

Министерство образования и науки Российской Федерации

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный университет нефти
и газа (национальный исследовательский университет) имени
И.М. Губкина»
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)**

Кафедра Газохимии

Григорьева Н.А., Жагфаров Ф.Г., Карпов А.Б.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторной работы
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Москва

2016

УДК 665.6/.7:543.63

ББК 35.514.30ц

Рецензент:

Старший научный сотрудник кафедры Технологии переработки нефти РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
канд. техн. наук Ковальчук Н.А.

Григорьева Н.А., Жагфаров Ф.Г., Карпов А.Б.

Методические указания по выполнению лабораторной работы «Определение плотности нефтепродуктов» – М.: ИЦ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 8 с.

Методические указания по выполнению лабораторной работы Определение плотности нефтепродуктов предназначены для обучающихся, изучающих переработку нефти и газа, производство товарных нефтегазопродуктов. Настоящие методические указания представляют собой описание правил проведения лабораторной работы по определению плотности бензина, дизельного и реактивного топлива.

Методические указания предназначены для студентов факультета Международного энергетического бизнеса. Они могут быть полезны студентам других специальностей РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М Губкина и нефтегазовых ВУЗов.

Методические указания одобрены к изданию учебно-методической комиссией факультета химической технологии и экологии.

© РГУ НЕФТИ И ГАЗА (НИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

Плотность является важнейшей характеристикой, позволяющей в совокупности с другими константами ориентировочно оценивать групповой состав нефти и нефтепродуктов. Абсолютной плотностью считается масса вещества, заключенная в единице объема. Плотность в системе СИ имеет размерность кг/м³.

При всем многообразии методов контроля качества продукции, определение плотности является наиболее простым, быстрым и точным. Для него не требуется большое количество образца, оно не изменяет компонентный состав смесей и не требует дополнительных реактивов.

Плотность является ключевым параметром и для коммерческого учета нефтепродуктов. Традиционно плотность нефтепродуктов определяется при температуре окружающей среды ареометром в цилиндре с образцом (ГОСТ 3900 и ASTM D1298). Затем, при помощи пересчетных таблиц, измеренная плотность приводится к плотности при нужной температуре. Поскольку пересчетные таблицы составлены на основе усредненных данных, их использование для приведения плотности реального нефтепродукта может давать ощутимую погрешность. Для повышения точности определения плотности используются системы термостатирования образца.

В практике нефтепереработки принято использовать безразмерную величину относительной плотности нефти (нефтепродукта), которая равна отношению плотности нефти (нефтепродукта) при 20°C к плотности воды при 4 °C. Относительная плотность обозначается ρ_4^{20}

В некоторых зарубежных странах за стандартную принята температура нефти (нефтепродукта) и воды, равная 15 °C. В этом случае относительная плотность обозначается ρ_{15}^{15} . Взаимный пересчет значений плотности ρ_4^{20} и ρ_{15}^{15} производится по формуле:

$$\rho_{15}^{15} = \rho_4^{20} + 5\alpha \quad (1)$$

где α - средняя температурная поправка плотности (табл. 1)

Плотность нефтей и нефтепродуктов уменьшается с увеличением температуры. Эта зависимость имеет линейный характер и хорошо описывается формулой Менделеева:

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \alpha \cdot (t - 20), \quad (2)$$

где ρ_4^t - относительная плотность нефти (нефтепродукта) при температуре испытания t , °C;

α - средняя температурная поправка плотности;

t - температура испытания, °C.

Таблица 1 - Средние температурные поправки плотности для нефтепродуктов

ρ_4^t	α	ρ_4^t	α	ρ_4^t	α
0,7000-0,7099	0,000897	0,8000-0,8099	0,000765	0,9000-0,9099	0,000633
0,7100-0,7199	0,000884	0,8100-0,8199	0,000752	0,9100-0,9199	0,000620
0,7200-0,7299	0,000870	0,8200-0,8299	0,000738	0,9200-0,9299	0,000607
0,7300-0,7399	0,000857	0,8300-0,8399	0,000725	0,9300-0,9399	0,000594
0,7400-0,7499	0,000844	0,8400-0,8499	0,000712	0,9400-0,9499	0,000581
0,7500-0,7599	0,000831	0,8500-0,8599	0,000699	0,9500-0,9599	0,000567
0,7600-0,7699	0,000818	0,8600-0,8699	0,000686	0,9600-0,9699	0,000554
0,7700-0,7799	0,000805	0,8700-0,8799	0,000673	0,9700-0,9799	0,000541
0,7800-0,7899	0,000792	0,8800-0,8899	0,000660	0,9800-0,9899	0,000522
0,7900-0,7999	0,000778	0,8900-0,8999	0,000647	0,9900-1,0000	0,000515

В зависимости от требуемой точности плотность нефти и нефтепродуктов определяется ареометром (точность до 0,001), гидростатическими весами Вестфалья-Мора (точность до 0,0005) и пикнометром (точность в зависимости от точности аналитических весов может быть до 0,00005), а также с помощью осцилляции U-образной трубки.

Плотность, относительная плотность (удельный вес) или плотность в градусах API является фактором, определяющим качество сырой нефти, необходимым для пересчета измеренных объемов в объемы при стандартной температуре, при расчетных операциях при поставках на экспорт нефти и нефтепродуктов. Цены на сырую нефть часто указывают рядом со значениями плотности в градусах API.

