

THERMAL TECHNOLOGY LLC

HIGH TEMPERATURE EXPERTS

Система Искрового Плазменного Спекания (Spark Plasma Sintering)



Модель 10-3

Усилие 10 тонн / источник
питания с силой тока 3 000 А

- Равномерное распределение тепла по образцу
- Полная плотность и контролируемая пористость
- Предварительная обработка давлением и связующие материалы НЕ требуются
- Равномерное спекание однородных и разнородных материалов
- Удобство использования
- Короткое время рабочего цикла
- Выпаривание имеющихся примесей
- Изготовление детали сразу в окончательной форме и получение профиля, близкого к заданному
- Минимальный рост зерна
- Минимальное влияние на микроструктуру
- Низкие производственные затраты

О компании «Thermal Technology, LLC»

«Thermal Technology», LLC отличается длинной и авторитетной историей создания различных видов технологий высокотемпературной обработки. Первые производственные линии (Brew и Astro) появились в 1940х и 1960х годах соответственно. К ним относятся лабораторные печи, прессы для горячего прессования, установки для выращивания кристаллов, системы вытягивания волокна, вакуумные, дуговые и промышленные печи. Более того, мы регулярно проектируем и изготавливаем оборудование под заказ в соответствии с требованиями заказчика. Некоторые из этих проектов представляют особую сложность! Компания «Thermal Technology», LLC также имеет значительный опыт в проектировании и разработке технологических линий транспортировки материалов для применения в тяжелой промышленности. На сегодняшний день компания «Thermal Technology», LLC имеет в эксплуатации более 3000 систем. Более 65% наших продаж составляют постоянные заказчики, что является свидетельством наших усилий по обеспечению качества, надежности и обслуживанию заказчиков!

Подход компании «Thermal Technology», LLC к технологии искрового плазменного спекания SPS

Учитывая нашу репутацию и опыт, мы никогда не стремились просто создать технологию искрового плазменного спекания SPS, сопоставимую с действующими системами, находящимися в эксплуатации. Для нас было важным обеспечить неподдельную изобретательность и существенное усовершенствование изо дня в день.

Вероятно, самым важным компонентом системы искрового плазменного спекания SPS является импульсный источник питания постоянного тока. Компания «Thermal Technology», LLC вложила огромное количество времени и ресурсов в проектирование наших источников питания. На самом раннем этапе мы приняли решение производить наши источники питания в виде компонентов с силой тока 1000 ампер. Это означает, что система в 10 000 ампер состоит из десяти элементов с силой тока 1000 ампер и одного контроллера. Преимущество такого подхода состоит в том, что при выходе из строя одного источника питания, его можно снять, не нарушив функционирование системы!

Более того, мы обеспечили источник питания нашей системы искрового плазменного спекания SPS гибкостью технологических параметров. Оператор может регулировать как форму волны тока, так и частоту независимо друг от друга. Существует несколько способов изменения формы волны тока, включая постоянный ток. Частоту также можно регулировать вручную в процессе работы системы (не прерывая работу системы) или автоматически через программу. Теоретически более высокие импульсные частоты при включении и выключении способствуют диффузии тока на ранних этапах работы системы искрового плазменного спекания SPS, но как только между частицами образуются перешейки, низкие частоты инициируют высокопроизводительный процесс образования тепла.

Другим важным компонентом системы искрового плазменного спекания SPS является регулирование усилий. Используя богатый опыт компании «Thermal Technology», LLC в проектировании гидравлических систем, мы внедрили в нашу технологию искрового плазменного спекания SPS современное цифровое сервоуправление. Благодаря точному регулированию усилия, процесс искрового плазменного спекания SPS имеет два преимущества. Во-первых, наша система в первую очередь поддерживает значение усилия. Это означает, что в процессе искрового плазменного спекания SPS, по мере того как материал расширяется или сжимается, значение усилия всегда сохраняется на определенном уровне. Во-вторых, при использовании высокопористых материалов необходим очень точный контроль очень низкого усилия. Наши системы обеспечивают очень точное регулирование во всем диапазоне усилий.

Другой важный аспект технологии искрового плазменного спекания SPS – это интерфейс и ввод параметров. Компания «Thermal Technology», LLC потратила значительную часть времени, обсуждая с операторами цехов наилучший метод ввода параметров. Была достигнута взаимная договоренность об использовании дистанционного ввода данных в компьютер. В результате наше стандартное оборудование включает удаленный компьютер со специализированным программным обеспечением Spec View. Эта система составляет графическую диаграмму параметров во время ввода данных. Она также используется для получения, хранения и воспроизведения данных. Конечно, наше оборудование также оснащено высокоэффективной системой управления оборудованием Eurotherm для ручного ввода данных.

