

КГКП «Павлодарский химико-механический колледж»

**Тема: Расчет физических свойств
нефтепродуктов**

Дисциплина: Химия и технология нефти и газа

Преподаватель Ганиева О.Д.

Цель урока:

1. изучить основные физические свойства нефти и нефтепродуктов
2. освоить методы расчета нефти и нефтепродуктов
3. изучить значение основных физических свойств нефти.

Плотность

Это один из важнейших и широко употребляемых показателей качества нефтей и нефтепродуктов. Плотность определяется как масса единицы объема при определенной температуре и измеряется в $\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$ или $\text{г}/\text{мл}$. На практике имеют дело чаще с безразмерной величиной — относительной плотностью.

Относительной плотностью ($\rho_{t_{\text{СТ}}}^{t_{\text{опр}}}$) нефти или нефтепродукта называется отношение их массы при температуре определения ($t_{\text{опр}}$) к массе чистой воды при стандартной температуре ($t_{\text{СТ}}$), взятой в том же объеме. В качестве стандартных температур для воды и нефтепродукта в США и Англии приняты $t_{\text{СТ}} = 15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (60 F), в других странах, в том числе и в России, приняты стандартная температура $t_{\text{СТ}} = +4 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура определения $t_{\text{опр}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Относительная плотность обозначается ρ_4^{20} .

Плотность

Для большинства нефтей и нефтяных фракций, особенно в небольших интервалах температур (от 0 до 50 °С) для нефтепродуктов, содержащих относительно небольшие количества твердых парафинов и ароматических углеводородов, зависимость плотности от температуры имеет линейный характер, что выражается формулой

$$\rho_2 = \rho_1 - \gamma(t_2 - t_1),$$

где t_1 , — начальная температура измерения, °С; t_2 — конечная температура измерения, °С; γ — температурная поправка изменения плотности на 1 °С при $t_2 - t_1 = 1$; ρ_1 и ρ_2 — плотность вещества при температуре t_1 , и t_2 соответственно.

Значение поправок для нефтепродуктов можно вычислить по формуле:

$$\gamma = 0,000903 - 0,00132(\rho_4^{20} - 0,7).$$

Плотность

Если определение ведется при температуре t , то, пользуясь той же формулой, можно рассчитать ρ_4^{20} :

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20),$$

где ρ_4^t — плотность нефтепродукта при заданной температуре; ρ_4^{20} — плотность нефтепродукта при стандартных температурах;

Характеризующий фактор

Это условный параметр, представляющий собой функцию плотности и средней молярной температуры кипения нефтепродукта ($T_{\text{ср.м}}$, К), отражающий его химическую природу:

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

где K — характеризующий фактор; $T_{\text{ср.м}}$ — средняя молярная температура кипения нефтепродукта, К;
 ρ_{15}^{15} — относительная плотность воды и нефтепродукта при температуре 15 °С.

Молекулярная масса

Нефть и нефтепродукты представляют собой смеси индивидуальных углеводородов и других соединений, поэтому они характеризуются средней молекулярной массой. Средняя молекулярная масса многих нефтей 250—300 кг/кмоль. Молекулярная масса тем больше, чем больше средняя температура кипения фракции.

Молекулярные массы фракций с одинаковыми пределами кипения, но выделенные из разных нефтей, близки между собой. Поэтому во многих случаях можно определять молекулярную массу по формуле Б. П. Воинова:

$$M_{\text{ср}} = 60 + 0,3T_{\text{ср.м.}} + 0,001T_{\text{ср.м.}}^2$$

где $M_{\text{ср}}$ — молекулярная масса фракции; $T_{\text{ср.м}}$ — средняя молярная температура кипения светлых нефтяных дистиллятов, определяемая экспериментально и по специальным графикам, К.

Молекулярная масса

Молекулярная масса смеси нефтяных фракций рассчитывается по правилу аддитивности (от лат. *additivus* — прибавляемый) исходя из известного их состава и молекулярных масс:

$$M_{\text{ср}} = \sum M_j x_j \quad \text{или} \quad M_{\text{ср}} = \frac{1}{\sum (x_j^m / M_j)}$$

где x_j , x_j^m — мольная и массовая доля нефтяных фракций соответственно; M_j — молекулярная масса одной фракции, кг/кмоль

Вязкость

Различают динамическую (μ), кинематическую (ν) и условную (ВУ) вязкости.

