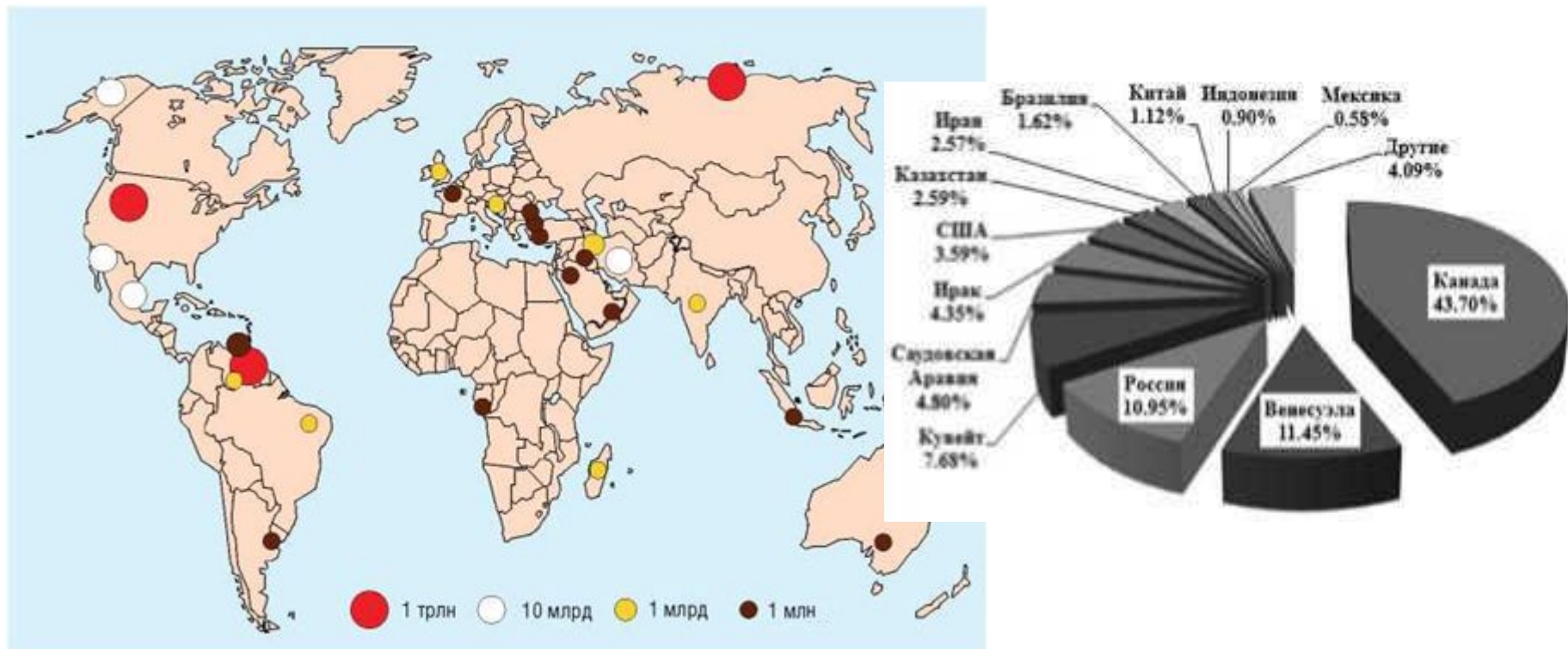
Тяжелая и битуминозная нефть

Считается, что тяжелая нефть образовалась из обычной, которая мигрировала из глубоко залегающих пластов в верхние зоны залежей, где подверглась биологическому разложению и воздействию воды, а также сложным микробиологическим процессам и (иногда) улетучиванию легких углеводородов из неглубоко залегающих пластов, не перекрытых сверху непроницаемыми породами.

Класс	Нефть, вязкость <10 Па*с (<100сПз)					Битумы, >10 Па*с (>100сПз)
	Обычная	Средняя	Полутяжелая	Тяжелая	Экстратяжелая	
Плотность, кг/м ³	<904	904-934	934-966	966-1000	>1000	>1000
Содержание асфальтенов, %	-	-	2-7	6-15	7-27	

