РЕОЛОГИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

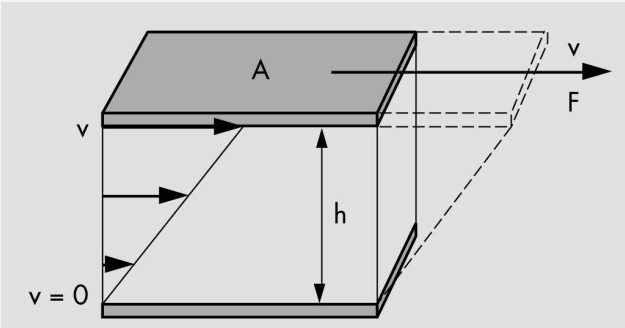
Обзор систем FRS1600 и FRS1800

Мировой лидер в реологии

Содержание

- Введение в реологию
- Примеры применения
- Обзор приборов
- Подготовка к измерению и измерение
- Выводы и особенности

Введение в реологию



Напряжение сдвига

$$\tau = \frac{F}{A} = C_{ss} \cdot M$$

Ед. измерения: **1 N / m² = 1Pa**

Скорость сдвига

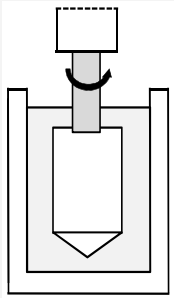
$$\dot{\gamma} = \frac{v}{h} = C_{SR} \cdot n$$

Ед. измерения: **1 м/ (с·м) = 1/с = 1 с⁻¹**

Определение вязкости

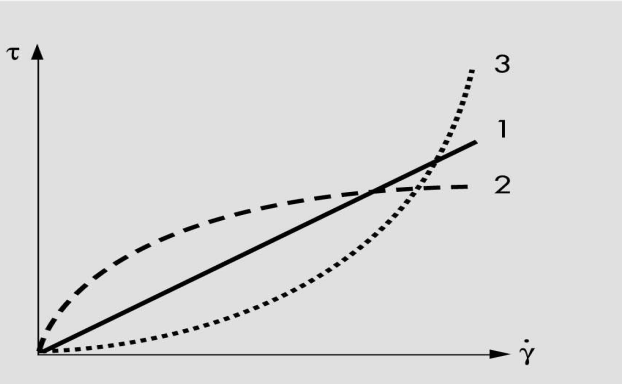
$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

$$\frac{[\text{Па}]}{[1/c]} = [\text{Пас}]$$

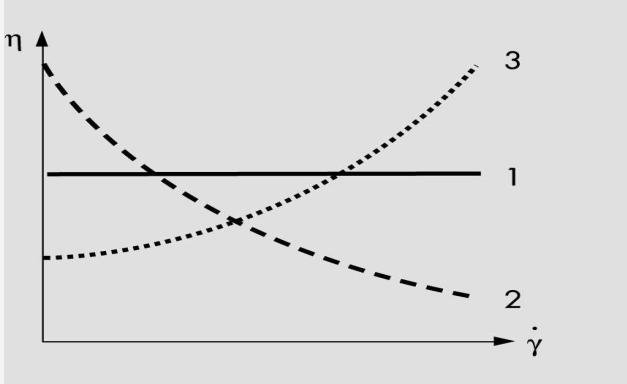


Кривая течения и кривая вязкости

Кривая течения



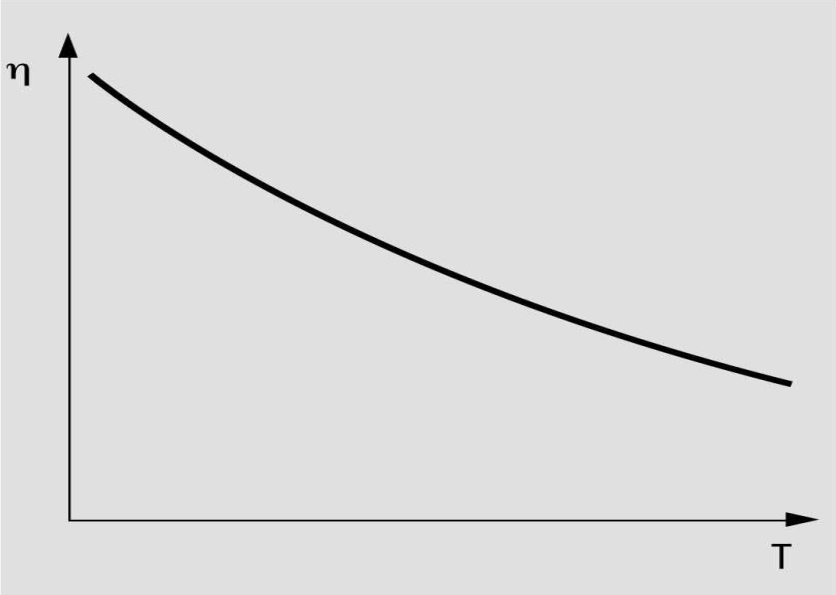
Кривая вязкости



1 идеально-вязкая (ньютоновская)
2 Сдвиговое утоньшение (псевдопластичная)
3 Сдвиговое утолщение (дилатантная)

