

**Министерство высшего и среднего образование Республики
Узбекистон**

**Ташкентский химико технологически институт
Кафедра «Химическая технология переработки нефт и газа»**

По предмету «Переработка нефт и газа»

РЕФЕРАТ

**Провериль:доц. Исматов Д.Н.
Выполниль: Хамидова гр.23-07**

Ташкент -2009

НЕФТЬ И ГАЗ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА И ГРУППОВОЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ НЕФТЕЙ И НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

Нефть представляет собой маслянистую жидкость, обычно легко текущую и реже малоподвижную.

Основными химическими элементами, входящими в состав нефти, являются углерод (82-87 вес. %), водород (11-15 вес. %), сера (0,1-7,0 вес. %), азот (до 2,2 вес. %) и кислород (до 1,5 вес. %). В нефтяной золе найдены V, Ni, Fe, Ca, Na, K, Si, Cl, I, P, Si, As и др. Среди полезных ископаемых (исключая нефтяной газ) нефть известна как горючее с наивысшей теплотой сгорания, так как в ней содержится наибольшее количество водорода. Из компонентов горючих ископаемых водород обладает самой высокой теплотой сгорания.

Ниже приведены данные об элементарном составе (в вес. %) некоторых горючих ископаемых. Из этих данных видно, что от углей и сланцев нефть отличается более высоким содержанием углерода, водорода и относительно малыми количествами кислорода и серы.

В состав нефтей входят в основном углеводороды следующих четырех групп: парафиновые, олефиновые, нафтеновые и ароматические. Кислород, сера и азот содержатся в виде кислородных, сернистых и азотистых соединений. Относительное содержание групп углеводородов во фракциях нефтей весьма различно. Преобладание той или другой группы углеводородов придает нефтям различные свойства, что неизбежно сказывается на методах их переработки и областях применения нефтепродуктов.

Парафиновые углеводороды

Низшие члены этого ряда - метан, этан., пропан и бутаны (нормальный и изостроения) - газообразны. Они находятся в нефти в растворенном состоянии, а также являются основной составной частью природного и попутного /нефтяного газов. Природный газ добывают из газовых скважин, попутный - из нефтяных скважин одновременно с нефтью. Природные газы состоят в основном из метана (до 98 объеме %) и небольших количеств этана, пропана и бутанов. Попутные нефтяные газы содержат большие количества пропана и бутанов, а также более тяжелые углеводороды. Кроме того, в состав природных и попутных газов входят сероводород, азот, двуокись углерода и гелий.

Газы, богатые пропаном, бутаном и более тяжелыми углеводородами, называются жирными. Из них получают газовый бензин, сжиженные газы и индивидуальные углеводороды для органического синтеза. В

противоположность им, газы, почти нацело состоящие из метана и этана, именуется сухими и используются, главным образом, как бытовое и промышленное топливо, отчасти как сырье для производства сажи, ацетилен и продуктов органического синтеза.

В табл. 1 приведен состав природных и попутных нефтяных газов некоторых месторождений СССР.

Таблица I. Состав природных и попутных нефтяных газов (в объемн. %)

Парафиновые углеводороды от пентана до гексадекана при нормальных условиях находятся в жидком состоянии. Они входят в состав бензиновых и керосиновых фракций нефтей.

Изучая состав и свойства кавказских нефтей, В. В. Марковников первый обнаружил в них парафиновые углеводороды изостроения.

Как правило, при одном и том же числе углеродных атомов в молекуле углеводороды с разветвленной цепью отличаются от углеводородов нормального строения более низкими плотностью, температурой застывания и температурой кипения. Парафиновые углеводороды с разветвленной цепью придают высокое качество бензинам, тогда как парафины нормального строения, отрицательно влияют на по-всдение топлива в карбюраторных двигателях. Углеводороды парафинового ряда нормального строения являются желательными компонентами реактивного и дизельного топлив, смазочных масел, однако до определенных концентраций, при которых эти нефтепродукты удовлетворяют требованиям Государственных стандартов (ГОСТ) по низкотемпературным свойствам.