Условной вязкостью называется отношение времени истечения из вискозиметра 200 мл испытуемого нефтепродукта при температуре испытания ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при 20 °С. Условная вязкость — величина относительная, безразмерная и выражается в условных градусах.

Вязкость

Динамическая вязкость зависит от физических свойств жидкости. В нефтепереработке наиболее широко пользуются кинематической вязкостью, численно равной отношению динамической вязкости нефтепродукта к его плотности $\nu = \mu/\rho$. Единица измерения динамической вязкости — пуаз (П) или в СИ — Па • с, где с — время в секундах, Па — Паскаль (Па = н/м², где н - Ньютон, м² — сечение капилляра прибора). Соотношение между ними: 1П = 10⁻¹Па • с. Единица измерения кинематической вязкости — стокс (Ст) или в СИ — м²/с. Соотношение между ними: 1 Ст= 10⁻⁴ м²/с. Между величинами условной (ВУ) и кинематической вязкости (ν) выведена следующая эмпирическая зависимость:

Для ν от 1 до 120 сСт

Вязкость

Для ν от 1 до 120 сСт

$$\nu_t = 7,24 \nu_{t_1} - \frac{6,25}{\nu_{t_1}}$$

Для $\nu > 120$ сСт

$$\nu_t = 7,4 \nu_{t_1} \text{ или } \nu_{t_1} = 0,135 \nu_t$$

где t — температура испытания нефтепродукта, °С; ν , — кинематическая вязкость при температуре испытания нефтепродукта, сСт (1 сСт = 10^{-2} Ст).

Задание

Необходимо в тетрадь записать основные понятия и расчетные формулы. Решить следующие задачи (смотреть презентацию). Для решения использовать расчетные формулы, записанные в теоретической части занятия, также можно использовать учебник – Сарданашвили А.Г. Примера и задачи по технологии переработки нефти и газа, - М.: Химия, 1980 г.:

- 1) Определить относительную плотность нефтепродукта d_4^{20} , если его $d_4^{15} = 0,7586$.
- 2) Определить относительную плотность нефтепродукта d_4^{20} , если его $d_4^{40} = 0,872$.
- 3) Относительная плотность бензиновой фракции $d_4^{20} = 0,7560$. Какова относительная плотность этой фракции при 50 °С?
- 4) Плотность нефтяной фракции $d_4^{20} = 0,870$, определить для этой фракции значение d_{20}^{20} .
- 5) Определить относительную плотность d_4^{20} нефтепродукта, если для него $d_{20}^{20} = 0,824$.

Задачи

- 9) Определить молекулярную массу нефтяных фракций, средняя температура кипения которых 110, 130 и 150 °С.
- 10) Смесь состоит из двух компонентов. Масса каждого компонента 1500 кг; молекулярная масса $M_1 = 100$, $M_2 = 150$. Определить среднюю молекулярную массу смеси.
- 11) Смесь состоит из 60 кг н-пентана, 40 кг н-гексана и 20 кг н-гептана. Определить среднюю молекулярную массу смеси.
- 12) Определить среднюю молекулярную массу широкой фракции, состоящей из 20% бензина с $M = 110$, 40% лигроина с $M = 150$, 20% керосина с $M = 200$ и 20% газойля с $M = 250$.
- 13) Определить среднюю молекулярную массу узкой фракции прямой перегонки плотностью $d_{15}^{15} = 0,758$.
- 14) Определить среднюю молекулярную массу нефтепродукта, имеющего среднюю температуру кипения 100°С и характеристический фактор $K = 11,8$.
- 15) Определить среднюю молекулярную массу фракции, имеющей плотность $d_{15}^{15} = 0,785$.
- 16) Определить среднюю молекулярную массу нефтепродукта, имеющего плотность $d_4^{20} = 0,856$.