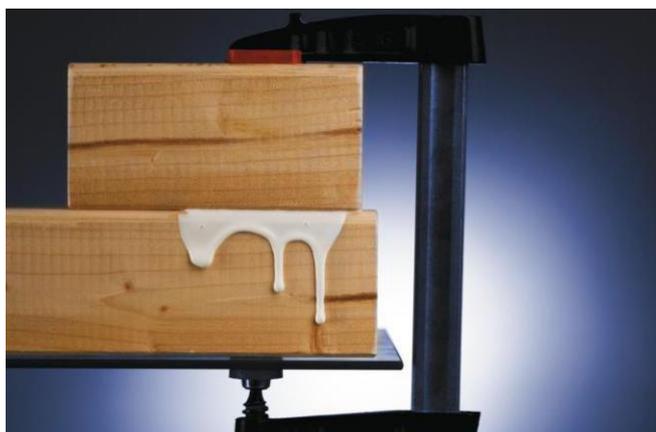


Измерение клея при помощи ротационного реометра RheolabQC

В этом отчете объясняется, как можно измерять клеи с помощью RheolabQC. Показано сравнение структурного разложения, провисания и предела текучести двух клеев.



1 Введение

Клеи используются для соединения поверхностей, как правило, путем изменения фазы с жидкой на твердую. Иногда это вызвано изменением температуры (горячие клеи), в других случаях клей затвердевает в условиях окружающей среды (контактные клеи), например, из-за испарения растворителя или из-за влажности окружающего воздуха.

В этом отчете исследуется поведение при нанесении двух клеев. Структурное разложение, провисание и предел текучести являются важными характеристиками качества клеев и герметиков.

Эти характеристики существенно влияют на то, будет ли продукт восприниматься конечным пользователем отрицательно или положительно.

2 Условия испытания

2.1 Прибор

Все измерения проводились на ротационном реометре RheolabQC Anton Paar с цилиндрической измерительной системой Z5/4, состоящей из измерительного цилиндра Z5 (B-CC8) и чашки Z4 (C-CC15.18) с объемом пробы 17 мл.

Эта конфигурация была выбрана потому, что она представляет собой небольшой боб в большом цилиндре. Также можно было бы использовать цилиндр CC10, например, в чашке CC17.

Особая конфигурация с небольшим измерительным цилиндром Z5 в чашке большего размера Z4 акцентирует внимание на улучшенную воспроизводимость по сравнению с «конфигурацией с узким зазором», основанной на стандартных Z5 или Z4. Кроме того, позиционирование измерительной системы намного проще по сравнению со стандартным Z4.

Чтобы свести очистку к минимуму, в чашке Z4 можно использовать одноразовые алюминиевые мерные чашки. Это означает, что мерный стакан больше не требует очистки. Гарантируется высокая пропускная способность при минимальной необходимой очистке.

Измерение проводилось с помощью температурной системы Пельтье C-PTD 180/AIR/QC для быстрого и точного контроля температуры.



Рисунок 1: Реометр RheolabQC с C-PTD 180/AIR/QC

2.2 Настройки ПО

В интервале 1 образец подвергается предварительному сдвигу со скоростью 5 с⁻¹. Интервал предварительного сдвига обеспечивает

лучшую воспроизводимость и дает время образцу для уравнивания температуры.

В интервале 2 задана возрастающая скорость сдвига с 5 c^{-1} до 131 c^{-1} , а в интервале 4 скорость сдвига уменьшается с 131 c^{-1} до 5 c^{-1} . Интервал 3 используется для сдвига образца в течение более длительного времени при постоянной скорости 131 c^{-1} . Вместо этого также можно использовать максимальную скорость сдвига 200 c^{-1} .

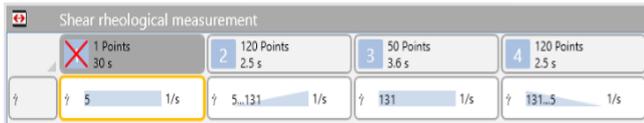


Рисунок 2: Условия испытания

Интегральное значение площади гистерезиса между верхней и нижней кривой является относительной мерой структурного разложения и регенерации. По сравнению с «3-х интервальным тиксотропным тестом» образец никогда не находится в состоянии покоя во время эксперимента на гистерезис с линейным уменьшением и увеличением.

Обычно кажущийся предел текучести исследуется на нисходящей кривой на интервале 4. Очень часто предел текучести называют «пределом текучести по Бингхэму».

3 Результаты и Выводы

Были измерены два PU (полиуретановых) клея. Каждый образец измеряли два раза, чтобы показать воспроизводимость. Интервал 1 (I1) на диаграмме не показан. Нисходящая кривая (I4) (с пустыми маркерами) имеет лучшее качество, чем восходящая кривая (I2). Поэтому нисходящая кривая больше подходит для таких исследований, как «предел текучести по Бингхэму». I3 имитирует реальное поведение образца при применении. Мы видим, что вязкость снижается, когда применяется постоянная скорость сдвига.