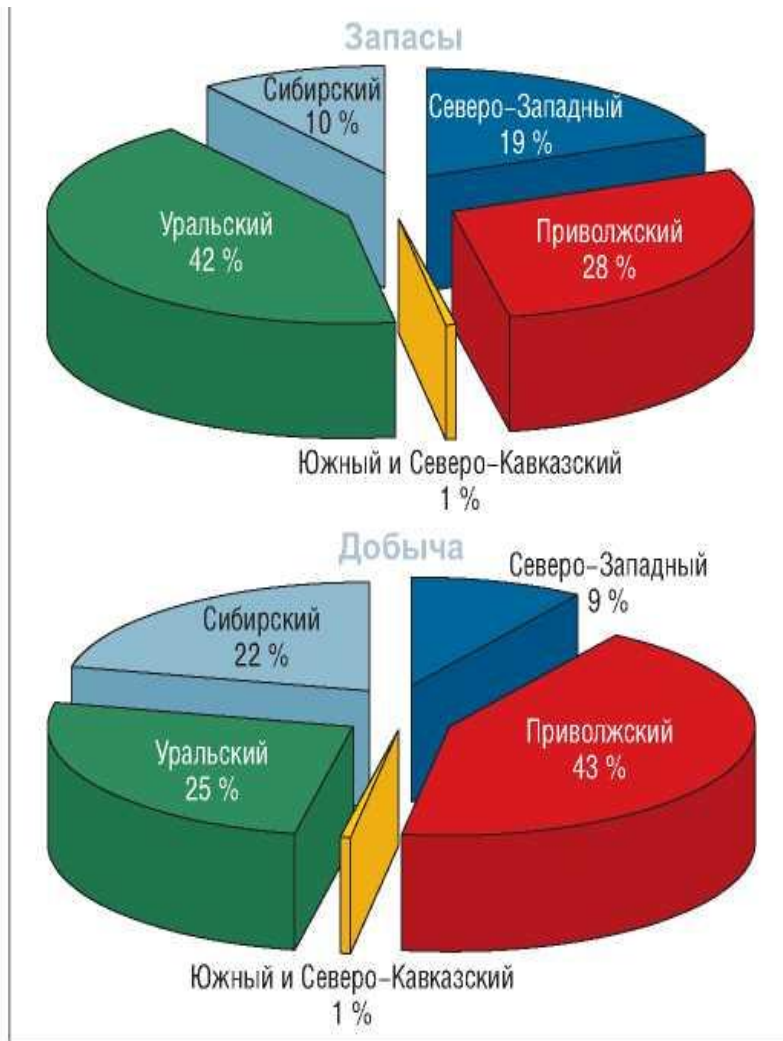
Тяжелые нефти имеют плотность более 884 кг/м³, или 28 °API (уд. в. = 0,89 или выше) и содержат, обычно, значительные объемы остаточных фракций.

Мировые запасы тяжелой нефти



Запасы тяжелой нефти в основном сконцентрированы в Канаде (2,5 трлн. баррелей) и Венесуэле (1,5 трлн. баррелей). В том случае, если коэффициент извлечения доказанных запасов составит 20 %, то только на эти две страны будет приходиться больше доказанных запасов, чем кондиционных запасов на всем Ближнем Востоке.

Месторождения тяжелых и битуминозных нефтей в России



Наибольшая часть запасов сосредоточена в Уральском ФО - 42 %, далее идут Приволжский - 28 %, Северо-Западный - 19 %, Сибирский - 10 %.

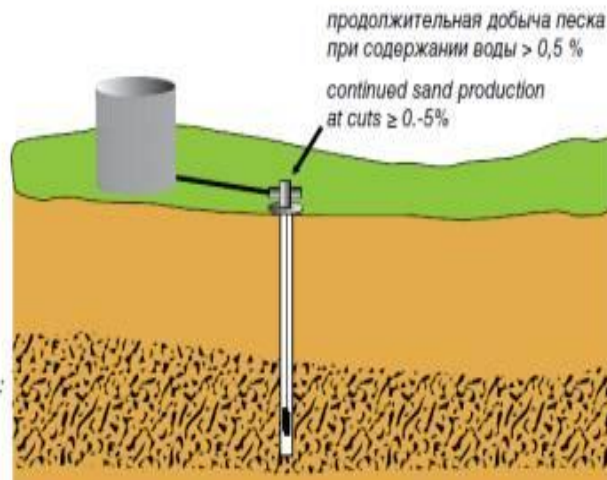
Нефти Ванкорского месторождения, которое активно разрабатывается в Красноярском крае, имеет плотность при 20 °С – около 904 кг/м³; содержание серы – 0,173% мас. По этим характеристикам нефть, согласно ГОСТ Р 51858, в зависимости от массовой доли серы относится к 1-му классу («малосернистая»); по плотности – к 4-му типу («битуминозная»). Температура застывания – ниже минус 45 °С

