

TL-Trinity

Электроформовочная установка прямого письма

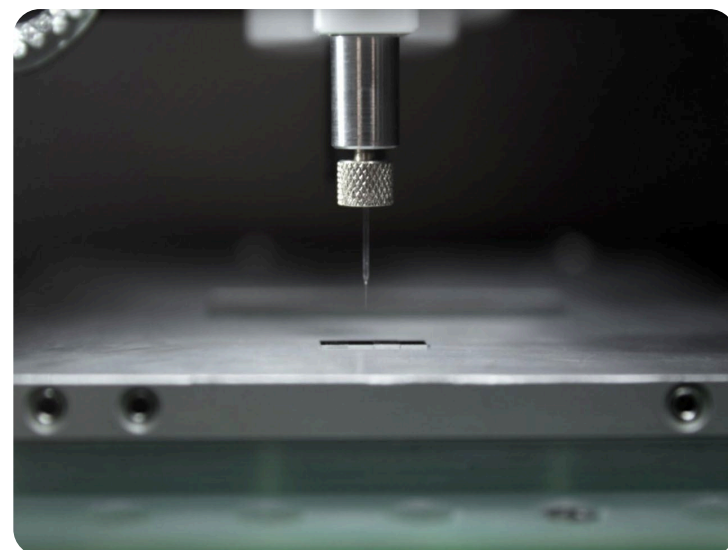


Установка TL-Trinity представляет собой multifункциональную платформу для формирования микро- и нановолокон, объединяющую три технологии: прямое письмо расплавом, ближнепольное электроформование и классическое высоковольтное электроформование. Оборудование реализует процессы формирования волокон и структур на единой координатной платформе с ЧПУ и применяется для исследований, разработки и производства материалов с контролируемой архитектурой.



Конструкция и состав системы

- Модуль прямого письма расплавом (несколько типов нагревательных головок)
- Модуль ближнепольного электроформования растворов
- Модуль высоковольтного электроформования
- Высоковольтные источники питания (положительный и отрицательный)
- Система подачи материала:
 - шприцевые узлы
 - микропомпа для растворов
 - система подачи давления (воздух / инертный газ)
- Набор фильер (одинарные, коаксиальные, параллельные)
- Коллекторы:
 - плоский
 - нагреваемый
 - барабанный
 - оправки различного диаметра
- Система визуального контроля (наблюдение струи)
- Система управления:
 - компьютер
 - программное обеспечение
- Лазерный датчик (для работы по криволинейным поверхностям)
- Координатная платформа X-Y-Z
- Система нагрева (многоканальная)
- Система управления давлением
- Система безопасности



ПРИНЦИП РАБОТЫ

1. Материал (раствор или расплав полимера) подается в рабочую головку (шприц / фильера).
2. В зависимости от выбранного режима:
 - осуществляется нагрев материала (для расплава),
 - либо подача раствора микропомпой.
3. На материал подается высокое напряжение (при электроформовании), формируется струя.
4. Струя вытягивается в волокно под действием электрического поля или механического перемещения.
5. Волокно осаждается на коллектор или формируемую поверхность.
6. Перемещение платформы X-Y-Z обеспечивает построение заданной геометрии.
7. При необходимости выполняется:
 - печать по криволинейной поверхности (по данным лазерного датчика),
 - регулирование температуры и давления в процессе.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- Прямое письмо расплавом полимеров
- Ближнепольное электроформование растворов
- Классическое электроформование нановолокон
- Формирование 2D, 2.5D и 3D структур
- Работа с различными типами фильер (включая коаксиальные)
- Печать по плоским и криволинейным поверхностям
- Формирование волокон с контролируемой геометрией (прямые и криволинейные траектории)
- Управление параметрами процесса через ПО (скорость, траектория, температура)
- Импорт CAD и STL файлов
- Автоматическое построение траекторий
- Онлайн-наблюдение процесса формирования струи



