1 Название и состав оборудования

1.1 Прибор синхронного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (прибор ТГА/ДСК): модель TGA/DSC 3+ производства компании Mettler Toledo GmbH под управлением ранее приобретенного ПО STARe.

1.2 Состав оборудования представлен в таблице 1.

1.3 Вспомогательное оборудование и аксессуары, входящие в комплектацию прибора, должны быть конструкционно и функционально совместимы с прибором.

Таблица 1 – Состав оборудования

№ п/п	Состав оборудования	Кол-во, шт.
1	Прибор для синхронного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (прибор ТГА/ДСК)	1

2 Назначение оборудования

2.1 Прибор синхронного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (прибор ТГА/ДСК) предназначен для проведения работ по исследованию, разработке технологии промышленного производства материалов различного назначения, сложных неорганических соединений, катализаторов.

2.2 Прибор должен позволять определять:

- термодинамические параметры процессов плавления и кристаллизации;
- фазовые переходы (твёрдое-жидкость, твёрдое-твёрдое);
- фазовые диаграммы и их состав (компонентный состав, содержание влаги и т.д.);
- степень чистоты вещества;
- термическую историю материала;
- степень кристалличности вещества;
- температурную стабильность;
- температуру начала разложения;
- совместимость компонентов в изотермическом и динамическом температурных режимах;
- прогнозировать сроки хранения при различных условиях хранения (температура, время, тип газовой среды и т.д.);
- кинетику процессов разложения.

2.3 Прибор синхронного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (прибор ТГА/ДСК) позволяет синхронно регистрировать изменение массы образца и разность тепловых потоков (ДСК) в зависимости от температуры и времени.

2.4 Управление прибором ТГА/ДСК должно осуществляться с использованием единого специализированного русифицированного программного обеспечения STARe, ранее установленного у Заказчика и обеспеченного соответствующей бессрочной лицензией.

3 Технические требования к прибору

3.1 В таблице 2 перечислены технические требования, предъявляемые к прибору.

Таблица 2 – Технические требования, предъявляемые к прибору

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
Общие технические требования к прибору ТГА/ДСК			

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
Горизонтальное расположение печи относительно весовой ячейки (весовая ячейка расположена сбоку)	-	точно	наличие
Герметичная, обслуживаемая печь с возможностью замены датчика регистрации теплового потока пользователем, без привлечения сервисной службы производителя	-	точно	наличие
Автоматическая компенсация выталкивающей силы (силы Архимеда)	-	точно	наличие
Рубашка печи прибора термостатируется внешним термостатом	-	точно	наличие
Цветной сенсорный VGA-дисплей с не менее, чем одним ИК-датчиком для управления системой без нажатия кнопок, с функцией быстрого запуска измерения без использования ПК (общий рабочий угол поворота дисплея не менее 120 градусов)	-	точно	наличие
Функция для быстрого запуска рутинного измерения с рабочего стола сенсорного VGA-дисплея без использования ПК	-	точно	наличие
Управление сервоприводом печи прибора как при помощи ПК, так и бесконтактным инфракрасным датчиком, установленным в цветной сенсорный VGA-дисплей	-	точно	наличие
Автоматическая система расширенной калибровки, которая позволяет использовать тигли различных производителей или нестандартные газовые смеси в качестве реакционных атмосфер. В том числе автоматическая калибровка весовой ячейки двумя встроенными грузами.	-	точно	наличие
Прибор должен обеспечивать возможность калибровки по температуре путем регистрации температур, соответствующих точкам Кюри калибровочных образцов (при их наличии), при которых происходит изменение их магнитных свойств.	-	точно	наличие
Конструкция печи предусматривает установку постоянного магнита для проведения калибровки прибора по точкам Кюри	-	точно	наличие
Съёмный столик для тиглей на передней панели прибора	-	точно	наличие
TCP/IP интерфейс для подключения к компьютеру, локальной сети с возможностью дистанционного управления и интеграции данных в общую базу данных LIMS (при наличии опции ПО)	-	точно	наличие
Встроенный газовый контроллер для программной регулировки подачи и автоматического переключения трёх реакционных газов, регулировки подачи защитного газа весовой ячейки и подачи реакционного газа, минуя весовую ячейку и систему газорегулирования	-	точно	наличие
Инструменты для пробоподготовки	-	точно	наличие
Система жидкостного охлаждения внешнего кожуха печи прибора для обеспечения заявленного температурного диапазона	-	точно	наличие
Возможность доукомплектования прибора однорычажным автоподатчиком карусельного типа на не менее чем 34 образца для работы с тиглями от 20 до 900 мкл без смены карусели.	-	точно	наличие
Возможность прямого и параллельного сопряжения с различными анализаторами выделяющихся газов (при наличии соответствующей опции)	-	точно	наличие
Год выпуска прибора ТГА/ДСК	год	не ранее	2026
Габариты прибора ТГА/ДСК (Ш × Г × В)	мм	не более	(700 × 700 × 500)
Вес прибора ТГА/ДСК (нетто)	кг	не более	50