Источник: Das Rheologie Handbuch, 4. Auflage
METZGER, G. THOMAS
Vincentz Network GmbH Co. KG, Hannover 2012

Температурная зависимость



Источник:
Das Rheologie Handbuch, 4. Auflage
METZGER, G. THOMAS
Vincentz Network GmbH Co. KG, Hannover 2012

Отверждение и кристаллизация

Температура оказывает сильное влияние на вязкость

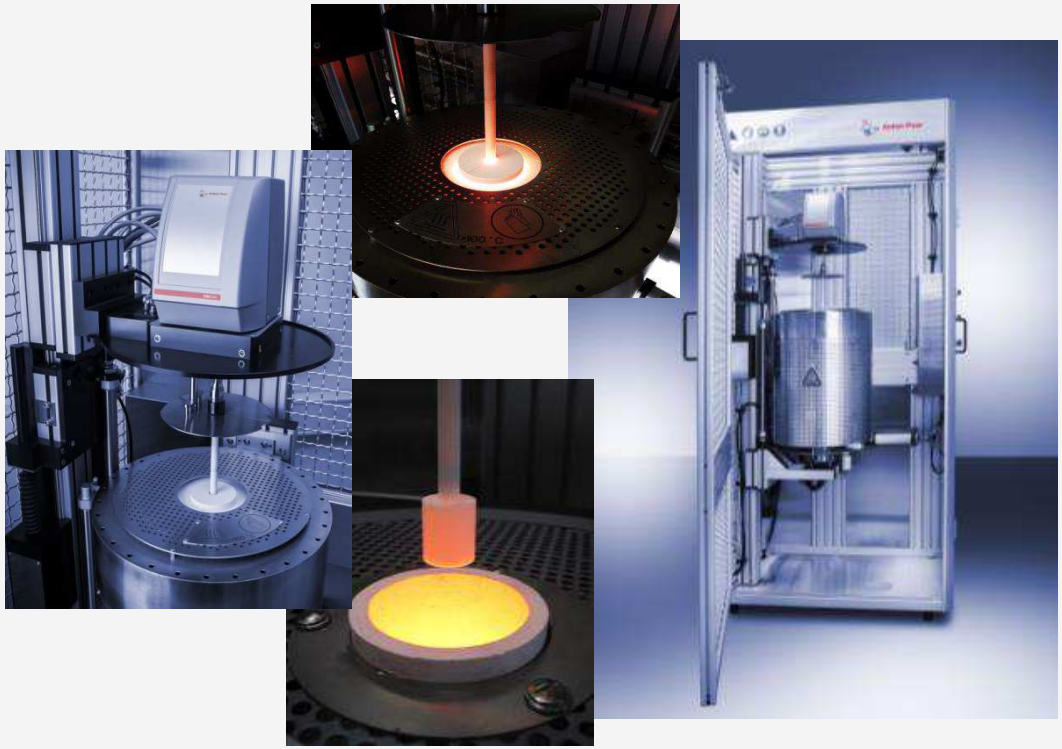
Условия: ротационный тест

результат: температурная зависимость вязкости

Применения

Возможные применения:

- расплавы металлов
- расплавы стекол
- зола, шлам
- лава, базальт, руда
- ……..



Металлургия

Применения:

- Университеты и исследовательские
- центры

- Металлургия:
  - **Сталь** и **Железо** (точка плавления: ~1510 °C и 1530 °C)
  - **Кремний** (точка плавления: 1410 °C)
  - **Медь** (точка плавления: 1083 °C)