Конструкция и состав системы

ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

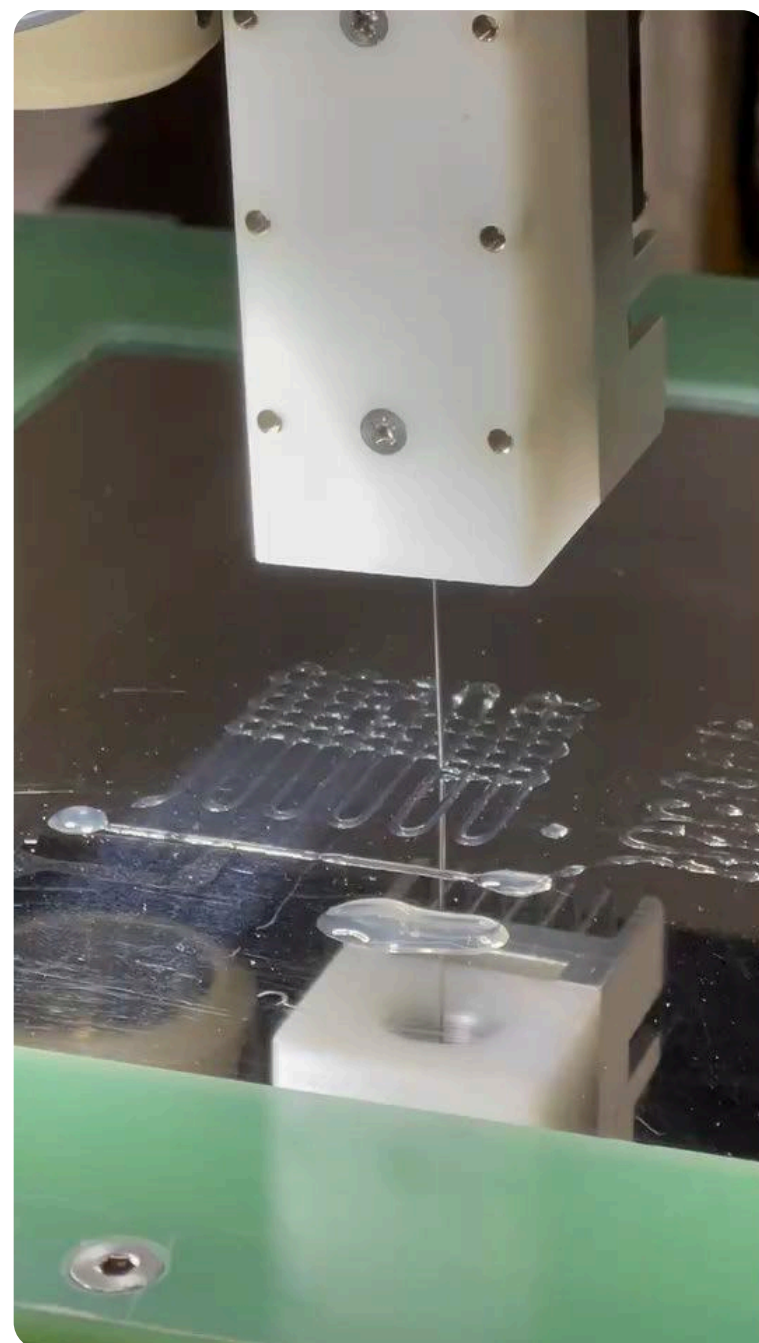
- Интеграция трех технологий в одной системе (расплав, раствор, электроформование)
- Возможность гибкой конфигурации (выбор модулей под задачу)
- Работа с волокнами микро- и наноразмерного диапазона (до единиц микрометров)
- Поддержка печати по криволинейным поверхностям (лазерный датчик)
- Наличие различных температурных режимов (низкий / средний / высокий)
- Использование инертных газов для защиты материала (при необходимости)
- Возможность работы с коаксиальными структурами волокон