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
Требования к измерительному блоку прибора ТГА/ДСК:			
Диапазон рабочих температур			
- минимальное значение	°C	не более	18
- максимальное значение	°C	не менее	1100
Точность (прецизионность) измерения температуры	°C	не более	±0,2
Температурное разрешение печи	°C	не более	0,002
Скорость нагрева/охлаждения (регулируемая):			
- минимальная скорость нагрева	°C/мин	не более	0,02
- максимальная скорость нагрева	°C/мин	не менее	150
- минимальная скорость охлаждения	°C/мин	не более	0,02
- максимальная скорость охлаждения	°C/мин	не менее	20
Шаг нагрева/охлаждения	°C/мин	не более	0,01
Время нагрева (от 18 до 1100 °C)	мин	не более	10
Время охлаждения печи (от 1100 до 100 ºC)	мин	не более	22
Время охлаждения печи гелием (от 1100 до 100 ºC)	мин	не более	11
Объем печи прибора	$см^3$	точно	47
Внутренний диаметр печи прибора	мм	не более	20
Возможность вакуумирования печи (при наличии опции)	мбар	не более	10
Реакционные среды эксперимента: статическая, инертная, окислительная, восстановительная	-	точно	наличие
Требования к весовой ячейке прибора ТГА/ДСК:			
Встроенные микровесы с электромагнитной компенсацией	-	точно	наличие
Система параллельных рычагов	-	точно	наличие
максимальная нагрузка	мг	не менее	1000
минимальный вес (min weight) типичное значение	мг	не более	0,19
Дискретность весовой ячейки во всём диапазоне взвешивания	мкг	не более	1
Среднее квадратичное отклонение показаний массы во всём температурном диапазоне	мкг	не более	10
Точность взвешивания	%	не более	0.0025
Повторяемость	мкг	не более	0.8
Изотермический дрейф	мкг/час	не более	10
Повторяемость базовой линии во всём температурном диапазоне	мкг	не более	±10
Динамический дрейф базовой линии в диапазоне от 50 (включительно) до 1100 °C (включительно) при скорости нагрева 20 °C/мин	мкг	не более	30
Изотермический шум	мкг	не более	0.2
Автоматическая калибровка с линеаризацией по трем точкам **двумя** встроенными гирями	-	точно	наличие
калибровка внешней гирей	-	точно	наличие
Рубашка весовой ячейки должна термостатироваться при помощи элементов Пельтье	-	точно	наличие
Отсутствие периодического вакуумирования весовой ячейки	-	точно	наличие