Парафиновые углеводороды C_{17} и выше при нормальных условиях представляют собой твердые вещества, температура плавления которых с увеличением молекулярного веса повышается. Твердые углеводороды входят в состав товарных парафинов и церезинов. Исключительно богаты парафиновыми углеводородами нефти: озексу-атская Ставропольского края (до 29 вес. %), мангышлакские (до 20 вес. %), усть-балыкская в Западной Сибири (около 9%) и грозненская парафинистая (до 9%).

Парафины характеризуются пластинчатой или ленточной структурой кристаллов, температура плавления их колеблется от 40 до 70° С, число углеродных атомов в молекуле - от 21 до 32, молекулярный вес - от 300 до 450. Присутствуют твердые парафины преимущественно в масляных фракциях, выкипающих при температуре 350-500° С, что является одной из причин высокой температуры застывания этих фракций.

Кристаллы церезинов имеют игольчатое строение. В их состав наряду с парафиновыми углеводородами входят твердые нафтенческие и ароматические углеводороды с длинными боковыми цепями. При одной и той

же температуре плавления церезины характеризуются большими по сравнению с парафинами плотностью, вязкостью и молекулярным весом, что видно из приведенных ниже данных:

Парафин	Церезин
из грозней-ских нефтей	из бакинских нефтей
Плотность при 100° С, г/см ³ 0,752 0,786
Температура плавления, ° С 54,3 55,1
Вязкость при 100° С, ест 0,020 0,064
Молекулярный вес 395 524

Церезины концентрируются главным образом в остатках вакуумной перегонки нефти, вызывая повышение температуры размягчения гудрона.

С. С. Наметкин и С. С. Нифонтова установили, что низкоплавкие твердые парафины представляют собой в основном углеводороды нормального строения, тогда как в состав более высокоплавких продуктов - товарных церезинов входят изомерные их формы. Хроматографическое разделение бориславского церезина, пропеденное Н. И. Черножуковым, показало, что наряду с парафино-нафтеновыми углеводородами он содержит и ароматические (около 10 вес. %) и смолы (1,4 пес. %).

Парафины и церезины применяются для изготовления свечей, для пропитки соломки спичек, в производстве восковой бумаги, в качестве диэлектрика в электротехнической и радиотехнической промышленности. При окислении хорошо очищенного парафина воздухом в присутствии катализаторов образуются карбоновые кислоты, применяемые в мыловарении как заменители жиров. Крекингом парафина получают ос-олефины - сырье для производства моющих веществ и др.

Непредельные углеводороды

В нефтях крайне редко и в незначительных количествах встречаются олефины. Они были обнаружены, например, в бакинской, пенсильванской, галицийской, эльзасской и некоторых других нефтях. Большое количество олефинов и некоторых других непредельных углеводородов появляется в продуктах деструктивной переработки нефти. Эти углеводороды отличаются высокой реакционной способностью и поэтому легко полимеризуются, осмоляются, что приводит к снижению срока службы и хранения нефтепродуктов. Непредельные углеводороды являются нежелательными компонентами моторных топлив и смазочных масел. Многие непредельные углеводороды - ацетилен, этилен, пропилен, бутилен, бутадиен - получили широкое применение в производстве полиэтилена, полипропилена, синтетического спирта и каучука, пластических масс и других продуктов.

Нафтеновые углеводороды

Нафтеновые углеводороды в нефтях были впервые открыты В. М. Марковниковым. В результате исследований он пришел к выводу, что большинство бакинских нефтей на 80% состоит из углеводородов нафтенного ряда. За выдающиеся исследования кавказских нефтей Международный нефтяной конгресс в 1900 г. наградил В. В. Марковникова золотой медалью. Его исследованиями, а также работами других русских ученых - А. А. Курбатова, Н. М. Кижнера, В. Н. Оглоблина, Н. Д. Зелинского было доказано, что нафтеновые углеводороды легких фракций нефтей в основном состоят из гомологов циклопентана и циклогексана. В нефтях обнаружены нафтеновые углеводороды с одним, двумя, тремя и четырьмя циклами. К нефтям, богатым нафтеновыми углеводородами, отно-

сятся в СССР балаханская (Баку), доссорская (Эмба), в США - нефть Галф-Коста и др. Распределение нафтенных углеводородов по фракциям самое разнообразное. В одних нефтях содержание их возрастает с утяжелением фракций, в других оно остается неизменным или понижается (табл. 2).