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

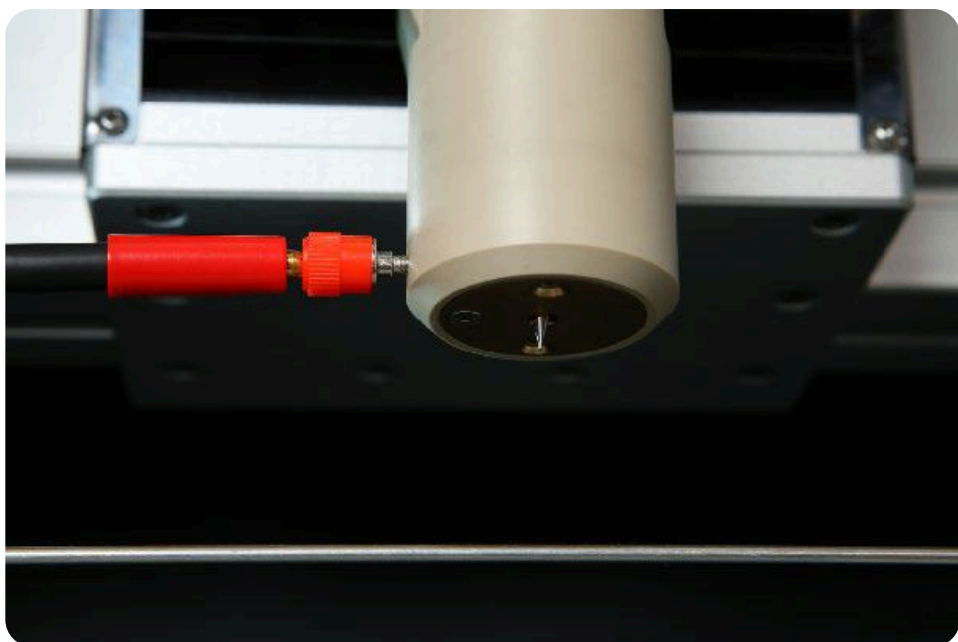
- Платформа на основе мраморного основания (повышенная жесткость и стабильность)
- Линейные двигатели по осям X и Y
- Серводвигатель по оси Z
- Многозонные нагревательные головки
- Раздельный нагрев иглы и цилиндра (для среднетемпературного режима)
- Высокотемпературные головки до 400 °C
- Система подачи давления с высокой точностью регулирования
- Использование сменных игл различного диаметра
- Возможность применения стеклянных, металлических и керамических шприцев
- Наличие коаксиальных фильер (внутренний и внешний канал)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- Формирование волокон методом вытяжки электрическим полем
- Возможность работы как с расплавами, так и с растворами
- Контроль параметров волокна через:
 - скорость подачи
 - напряжение
 - расстояние до коллектора
- Возможность формирования:
 - пленок
 - каркасных структур
 - трубчатых изделий
- Использование нагрева и защитной атмосферы для управления морфологией волокна
- Возможность послойного формирования структуры



Нагревательные головки (спиннереты)