Металлургия: измерения

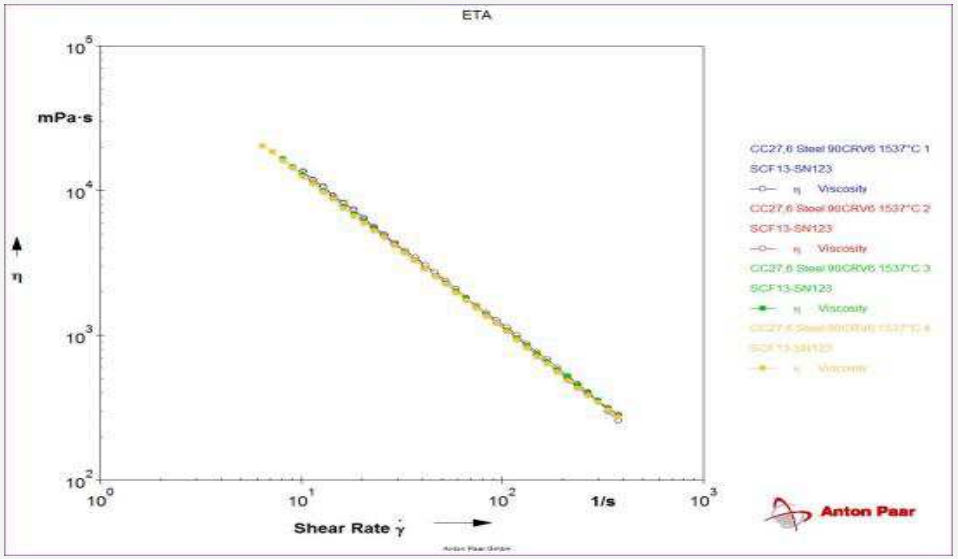
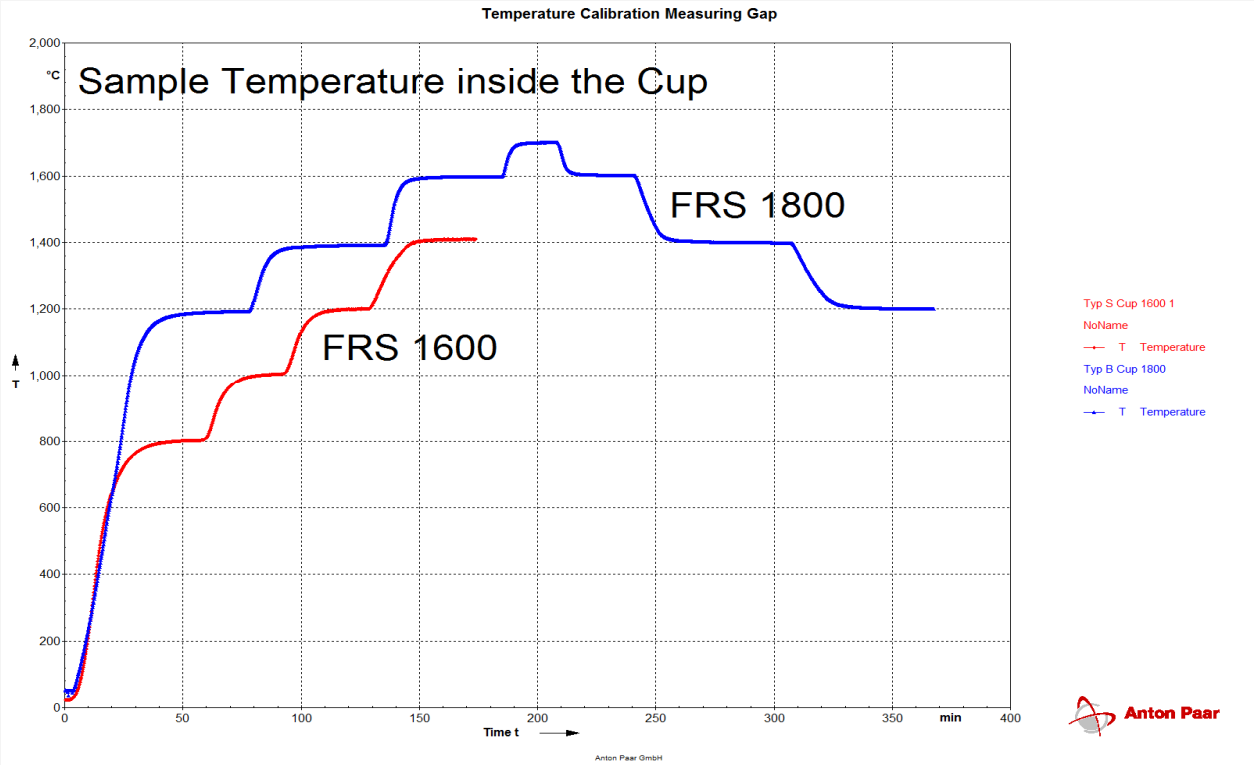


Figure: Измерение стали при 1537 °C – Обратите внимание, что расплавы имеют **неньютоновское поведение!**

