

## Вимірювання в'язкості фарб та покриттів на ротаційному віскозиметрі ViscoQC

Аналіз в'язкості фарб при різних швидкостях обертання демонструє, як поводить ся фарба, наприклад, при нанесенні на стіну. Цей звіт пропонує короткий огляд типових тестів на ротаційному віскозиметрі ViscoQC 100/300.



### 1 Вступ

Для контролю якості покриттів та фарб, зазвичай використовують ротаційні віскозиметри, такий наприклад, як ViscoQC 100/300. В'язкість фарби показує, чи можна наносити фарбу пензлем, валиком, розпилювачем або іншими способами. Крім того, фарбу необхідно наносити на поверхню рівномірно.

#### 1.1 Ключові слова

Фарба, покриття, хімічна промисловість, ротаційний віскозиметр, контроль якості, динамічна в'язкість, ASTM D2196

### 2 Експеримент

Всі вимірювання проводилися на ротаційному віскозиметрі ViscoQC 100/300 - R фірми Anton Paar згідно зі стандартом ASTM D2196-10.

<b>Зразок</b>	Синтетична дисперсна фарба	
<b>Прилад</b>	ViscoQC 100 - R	ViscoQC 300 - R
<b>Тип вимірювання</b>	Одноточковий	Багатоточковий
<b>Шпindel</b>	CC12/D18	
<b>Швидкість</b>	40 об/хв	Від 1 до 100 об/хв
<b>Температура</b>	+23 °C	

Таблиця 1: Конфігурація приладу та умови вимірювання в'язкості фарби на ViscoQC 100/300.

Для контролю температури під час вимірювання на віскозиметрі ViscoQC 100/300 був встановлений прилад температурного контролю на елементах Пельтьє PTD 80, який може контролювати температуру вимірювальних систем DIN/SC4 в діапазоні від +15 °C до + 80 °C, стабілізуючи температуру з точністю  $\pm 0,1$  °C (рис. 1).



Рисунок 1. Ротаційний віскозиметр ViscoQC 300 з PTD 80

#### 2.1 Хід експерименту

Одноточкові визначення в'язкості з використанням віскозиметра ViscoQC 100 ідеально підходять для швидкого контролю якості фарб та покриттів. Для багатоточкового аналізу при різних швидкостях для вивчення поведінки потоку, ViscoQC 300 є найкращим вибором. Програмне забезпечення V-Curve, було активоване на ViscoQC 300. V-Curve дозволяє переглядати виміряні дані на графіку та аналізувати їх за допомогою математичних моделей, регресій та багатокрокових програм, як, наприклад, тест ЗІТТ для вивчення тиксотропних властивостей.

#### 2.2 Умови експерименту

- Для мінімізації витрат часу на очищення використовувалася вимірювальна система CC12/D18 з одноразовими стаканчиками.  $\sim 11,8$  мл зразка заповнювали у CC12/D18 і встановлювались у ViscoQC з PTD 80.

- На ViscoQC 100 в'язкість визначали при 40 об/хв, використовуючи режим вимірювання «Зупинити через час» («Stop at Time (@t)»). Час вимірювання точки встановлювався на 30 секунд.
- На ViscoQC 300 в'язкість визначали в залежності від швидкості. Швидкість зростала сходинками за 11 кроків. Тест було виконано з використанням режиму вимірювання «Сканування за швидкістю» («Speed Scan (SpS)»). Тривалість точки вимірювання була встановлена на 30 секунд.
- Для аналізу тиксотропної поведінки зразка було створено метод ЗІТТ на ViscoQC 300. Метод містить 3 етапи:
  - 1 Крок: Швидкість 1 об/хв протягом 2 хв., тривалість точки вимірювання - 10 с.
  - 2 Крок: Швидкість 100 об/хв протягом 1 хв., тривалість точки вимірювання - 10 с.
  - 3 Крок: Швидкість 1 об/хв протягом 2 хв., тривалість точки вимірювання - 10 с.

### 3 Результати та їх обговорення

Вимірювання на ViscoQC 100 дають можливість отримати значення в'язкості при одній швидкості і можуть використовуватись як швидкі тести для контролю якості (табл. 2).

Зразок	Швидкість [об/хв]	Обертний момент [%]	В'язкість [мПа·с]
<b>Фарба</b>	40	56	5925

Таблиця 2. Середнє значення в'язкості фарби, виміряне на ViscoQC 100 – R при 40 об/хв та +23 °C (n = 3).

