

РЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСЛОЙКИ СО СТРУКТУРИРОВАННЫМИ СЛОЯМИ «ПЕРЕМЕННОЙ ВЯЗКОСТИ»

С.В. Кириян, Б.А. Алтоиз, С.К. Асланов

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
Одесса, ул. Дворянская 2, 65082
kiriyans@ukr.net

На реологии тонких прослоек органических жидкостей может сказываться структурная неоднородность, связанная с образованием на ограничивающих прослойку подложках приповерхностных структурированных слоев [1]. Это приводит к изменению эффективной вязкости η_{eff} таких гетерофазных прослоек относительно «объемной» вязкости η жидкости и к неньютоновскому характеру их течения (с η_{eff} , функцией скорости деформации $\dot{\gamma}$). Для описания особенностей течения таких прослоек необходима модель, позволяющая из реологических экспериментов провести оценку структурных параметров слоя, таких как его толщина d_s и упорядоченность.

В работе описана соответствующая структурно-реологическая модель прослойки с пристеночными слоями в отличие от [2] вязкостью $\eta_s(\dot{\gamma})$ – переменной и зависящей от изменяющейся с течением структуры. Предполагается, что с ростом $\dot{\gamma}$ происходит переориентация молекул слоя, и он разрушается, переходя в изотропную фазу. В модели выражение, связывающее экспериментально определяемые ($\eta_{\text{eff}}(\dot{\gamma})$, η) и искомые расчетные параметры структуры (ε , d_s), имеет вид:

$$\frac{D}{2\varepsilon \cdot d_s} = \frac{1}{1 - \eta / \eta_{\text{eff}}(\dot{\gamma})} = K \quad (1)$$

где $\eta_{\text{eff}}(\dot{\gamma})$ – эффективная вязкость слоистой прослойки общей толщиной D при заданной $\dot{\gamma}$ и T , η – экспериментально определяемая при заданной T абсолютная вязкость изотропной жидкости, ε – параметр, определяющий степень упорядоченности слоя, d_s – толщина структурированного слоя.

В отсутствии течения (при $\dot{\gamma} \rightarrow 0$) эффективная вязкость η_{eff} прослойки соответствует «предельному» ее значению η_{eff}^0 . При этом «на-

чальная» толщина слоев максимальна и равна d_{0s} . Тогда в пределе выражение (1) для комплекса К принимает значение:

$$K(\gamma \rightarrow 0) = K_0 = \frac{D}{2\varepsilon \cdot d_{0s}}. \quad (2)$$

Очевидно, что для таких «статичных» прослоек всех толщин $D \leq 2d_{0s}$, которые содержат лишь структурированные слои, $K_0 = 1/\varepsilon$. Таким образом, зависимость $K_0 = f(D)$, имеет вид двух прямых, пересекающихся в точке $D = 2d_{0s}$ и $K_0 = 1/\varepsilon$. Поэтому график этой рассчитанной (по экспериментально устанавливаемым значениям $\eta_{\text{эф}}^0/\eta_0$ для прослоек толщиной от $D < 2d_{0s}$ до $D > 2d_{0s}$) зависимости (рис.1) позволяет оценить искомые параметры ε и d_{0s} структуры слоя.

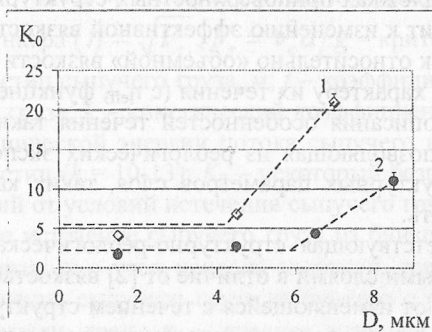


Рис. 1. Расчетные зависимости комплекса K_0 от толщины D прослойки вазелинового масла с $\sim 1\%$ добавкой: 1 – $C_{18}H_{34}O_2$ и 2 – ЖК Н-37. $T=295$ К.

Как видно из рис.1, модельные параметры структурированных слоев вазелинового масла с добавкой олеиновой кислоты ($C_{18}H_{34}O_2$) и жидкого кристалла (Н-37) на металлической подложке составляют $d_{0s} \sim 2$ мкм, $\varepsilon \sim 0,2$ и $d_{0s} \sim 3$ мкм, $\varepsilon \sim 0,45$ соответственно.

Литература:

1. Кириян С.В., Алтоиз Б.А. Реология моторных масел с квазижидкокристаллическими слоями в триаде трения // *Трение и износ.* – 2010. – Т. 31, №3. – С. 312 – 318.
2. Алтоиз Б.А., Кириян С.В., Шагагина Е.А. Исследование эффективной вязкости тонких прослоек алифатических жидкостей в поле флуктуационных сил, порождаемых твердыми подложками // *ЖТФ*, 2010. – Т.80, №10. – С. 37 – 40.