Таблица 2. Содержание нафтенных углеводородов во фракциях нефтей (в вес. % на фракцию)

Нафтенные углеводороды являются важнейшей составной частью моторных топлив и смазочных масел. Автомобильным бензинам они придают высокие эксплуатационные свойства. Моноциклические нафтенные углеводороды с длинными боковыми парафиновыми цепями являются желательными компонентами реактивных и дизельных топлив, а также смазочных масел. Являясь главной составной частью масел, они обеспечивают выполнение одного из основных требований, предъявляемых к смазочным маслам, - малое изменение вязкости с изменением температуры. При одинаковом числе углеродных атомов в молекуле нафтенные углеводороды характеризуются большей плотностью и меньшей температурой застывания, чем парафиновые углеводороды.

В настоящее время нафтенные углеводороды легких фракций нефтей широко применяются в качестве сырья для получения ароматических углеводородов: бензола, толуола и ксилолов. Находящиеся в бензиновых фракциях нафтенные углеводороды в процессе каталитического риформинга превращаются в ароматические. Из индивидуальных нафтенных углеводородов наибольший интерес представляет циклогексан высокой чистоты, являющийся сырьем для производства нейлона.

Ароматические углеводороды

Впервые они были открыты в нефтях и систематически изучены В. В. Марконниковым и В. Н. Оглоблиным. Работами русских и сойотских ученых - А. А. Курбатова, К. В. Харичкова, М. И. Коновалова, С. С. Наметкина, А. Ф. Добрянского и др. было показано, что ароматические углеводороды являются составной частью нефтей и нефтяных фракций.

К нефтям, богатым ароматическими углеводородами, относятся в СССР: чувовская, газлинская; за рубежом: нефти островов Борнео, Суматра и Ява, а также некоторые индийские, румынские и тexasские нефти. Так, в бензине газлинской нефти, выкипающем в пределах температур 30-200° С, содержится (в вес. %): бензола 12,4, толуола 18,0, ксилолов 20,0. В бензиновых фракциях нефти о. Борнео содержание ароматических углеводородов достигает 35-40 вес. %.

В состав нефтей входят ароматические углеводороды с числом циклов от одного до четырех. Распределение их по фракциям различно. Как правило, в тяжелых нефтях содержание их резко возрастает с повышением температуры кипения фракций. В нефтях средней плотности и богатых нафтеновыми углеводородами ароматические углеводороды распределяются по всем фракциям почти равномерно. В легких нефтях, богатых бензиновыми фракциями, содержание ароматических углеводородов резко снижается с повышением температуры кипения фракций. Ароматические углеводороды бензиновых фракций (выкипающих от 30 до 200° С) состоят из гомологов бензола. Керосиновые фракции (200-300° С) наряду с гомологами бензола содержат производные нафталина, но в меньших количествах. Ароматические углеводороды тяжелых газойлевых фракций (400-500° С) состоят преимущественно из гомологов нафталина и антрацена. В деасфальтированном остатке от перегонки ромашкинской нефти Н. И. Черножуков и Л. П. Казакова * наряду с твердыми парафиновыми и нафтеновыми углеводородами обнаружили твердые ароматические углеводороды с температурой плавления 32° С.

По сравнению с другими группами углеводородов ароматические обладают наибольшей плотностью. По вязкости они занимают промежуточное положение между парафиновыми и нафтеновыми.

Ароматические углеводороды являются ценными компонентами бензинов (обычно к бензинам добавляют от 30 до 60% бензола, толуола и ксилолов), однако снижают качество реактивных и дизельных топлив, так как ухудшают характеристики их сгорания. Согласно требованиям ГОСТ содержание ароматических углеводородов в реактивном топливе не должно превышать 20-22%.