Добыча тяжелых и битуминозных нефтей

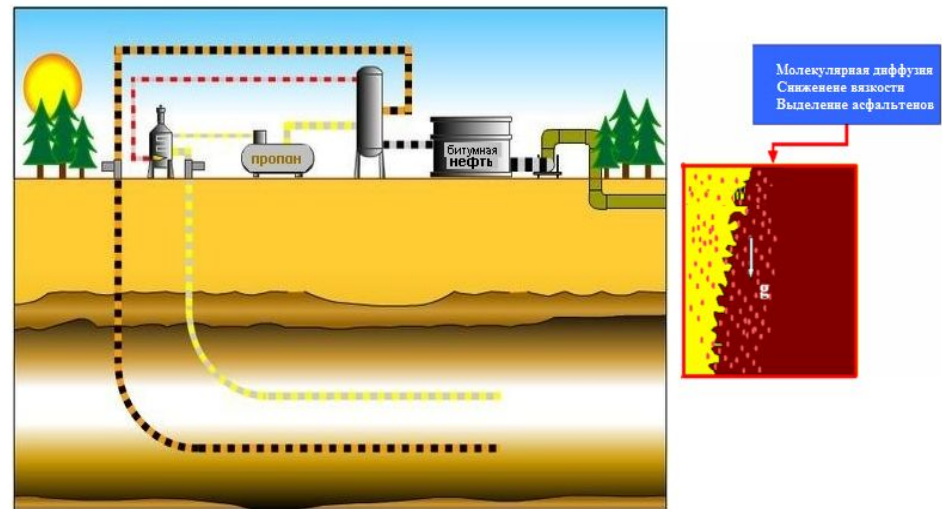
Особенность тяжелых углеводородов заключается в том, что они:

- ❖ малоподвижны и необходимо обеспечить условия для их фильтрации по пласту;
- ❖ почти не содержат растворенного газа.

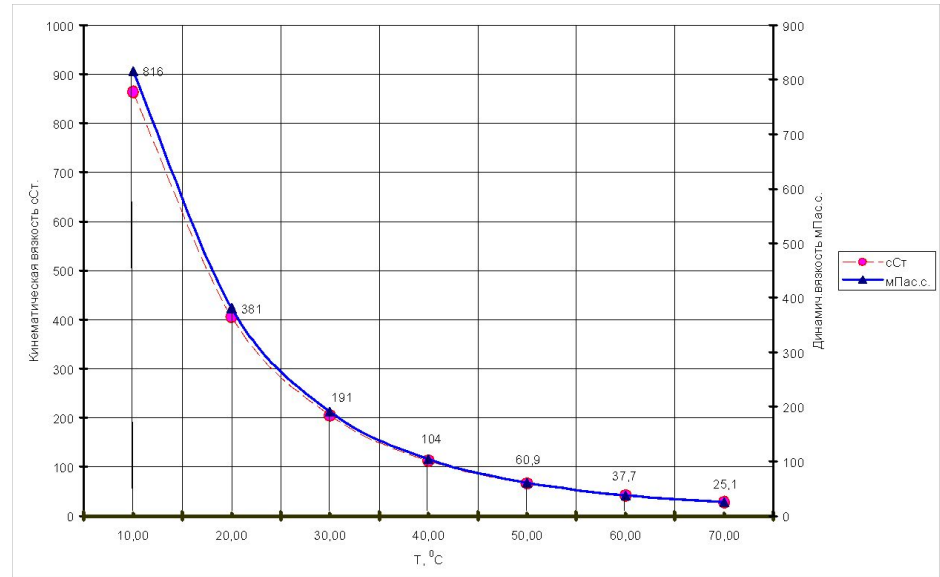
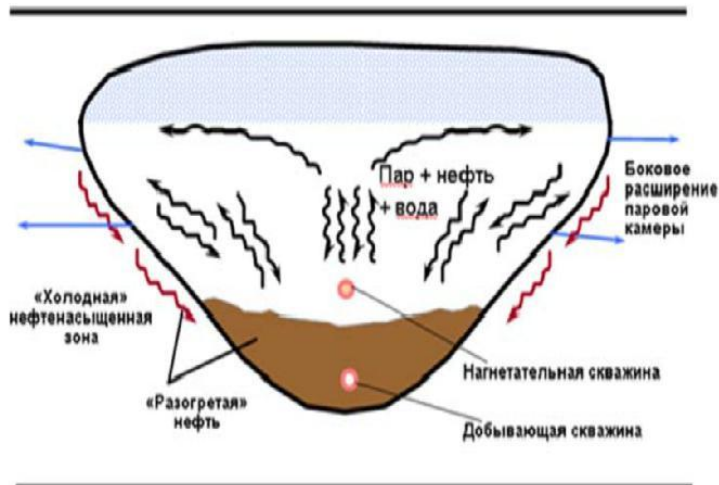
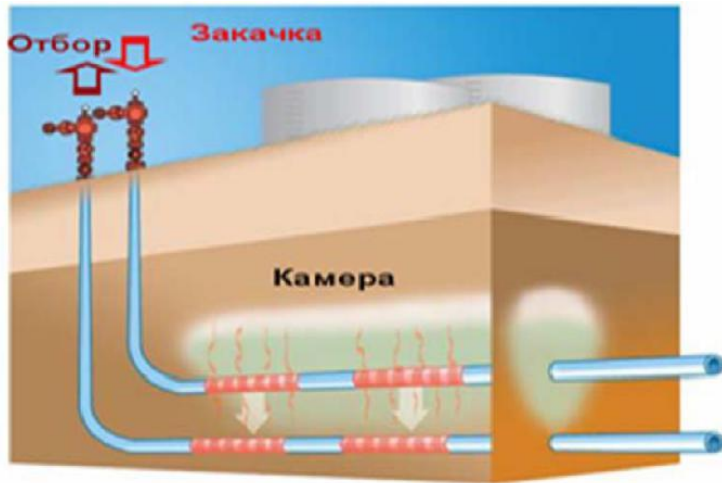
Метод добычи SNOPS



