

Н.А. Бедик *, В.А. Кузьмин *, А.А. Барташевич **, С.В. Шетько **,
Н.Р. Проколчук **, И.М. Григорьева **
(*ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск; **БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНЫХ СВОЙСТВ ЛАКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МЕБЕЛЬНО-СТОЛЯРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В последнее время в нашей стране поставлена задача импорто-замещения дорогостоящих лакокрасочных материалов, применяемых в мебельной промышленности. В связи с этим актуальной является разработка новых составов лаков, обладающих необходимым комплексом эксплуатационных свойств, в частности реологических. Именно реологические свойства лака характеризуют такие его важнейшие свойства, как способность к нанесению кистью, образование потеков, розлив и длительность хранения. В идеале лак при нанесении кистью и распределении по поверхности ровным слоем должен требовать очень небольшого усилия, хорошо растекается, чтобы вся поверхность выглядела одинаково гладкой, не образовывать заметных потеков и не стекать с вертикальной поверхности. Однако слишком быстрое нарастание вязкости, эффективно предотвращающее образование потеков, может привести к плохой растекаемости [1].

Как правило, в сопроводительных документах на лак производители указывают значения его кинематической вязкости и, реже, динамической вязкости, измеренной при помощи ротационного вискозиметра при одной скорости сдвига 20 с^{-1} . Однако вязкость лака, измеренная при одних условиях, не дает полного представления об его реологических характеристиках и недостаточно информативна при создании новых рецептур лаков для прогнозирования способности лака к нанесению кистью или его склонности к образованию потеков. Очень важны изменения вязкости лака при изменении скорости сдвига, так как эти материалы по характеру течения не являются ньютоновскими жидкостями, т.е. их вязкость не постоянна при различной скорости сдвига [2]. Зависимость вязкости от скорости сдвига чрезвычайно важна на практике. При производстве лаков (диспергирование, перемешивание), так же как и при нанесении их различными методами (валиком, кистью, пневмораспылением), усилие сдвига больше, чем при хранении и транспортировке материала. Кроме того, вязкость всех жидкостей зависит и от температуры [3].

Поэтому целью работы являлось исследование вязко-пластичных свойств, разработанных впервые отечественных аналогов немецкого лака D 3030 (1K-Polyuretan-Lack) Kontracid ® в широком

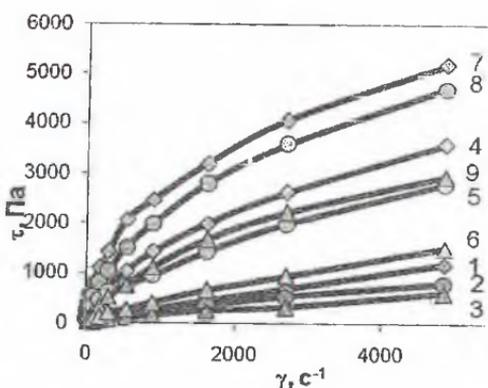
диапазоне скоростей сдвига при различных температурах. Полиуретановый лак Kontracid D 3030 используется в больших количествах на мебельных предприятиях республики. Для его замещения были разработаны белорусские аналоги, далее называемые Образец 1 и 2. В образцах в качестве растворителя использовалась специально приготовленная смесь, аналогичная растворителю из лака D 3030, в качестве пленкообразователя - компоненты из лака НЦ-218, а в качестве модифицирующей добавки в Образце 1 - полиуретановая смола; в Образце 2 - низкомолекулярный полиуретан.

Реологические измерения проводились на ротационном вискозиметре модели «Реотест 2.1» при непрерывной деформации в диапазоне скоростей сдвига $11.0 - 4860 \text{ с}^{-1}$ и температур $20-60 \text{ }^\circ\text{C}$. Исследуемая среда помещалась в зазор между конусом и пластиной и термостатировалась с помощью специальной бани, подключенной к жидкостному циркуляционному термостату. Контроль температуры осуществлялся на нижней пластине. Напряжение сдвига τ и эффективная вязкость η рассчитывались по соответствующим формулам: $\tau = z \alpha$ и $\eta = \tau / \dot{\gamma}$, где; z - постоянная конуса; α - отсчитываемое значение шкалы на индикаторном приборе. Поскольку в процессе проведения эксперимента лаки отверждались, несмотря на короткий временной интервал проведения опыта (порядка 2 мин), то для получения достоверных значений реологических показателей, была разработана особая методика. Суть ее заключалась в определении гистерезиса значений напряжения сдвига, возникающего при движении по кривой течения (зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига) вверх (от меньших к большим скоростям сдвига) и вниз. Регистрировался темп нарастания значений напряжения сдвига во времени при увеличении скорости сдвига. При достижении максимальной скорости, измерения производились в обратном порядке. Анализ полученных результатов позволял отсеять на кривой зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига участки с резко «выпадающими» точками, которые связаны с процессом отверждения образцов. Далее строились кривые течения лаков при различных температурах. Результаты приведены на рисунке 1.