Моноциклические ароматические углеводороды с длинными боковыми изопарафиновыми цепями придают смазочным маслам хорошие

вязкостно-температурные свойства. Весьма нежелательны в этом отношении ароматические углеводороды без боковых цепей и полициклические. Однако для повышения химической стабильности смазочных масел необходимо оставлять в них последние в небольшом количестве.

Ароматические углеводороды, по сравнению с другими группами углеводородов, обладают высокой растворяющей способностью по отношению к органическим веществам, но содержание их во многих растворителях нефтяного происхождения ограничивают из-за высокой токсичности. Продолжительное воздействие небольших количеств паров бензола вызывает хроническое отравление, утомляемость, головные боли, сонливость, нарушение нормального состава крови. Предельно допустимая концентрация паров бензола в воздухе 5 мг/м^3 , толуола и ксилолов - 50 мг/м^3 .

В настоящее время ароматические углеводороды применяются как компоненты нефтепродуктов, растворители, а также в производстве взрывчатых веществ и в качестве сырья для нефтехимического синтеза.

НЕУГЛЕВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НЕФТИ Сернистые соединения

Сера встречается почти во всех нефтях. Наименьшее содержание отмечено в СССР в нафтинистой нефти Баку и Грозного содержат не более 0,1-0,2% серы. Сернистыми соединениями нефти восточных районов страны содержание серы в арланской нефти достигает 3-5% и в арланской 5,3 вес. %. Из нефтей зарубежных стран с наибольшим содержанием серы отличается албанская нефть (2-6 вес. %) и др. За исключением некоторых нефтей в которых содержание серы в нефтях возрастают их содержания смол и асфальтенов.

Распределение серы по отдельным фракциям зависит от типа сернистых соединений. Обычно сера содержится в остатке от вакуумной перегонки нефти и типа сернистых соединений. Обычно сера содержится в остатке от вакуумной перегонки нефти и типа сернистых соединений.

Пределы кипения фракций, °С

- н. к. - 150
- 150-180
- 180-200
- 200-250
- 250-300
- 300-350
- 350-400
- 400-450
- 450-500

данные о содержании серы в дистиллятах и остатках от перегонки арланской и туймазинской нефтей (в вес. %):

v Типы сернистых соединений в нефти весьма разнообразны. Отдельные нефти содержат свободную серу, которая при длительном хранении их выпадает в резервуарах в виде аморфной массы. В других случаях сера пребывает в нефтях и нефтепродуктах в связанном состоянии, т. е. в виде сероводорода и сероорганических соединений (меркаптанов, сульфидов, дисульфидов, тиофенов, тио-фанов).

у Среди сернистых соединений нефтей и нефтяных фракций различают три группы. К первой из них относятся сероводород и меркаптаны, обладающие кислотными, а потому и наиболее сильными коррозионными свойствами. Ко второй группе относятся нейтральные на холоду и термически мало устойчивые сульфиды и дисульфиды. При 130-160° С они начинают распадаться с образованием сероводорода и меркаптанов. В третью группу сернистых соединений входят термически стабильные циклические соединения - тиофаны и тиофены.

В табл. 3 приведены в качестве примера данные о термической стабильности сернистых соединений, входящих в состав керосиновой фракции ишимбайской нефти.

Таблица 3. Термическая стабильность сернистых соединений керосиновой фракции ишимбайской нефти

Сернистые соединения	Содержание, вес. %			
	20° С	400° С	500° С	600° С
Элементарная сера	0,05	0,02	0,02	0,03
Сероводород . -	0,07	0,11	0,61	0,62
Меркаптаны . -	0,14	0,01	0,01	0,00
Сульфиды . . .	0,18	0,26	0,12	0,05
Дисульфида • •	0,05	0,08	0,10	0,00
Остаточная сера	1,41	1,28	1,04	0,71

Как видно из табл. 3, при 500-600° С разлагаются меркаптаны п?г?ЩЯЯСЬ В сероводород и частично в элементарную серу при , С полностью распадаются дисульфиды и наполовину - остаточная сера.