Конфигурации нагрева

Низкотемпературная головка

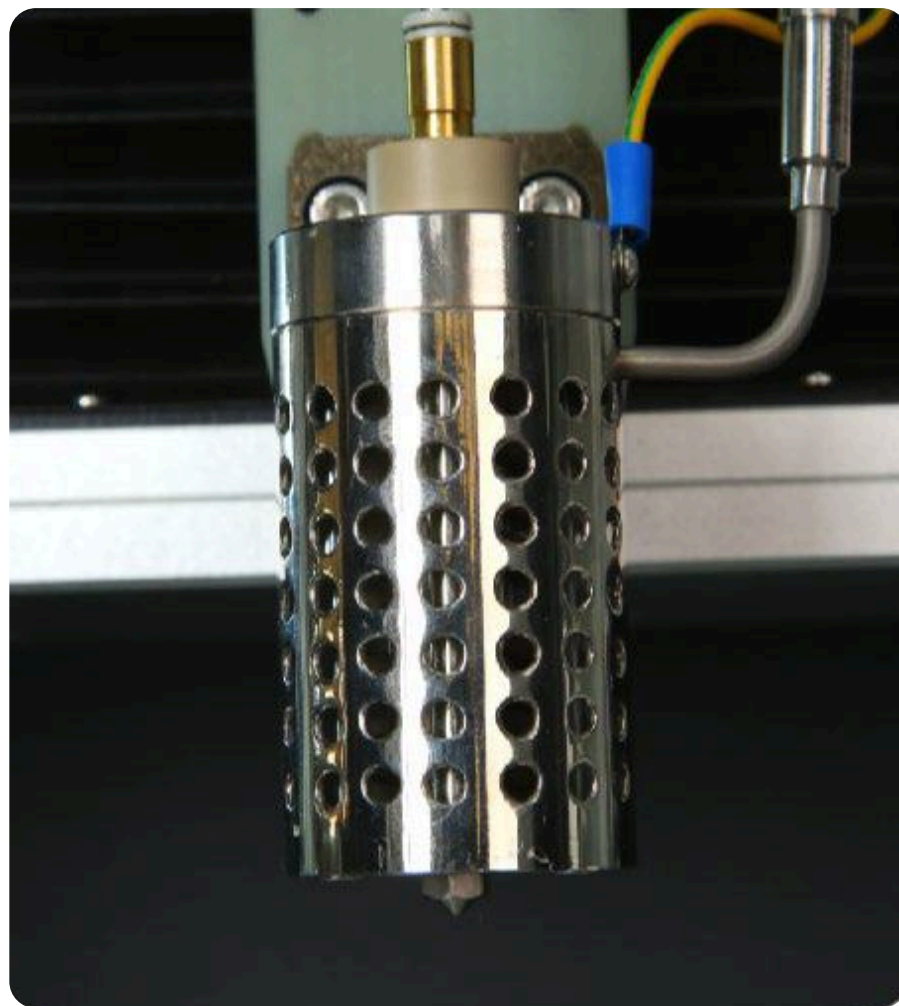
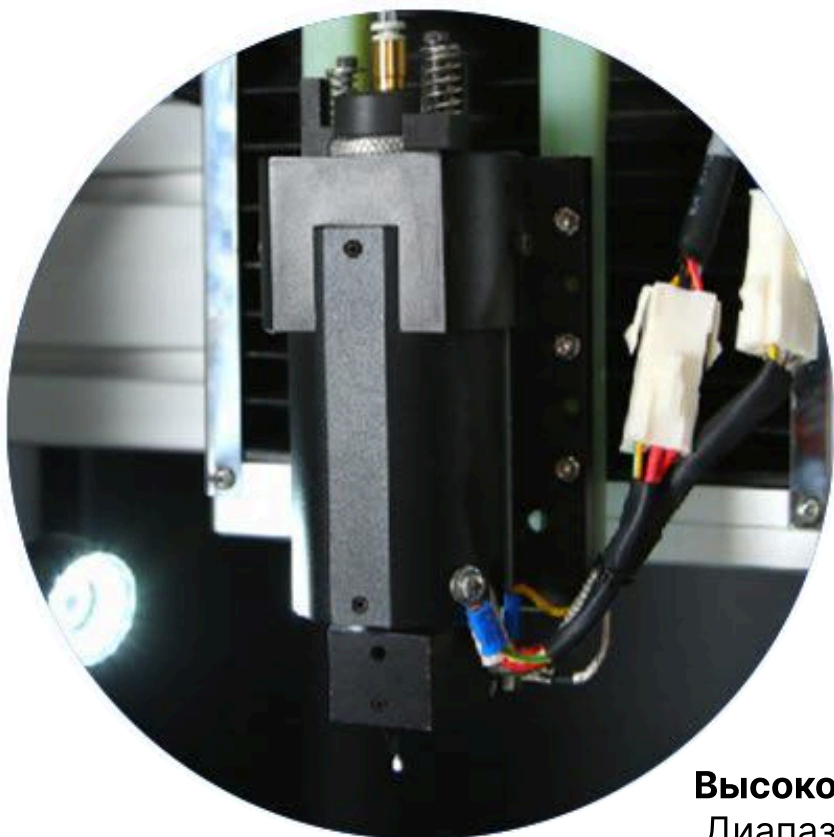
Диапазон: от комнатной температуры до 200 °C

- Поддержка высоковольтной подачи
- Использование стандартного стеклянного шприца 5 мл
- Совместимость с одноразовыми расходными материалами
- Комплект игл различных диаметров

Среднетемпературная головка

Диапазон: от комнатной температуры до 300 °C

- Раздельные зоны нагрева (игла / цилиндр)
- Использование промышленного шприца из нержавеющей стали (30 мл)
- Комплект игл различных диаметров



