

Основные физические свойства и характеристики нефти и нефтепродуктов

В области добычи и переработки нефти в настоящее время существуют международные стандарты: ИСО, (ISO). Международная организация по стандартизации ИСО была создана в 1946 г. в Англии, сейчас ее центр находится в Швейцарии, в него входят 150 стран, в том числе Россия.

Развивается также региональная стандартизация в Европе, Северной и Южной Америке (ASTM International), России и др. странах. В США разработкой стандартов для нефтей и нефтепродуктов также занимается Американский институт нефти (API).

Международные стандарты должны обеспечивать:

- единую терминологию;
- единые методы отбора проб и методов испытаний;
- единые методы измерений при оценке количества продукта.

Поэтому следует учитывать, что при переходе на международные стандарты в первую очередь нужен переход на международные методы испытаний.

С химической точки зрения нефть представляет собой сложную смесь органических соединений, основу которой составляют углеводороды различного строения. Состав и строение нефтей различных месторождений нередко сильно отличаются друг от друга.

В настоящее время в России действует государственный стандарт Р 51858-2002, в котором прописаны основные характеристики нефтей, добываемых на территории Российской Федерации.

В соответствии с этим стандартом приняты 2 определения нефти:

Сырая нефть – жидкая природная ископаемая смесь углеводородов широкого физико-химического состава, которая содержит растворенный газ, воду, минеральные соли, механические примеси и служит основным сырьем для производства жидких энергоносителей (бензина, керосина, дизельного топлива, мазута), смазочных масел, битума и кокса.

Товарная нефть – нефть, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов, принятых в установленном порядке.

К основным характеристикам нефти и нефтепродуктов относятся:

- 1) *плотность;*
- 2) *содержание воды (в сырой нефти) ;*
- 3) *молекулярная масса;*
- 4) *вязкость;*
- 5) *температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения;*
- 6) *температуры застывания, помутнения и начала кристаллизации;*
- 7) *электрические или диэлектрические свойства;*
- 8) *оптические свойства;*
- 9) *растворимость и растворяющая способность.*

Плотность нефти и нефтепродуктов

Поскольку основу нефти составляют углеводороды, то ее плотность обычно меньше единицы. Плотности нефтепродуктов существенно зависят от фракционного состава и изменяются в следующих пределах:

Нефть (плотность 0.800 - 0.950 г/см ³)	Бензин (плотность 0.710 - 0.750 г/см ³)
	Керосин (плотность 0.750 - 0.780 г/см ³)
	Дизельное топливо (пл. 0.800 - 0.850 г/см ³)
	Масляные погоны (пл. 0.910 - 0.980 г/см ³)
	Мазут (плотность ~ 0.950 г/см ³)
	Гудрон (плотность 0.990 - 1.0 г/см ³)
	Смолы (плотность > 1.0 г/см ³)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Международный стандарт ИСО 3675 устанавливает лабораторный метод определения плотности сырой нефти, нефтепродуктов ареометром при температуре $+15^{\circ}\text{C}$.

Международный стандарт ИСО 3838 устанавливает лабораторный метод определения плотности сырой нефти, нефтепродуктов с применением пикнометра при температуре $+15^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с ГОСТ в России принято определять лабораторным методом с применением пикнометра или ареометра (*нефтенсиметра*) плотность и удельный вес при температурах $+15$ и $+20^{\circ}\text{C}$.

Температура вспышки

Нефть и продукты нефтепереработки относятся к числу пожароопасных веществ. Пожароопасность керосинов, масел, мазутов и других тяжелых нефтепродуктов оценивается температурами вспышки и воспламенения.

Температурой вспышки называется температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в определенных стандартных условиях, образуют с окружающим воздухом взрывчатую смесь и вспыхивают при поднесении к ней пламени. Следует отметить, что при определении температуры вспышки бензинов и легких нефтей определяют верхний предел взрываемости, а для остальных нефтепродуктов – нижний.

Температура вспышки зависит от фракционного состава нефтепродуктов. Чем ниже пределы перегонки нефтепродукта, тем ниже и температура вспышки. В среднем температура вспышки бензинов находится в пределах от -30 до -40°C , керосинов $30-60^{\circ}\text{C}$, дизельных топлив $30-90^{\circ}\text{C}$ и нефтяных масел $130-320^{\circ}\text{C}$. По температуре вспышки можно судить о наличии примесей более низкокипящих фракций в тех или иных товарных или промежуточных нефтепродуктах.

Температуры воспламенения и самовоспламенения

Температурой воспламенения называется температура, при которой

нагреваемый в определенных условиях нефтепродукт загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 секунд. Температура воспламенения всегда выше температуры вспышки. Чем тяжелее нефтепродукт, тем больше эта разница. При наличии в маслах летучих примесей эти температуры сближаются.

Температурой самовоспламенения называется температура, при которой

нагретый нефтепродукт в контакте с воздухом воспламеняется самопроизвольно без внешнего пламени. Температура самовоспламенения нефтепродуктов зависит и от фракционного состава и от преобладания углеводородов того или иного класса. *Чем ниже пределы кипения нефтяной фракции, тем она менее опасна с точки зрения самовоспламенения.* Тяжелые нефтяные остатки самовоспламеняются при 300-350⁰С, а бензины только при температуре выше 500⁰С.

При появлении внешнего источника пламени (огня или искры) положение резко меняется, и легкие нефтепродукты становятся взрыво- и пожароопасными.

Из углеводородов самыми высокими температурами самовоспламенения характеризуются ароматические углеводороды.

