

Измерение трансмиссионного масла при низких температурах согласно DIN 51398

Адекватные смазывающие свойства смазочных материалов имеют важное значение для правильной работы механических устройств. Измерения вязкости при низких температурах в соответствии с DIN 51398 подтверждают пригодность этих жидкостей для обеспечения надлежащей работы устройств.



1 Введение

Низкотемпературная вязкость трансмиссионных масел, трансмиссионных жидкостей и других смазочных материалов важна для правильной работы многих механических устройств.

Производители должны гарантировать, что эти жидкости обеспечивают адекватную смазку критически важных деталей в условиях низких температур. Одна из важнейших функций - текучесть масла при низких температурах окружающей среды.

Использование неподходящих смазочных материалов может привести к засыханию шестерен и подшипников, затрудненному запуску и переключению передач, быстрому износу и износу двигателей и шасси.

Испытание согласно DIN 51398 доказывает пригодность жидкостей для работы при низких температурах окружающей среды. Метод испытания аналогичен ASTM D2983. Разница между этими стандартами заключается в скорости охлаждения, которая в дальнейшем влияет на результат вязкости. Из-за высокой скорости охлаждения, указанной в DIN 51398, результаты вязкости могут быть ниже, чем при измерении в соответствии с ASTM D2983.

2 Эксперимент

Низкотемпературная вязкость образца трансмиссионного масла определялась при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ при 12 об/мин в соответствии с DIN 51398.

2.1 Конфигурация

Для выполнения такого теста требуется следующая конфигурация:

Образец	Трансмиссионное масло
Прибор	ViscoQC 300 - L
Темп. система	PTD 175
Измерительная система	4B2 изолированная
Программный пакет	V-Curve

Таблица 1: Конфигурация ViscoQC для DIN 51398.

Опционально, чтобы избежать обледенения и конденсации, рекомендуется комплект для подготовки воздуха. Этот комплект обеспечивает постоянную подачу сухого воздуха в измерительную систему. Как альтернативу, можно использовать технический азот.

Измерительная система «4B2 изолированная» включает изолированный шпindel 4B2, держатель D22 и 100 шт. одноразовых стаканчиков D22 с геометрией по DIN 51398.

ViscoQC 300 поддерживает дополнительное ПО AP Connect для выполнения лабораторных работ, которое обеспечивает полностью автоматический сбор, хранение и распространение данных.

2.2 Условия испытания

Залейте 20 мл испытательной жидкости в одноразовую чашку D22. Затем поместите чашку в держатель, вставьте шпindel 4B2 и установите чашку в PTD 175. Подсоедините шпindel к ViscoQC 300 и поместите изоляционную крышку на чашку.

Активация программного пакета V-Curve и подключение PTD 175 к ViscoQC 300 позволяет использовать дополнительный метод измерения согласно «AP DIN 51398». Этот метод включает 5 шагов со следующими настройками метода по умолчанию:

Шаг 1	
Режим измерения	Предв. Сдвиг (PrS)
Время измерения	30 мин
Темп.	50 °C
Скорость	0.01 об/мин
Шаг 2	
Режим измерения	Предв. Сдвиг (PrS)
Время измерения	30 мин
Темп.	20 °C
Скорость	0.01 об/мин
Шаг 3	
Режим измерения	Температурное сканирование (TR)
Начальная темп.	20 °C
Конечная тем.	-40 °C
Скорость нагрева/охлаждения	60.0 °C/ч
Скорость	0.00 об/мин
Шаг 4	
Режим измерения	Предв. Сдвиг (PrS)
Время измерения	2 ч
Темп.	-40 °C
Скорость	0.00 об/мин
Шаг 5	
Режим измерения	Стоп по времени (@t)
Темп.	-40 °C
Скорость	6.00 об/мин

Таблица 2: Шаги и стандартные настройки метода «AP DIN 51398»

Шаг 1: Испытание начинается с предварительного сдвига при 50 °C в течение 30 минут.

Шаг 2: На следующем этапе образец охлаждают до 20 °C и выдерживают 30 мин.

Шаг 3: Затем образец охлаждают до температуры испытания со скоростью охлаждения 60 °C/ч.

Шаг 4: После шага 3 следует выдержка в течение 2 часов при температуре испытания перед измерением вязкости.

Шаг 5: После периода ожидания вязкость образца измеряется со скоростью, определенной на этом этапе. Время измерения зависит от выбранной скорости и составляет не более 60 минут. Всего выполняется 4 повторных измерения.

Скопируйте метод «AP DIN 51398», если вам нужно изменить настройки.:

Температура: Температура испытания по умолчанию установлена на -40 °C. Измените «Конечная темп.» на шаге 3 и «Темп.» в шагах 4 и 5 в соответствии с вашими потребностями.

Скорость: Испытание можно проводить при следующих скоростях вращения (единицы: об/мин): 3, 6, 12, 30 и 60.

Подходящая скорость для измерения зависит от вязкости образца. Обзорную таблицу, показывающую диапазон вязкости для каждой скорости, можно найти в стандарте. Поэтому значение на шаге 5 может быть изменено на другую скорость. Для измерения трансмиссионного масла в этом отчете была выбрана скорость 12 об/мин из-за вязкости образца, и метод был изменен соответствующим образом.

3 Результаты и Выводы

Согласно DIN 51398 вязкость четырех повторных измерений должна быть усреднена. Это определяется в методе и выполняется автоматически с помощью математической модели «Статистика». Результат измерения находится в верхней части отчета (Рисунок 1).

Mathematical Model Statistics (Dyn. Viscosity)

- ▶ Average: 26280 mPa·s
- ▶ Std. Dev.: 118.7 mPa·s
- ▶ Variation Coefficient: 0.45 %

S	Dyn. Vis.	Speed	Torque	Runtime	Temp.	Shear Rate	Shear Stress	Strain	TR	W/E	In use
	mPa·s	rpm	%	hh:mm:ss	°C	1/s	N/m ²	rad	%		
5	26410	12.0	52.8	00:02:00	-40.0	2.508	66.24	---	0.0	---	*
5	26340	12.0	52.7	00:04:00	-40.0	2.508	66.05	---	0.0	---	*
5	26220	12.0	52.4	00:06:00	-40.0	2.508	65.76	---	0.0	---	*
5	26150	12.0	52.3	00:08:00	-40.0	2.508	65.57	---	0.0	---	*

Рис. 1. Результат средней вязкости по четырем измерениям при 12 об / мин.

Способность масла течь и обеспечивать адекватное смазывание критически важных деталей в низких температурных условиях окружающей среды зависит от вязкости. В международном стандарте SAE J306 указано, что при вязкости выше 150000 мПа·с может произойти отказ шестерчатого подшипника. Тестируемое масло имеет вязкость 26 280 мПа·с при -40 °C. Следовательно, испытанное трансмиссионное масло обеспечивает адекватную смазку при низких температурах.

4 Заключение

Конфигурация ViscoQC (Таблица 1) соответствует стандарту DIN 51398. Для достижения скорости охлаждения 60 °C/ч допустимы условия окружающей среды максимум +20 °C. Предусмотренные полностью автоматические методы измерения, максимальная простота использования при настройке прибора или методов измерения, а также мощное устройство измерения температуры Пельтье с воздушным охлаждением делают измерение быстрым, надежным и простым.