Плотность в градусах API - специальная функция относительной плотности (удельного веса) (60/60) °F (15/15 °C), которую вычисляют по формуле 3:

$$\text{плотность в градусах API} = \left(\frac{141,5}{\text{относительная плотность (60/60) } ^\circ\text{F}} \right) - 131,5 \quad (3)$$

При записи результата стандартную температуру не указывают, так как в определение включена температура 60 °F.

Плотность бензинов нормируется государственными (национальными) стандартами:

- ✓ ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия»;
- ✓ ГОСТ Р 51866-2002 (EN 228-2004) «Топливо моторное. Бензин неэтилированный. Технические условия».

№	Параметр топлива	ГОСТ Р 51105	ГОСТ Р 51866
1	Плотность при 15 °С, кг/м ³	725 – 780 700 – 750 (для Нормаль-80)	720 - 775

Плотность дизельного топлива нормируется межгосударственными и национальными стандартами:

✓ ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
Плотность при 15 °С, кг/м ³ , не более	863,4	863,4	843,4	833,5

✓ ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия

Наименование показателя	Значение				
Плотность при 15 °С, кг/м ³	820 - 845				
Требования к топливу для холодного и арктического климата:					
Наименование показателя	Значение для класса				
	0	1	2	3	4
Плотность при 15 °С, кг/м ³	800 - 845	800 - 845	800 - 840	800 - 840	800 - 840

Плотность топлив для реактивных двигателей нормируется межгосударственным стандартом:

✓ ГОСТ 10227-2013 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия

Наименование показателя	Значение показателя для марки				
	ТС-1	Т-1С	Т-1	Т-2	РТ
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не менее	775,0	800,0		755,0	775,0

✓ ГОСТ 32595-2013 Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (JET А-1). Технические условия

Наименование показателя	Значение показателя для марки
Плотность при 15 °С, кг/м ³	775,0 – 840,0

Определение плотности ареометром

Данный способ основан на законе Архимеда, согласно которому тело, погруженное в жидкость, теряет в весе столько, сколько весит вытесненный им объем жидкости. По устройству ареометры могут быть двух типов: с постоянным весом и с постоянным объемом. Наибольшее распространение получили ареометры первого типа.

Ареометр (с постоянным весом) представляет собой стеклянный цилиндрический сосуд, снабженный снизу балластом в виде мелких металлических шариков (рис.1). Градуировку ареометров производят через 0,0005 в известном интервале и относят к плотности воды при 4°C. Таким образом, по показаниям ареометра непосредственно определяют относительную плотность ρ_4^t .

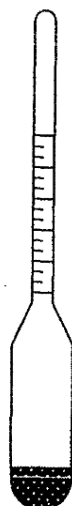


Рисунок 1 – общий вид ареометра

Проведение испытания

В чистый и достаточно широкий стеклянный цилиндр наливают испытуемый продукт, температура которого не должна отклоняться более чем на ± 5 °C от температуры окружающей среды. Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опускают в нефтепродукт, держа его за верхний конец. После того как ареометр уравновесится, то есть прекратятся его колебания, производят отсчет по верхнему краю мениска. Одновременно измеряют температуру испытуемого продукта (не касаясь термометром стенок и дна цилиндра). Если последняя отличается от 20°C, то относительную плотность ρ_4^{20} рассчитывают с применением формулы (2). При определении плотности вязких нефтепродуктов их разбавляют равным объемом керосина известной плотности.

Испытания проводят с 3 нефтепродуктами – бензином, реактивным и дизельным топливом. Каждое испытание повторяют не менее 3 раз и затем вычисляют среднее значение. Результаты измерений заносят в таблицу 2:

Таблица 2

Испытуемый нефтепродукт	Измерение №1		Измерение №2		Измерение №3		Среднее значение	
	Температура, °С	Плотность	Температура, °С	Плотность	Температура, °С	Плотность	Температура, °С	Плотность
№1								
№2								
№3								

Далее определяют плотность ρ_4^{20} , ρ_{15}^{15} и вычисляют плотность в градусах API (таблица 3). Затем определяют вид нефтепродукта, а также делают заключение о его соответствии нормативной документации (таблица 4).

Таблица 3

Испытуемый нефтепродукт	Плотность			
	ρ_4^t	ρ_4^{20}	ρ_{15}^{15}	градусов API
№1				
...				
...				

Таблица 4

Испытуемый нефтепродукт	Вид нефтепродукта	Марка / класс	Соответствие	Значение плотности по ГОСТ	Определенное значение плотности	Заключение
№1	бензин	н/д	ГОСТ Р 51866	720 - 775	720	соответствует
...						
...						

Далее делается вывод по всей работе.

Рекомендуемая литература:

1. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. / Капустин В.М.; Под ред. О.Ф. Глаголевой. - М. : КолосС, 2012;
2. Карпов А.Б., Козлов А.М., Жагфаров Ф.Г. Современные методы анализа газа и газоконденсата: Учебное пособие. - М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. - 238 с.: ил.
3. ГОСТ 33364-2015. Нефть и нефтепродукты жидкие
4. ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия»;
5. ГОСТ Р 51866-2002 (EN 228-2004) «Топливо моторное. Бензин неэтилированный. Технические условия».
6. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия

7. ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия
8. ГОСТ 10227-2013 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия
9. ГОСТ 32595-2013 Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (JET A-1). Технические условия