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
Требования к ТГ-ДСК датчику:			
Температурный диапазон	°С	-	от не более 18 до не менее 1100
однолучевой, двухканальный датчик ТГ-ДСК с защитным керамическим покрытием	-	точно	соответствие
расположение тиглей вдоль оси датчика ТГ-ДСК	-	точно	соответствие
количество термопар на датчике	шт.	не менее	6
материал термопар платина/платина-родий	-	точно	соответствие
диапазон измерения теплового потока датчиком ТГ-ДСК	мВт	-	от не менее минус 2000 до не более плюс 2000
разрешение датчика по тепловому потоку	мкВт	не более	3.8
калориметрическая чувствительность датчика	мкВ/мВт	не более	0.2
отношение сигнал-шум	мкВт	не более	100
чувствительность сигнала ДСК датчика ТГ-ДСК	мВт	не более	0.2
относительная погрешность измерения энтальпии	%	не более	1
относительная погрешность измерения теплоёмкости	%	не более	4
скорость дискретизации измерений с возможностью ручной регулировки данного параметра оператором	изм./с	не менее	10
максимальный возможный объем используемых керамических тиглей для измерения сигнала ДСК датчика ТГ-ДСК при работе с установленным автоподатчиком образцов	мкл	не менее	300
Встроенный газовый контроллер для регулировки подачи и автоматического переключения не менее трех реакционных газов, одного защитного газа весовой ячейки и одного продувочного, который минует весовую ячейку и систему газорегулирования	-	точно	наличие
диапазон скорости расхода для каждого потока	мл/мин	не уже	от 0 до 200
шаг хода по азоту	мл/мин	не более	1
Калибровка прибора:			
по температуре	-	точно	наличие
по температурам Кюри магнитных материалов (при наличие соответствующих калибровочных стандартов)	-	точно	наличие
по тепловому потоку	-	точно	наличие
по времени теплопередачи	-	точно	наличие
Расходные материалы и запасные части к прибору ТГА/ДСК			
Тигли с крышками из окиси алюминия объёмом 70 мкл	шт.	не менее	20
Тигли с крышками из окиси алюминия объёмом 150 мкл	шт.	не менее	20
Комплект трубок и фитингов для подачи газов	компл.	не менее	1
Набор калибровочных образцов к прибору ТГА/ДСК			
Набор калибровочных образцов	компл.	точно	1
Требования к циркуляционному охлаждающему термостату для прибора ТГА/ДСК	шт.	точно	1
Рабочий температурный диапазон:			
минимальное значение	°С	не более	минус 20

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
максимальное значение	°C	не менее	40
Постоянство температуры	°C	не более	± 0,5
Мощность охлаждения при 15 °C	кВт	точно	0,6
Внутренний температурный датчик	-	точно	Pt100
Хладагент	-	точно	R290 (A3, H220)
Габариты (Ш × Г × В)	мм	не более	(280 x 490 x 424)
Вес (нетто)	кг	не более	37
Требования к комплекту модернизации специализированного ПО			
Комплект модернизации ПО должен обеспечивать полностью компьютерное управление прибором с одного ПК, с использованием уже установленного у заказчика лицензионного русифицированного программного обеспечения STARe.	-	точно	наличие
Обеспечивать одновременное управление и подключение до 7 приборов термического анализа к одному ПК.	-	точно	наличие
Язык ПО	-	точно	русский
Бессрочная лицензия ПО	-	точно	наличие
Специализированное ПО должно синхронизировать работу управляющего компьютера и ТГА/ДСК	-	точно	наличие
Специализированное ПО должно содержать: базу данных, заводские данные калибровки модулей, примеры кривых разных образцов	-	точно	наличие
Расширенный и упрощенный пользовательские интерфейсы ПО	-	точно	наличие
Специализированное ПО должно позволять:			
быстрый запуск рутинного измерения с рабочего стола сенсорного дисплея без использования ПК	-	точно	наличие
импортировать кривые различных графических форматов (JCAMP, TIFF) или ASCII-файлы	-	точно	наличие
каждый температурный сегмент метода не зависимо от скорости нагрева, типа газа, скорости продувки и типа тигля должен быть автоматически связан с соответствующей температурному сегменту калибровкой	-	точно	наличие
создавать температурные программы с индивидуальными температурными сегментами с регистрацией теплового потока на каждом из них с автоматической калибровкой по скорости нагрева каждого сегмента созданной температурной программы	-	точно	наличие
редактировать температурные программы во время проведения эксперимента	-	точно	наличие
сохранять температурные программы в реляционной базе данных для их повторного использования с минимальным вводом параметров эксперимента	-	точно	наличие
автоматическую корректировку бланковой кривой при проведении ТА экспериментов	-	точно	наличие
автоматический расчёт параметров ТА кривой	-	точно	наличие
проводить многоточечную калибровку с сохранением в общей реляционной базе данных	-	точно	наличие