Видно, что реологическое поведение исследованных образцов соответствует классическому поведению неньютоновских жидкостей: при увеличении скорости сдвига напряжение сдвига возрастает, показатель нелинейности n для всех образцов находится в пределах $0,5-0,7$.

На рисунке 2 представлена зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига испытанных образцов лаков. Анализ рисунка показывает, что температура в разной степени влияет на уменьшение эф-

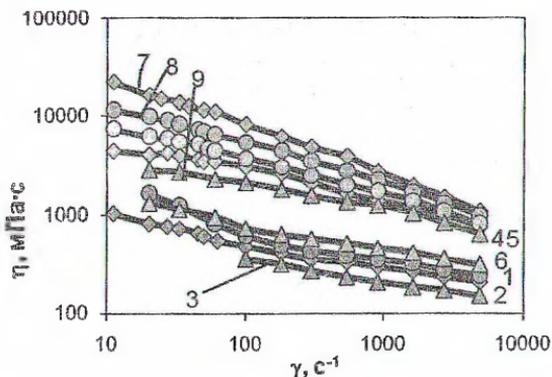
эффективной вязкости лаков. Так, с увеличением температуры с 20 до 60 °С эффективная вязкость образцов уменьшается: лак D 3030 – в 3 раза; образца 1 – в 4-7 раз; Образца 2 – в 6-8 раз.



1, 2, 3 – полиуретановый лак D 3030 (1K-Polyuretan-Lack) Kontracid ®;
 4, 5, 6 – образец 1; 7, 8, 9 – образец 2; \diamond – 20, \circ – 40, Δ – 60 °С
 Рисунок 1 – Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы. Во-первых, температура оказывает заметное влияние на изменение вязко-пластичных свойств разработанных составов лаков. В среднем при повышении температуры с 20 до 60 °С эффективная вязкость снижается в 6 раз. Во-вторых, поскольку η одного из экспериментальных лаков (образец 1) при 60 °С приближается к значениям η немецкого лака D3030 при 20 °С, то это позволяет наносить Образец 1 при температуре 60 °С теми же методами, что и D3030 при 20 °С (например, пневматическим, гидравлическим распылением).

В случае нанесения другими методами (например, окунанием, обливом, ручными) возможно использование экспериментальных образцов лаков при комнатной температуре. В-третьих, поскольку вязкость разработанных лаков при низких скоростях сдвига (при 11 с⁻¹) выше, чем у немецкого лака, то данные составы будут стабильны при длительном хранении. При увеличении скорости сдвига, темп снижения вязкости аналогичен прототипу D 3030 (показатель нелинейности n не более 0,7), т. е. свойства разработанных продуктов при перемешивании и нанесении будут приближаться к свойствам лака D 3030.



1, 2, 3 – полиуретановый лак D 3030 (1K-Polyuretan-Lack) Kontracid ©;
 4, 5, 6 - Образец 1; 7, 8, 9 – образец 2; \diamond - 20, \circ - 40, Δ - 60 °С
 Рисунок 2 – Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига

Показатель разбрызгивания экспериментальных образцов при этом, как можно полагать, будет ниже, чем у прототипа, поскольку абсолютные значения вязкости образцов находятся на более высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шрамм, Г. Основы практической реологии и реометрии / Г. Шрам; пер. с англ. И.А. Лавыгина; под. ред В. Г. Куличихина. – М: ООО “Издательство “КолосС; 2003. – 312 с.
- 2 Смольский, Б.М. Реодинамика и теплообмен нелинейно вязкопластичных материалов / Б.М. Смольский, З.П. Шульман, В.М. Гориславец. – Минск: Наука и техника, 1970. – С. 448.
- 3 Уилкинсон, У.Л. Неньютоновские жидкости / У.Л. Уилкинсон – М: Мир, 1965. – 218 с.

УДК 674.21

А.С. Пардаев, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Древесина является одним из распространенных видов строительных материалов. К преимуществам изделий и конструкций из древесины относятся декоративность, прочность, долговечность, экологическая чистота, технологичность изготовления и возобновляемость сырьевого ресурса.