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 кг/м^3, г/см^3 или г/мл. На практике имеют дело чаще с безразмерной величиной — относительной плотностью.

Относительной плотностью ($p_{tст}^{tопр}$) нефти или нефтепродукта называется отношение их массы при температуре определения ($t_{опр}$) к массе чистой воды при стандартной температуре ($t_{ст}$), взятой в том же объеме. В качестве стандартных температур для воды и нефтепродукта в США и Англии приняты $t_{ст}$ = 15,6 °С (60 F), в других странах, в том числе и в России, приняты стандартная температура $t_{ст}$ = +4°С, а температура определения $t_{опр}$=20°С Относительная плотность обозначается p_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, ^{0}С; γ — температурная поправка изменения плотности на 1 °С при $t_2 - t_1 = 1$; p_1 и p_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 ($T_{ср.м}$, К), отражающий его химическую природу:

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

где *K* — характеризующий фактор; $T_{ср.м}$ — 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:

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

где $M_{ср}$ — молекулярная масса фракции; $T_{ср.м}$ — 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:

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

где x_j x_j^m — мольная и массовая доля нефтяных фракций соот ветственно; 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 $v = \mu/p$. Единица измерения динамической вязкости — пуаз (П) или в СИ — Па • с, где с — время в секундах, Па — Паскаль (Па = н/м^2, где н - Ньютон, *м*^{2} — сечение капилляра прибора). Соотношение между ними: 1П = 10^{-1}Па - с. Единица измерения кинематиче ской вязкости — стокс (Ст) или в СИ — м^2/с. Соотношение между ними: 1 Ст= 10^{-4} м^2/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

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

Для ν > 120 сСт

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

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 $M = 20$ 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 $d_4^{20} = 0{,}856$.