

УДК 534.286-8

Прокопенко В.В. , Стеценко С.А., Хорольский А.В., Хлопов А.М

О МЕХАНИЗМЕ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА АСВ-6

В работе проводится анализ применимости формулы Фогеля-Фульчера-Таммана для описания температурной зависимости вязкости минерального масла АСВ-6

Масла – нефтяные продукты переработки высококипящих (300–600⁰С) нефтяных фракций, представляющих собой жидкие смеси парафиновых, нафтеновых, ароматических и нафтено-ароматических углеродов, а также их гетеропроизводных, содержащих S, N, O и некоторые металлы (V, Ni, Fe, Cu и др.). Масла в основном используются в качестве смазочных материалов, а также как гидравлические и смазочно-охлаждающие жидкости, электроизоляционные среды, поверхностно-активные вещества, смягчители, компоненты пластичных смазок, лекарственных препаратов и др. [1]

Для каждого вида масел разработан и строго нормируется стандартами перечень физико-химических свойств, зависящий от условий использования. Масла характеризуются вязкостью, которая измеряется обычно при температурах 50 и 100 °С; индексом вязкости, который характеризует температурную зависимость вязкости. Важный показатель для нефтяных масел есть их фракционный состав.

При понижении температуры они ведут себя как неньютоновские жидкости и в большинстве случаев приобретают свойства коллоидных систем. Сложность химического состава масел исключает возможность привлечения физических теорий для обсуждения результатов исследования. В лучшем случае мы можем опираться на качественные суждения, вытекающие из тех или иных физических теорий, относящихся к интересующим нас свойствам жидкостей.

Нами проведены измерения плотности и сдвиговой вязкости масла марки АСВ-6 вдоль линии насыщения в интервале температур 297,5–375 К. Плотность измерялась пикнометрическим методом с

точностью 0,1%. Кинематическая вязкость измерялась с помощью вискозиметров типа ВПЖ с точностью 0,5%. [2]

Таблица 1

T, K	$\rho, \frac{кг}{м^3}$	$\eta_s \cdot 10^3, Па \cdot с$	$\Delta H_{\eta}^{\#}, \frac{кДж}{моль}$
297,5	866,3	64,7	
307,5	859,9	39,1	37,72
322,5	849,9	19,8	36,74
353,5	829,7	7,5	28,93
375,0	815,7	4,1	30,07

Как видно из таблицы, кинематическая вязкость уменьшается с повышением температуры. Зависимость вязкости от температуры представлена на рис 1.

Анализ графика зависимости $\ln \nu$ от обратной температуры T^{-1} (рис. 2) показывает, что температурная зависимость вязкости исследованных нами масел хорошо описывается формулой Фогеля-Фульчера-Таммана [3]

$$\eta_s = \eta_{\infty} e^{\frac{\beta}{t-t_0}}, \quad (1)$$

где η_{∞} , β , и t_0 – эмпирические постоянные для данного вещества.

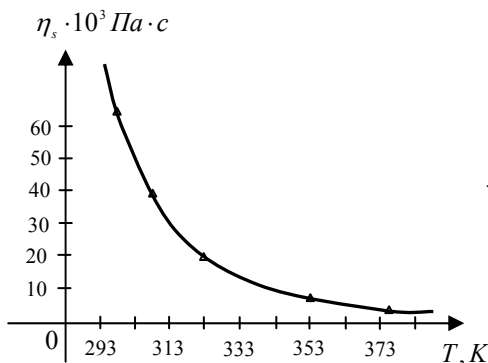


Рис 1. Зависимость вязкости масла АСВ-6 от температуры

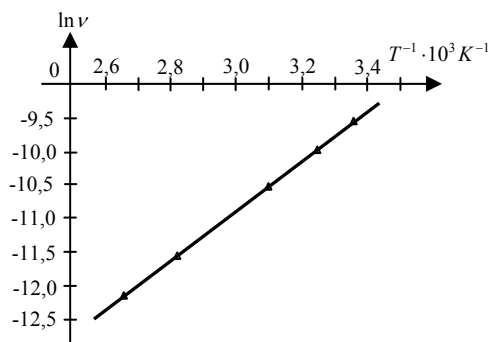


Рис 2. Зависимость величины $\ln \nu$ от обратной температуры T^{-1}

Величина сжимаемости имеет большое значение при выборе рабочей жидкости для гидравлических систем. На основе

полученных нами экспериментальных результатов о скорости распространения звука и плотности была вычислена величина адиабатической сжимаемости в минеральном масле.

Исходя из обычных термодинамических представлений, можно сказать, что чем выше β_{ad} , тем ниже будут эксплуатационные качества гидравлических жидкостей, так абсолютная деформация сжатия согласно уравнению (2) равна:

$$\Delta V = V \frac{\Delta F}{\Delta S} \beta_{ad}, \quad (2)$$

где ΔF – пропорционально массе соприкасающихся деталей, амплитуде их вибрации и квадрату скорости вращения, ΔS – площадь контакта.

Таким образом, при одинаковых условиях работы в сильно сжимающихся жидкостях абсолютная деформация сжатия будет больше, и, следовательно, выделяется большее количество тепла, которое при наличии вибрационных импульсных воздействий будет расходоваться на изменение внутренней энергии системы, что приводит к более быстрому ее разрушению.

The analysis of applicability the Vogel-Fulcher-Tamman equation for description of temperature dependence of viscosity for mineral oil ASV-6.

Список литературы:

1. Папок К.К. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям/ К.К. Папок, Н.А. Рагозин//М.:Издательство Химия, 1975. – 391с.
2. Руденко О.П. Экспериментальні методи визначення поглинання звуку в рідинах. Методичні рекомендації для студентів фізичних спеціальностей./ О.П. Руденко, В.С. Сперкач// Полтава, 1992. – 68с.
3. Кусаков М.М. Характеристика температурной зависимости вязкости смазочных масел./ М.М. Кусаков// В сборнике Вязкость жидкостей и коллоидных растворов. М.-Л.: Издательство АН СССР. 1941.

Сведения об авторах: Прокопенко Виталий, Стеценко Сергей, Хорольский Алексей, Хлопов Андрей, Полтавский национальный педагогический университет им. В.Г. Короленко, г. Полтава, Украина; allmail@pdpu.poltava.ua.

Сведения о научном руководителе: Руденко Александр Пантелеймонович, доктор физ.-мат. наук, профессор, академик АНВШ Украины, Полтавский национальный педагогический университет им. В.Г. Короленко, г. Полтава, Украина; allmail@pdpu.poltava.ua.