Высокотемпературная головка

Диапазон: от комнатной температуры до 400 °C

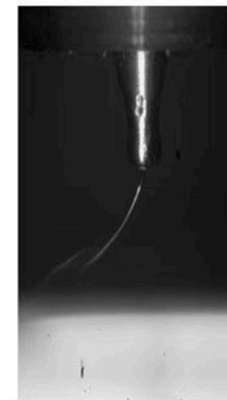
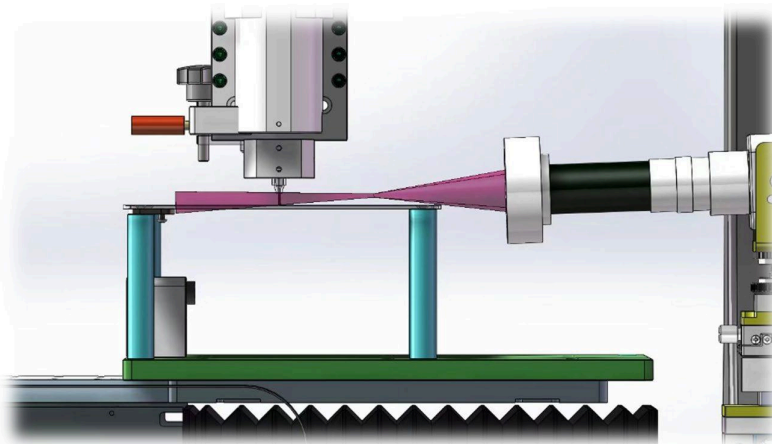
- Использование металлических или керамических картриджей (5 мл)
- Многократное использование (нержавеющая сталь)
- Упрощенная очистка
- Комплект игл различных диаметров



Система визуального контроля процесса

Онлайн-наблюдение струи (jetting)

- Регулируемое фокусное расстояние оптической системы
- Совместимость со всеми типами фильер
- Визуальный контроль процесса формирования струи в реальном времени
- Возможность записи процесса плавления и формирования волокна



Система безопасности

Комплексная система защиты оператора и оборудования

Аварийная остановка

- Кнопка экстренного останова в зоне быстрого доступа оператора
- Мгновенное отключение оборудования

