

Лекция 3

Физико-химические свойства нефтей и нефтепродуктов



К основным характеристикам нефти и нефтепродуктов относятся:

- 1) плотность;*
- 2) молекулярная масса (вес);*
- 3) вязкость;*
- 4) Давление насыщенных паров (испаряемость);*
- 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

Плотность (объемная масса) – отношение массы тела в состоянии покоя к его объему. Единица измерения плотности в системе СИ выражается в кг/м³

$$\rho = m / V$$

где m – масса жидкости, кг, V – объем жидкости, м³.

Нефть
(плотность **0.800-0.950 г/см³**)

**Бензин (плотность
0.710-0.750 г/см³)**

Керосин
(плотность **0.750-0.780 г/см³**)

**Дизельное топливо (пл.
0.800-0.850 г/см³)**

**Масляные погоны (пл.
0.910-0.980 г/см³)**

**Мазут (плотность ~ 0.950
г/см³)**

**Гудрон (плотность 0.990-1.0
г/см³)**

**Смолы (плотность > 1.0
г/см³)**

Относительная плотность (ρ)

– это безразмерная величина, численно равная отношению массы нефтепродукта (m_H^t) при температуре определения к массе дистиллированной воды при 4⁰С (m_B^t), взятой в том же объеме:

$$\rho_4^t = m_H^t / (m_B^t)$$

Относительным удельным весом (γ)

называется отношение веса нефтепродукта при температуре определения к весу дистиллированной воды при 4°C в том же объеме.

**при одной и той же температуре
плотность и удельный вес численно
равны друг другу.**

В соответствии с ГОСТом в нашей стране принято определять плотность и удельный вес при температурах 15 и 20⁰ С.

Зависимость плотности нефтепродуктов от температуры имеет линейный характер.

$$\rho_{4}^{20} = \rho_{4}^{t} + \Delta t \cdot (t - 20)$$

где Δt – температурная поправка к плотности на 1 град, находится по таблицам или может быть вычислены по формуле:

$$\Delta t = (18,310 - 13,233 \cdot \rho_{4}^{20}) \cdot 10^{-4}$$

В ряде случаев эту формулу приводят в несколько измененном виде и называют формулой Д.И.Менделеева:

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \Delta t \cdot (t - 20)$$

Таким образом, плотность нефтей и нефтепродуктов уменьшается с ростом температуры.

Среднюю плотность нефтепродукта определяют по **правилу смешения и аддитивности**:

$$\rho_{\text{ср.}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots + \rho_3 V_3}{V_1 + V_2 + \dots + V_3} \quad \text{или} \quad \rho_{\text{ср.}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_3}{m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2 + \dots + m_3/\rho_3}$$

Для углеводородов средних фракций нефти с одинаковым числом углеродных атомов **плотность** **возрастает** в следующем ряду:

Н.алканы → ***Н.алкены*** → ***Изоалканы***
→ ***Изоалкены*** →
Алкилциклопентаны →
Алкилциклогексаны →
Алкилбензолы
→ ***Алкилнафталины***

Для бензиновых фракций плотность заметно увеличивается с увеличением количества

Методы определения плотности

Методы зависят от:

- Фазового состояния продукта;
- Количества продукта;
- Требуемой скорости определения плотности.

Определение плотности проводят с помощью

- ареометров или *нефтеденсиметров* (точность 0,001-0,005);
- гидростатических весов Мора-Вестфала (точность от 0,005);
- пикнометрическим методом (точность от 0,0005);
- Метод взвешенной капли (для малого количества нефтепродукта)

Молекулярная масса (молекулярный вес).

Для упрощенных технологических расчетов существует формула

Войнова:

$$M_{\text{ср.}} = a + bt + ct^2_{\text{ср.}}$$

($t_{\text{ср.}}$ – средняя температура кипения)

В частности, для алканов эта формула имеет вид:

$$M = 60 + 0.3t + 0.001t^2$$

Характеризующий фактор К

Характеризующий фактор К является условной величиной, отражающей химическую природу и степень парафинистости нефтепродукта.

$$K = \frac{1,216\sqrt[3]{T_{\text{ср.м}}}}{\rho_{15}^{15}},$$

где $T_{\text{ср.м}}$ – средняя молярная температура кипения, К;

ρ_{15}^{15} – относительная плотность нефтепродукта

За рубежом для характеристики молекулярной массы нефтей и нефтепродуктов нередко используют формулу Крега, в которой фигурирует значение плотности при 15⁰С:

$$M_{\text{ср.}} = 44.29 \cdot \rho^{15} / (1.03 - \rho^{15})$$

Экспериментальное определение Mr

Плотность (объемная масса) – отношение массы тела в состоянии покоя к его объему. Единица измерения плотности в системе СИ выражается в кг/м³

$$\rho = m / V$$

где m – масса жидкости, кг, V – объем жидкости, м³.

Плотность (объемная масса) – отношение массы тела в состоянии покоя к его объему. Единица измерения плотности в системе СИ выражается в кг/м³

$$\rho = m / V$$

где m – масса жидкости, кг, V – объем жидкости, м³.

Вязкость (или внутреннее трение)

Вязкость

Кинематическая

ν (ню) м²/с

Стокс

$$\nu_t = \frac{\eta_t}{\rho_t}$$

Динамическая

η_t (этта) Пуаз,
Па*с

Условная

$$ВУ = \tau_{пр} / \tau_{воды}$$

Примерные вязкости

Нефть – при 20^0 С 2-202 мм²/с

малосмолистые 3-10 мм²/с

высокосмолистые 50-80 мм²/с

Бензины – при 20^0 С 0,4-0,5 мм²/с

Дизельные фракции – при 20^0 С 1,4-12,1 мм²/с

Масляные дист. – при 50^0 С 7,6-56,6 мм²/с

Керосиновые фрак. – при 20^0 С 1,1-2,4 мм²/с

Условная вязкость – отношение времени истечения из стандартного вискозиметра 200 мл испытуемой жидкости ко времени истечения такого же количества воды при 20⁰ С

индекс вязкости –

условный показатель, представляющий собой сравнительную характеристику испытуемого и эталонного масла.

Обычно рассчитывается по специальным таблицам на основании значения кинематической вязкости при 50 и 100⁰ С.

В частности, его определяют как отношение значений кинематической вязкости нефтепродукта при 50 и 100⁰ С, соответственно:

$$I = v_{50} / v_{100}$$