Требования / параметры	Размерность	Требование	Значение
контролировать значения измеряемых параметров в ходе регистрации экспериментальных кривых	-	точно	наличие
корректировать автоматически базовую линию с помощью встроенной программы, позволяющей получать более стабильную базовую линию и не проводить регистрацию базовой линии при рутинных измерениях и изменении условий эксперимента	-	точно	наличие
проводить анализ экспериментальных кривых в реальном масштабе времени	-	точно	наличие
открывать в одном окне обработки данных неограниченное количество экспериментальных кривых для их обсчёта и сравнения	-	точно	наличие
вводить все необходимые параметры эксперимента в зависимости от типа прибора	-	точно	наличие
отображать результаты в графической или табличной форме	-	точно	наличие
хранить полученные и обработанные данные в базе данных	-	точно	наличие
синхронизировать приборы с внешним оборудованием	-	точно	наличие
проводить передачу данных по сети и LIMS (при наличии опции ПО)	-	точно	наличие
получать отчёты о ходе выполнения эксперимента на телефон или электронную почту	-	точно	наличие
задавать тип и расход реакционного и продувочного газов	-	точно	наличие
задавать границы навески образцов	-	точно	наличие
задавать эталонные кривые	-	точно	наличие
определять порядок ввода и извлечения образца при наличии автоподатчика	-	точно	наличие
вводить все необходимые параметры эксперимента в зависимости от типа прибора	-	точно	наличие
вводить номера заказов и данные заказчиков	-	точно	наличие
проводить ДСК эксперименты с использованием метода температурно-модулированной ДСК	-	точно	наличие
определять величину изобарной теплоёмкости с применением метода температурно-модулированной ДСК	-	точно	наличие
представлять результаты изменения температуры и теплового потока в абсолютных (мг, °С, мВт) и относительных (%, Вт/г) единицах	-	точно	наличие
рассчитывать характеристические температуры тепловых эффектов: начало, конец, пик, интеграл	-	точно	наличие
проводить комплексный обсчёт параметров пиков кривых	-	точно	наличие
определять доли компонента в смеси	-	точно	наличие
определять степени кристалличности полимеров	-	точно	наличие
определять степени плавления веществ с широким диапазоном температур плавления	-	точно	наличие
проводить стехиометрические расчёты и определять состав на базе ТГА кривых	-	точно	наличие
выводить зависимость энтальпии от температуры	-	точно	наличие
калькулировать степени плавления для веществ с широким диапазоном температур плавления	-	точно	наличие

4 Требования к поставке, пуско-наладке оборудования и гарантийные обязательства

4.1 Поставка оборудования должна осуществляться единым комплексом.

4.2 Срок поставки не более 14 недель с даты заключения договора поставки и/или осуществления авансового платежа.

4.3 Проведение пуско-наладочных работ сертифицированным сервис-инженером компании-производителя в течение 2-х рабочих дней в лаборатории Покупателя.

4.4 Сервисные специалисты должны иметь подтверждение о прохождении обучения по приборам ТА на заводе изготовителе и быть уполномочены на проведение пуско-наладки прибора ТГА/ДСК.

4.5 Проведение тренинга по работе на работе на приборе для сотрудников (2–3 оператора) Покупателя в лаборатории Покупателя на поставленном оборудовании сертифицированным компанией-производителем сервис-инженером на русском языке длительностью три рабочих дня.

4.6 Гарантия на прибор ТГА/ДСК, должна составлять не менее 12 месяцев, но не более 18 месяцев с момента поставки.

5 Перечень предоставляемой документации

5.1 Поставщиком оборудования должна быть предоставлена следующая документация на русском языке на прибор ТГА/ДСК:

- инструкции по эксплуатации, обслуживанию и калибровке прибора.