Автоматическая защита

- Отключение при перенапряжении
- Отключение при перегрузке по току

Блокировка при открытии двери

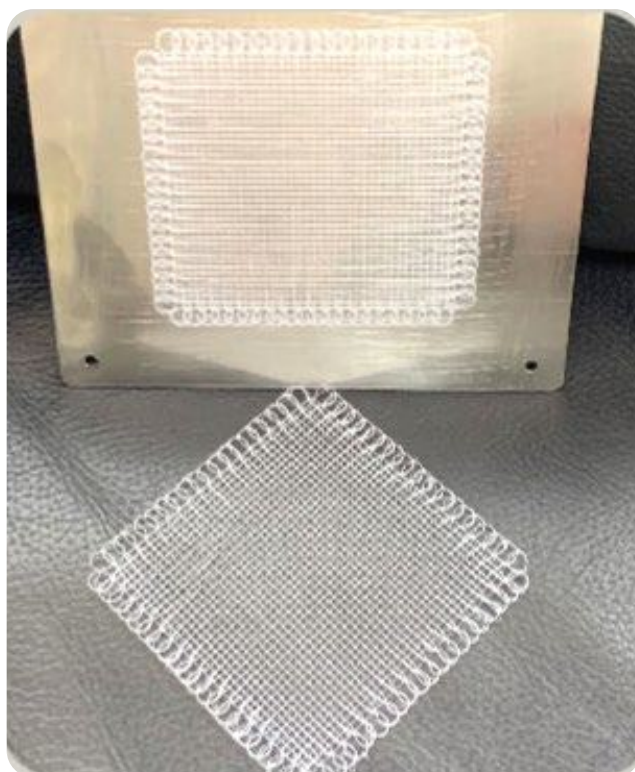
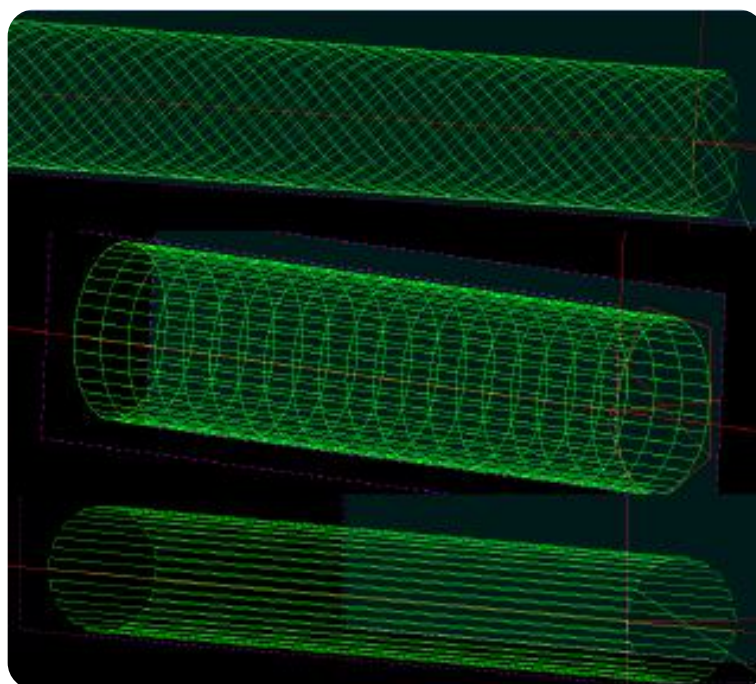
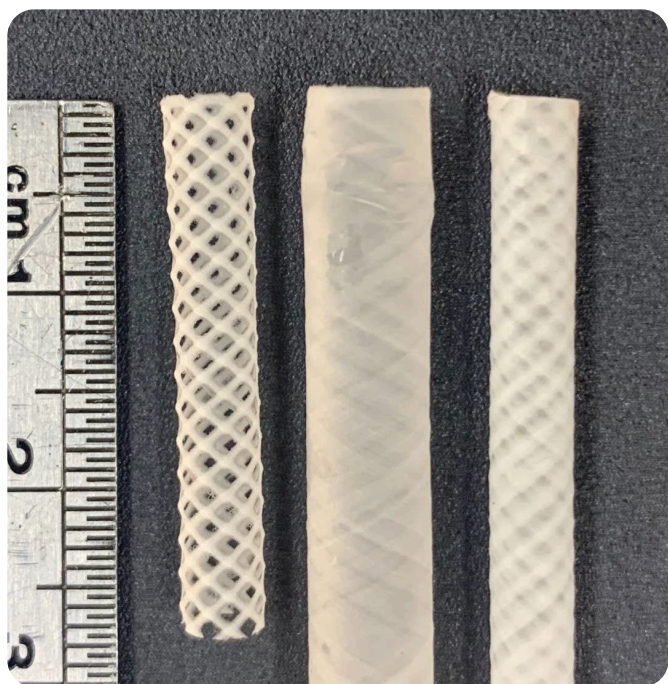
- Автоматическое отключение высоковольтного питания при открытии корпуса

Система заземления

- Многоточечная схема заземления
- Заземление камеры
- Заземление источника питания
- Заземление насосов
- Заземление коллектора