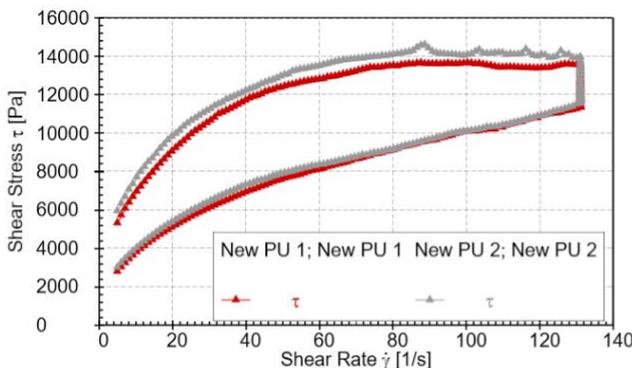


Рисунок 3: Площадь гистерезиса образца «Новый PU», измеренная дважды

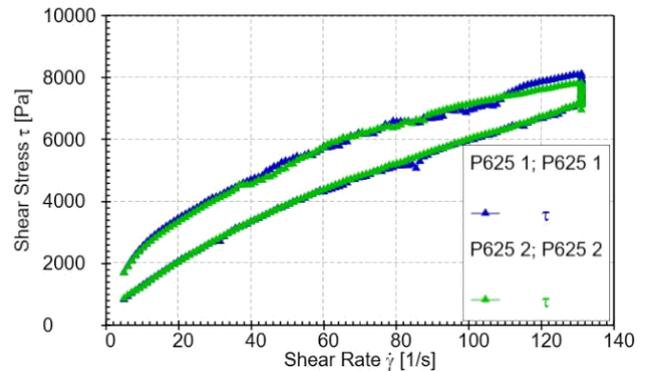


Рисунок 4: Площадь гистерезиса образца «P625», измеренная дважды

В таблице 1 представлены структурные разложения обоих образцов и для обоих опытов.

Образец	Площадь 1 [Па/с·мл]	Площадь 2 [Па/с·мл]
Новый PU	70806	79057
P625	22786	21273

Таблица 1: Структурное разложение

Величина площади гистерезиса является относительной мерой структурного распада образца в условиях высокого сдвига. «Новый PU» разлагается в 3 раза сильнее по сравнению с материалом под названием «P625». Вязкость образца после сдвига намного ниже, чем вязкость образца до сдвига. Существует прямая зависимость между площадью и структурным разложением «свежего» продукта.

Кажущийся предел текучести рассчитывается по точке пересечения линейной регрессии, применяемой в диапазоне скоростей сдвига от 10 c^{-1} до 50 c^{-1} . Все точки измерения ниже 10 c^{-1} и выше 50 c^{-1} не используются в качестве точек входных данных для регрессии. Это обращает внимание на тот факт, что предел текучести обнаруживается при низких скоростях сдвига и что кривая должна очень хорошо вписываться в эту часть измеренной кривой (рис. 5).

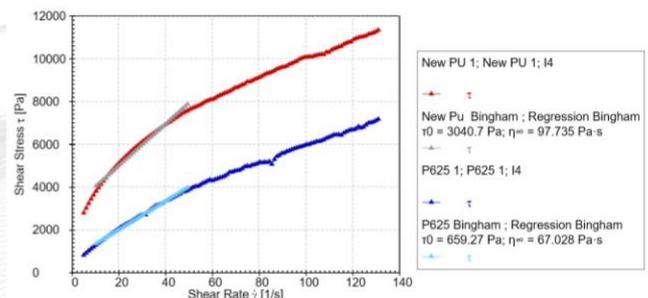


Рисунок 5: «Предел текучести по Бингхэму», рассчитанный по нисходящей кривой в интервале 4.

Образцы с более низким «пределом текучести по Бингхэму» будут демонстрировать большее провисание или большее выравнивание по сравнению с образцами с более высоким «пределом текучести по Бингхэму». В таблице 2 представлены предел текучести по Бингхэму и экстраполированная высокая сдвиговая вязкость (бесконечная вязкость) для обоих образцов.

Образец	Предел текучести по Бингхэму [Па]	Беск. Вязкость [Па*с]
Новый Рн	3040	98
P625	659	67

Таблица 2. «Предел текучести по Бингхэму» и бесконечная вязкость, использованные для характеристики образцов с точки зрения провисания и выравнивания, а также высокой сдвиговой вязкости.

Бесконечная вязкость является относительной мерой вязкости при очень высоких скоростях сдвига и имеет значение при обработке образца.

4 Заключение

Кривая течения с интервалами нарастания, удержания и снижения является методом контроля качества, используемым для получения некоторых значений образца, относящихся к процессу производства и применения. Площадь гистерезиса является относительной мерой структурного разложения образца во время сдвига. Метод Бингхэма позволяет рассчитать кажущийся предел текучести образца после сдвига (если применяется на интервале 4). Это значение используется для понимания поведения образцов при выравнивании и провисании. Бесконечная вязкость является мерой вязкости в условиях высокого сдвига и является важной величиной для обработки образца (например, вязкость на сопле или потребляемая мощность для перекачивания образца).