Наконец, в защиту репутации компании «Thermal Technology», LLC в области качества и долговременной надежности, мы разрабатывали каждый аспект нашей промышленной линии искрового плазменного спекания SPS, постоянно помня о прочности. Внимательно изучите следующие характеристики, а также приложенные чертежи и фотографии. Мы используем четырехколонную конструкцию, включая переднюю загрузку для лучшей жесткости, мы используем лучшую гидравлику, лучшие вакуумные системы, лучшие системы регулирования, и мы проектируем детали с надежностью, значительно превышающей минимальное значение. Очевидно, что компания «Thermal Technology», LLC придает огромное значение долговечности.

Проектирование и поддержка на этапе эксплуатации

Используя из множества различных технологий огромный опыт компании «Thermal Technology», LLC в обработке материалов, наш постоянно растущий опыт разработки образцов искрового плазменного спекания SPS, и тесные связи с многочисленными научными ресурсами, мы предлагаем нашим клиентам поддержку оборудования на уровне мировых стандартов. Мы стремимся быть основным источником, к которому обращаются наши клиенты за поддержкой при эксплуатации оборудования и по вопросам обработки материалов.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

МОДЕЛЬ SPS 10-3

1.0 ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

- 1.1 Передняя загрузка, прямоугольная камера.
- 1.2 Внутренние размеры камеры: ширина 12" (304 мм) x глубина 13.5" (342 мм) x высота 14" (355 мм).
- 1.3 Максимально возможная температура: 2200°C в аргоне, азоте или вакууме (относительно конструкции матрицы, размера образца и первоначальных характеристик материала). Рекомендуется использовать пирометр (опция) при работе выше 1200°C.
- 1.4 Предельный уровень вакуума: 10^{-3} мм. рт. Ст. (чистая, пустая, сухая комната и дегазированная камера)
- 1.5 Используемые технологические газы:
 - аргон или азот 1 фунт/кв. дюйм (2 фунта/кв. дюйм на обратном клапане)
- 1.6 Мощность пресса: 10 тонн общего усилия.

2.0 КОНСТРУКЦИЯ КАМЕРЫ

- 2.1 Передняя загрузка, камера прямоугольной формы, изготовленная из нержавеющей стали марки 304 со сварным корпусом и фланцами, что обеспечивает устойчивость конструкции камеры к коррозии.
- 2.2 Стенки камеры двойные, с отражательными досками, что обеспечивает эффективное и полное охлаждение камеры.
- 2.3 Камера устанавливается вертикально в четырехколонную конструкцию пресса.
- 2.4 Массивная передняя дверь изготовлена из алюминия.
- 2.5 Дверь выполнена на всю переднюю стенку камеры и закреплена на шарнирах таким образом, что при ее полном открытии обеспечивается доступ оператора для выполнения погрузочных и разгрузочных операций.
- 2.6 Дверь фиксируется с помощью зажимов, управляемых вручную.
- 2.7 Снаружи камера окрашена в бежевый цвет.
- 2.8 Основные уплотнители из эластомера – уплотнительные кольца Viton.
- 2.9 Одно (1) смотровое окно с внутренним диаметром 1.6" (40мм).
- 2.10 Пустое гнездо под оптический пирометр (опция).
- 2.11 Одно гнездо для стандартной (механический вакуумный насос) и дополнительный высоковакуумной системы (опция).

3.0 ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

- 3.1 Импульсные источники постоянного тока — 3000 ампер, 10 Вольт.