VAPEX метод



Добыча тяжелых и битуминозных нефтей



Зависимость вязкости битумной нефти от температуры

Парогравитационный дренаж (SAGDI)

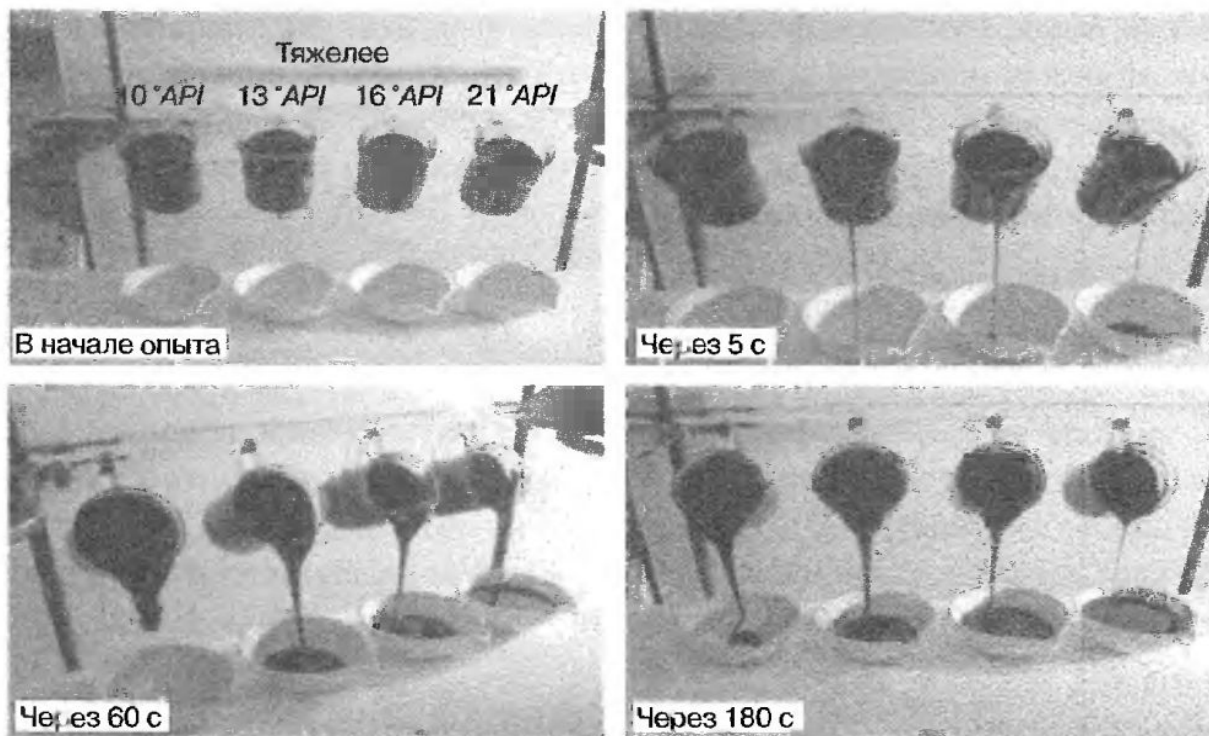
Технология требует бурения двух горизонтальных скважин (ГС), расположенных параллельно одна над другой, через нефтенасыщенные толщины вблизи подошвы пласта. Верхняя горизонтальная скважина используется для нагнетания пара в пласт и создания высокотемпературной паровой камеры.