ПРИМЕРЫ ФОРМИРУЕМЫХ СТРУКТУР



ПРИМЕРЫ ФОРМИРУЕМЫХ СТРУКТУР

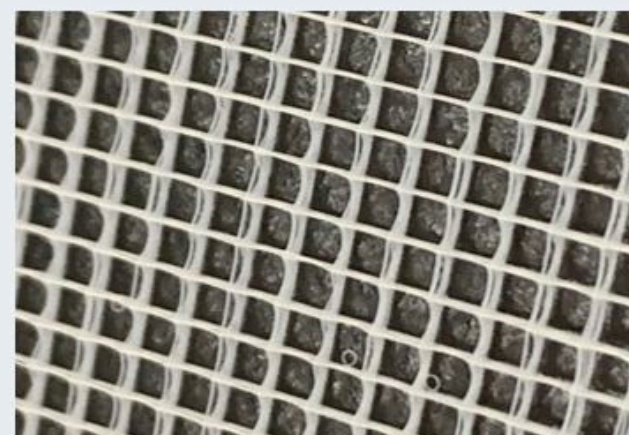
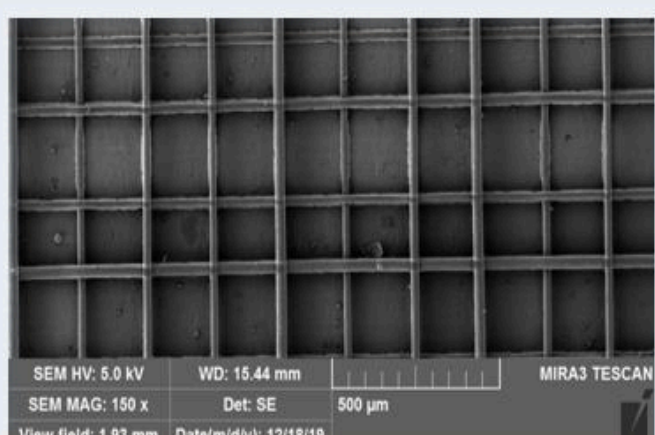
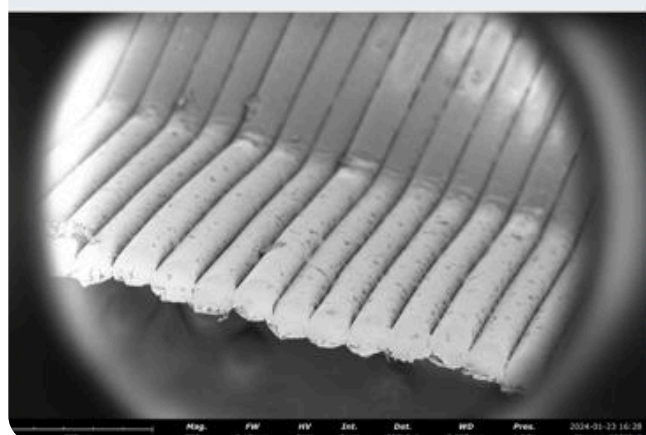