Температуры застывания, помутнения и начала кристаллизации

Нефть и нефтепродукты не являются индивидуальными веществами, а представляют собой сложную смесь органических соединений. Поэтому *они не имеют определенной температуры перехода из одного агрегатного состояния в другое*. Влияние температуры на агрегатное состояние нефти и нефтепродуктов имеет важное значение при их транспортировке и эксплуатации.

Низкотемпературные свойства *нефти, дизельных и котельных топлив*, а также *нефтяных масел* характеризуются **температурой застывания**. *Карбюраторные, реактивные и дизельные топлива* характеризуются температурой помутнения. *Карбюраторные и реактивные топлива, содержащие ароматические углеводороды*, характеризуются **температурой начала кристаллизации**. Указанные характеристики не являются физическими константами, однако достаточно четко определяют температурный диапазон практического применения соответствующих нефтепродуктов.

Температура застывания характеризует возможную потерю текучести

нефтепродукта (НП) в зоне низких температур. Чем больше содержание парафинов (твердых УВ), тем выше температура застывания НП. Потеря текучести может быть связана и с увеличением вязкости продукта с понижением температуры.

Например, кинематическая вязкость остаточного авиамасла при 50°C равна $2\text{ см}^2/\text{с}$, при 0°C – $130\text{ см}^2/\text{с}$, а при -25°C она повышается до $3500\text{ см}^2/\text{с}$. При такой высокой степени вязкости масло теряет подвижность и его невозможно прокачивать.

Температура помутнения указывает на склонность топлива поглощать при

низких температурах влагу из воздуха (это особенно опасно для авиационных топлив, поскольку кристаллики льда могут засорять топливоподающую аппаратуру, что может привести к трагедии).

Температура начала кристаллизации карбюраторных и реактивных топлив

не должна превышать -60°C . По этой причине в зимних сортах бензина нежелательно наличие высокого содержания ароматических углеводородов. При повышенном содержании бензола и других ароматических углеводородов эти высокоплавкие соединения могут выпадать в виде кристаллов, что приводит к засорению топливных фильтров и сеточке привода

Электрические (диэлектрические) свойства нефти

Безводная нефть и нефтепродукты являются диэлектриками (диэлектрическая проницаемость нефти ~ 2 ; для сравнения у стекла она $\sim 7-8$). У безводных чистых нефтепродуктов электропроводность совершенно ничтожна, что имеет важное практическое значение и применение. Так, твердые парафины применяются в электротехнической промышленности в качестве изоляторов, а специальные нефтяные масла (конденсаторное, трансформаторное) – для заливки трансформаторов, конденсаторов и другой аппаратуры, например, для наполнения кабелей высокого давления (изоляционное масло С-220).

Высокие диэлектрические свойства нефтепродуктов способствуют накоплению на их поверхности зарядов статического электричества. Их разряд может вызвать искру, а следовательно и загорание нефтепродукта. Надежным методом борьбы с накоплением статического электричества является заземление всех металлических частей аппаратуры, насосов, трубопроводов и т.п.

Оптические свойства нефти

К оптическим характеристикам нефти относятся *цвет, флуоресцентная и оптическую активность*. Для количественной характеристики оптических свойств нефти и нефтепродуктов нередко используют *показатель преломления (n^{20}_D), удельную рефракцию (r)*.

Углеводороды нефти *бесцветны*. Тот или иной цвет нефти придают содержащиеся в них смолы и асфальтены (САВ), а также некоторые сернистые соединения. Чем тяжелее нефть, тем больше содержится в ней САВ, и тем она темнее.

Флуоресценцией называется свечение в отраженном свете. Это явление характерно для сырой нефти и нефтепродуктов. Причины флуоресценции нефти точно не известны. Не исключено, что это связано с наличием в нефти полиядерных ароматических углеводородов или примесей. В результате глубокой очистки нефти исчезает флуоресценция.

Под оптической активностью нефтепродуктов, как и других органических соединений, понимают их способность вращать плоскость поляризации света. Большинство нефтей вращают плоскость поляризации вправо, т.е. содержат в своем составе правовращающие изомеры.

Рефракция.

К числу наиболее распространенных в органическом анализе и анализе нефтяных фракций комбинированных функций относятся **удельная** и **молекулярная** рефракция. Удельная рефракция определяется по формуле Лоренц-Лоренца:

$$r_{LL} = \frac{n_D^{20} - 1}{n_D^{20} + 2} * \frac{1}{\rho}$$

Произведение удельной рефракции на молекулярную массу **M** является молекулярной рефракцией:

$$MR_D = \frac{n_D^{20} - 1}{n_D^{20} + 2} * \frac{M}{\rho}$$

где: n_D^{20} – показатель преломления органического вещества или нефтяной фракции (нефтепродукта);

ρ - плотность, г/см³

Для индивидуальных химических соединений молекулярная рефракция равна сумме атомных рефракций.

Растворимость и растворяющая способность нефти

Нефть и жидкие углеводороды хорошо растворяют йод, серу, сернистые соединения, различные смолы, растительные и животные жиры. Это свойство нефтепродуктов широко используется в технике. Не случайно, на основе нефтепродуктов производят большое число высококачественных растворителей для лакокрасочной, резиновой и других отраслей промышленности.

Нефть также хорошо растворяет газы (воздух, оксид и диоксид углерода, сероводород, газообразные алканы и т.п.).

В воде ни нефть, ни углеводороды практически не растворимы. Из углеводородов худшая растворимость в воде у алканов, в несколько большей степени растворимы в воде ароматические углеводороды.

Следует помнить, что любая система *растворитель - растворяемое вещество* характеризуется *критической температурой растворения (КТР)*, при которой и выше которой наступает полное растворение. Причем, если в смеси находятся вещества, растворяющиеся в данном растворителе при разных температурах, то появляется возможность их количественного разделения.