Физико-химические характеристики тяжелых и битуминозных нефтей месторождений Европейской части России

Наименование нефти	ρ при 20 °С, кг/м ³	Выход до 180 °С, % мас.	Содержание, % мас.:					
			общей серы	парафина	смола силикагелевых	асфальтенов	V (мкг/г)	Ni (мкг/г)
Ибряевская (Оренбургская обл.)	873,3	18,0	2,3	6,1	13,3	5,0	100	-
Ульяновская область:								
Ульяновская	998,0	-	4,7	2,8	-	10,3	-	-
Бирменская	924,0	9,5	4,2	5,5	25,9	4,7	60	-
Верхозимская	939,0	3,1	2,8	5,0	22,5	10,0	75	27
Западная башкирского яруса	922,2	9,0	3,2	4,6	21,0	4,5	46	-
Правдинская,	921,0	9,4	4,2	6,2	27,4	2,7	50	-
Вишенская	933,0	9,4	4,5	6,1	24,0	7,8	63	-
Комаровская	906,2	7,9	2,1	2,5	20,0	3,8	55	19
Северо-Филипповская	947,0	6,7	4,5	5,5	32,6	10,2	59	-
Удмуртия:								
Есене́йская турнейского яруса	894,0	13,7	2,6	4,0	16,5	8,0	13	-
Нязинская, башкирский горизонт	927,0	9,5	4,1	3,5	25,3	3,6	15	-
Северо-Чутырская	883,0	18,5	2,2	5,3	15,2	2,9	21	-
Удмуртская товарная	888,0	14,5	2,5	4,0	22,0	4,0	-	-
Дебесская, турнейского яруса	902,0	13,1	4,7	3,7	17,3	3,2	23	-
Золотаревская	916,0	12,3	1,9	5,5	17,0	16,0	100	50
Татарстан:								
Восточно-Чумачкинская	944,5	6,5	4,2	0,04	18,8	8,5	134	-
Черемшанская	988,2	-	3,8	2,2	-	13,8	-	-

Особенности состава тяжелых и битуминозных нефтей

- высокая физическая плотность и вязкость;
- низкое соотношение водорода к углероду;
- большой коксовый остаток;
- низкое содержание (вплоть до полного отсутствия) дистиллятных фракций,
- значительное содержание смолисто-асфальтеновых компонентов, серы, парафинов, металлов и т.д.



Тяжелые нефти Татарстана

Исторически первыми запасами ТН и битумов были открыты на территории Татарстана, который по показателю их извлечения занимает ведущее место в стране. Большая часть скоплений битумов в пермских отложениях республики приурочена к пластам, залегающим на глубине от 50 до 400 м и охватывающим почти весь разрез пермской системы.

Характеристика тяжелых нефтей месторождений Татарстана

Наименование показателя	Месторождение			
	Мельниковское	Енаускино	Киязлинское	Черемуховское
Плотность при 20 °С, кг/м ³	909,1	921,4	930,9	932,1
Содержание, % мас.:				
- смол	12,44	21,96	10,76	16,52
- асфальтенов	5,58	6,23	6,87	8,11
- парафина	1,63	2,66	1,94	0,95
- серы	4,4	4,8	4,6	4,7