- 3.2 Импульс при включении: от минимального 4 мсек до максимального значения 999 мсек.
- 3.3 Импульс при выключении: от минимального 1 мсек до максимального значения 999 мсек.
- 3.4 Форма волны постоянного тока (при включении и выключении) регулируется вручную и программируется с помощью персонального компьютера (поставляется поставщиком).
- 3.5 Поддерживается как токовый режим, так и режим напряжения.
- 3.6 Во время работы системы возможно изменение настройки формы сигнала.
- 3.7 Надежная конструкция импульсного источника питания с высокочастотными силовыми трансформаторами и биполярный транзистор с изолированным затвором для получения устойчивых, четких колебательных сигналов.
- 3.8 Амперметр и вольтметр для считывания средних значений силы тока и напряжения на выходе.
- 4.0 ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА
 - 4.1 Двухступенчатый лопастный форвакуумный насос Pfeiffer Model DUO 20M (скорость откачки 14 куб. футов в минуту (20 м³/ч)).
 - 4.2 Один (1) клапан предварительной откачки с электропневматическим приводом.
 - 4.3 Золотники, герметизирующие кольца, уплотнители, опоры и различные вспомогательные технические средства.
 - 4.4 Выпускной клапан резервуара, и т.д.
 - 4.5 Различные вспомогательные технические средства и система трубопроводов для заполнения вакуумного коллектора.
- 5.0 ГАЗОВАЯ СИСТЕМА
 - 5.1 Регулирование инертного газа осуществляется с помощью расходомера, закрепленного на панели, ручного запорного клапана и мановакуумметра. Предоставляется вся необходимая система трубопроводов, соединяющая отдельные компоненты друг с другом.
- 6.0 СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ
 - 6.1 Защитные датчики блокировки потока на критических водяных контурах – защита при низком расходе жидкости и при отсутствии потока.
 - 6.2 Водяные коллекторы, один для подачи и один для слива.
 - 6.3 Ручные клапаны для регулирования потока водяных контуров.
- 7.0 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА
 - 7.1 Отдельно стоящий шкаф управления, окрашенный компанией «Thermal Technology» в голубой цвет.
 - 7.2 Все регуляторы режима печи сосредоточены на передней панели шкафа в целях удобства управления.
 - 7.3 Контроллер/программное устройство Eurotherm Модель 2704 с высокими эксплуатационными показателями, включающее до 20 программ. Один канал предназначен для создания замкнутой системы

управления температурой. Второй канал предназначен для поддержки замкнутой системы управления усилием с датчиком нагрузки в качестве элемента обратной связи.

- 7.4 Считываемые данные о положении ползуна отображаются на экране.
- 7.5 Стандартные термопары: Две (2) рабочие термопары типа К с защитными эластичными кожухами (максимум 1200°C).

ПРИМЕЧАНИЕ: Имеются дополнительные типы термопар, используемые в зависимости от конкретной области применения, рабочих температур, газовой среды и материала(ов) оснастки; ответственность за выбор правильной термопары лежит на покупателе. Дополнительные термопары можно приобрести за отдельную стоимость, в зависимости от требуемого типа и конфигурации.

- 7.6 Для сбора данных о температуре, усилении и форме сигнала требуется персональный компьютер (не входит в комплект поставки; приобретается отдельно).
- 7.7 Сбор данных, предусмотренный программным обеспечением SpecView:
- Усиление
 - Положение (ползуна) по оси Z
 - Температура
 - Вакуум (давление в камере)
 - Напряжение
 - Сила тока

8.0 СИСТЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА С УСИЛИЕМ 10 ТОНН

- 8.1 Усиление 10 тонн, четыре (4) жестко зафиксированные стойки и рабочий стол, а также резьбовую стойку для регулировки положения ползуна.
- 8.2 Один (1) гидравлический цилиндр, установленный наверху (с ходом 6" (152 мм)).
- 8.3 Гидравлический источник питания состоит из насоса, резервуара для масла, фильтров и т.д.
- 8.4 Серво-клапан для ручного и программного управления давлением с дополнительными клапанами, коллектором и манометрами.
- 8.5 Манометр для визуального контроля давления в системе.
- 8.6 Ползуны из нержавеющей стали с водяным охлаждением (диаметр 2,5" (63,5 мм)).
- 8.7 Верхний и нижний холодные ползуны, направляющий держатель.
- 8.8 Уплотнительный узел из двух герметизирующих колец для верхнего и нижнего холодных ползунов.

9.0 ДОКУМЕНТЫ

В комплект поставки входит один (1) экземпляр руководства по эксплуатации компании «Thermal Technology» и руководство по обслуживанию/замене деталей, установочные чертежи и полный комплект руководств по обслуживанию компонентов.

10.0 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯМ (данные, предоставляемые заказчиком):

- 10.1 480 В, 3 фазы, 50/60 Гц, 80 А. Один разъем для подключения устройства отключения системы. Возможны комплектации с напряжением 380-400 В по запросу без дополнительной оплаты при заказах для использования за

пределами США.