До недавнего времени на нефтеперерабатывающих заводах старались не извлекать и утилизировать сернистые соединения нефтей а разрушать и возможно полнее удалять их из товарных продуктов в основном с целью предотвращения коррозии аппаратуры и оборудования в процессах

переработки нефти и применения нефтепродуктов[^] Сернистые соединения моторных топлив снижают их химическую стабильность и полноту сгорания, придают неприятный запах и вызывают коррозию двигателей. В бензинах, кроме того, они понижают антидетонационные свойства и приемистость к тетраэтил-свинцу, который добавляется для повышения качества. В настоящее время лучшим способом обессеривания нефтяных фракций и остатков от перегонки нефтей является очистка в присутствии катализаторов и под давлением водорода. При этом сернистые соединения превращаются в сероводород, который затем улавливают и утилизируют с получением серной кислоты и элементарной серы.

Извлеченные из нефтяных фракций сернистые соединения могут использоваться как сырье для нефтехимической промышленности. Сероводород в нефтях встречается редко, однако образуется в процессе переработки нефтей и их фракций. Сероводород - сильнейший яд, с характерным запахом тухлых яиц. При малых концентрациях в воздухе он вызывает тошноту, рвоту, головную боль. Высокие концентрации сероводорода смертельны. Предельно допустимая концентрация сероводорода в воздухе 10 мг/м^3 . Относительная плотность его по воздуху 1,19, поэтому он накапливается в колодцах[^] ямах, лотках и др. Во избежание несчастных случаев при работе в колодцах, емкостях, при отборе проб из резервуаров или устранении течей во фланцевых соединениях на установках, перерабатывающих сернистую нефть, необходимо все операции проводить в присутствии дублера-наблюдателя и пользоваться противогазом.

Меркаптаны обладают сильным неприятным запахом, который ощущается уже при концентрации их в воздухе $1 \cdot 10^{-7}$ вес %. Это свойство широко используют в газовой технике, применяя меркаптаны в качестве одорантов. Их добавляют в природный газ для того чтобы в случае утечки газа можно было обнаружить по запаху неисправность газовой линии*. Неприятный запах меркаптанов уменьшается с повышением их молекулярного веса. Следует отметить высокую токсичность низкомолекулярных меркаптанов, которые вызывают слезоточивость, повышенную чувствительность глаз к свету, головные боли, головокружение и др. Сульфиды и дисульфиды также обладают сильным запахом, но не столь резким, как меркаптаны. Они содержатся в нефти в виде алифатических и циклических соединений.

Основное количество серы в нефтях находится и в виде производных тиофанов 4t тиофенов.

Азот и азотистые соединения

Содержание азота в советских нефтях колеблется в пределах 0,03-0,52 вес. %. Наиболее богаты азотом нефти Сахалина - охин-ская (0,43 вес. %) и тунгорская (0,52 вес. %). В некоторых нефтях зарубежных стран, например в калифорнийских и алжирских, содержание азота достигает 1,4- 2,2 вес. %.

Принято считать, что азот появился в нефтях в результате распада белков материнского иещества нефтей.

Изучение состава азотсодержащих веществ различных нефтей показало, что азот находится в них в виде соединений, обладающих основным, нейтральным или кислым характером.)^К числу азотистых соединений основного характера относятся пиперидин, пиридин и хинолин; к нейтральным - бензпиррол, или индол, и карбазол; к кислотным - пиррол и др. Реагируя со щелочными металлами, азотистые соединения образуют соответствующие соли.Особое место среди азотистых соединений нефтей занимают порфирины^ Это комплексы из соединений азота с высокомолекулярными углеводородами, включающие металлы - ванадий и никель. Доказано наличие в нефтях кислых и основных порфиринов. В числе прочих азотистых соединений нефтей следует назвать аминокислоты и аммонийные соли. Они интересны как добавки, способные повышать адгезионные свойства битумов.

Содержание азота в нефтяных фракциях увеличивается с повышением их температуры кипения. Наибольшее количество (от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$) его находится в тяжелых остатках от перегонки. Между содержанием азота, серы и смолистых веществ в нефтях имеется некоторая связь: богаты азотистыми и сернистыми соединениями тяжелые смолистые нефти; легкие, малосмолистые нефти содержат крайне мало азота.