Природные битумы, их реологические свойства и компонентный состав

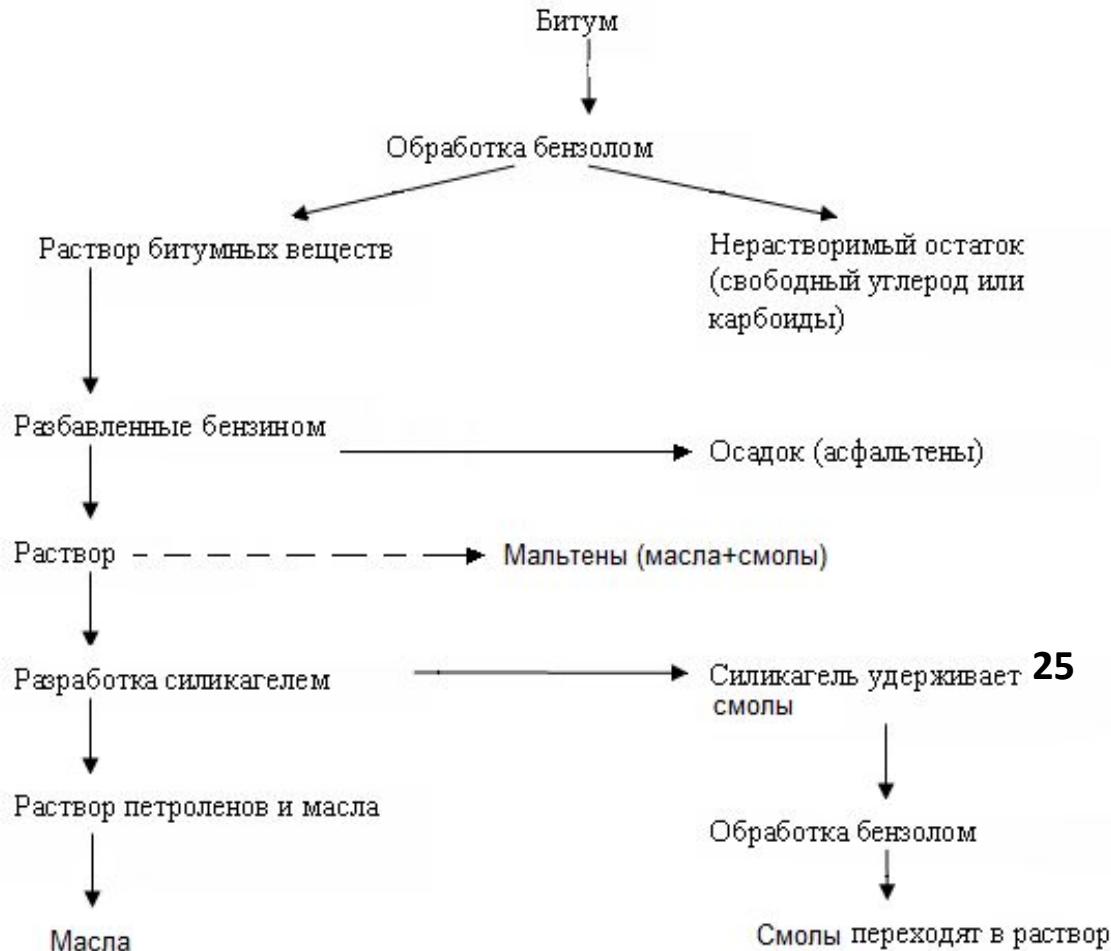
Под термином асфальтовые битумы понимают жидкие, вязкие, полутвердые и твердые соединения с плотностью от 965 до 1500 кг/м³, состоящие как из сложной смеси высокомолекулярных углеводородов (главным образом гибридного строения), так и из асфальтосмолистых веществ, в состав которых, помимо углерода и водорода, входят кислород, сера, азот как постоянные элементы, а в ряде случаев различные металлы (V, Ni, Fe, Ca, Cr, Mg и др.).

Считается, что битумы образовались из нефти под действием различных процессов, которые связаны с геологическими процессами. Основными из них являются следующие:

- биохимическое и химическое окисления нефтей;
- концентрирование асфальто-смолистых веществ за счёт нарушения равновесного состояния в коллоидной системе нефти;
- деструкция органических веществ в следствие метаморфизма контактового или гидротермального генезиса.

Типы (виды) природных битумов

Деление ПБ на типы основывается на способности хорошо растворяться в различных углеводородных растворителях



Содержание масел, %

Нефти Выше 65,
Мальты 40-65
Асфальты 25-40
Асфальтиты Менее

25

Мальты

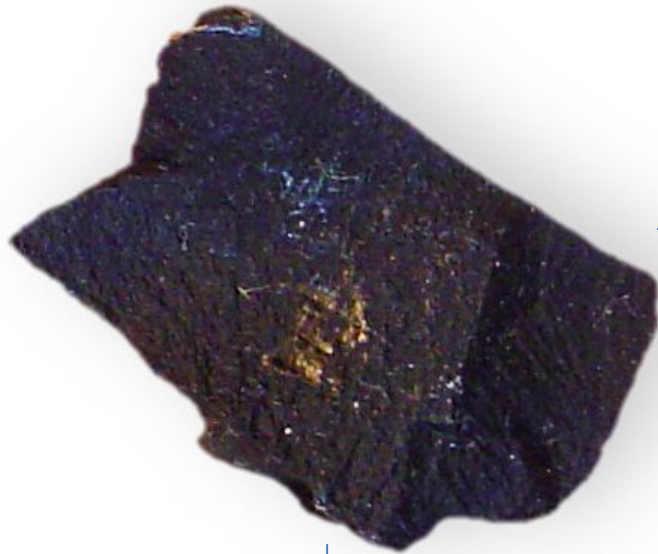
Показатель	Значение
Консистенция	вязкие, способные при обычной температуре медленно течь, при достаточном охлаждении приобретают хрупкую консистенцию асфальта
Температура размягчения	не выше 35 - 40 °С
Плотность	0,97-1,00 г/см ³
Углерод	80-87%
Водород	10-12%
Асфальтены	0,3 - 40 %