- Большинство теорий и методов измерений основаны на предположении, что расплавы металлов и сплавов показывают ньютоновское поведение
- Последние исследовании показали, что большое число расплавов показывают неньютоновское поведение
- Измерения при низких скоростях сдвига не возможны на реометрах с механическими подшипниками

Нагрев/охлаждение в FRS 1600/1800



Обзор технических характеристик

Печь	FRS 1600	FRS 1800
Температурный диапазон	300 °C - 1600 °C	600 °C -1800 °C
Температурный контроль	Eurotherm	
Полная высота печи	600 мм	520 мм
Высота нагрева	180 мм	250 мм

Измерительная голова реометр DSR	
Реометр DSR	Воздушный подшипник
Типы тестов	Ротационный осцилляционный
ПО для управления печью и реометром	RheoPlus

Измерение стандартного стекла при 1200 °C:

От очень маленькой скорости вращения до 300 1/min

Cooling Concept of the Air Bearing DSR 502

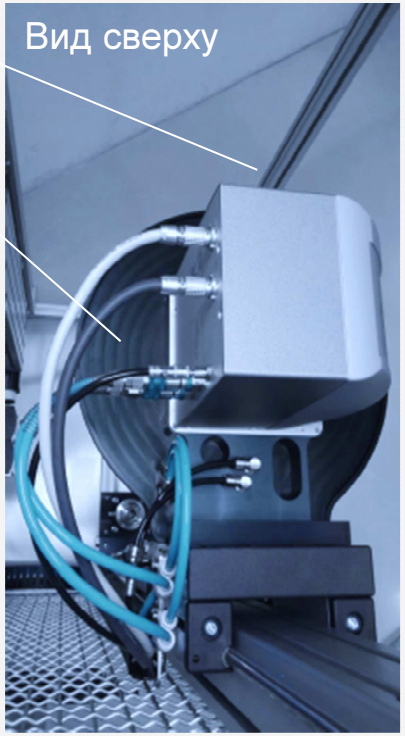
Голова реометра DSR

Коннекторы для воздушного и водяного охлаждения

Тепловой экран

Вид сбоку

Вид сверху



Характеристики DSR:	
Макс. момент	230 мНм
Минимальный момент	0.1 мкНм
Максимальная скорость FRS	300 1/мин
Диапазон нормальной силы	0.01 -50 Н

Печь FRS 1600: Carbolite STF 16/180

Печь

Рабочая

X-перемещение

Дисплей с температурой

Силовой кабель

Система контроля температуры

Характеристики Furnace / FRS:	Стабильная температура
Максимальная температура	1600 °C
Минимальная температура	300 °C
Инертный газ	Ar, N2