**** ЗАКАЗЧИК ДОЛЖЕН УКАЗАТЬ ТРЕБОВАНИЯ К НАПРЯЖЕНИЮ В МОМЕНТ ЗАКАЗА.**

- 10.2 Подача воды — 7 галлонов/мин с максимальным давлением на входе 50 фунтов/кв. дюйм и максимальной разницей давлений 30 фунтов/кв. дюйм (т.е. при давлении на входе 50 фунтов/кв. дюйм, давление на выходе не может превышать 20 фунтов/кв. дюйм). Температура на входе составляет максимум 70°F (из расчета увеличения температуры на 35°F (19°C) при 50 фунт/кв. дюйм. Вода должна быть предварительно отфильтрована с помощью фильтра с размером ячейки 20 мкм или менее, с целью минимизации загрязнений и минералов.
- 10.3 Далее приведены рекомендации по очистке воды для максимального продления срока службы оборудования:
 - 10.3.1 Общая жесткость (по CaCO₃): 100 - 200 ppm (мг/литр).
 - 10.3.2 Хлорид (по NaCl): 100 - 200 ppm (мг/литр).
 - 10.3.3 Бактерии: <500,000 колоний для каждой культуры.
 - 10.3.4 pH: 7.0 – 7.4.
 - 10.3.5 Общая концентрация растворенных твердых веществ (TDS): 500 -1000 ppm (мг/литр).
 - 10.3.6 Общее содержание взвешенных твердых частиц (TSS): сетчатый фильтр с размером ячеек не более 20 мкм.
- 10.4 Сжатый воздух давлением от 75 до 100 фунтов/кв.дюйм, сухой фильтрации, смазанный.
- 10.5 Технологические газы. Регулируемая подача от 25 до 30 фунтов/кв. дюйм.
- 10.6 Примерная площадь участка, необходимого для системы печи: ширина 7' × глубина 6 1/2' × высота 7 1/2' (не включая размах двери и/или дополнительное пространство для доступа оператора. (Размеры необходимо уточнить).
- 10.7 Необходимо проверить внешнее вентилирование всех выхлопных систем на соответствие применимым нормам.
- 11.0 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА (графит точной обработки, мелкозернистый, повышенной плотности, высокой чистоты)
 - 11.1 Пять (5) комплектов оснастки (10 пуансонов и 5 матриц) диаметром 20 мм (внутренний диаметр) с зазором .005" для графитовой фольги
 - 11.1.1 Пять (5) верхних/нижних пуансонов – без термопары, гнездо #: A0804-1900-005
 - 11.1.2 Пять (5) нижних пуансонов с термопарой, гнездо #: A0804-1900-105
 - 11.1.2 Пять (5) матриц с пирометром, гнездо #: A0805-1900-102
 - 11.2 Один (1) комплект проставок (верхнего и нижнего)
 - 11.2.1 Одна (1) верхняя проставка #: V0806-1900-002
 - 11.2.2 Одна (1) нижняя проставка #: V0806-1900-102
 - 11.3 Один (1) комплект проставок для холодных ползунов (верхнего и нижнего)
 - 11.3.1 Одна (1) верхняя проставка для холодного ползуна #: V0806-1900-001
 - 11.3.2 Одна (1) нижняя проставка для холодного ползуна #: V0806-1900-101
 - 11.4 Вспомогательное инструментальная оснастка (20-

миллиметровый начальный набор #: 0954 1916-001)

11.4.1 Десять (10) больших дисков из графитовой фольги для проставок холодного ползуна #: 0814 1900-001

11.4.2 Шестнадцать (16) дисков с графитовой фольгой для пуансонов #: 0814 1900-003

11.4.3 Три (3) листа графитовой фольги размером приблизительно 1' × 1' #: 0004 0223-001

11.4.4 (20 футовая) графитовая нить #: 0003 0222-020

11.4.5 Один (1) лист размером 12" × 21", покрытый графитом #: 0003 0221-001

12.0 ПРИМЕЧАНИЕ

1. Герметичность системы проводится на заводе-изготовителе с использованием гелиевого хромато-масс спектрометра с чувствительностью $< 1.0 \times 10^{-8}$ атм*см³/с (atm. std. cc/second).
2. Полная сборка и испытание каждой печи осуществляется на заводе-изготовителе. Мы приглашаем заказчиков посетить наш завод и присутствовать при испытаниях.
3. Полные подробные характеристики предоставляются по запросу на любую конкретную деталь или на всю систему в целом.
4. Если не указано иное, компания «Thermal Technology» оставляет за собой право изменения элементов, моделей или размеров комплектующих с аналогичной внутренней стоимостью.
5. Сетчатый фильтр воды на впуске (с ячейками размером 20 мкм) должен быть предусмотрен заказчиком.
6. Заказчик несет ответственность за установку оборудования в соответствии с инструкциями по сборке и установке, предоставленными компанией «Thermal Technology».

F::/sales/specs/2008/.doc
7/08/09