Асфальты



Показатель	Значение
Консистенция	твердые, но относительно легкоплавкие битумы
Температура размягчения	от 30 до 100 °С
Плотность	1,00-1,10 г/см ³
Углерод	80-85%
Водород	9-12%
Асфальтены	10 - 50 %

Озокериты



Генетически озокериты связаны с парафинистой нефтью

Смеси твердых насыщенных углеводородов - $C_n H_{2n+2}$, с примесью жидких и газообразных углеводородов, а также смол

Показатель	Значение
Консистенция	воскообразного облика минералы, по твердости и пластичности представленные горючими ископаемыми от мазеобразных до твердых и хрупких, с неровным изломом
Температура размягчения	от 50 до 85 °С
Плотность	0,910 -0,970 г/см ³
Углерод	84 -86%
Водород	13-15%

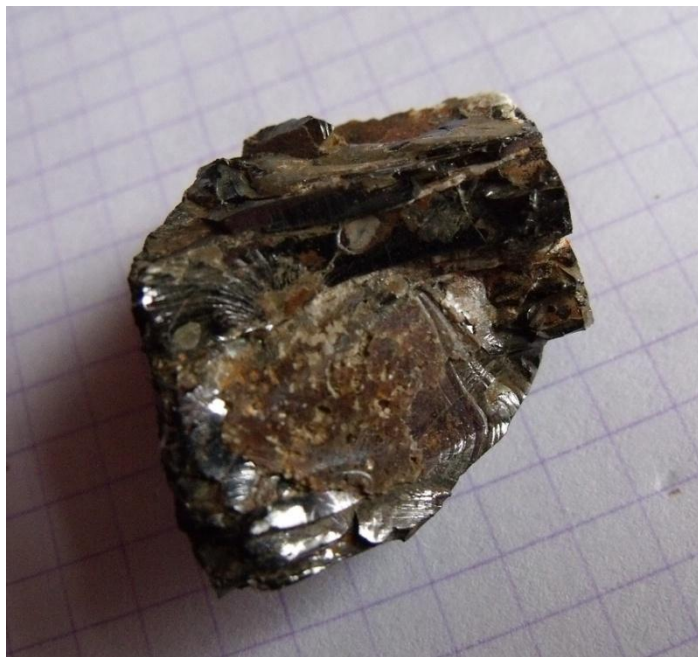
Асфальтиты, кериты

Это твердые высокоплавкие, но полностью еще растворимые в органических растворителях (хлороформе, сероуглероде) разновидности, занимающие промежуточное положение между легкоплавкими твердыми битумами - асфальтами и не плавящимися - без разложения, частично растворимыми битумами керитами



