

## Температурная зависимость вязкости – важнейшая характеристика нефти и нефтепродуктов

Демьянов А. А., Неклюдова А. А., Сулаберидзе В. Ш.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: A.A.Demyanov@vniim.ru

**Аннотация:** В работе представлены основные методы оценки температурной зависимости вязкости и приведены ограничения по их применению. В основу рассматриваемых методов положены уравнения Вальтера, Фогеля и др. Рассмотрены основные нормативные документы, регламентирующие оценку влияния температуры на вязкость различных жидкостей и их смесей. Приведены результаты исследований, полученные ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в данной области.

**Ключевые слова:** вискозиметрия, жидкости, реология, температурная зависимость, эталон

Вязкость жидких сред – в частности углеводородов и их смесей играет важную роль в технологической практике, поскольку этот параметр используют в расчетах коэффициентов теплопередачи, перепада давления, других гидравлических свойств, например при расчетах мощностей насосов, применяемых для перекачки нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам, а также различных реологических и трибологических оценок [1,2].

Само по себе значение вязкости не дает никакой существенной информации, если неизвестно значение температуры, при котором оно было определено. Ведь именно температура является наиболее важным параметром, влияющим на изменение вязкости жидких сред [3].

Поскольку до сих пор нет точного уравнения, которое бы описывало такой параметр, как вязкость, следует это учитывать, а изучение зависимости вязкости жидкости от температуры в большинстве случаев производить именно экспериментальным путем.

В настоящее время существует большое количество публикаций на эту тему, но важно то, что все средства измерений применяемые при таких исследованиях прослеживаются к принятому во всем мире опорному значению вязкости воды, которое установлено в стандарте ISO 3666. Кроме того, в данном документе приведены коэффициенты, определяющие зависимость вязкости воды от температуры и давления.

Температурная зависимость вязкости носит криволинейный характер, присущий данной жидкости, поэтому на практике важно иметь возможность небольшим числом опытных определений дать представление о вязкости при различных температурах.

В 2017 году ООО «НИИ Транснефть» провел сравнительный анализ уравнений Рейнольдса-Филонова, Вальтера, Фогеля-Фульчера-Таммана и др., применяемых для расчета кинематической вязкости нефти в магистральном нефтепроводе по температуре.

Полученные результаты исследования опубликованы в журнале [4].

Что же касается нефтепродуктов, то, как известно их получают компаундированием базовых компонентов. При этом возникает необходимость определения вязкости полученной смеси по вязкости исходных компонентов. Однако, вязкость – неаддитивный параметр, поэтому для ее определения широко применяют номограммы ASTM и Молина-Гуревича.

Для характеристики и оценки соответствия нефтяных смазочных масел применяют такой показатель, как индекс вязкости, так как именно он характеризует пологость вязкостно-температурной кривой в координатах вязкость-температура. Метод определения индекса вязкости описан в ГОСТ 25371-2018.

При проведении высокоточных измерений, или при проведении поверки или калибровки средств измерений применяют различные, но обязательно стабильные и однородные стандартные образцы (градуировочные жидкости (компараторы)). В 2019 году

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» завершил работы по актуализации международного документа по законодательной метрологии OIML D 33.

К тому же, в 2019 году начаты исследования различных видов функций, с помощью которых можно описывать температурную зависимость вязкости материалов градуировочных жидкостей (компараторов) и стандартных образцов, производства ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», и применять их для аппроксимации. На основе полученных данных за этот период установлено, что наиболее точные значения можно получить при аппроксимации экспоненциальной и полиномиальной функциями [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байков И.Р., Жданова Т.Г., Черняев В.Д. Оптимизация режимов работы центробежных насосов магистральных нефтепроводов // Нефтяная газовая промышленность. 1994. № 1. С. 4–5.
2. Влияние неравномерности перекачки на расход электроэнергии / Е.В. Вязунов [и др.] // Нефтяная промышленность. Сер. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. 1974. № 10. С. 10–12.
3. Кусаков М.М. Методы определения физико-химических характеристик нефтяных продуктов. М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. 743 с.
4. Исследование методов расчета кинематической вязкости нефти в магистральном нефтепроводе / О.В. Аралов [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Т. 7. № 5. С. 97–105.
5. Неклюдова А.А. Совершенствование метрологического обеспечения измерений вязкости жидких сред в интервале температуры от минус 40 °С до 150 °С: дис. канд. тех. наук: 05.11.01: защищена 29.11.2019 / Неклюдова Анастасия Александровна. СПб., 2019. 179 с.