Печь FRS 1800: Carbolite HTRV

Печь

Рабочая труба

X-перемещение

Дисплей с температурой

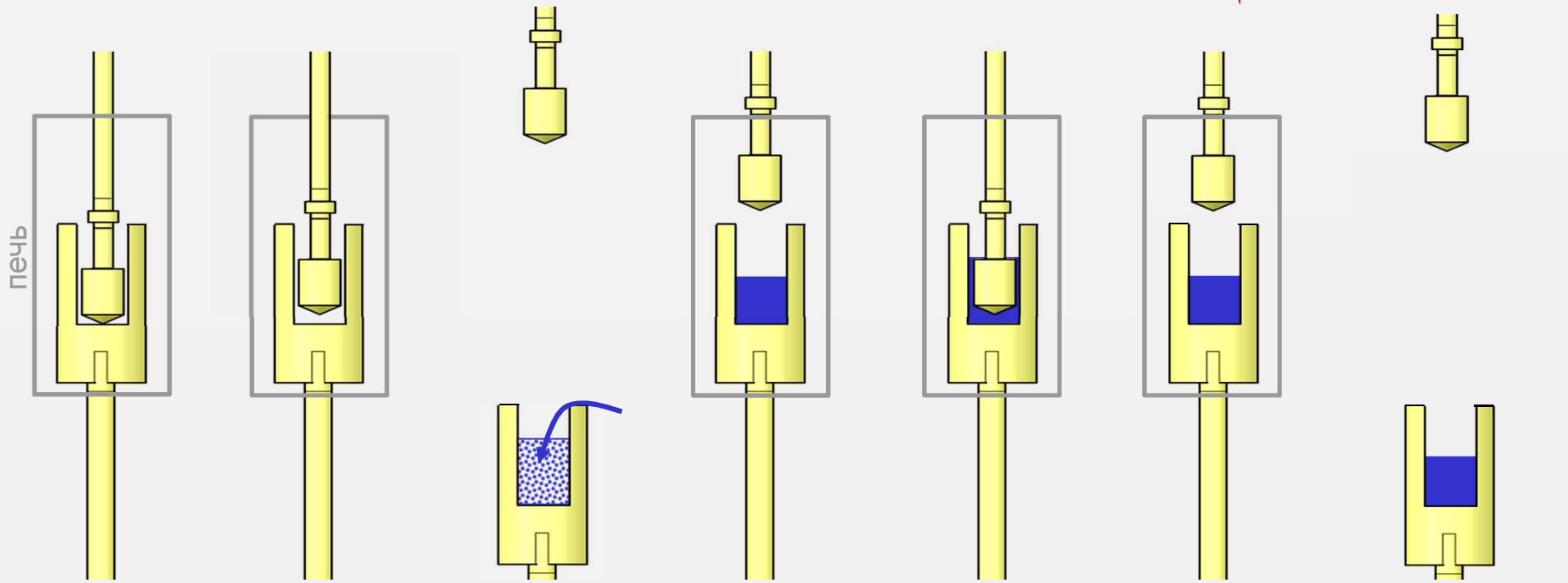
Силовой кабель

Охлаждение нижнего держателя стакана

Система контроля температуры

Характеристики	Стабильная температура
Максимальная температура	1800 °C
Минимальная температура	600 °C
Инертный газ	Ar, N2

Подготовка и измерения



Определение нулевой точки | Позиция для калибровки | Заполнение образца | Нагрев образца, плавление | Позиция для измерения, измерение | Охлаждение | Референсное положение, очистка

Стандартные измерительные системы

Стакан:

C-CC стакан – цилиндр
xx внутр. Диаметр в мм
AO оксид алюминия
CA карбон
FRS для FRS

C-CC30/AO/FRS **C-CC30/CA/FRS**
d(i): 30 мм, d(o): 40 мм
h(i): 60 мм

C-CC30/CA/FRS/XL **C-CC30/OA/FRS/XL**
d(i): 30 мм, d(o): 40 мм
h(i): 80 мм или 100 мм

Другие материалы и размеры по запросу

Стандартные измерительные системы

Измерительный цилиндр (шпиндель):

Для высоковязких образцов таких рак расплавы стекол, базальт, лава

D-CC одноразовые измерит. цилиндр
xx внутренний диаметр в мм
AO оксид алюминия
CA карбон
FRS для FRS

D-CC11/AO/FRS **D-CC11/CA/FRS**
d: 11.4 мм L: 30 мм

D-CC15/AO/FRS **D-CC15/CA/FRS**
d: 15 мм L: 20 мм

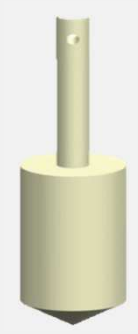
Другие материалы и размеры по запросу

Стандартные измерительные системы

Измерительный цилиндр (шпиндель):

для образцов с низкой вязкостью
Такие как расплавы металлов D-CC19

D-CC19/AO/FRS d: 19 мм L: 30 мм
D-CC25/AO/FRS d: 25 мм L: 37.5 мм
D-CC27.6/AO/FRS d: 27.6 мм L: 41.4 мм



D-CC одноразовый измерительный цилиндр
xx внутренний диаметр в мм
AO оксид алюминия
CA карбон
FRS для FRS

D-CC19/CA/FRS d: 19 мм L: 30 мм
D-CC25/CA/FRS d: 25 мм L: 37.5 мм
D-CC27/CA/FRS d: 26.66 мм L: 40 мм
D-CC27.6/CA/FRS d: 27.6 мм L: 41.4 мм
D-CC29/CA/FRS d: 29 мм L: 41.4 мм

Другие материалы и размеры по запросу

Выводы и преимущества

1. Быстрый нагрев/охлаждение для быстрых тестов
2. Точное поддержание температуры
3. Автоматический контроль измерительного зазора
4. Автоматическое определение измерительной геометрии с помощью опции Toolmaster
5. Сервисная служба
6. Безопасность пользователя даже при 1800°C
7. Измерение низковязких образцов благодаря приводу на воздушных
8. подшипниках
9. Простая загрузка образца
10. Использование нормального усилия для определения плавления образца
11. Температура образца до 1750°C
12. Измерительные системы одноразовые и много разовые(Pt) по параметрам заказчика
13. Возможность проведения осцилляционных тестов
14. Измерение расплавов стекол по следующим стандартам:
    - ASTM C1276, ASTM C965, ISO 7884-2

Мы желаем Вам успехов в работе с реометрами!

Спасибо за внимание

www.anton-paar.com