За допомогою ViscoQC 300 можна досліджувати поведінку потоку зразка шляхом визначення в'язкості при декількох швидкостях (рис. 2). Фарба демонструє псевдопластичну поведінку. Псевдопластична поведінка означає, що в'язкість зменшується зі збільшенням швидкості. Найбільш значна зміна в'язкості відбувається на малих швидкостях. Ступінь псевдопластичності можна розрахувати автоматично, використовуючи математичну модель «Індекс псевдопластичності (Shear thinning index)». Для цього, динамічна в'язкість при низькій швидкості обертання ділиться на в'язкість при швидкості обертання, яка є, щонайменше, в десять разів вищою. Більш високі коефіцієнти вказують на більш виражену псевдопластичну поведінку. ViscoQC 300 з пакетом програмного забезпечення V-Curve, розрахував значення індексу

псевдопластичності 26,1575 (швидкість: 1 і 100 об/хв).

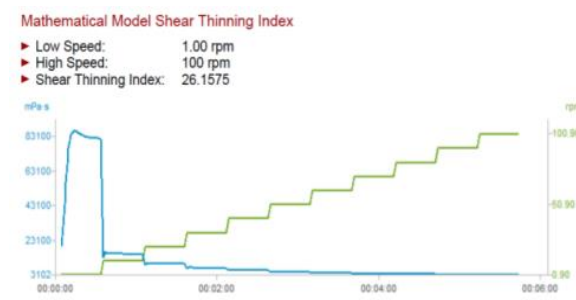


Рисунок 2. В'язкість фарби (+23 °C), виміряна на різних швидкостях, використовуючи ViscoQC 300 - R з програмним забезпеченням V-Curve.

За допомогою тесту ЗІТТ (тест на тиксотропію з трьома інтервалами) можна визначити поведінку (провисання/вирівнювання) фарби. Ця характеристика також називається «тиксотропною поведінкою» і значною мірою сприяє тому, як розглядається продукт - негативно чи позитивно кінцевим користувачем. Процедура тестування імітує процес нанесення з трьома наступними кроками вимірювання:

1.Стан спокою: оцінка поведінки фарби в банці (седиментація, коагуляція).

2.Великий зсув: оцінка руйнування структури при розпиленні фарби на стіну (нанесення).

3.Відновлення: Оцінка структурної регенерації фарби на поверхні з плином часу (після нанесення).

Третій інтервал тестування описує структурну регенерацію з плином часу і, отже, дає можливість оцінити поверхнєве вирівнювання і провисання (рис. 3). Структурна регенерація протягом певного періоду часу або час, необхідний для досягнення певного відсотку відновлення, можна розрахувати вручну (табл. 3). На 2-му етапі вимірювання можна визначити ступінь руйнування внутрішньої структури внаслідок зниження в'язкості. Після зменшення навантаження на 3-му етапі, в'язкість збільшується з часом, оскільки структура зразка регенерується. Видно, що через 5 хвилин структура ще не повністю відновилася до початкового рівня (1-й етап).

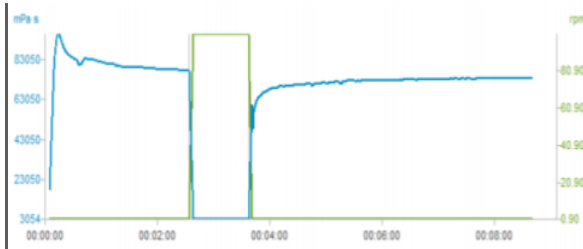


Рисунок 3. ЗІТТ використовується для аналізу поведінки фарби при вирівнюванні (+23 °С). Для тесту було використано ViscoQC 300 - R з програмним забезпеченням V-Curve.

<b>Середня в'язкість на першому етапі</b>	79 456 мПа·с
<b>В'язкість через 60 с на третьому етапі</b>	70 550 мПа·с
<b>% Відсоток відновлення структури через 60 с</b>	89 %

Таблиця 3. Розрахунок структурної регенерації.

#### 4 Підсумки

ViscoQC 100/300 добре підходить для випробувань в'язкості фарб і покриттів з метою контролю якості. В'язкість фарби зменшується за рахунок збільшення швидкості. Така поведінка називається псевдопластичною. Це звичайна поведінка для фарб. В'язкість фарби при певній швидкості дає інформацію про її якість. Виконання тесту ЗІТТ надає додаткову інформацію про поведінку зразка під час нанесення. Крім виміральної системи CC12/D18, для аналізу фарб та покриттів можуть бути використані RH-шпинделі (з невизначеним проміжком), які поставляються разом з ViscoQC 100/300-R.

Якщо у Вас виникли додаткові запитання стосовно цього звіту про застосування, Ви можете звернутись до нас:

**03028 Україна, м. Київ,  
вул. Стратегічне шосе 16  
Сайт: <http://dlu.com.ua>  
Телефон: +38 (044) 229-15-31  
Факс: +38 (044) 229-15-30  
e-mail: [sale@dlu.com.ua](mailto:sale@dlu.com.ua)**