Антраксолиты

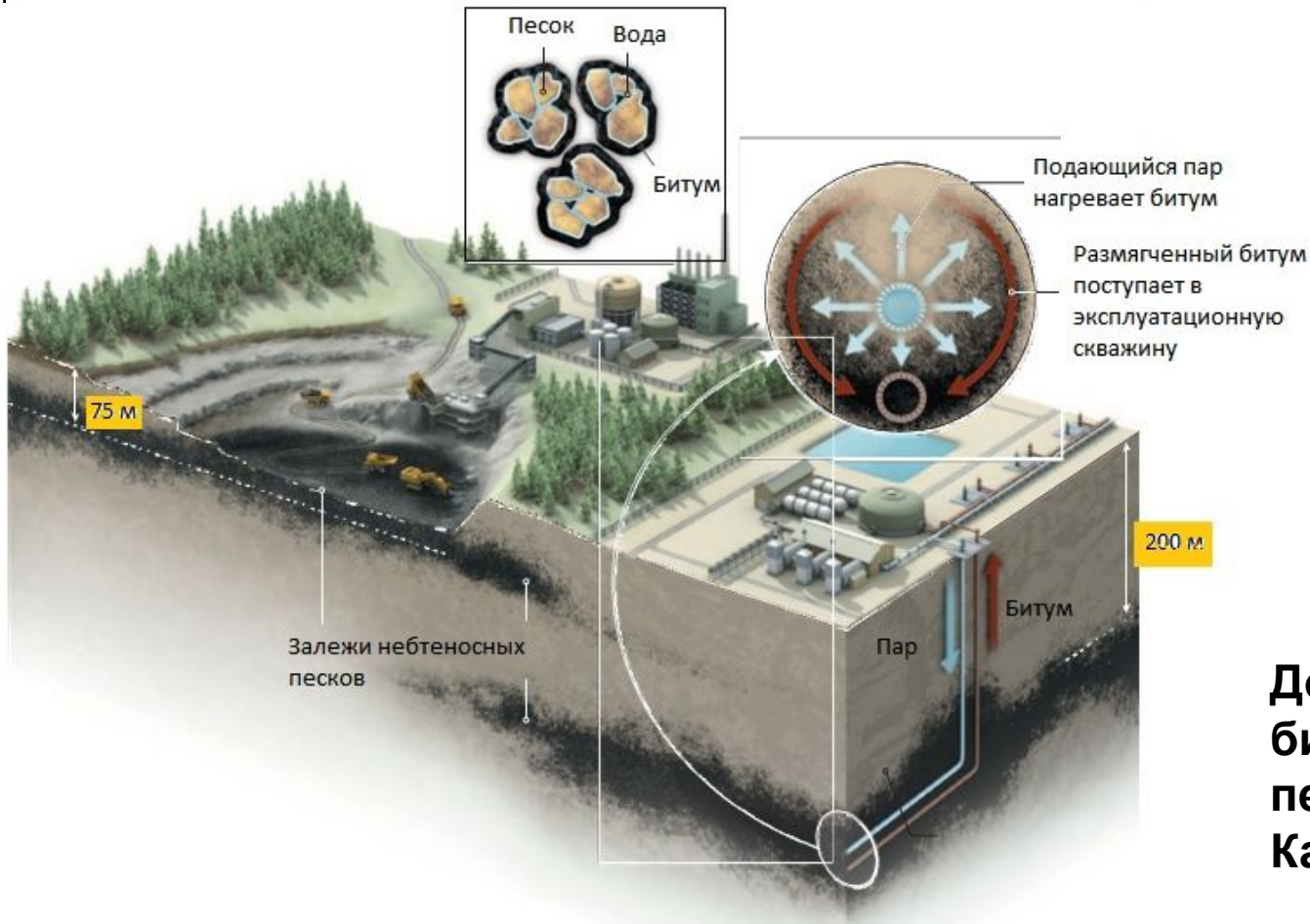
Это антрацитоподобные неплавкие и не растворимые в органических растворителях вещества, занимающие крайнее положение в ряду метаморфизма битумов. Содержание углерода превышает обычно 90%



Если посмотреть на ряд изменений, которым подвергается нефть в результате метаморфизма, то свойства нефтяных битумов переходят следующим образом: **нефть** → **мальты** → **асфальты** → **асфальтиты** → **кериты** → **антраксолиты**

Добыча битумов

Большая часть известных в настоящее время скоплений битумов в приурочена к пластам, залегающим на глубине от 50 до 1000 м. Способ разработки месторождений ПБ, учитывая их огромное разнообразие, зависит от типа. условий и т.п.



Добыча битуминозных песков в Канаде

Темы для семинара

1. Экологические аспекты разработки тяжелых нефтей, битумов и горючих сланцев
2. Применение природных асфальтов, озокеритов и других высокометаморфизованных нефтяных производных в народном хозяйстве
3. Перспективные технологии добычи тяжелых нефтей и природных битумов
4. Тяжелые нефти и битумы Красноярского края. Их свойства, перспективные и существующие методы добычи
5. Зарубежный опыт освоения месторождений тяжелых нефтей и природных битумов
6. Асфальтены в тяжелых нефтях и битумах. Химическое строение и влияние на свойства
7. Технологии извлечения металлов (в частности ванадия и никеля) из тяжелых нефтей и природных битумов
8. Влияние асфальтенов, смол и асфальтеновых кислот на свойства природных битумов
9. Метаморфизм нефти

Литература

- 1. В.А. Успенский, О.А. Радченко, Е.А. Глебовская «Основы генетической классификации битумов». Труды ВНИГРИ, Л., Недра, вып. 230, 1964.
- Р.Ш. Мингареев, И.И. Тучков «Эксплуатация месторождений битумов и горючих сланцев». М., Недра, 1980, 572 с
- Журнал «Химия и технология топлив и масел»
- Журнал «Ресурсы недр»
- Журнал «Геологоразведка и сырьевая база»
- *Баренбаум А. А.* Нефтегазоносность недр: эндогенные и экзогенные факторы. Автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. М., 2007.
- *Муслимов Р. Х.* Особенности разведки и разработки нефтяных месторождений в условиях рыночной экономики. Казань:Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2009.
- Журнал «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений»
- Журнал «Геология»
- Журнал «Разработка месторождений»
- Вестник Казанского технологического университета