Азотистые основания используются как дезинфицирующие средства, антисептики, ингибиторы коррозии, как добавки к смазочным маслам и битумам, антиокислители и т. д. Однако наряду с положительным влиянием азотистых соединений они обладают и нежелательными свойствами - снижают активность катализаторов в процессах деструктивной переработки нефти, вызывают осмоление и потемнение нефтепродуктов. Высокая концентрация азотистых соединений в бензинах ($1-10 \cdot 10^{-4}$ вес. %) приводит к усиленному коксо-и газообразованию при их каталитическом риформинге. Даже небольшое количество азотистых соединений в бензине способствует усилению лакообразования в поршневой группе двигателя и отложению смол в карбюраторе. Наиболее полно удаляются азотистые соединения из нефтяных фракций 25%-ным раствором серной кислоты считают, что можно использовать величину отношения содержания азота к коксуемости нефтей для приближенного определения их геологического возраста.

Кислородные соединения

Во всех нефтях обнаружено незначительное количество кислорода в виде соединений -- нафтеновых кислот, фенолов, асфальто-смолистых веществ.

Нафтеновые кислоты представляют собой карбоновые кислоты циклического строения, главным образом производные пятичлен-ных

нафтеновых углеводородов. В отдельных нефтях найдены би-, три- и тетрациклические нафтеновые кислоты, а также и карбоновые кислоты жирного ряда. Содержание нафтеновых кислот в нефтях невелико. Наименьшее количество нафтеновых кислот содержится в парафинистых нефтях и их фракциях, наибольшее - в смолистых нефтях. В Советском Союзе наибольшее количество нафтеновых кислот найдено в нефтях о-ва Сахалин (4,8 вес. % в одоптинской и 2,8 вес. % в горской), в нефтях Азербайджана (1,67 вес. % в бала-ханской, 1,34 вес. % в бинагадинской и 0,3 вес. % в биби-эйбатской), Северного Кавказа (1,0 вес. % в грозненской беспарафиновой) и Эмбы (0,8 вес. % в доссорской). Распределение нафтеновых кислот по фракциям крайне неравномерно. Преимущественно они сосредоточены в легких и средних газойлевых фракциях, значительно беднее ими бензино-керосиновые и тяжелые дистилляты.

Нафтеновые кислоты - малолетучие, маслянистые жидкости плотностью 0,96-1,0 с резким неприятным запахом. Они не растворяются в воде, но легко растворимы в нефтепродуктах, бензоле, спиртах и эфирах. Содержание нафтеновых кислот в нефтяных фракциях принято характеризовать кислотными числами, т. е. числом миллиграммов едкого кали, расходуемого на нейтрализацию 1 г вещества в спирто-бензольном растворе в присутствии фенолфталеина. Нафтеновые кислоты широко применяются в технике для пропитки шпал, при регенерации каучука из вулканизированных изделий, как заменители жирных кислот в производстве мыла и как антисептические средства для борьбы с гнилостными грибами. Металлические соли нафтеновых кислот, в частности кальциевые, используются в произ? водстве консистентных смазок. Для механизмов, работающих под большим давлением (например, планетарных шестерен задней оси автомобиля), готовят смазки из нафтената свинца, серы и минерального масла.

Фенолы впервые были обнаружены в бориславской нефти. Незначительное количество их найдено и в бакинских нефтях. Больше* фенолов содержится в нефтях восточных районов страны: пермских - 0,013 вес. %. В нефтях обнаружены все три изомера крезола, ксиленолы и р*-нафтол. Процессы выделения фенолов из нефтяных фракций пока не получили промышленного применения.

Асфальто-смолистые пещества являются неотъемлемым компонентом почти всѣх нефтей. Редко встречающиеся «белые» нефти представляют собой продукты разной степени обесцвечивания темных смолосодержащих нефтей, мигрировавших через толщи глин из глубоких недр земли. Содержание и химический состав асфальто-смолистых веществ в значительной мере влияют на выбор направления переработки нефти и набор технологических процессов в схемах действующих и перспективных нефтеперерабатывающих заводов. В связи с этим одним из главных показателей качества товарных

нефтей при их классификации является относительное содержание асфальто-смолистых веществ. Количество асфальто-смолистых веществ в легких нефтях не превышает 4-5 вес. %, в тяжелых нефтях достигает 20 вес. % и более. Химическая природа асфальто-смолистых веществ точно не установлена. Она продолжает быть предметом глубоких исследований многих нефтехимиков. Причиной этого является исключительная сложность состава этих веществ, которые представляют собой комплексы полициклических, гетероциклических и металлоорганических соединений.

По принятой в настоящее время классификации асфальто-смолистые вещества нефтей подразделяются на четыре вида: 1) нейтральные смолы, 2) асфальтены, 3) карбены и карбоиды, 4) асфальтогеновые кислоты и их ангидриды.

Нейтральные смолы - полужидкие, а иногда почти твердые, вещества темно-красного цвета, плотностью около единицы. Они растворяются в петролейном эфире, бензоле, хлороформе и четыреххлористом углероде. В отличие от асфальтенов нейтральные смолы образуют истинные растворы. Кроме углерода и водорода в состав смол входят сера, кислород и иногда азот. Углеводороды находятся в смолах в виде ароматических и нафтеновых циклов со значительным количеством (40-50 вес. %) боковых, парафиновых цепей. Весовое соотношение углерод : водород составляет примерно 8:1. Сера и кислород входят в состав гетероциклических соединений. Смолы химически не стабильны. Под воздействием адсорбентов в присутствии кислорода частично происходит окислительная конденсация их в асфальтены. Физические свойства смол зависят от того, из каких фракций нефти они выделены. Смолы из более тяжелых фракций имеют большую плотность, молекулярный вес, красящую способность и содержат больше серы, кислорода и азота. Достаточно добавить в бензин 0,005 вес. % тяжелой смолы, чтобы придать ему соломенно-желтую окраску.

Асфальтены представляют собой черные или бурого цвета твердые, хрупкие, неплавкие высокомолекулярные вещества плотностью больше единицы. При температуре выше 300° С асфальтены разлагаются с образованием газов и кокса. Они не растворяются в таких неполярных растворителях, как петролейный эфир, пентан, изо-пентан и гексан. Пентан и петролейный эфир часто используют в лабораториях для осаждения асфальтенов из их смесей со смолами и углеводородами нефти. Жидкий пропан с той же целью применяется в промышленности (процесс деасфальтизации) для осаждения смол и асфальтенов из гудрона. Асфальтены растворяются в пиридине, сероуглероде, четыреххлористом углероде, а также бензоле и других ароматических углеводородах. Соотношение углерод : водород в асфальтенах составляет приблизительно 11 : 1. Химическая природа асфальтенов изучена мало. Молекулярный вес их исчисляется тысячами.

Серы, кислорода и азота они содержат больше, чем смолы. Содержание асфальтенов в смолистых нефтях обычно составляет 2-4 вес. %.

Продуктами уплотнения асфальтенов являются карбены и затем карбоиды. Карбены не растворяются в бензоле и лишь частично растворяются в пиридине и сероуглероде. Карбоиды не растворяются в каких-либо органических или минеральных растворителях. Элементарный состав одного из образцов карбоидов примерно следующий (в вес. %): С - 74,2; Н - 5,2; S - 8,3; N - 1,1; О - 10,8 и зольных компонентов - 0,4.

Асфальтогеновые кислоты и их ангидриды по внешнему виду похожи на нейтральные смолы. Это маслянистые, весьма вязкие, иногда твердые черные вещества, нерастворимые в петролейном эфире и хорошо растворимы в бензоле, спирте и хлороформе. Природа асфальтогеновых кислот практически не изучена. Предполагается, что в них содержатся три активные группы, вероятно, две гидроксильные и одна кислотная. Их можно назвать полинафтеновыми кислотами. Плотность асфальтогеновых кислот больше единицы.