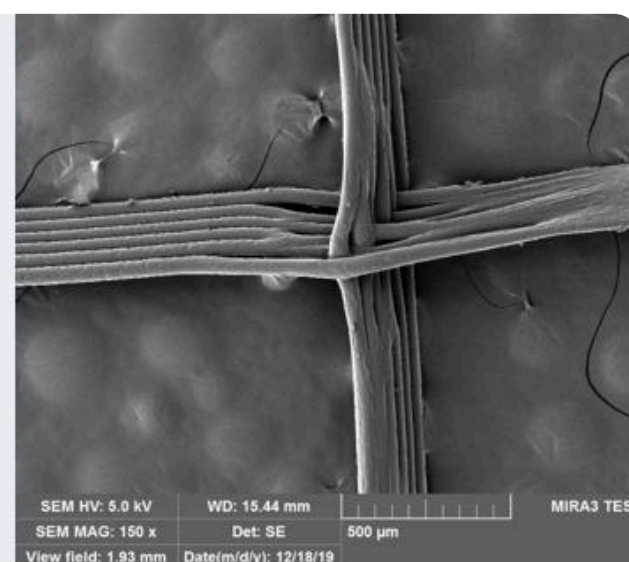
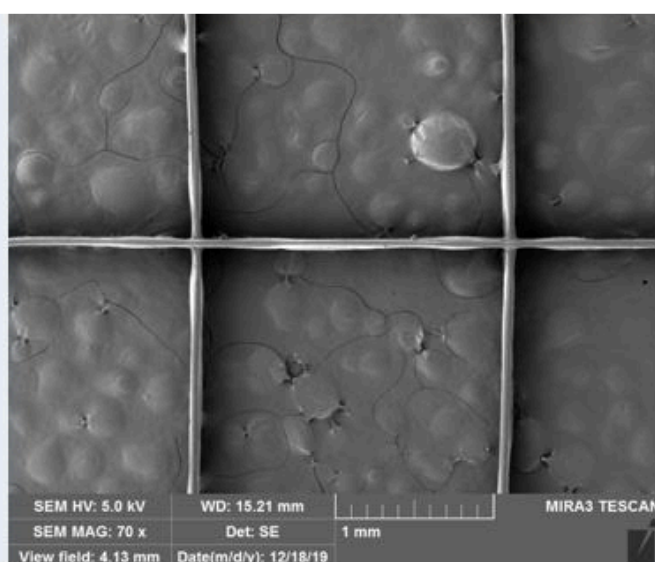
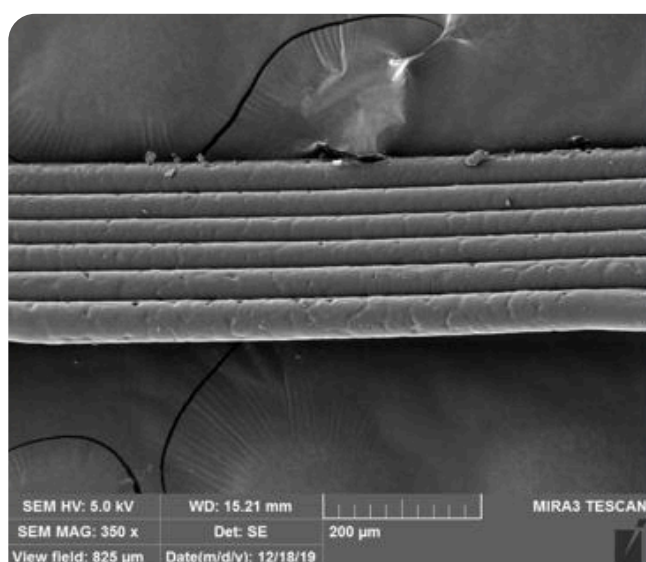
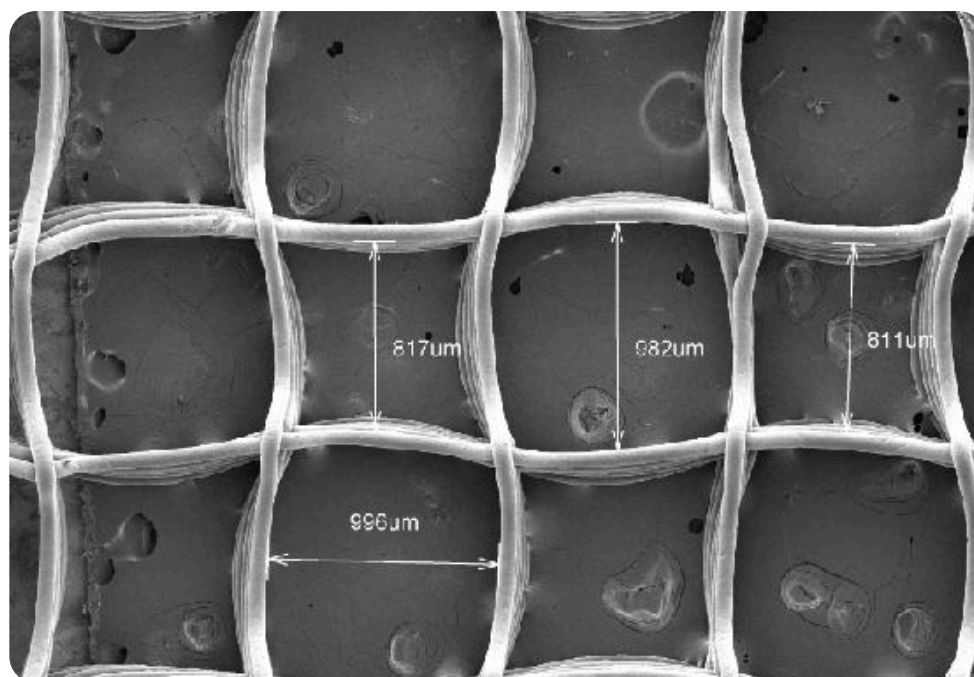
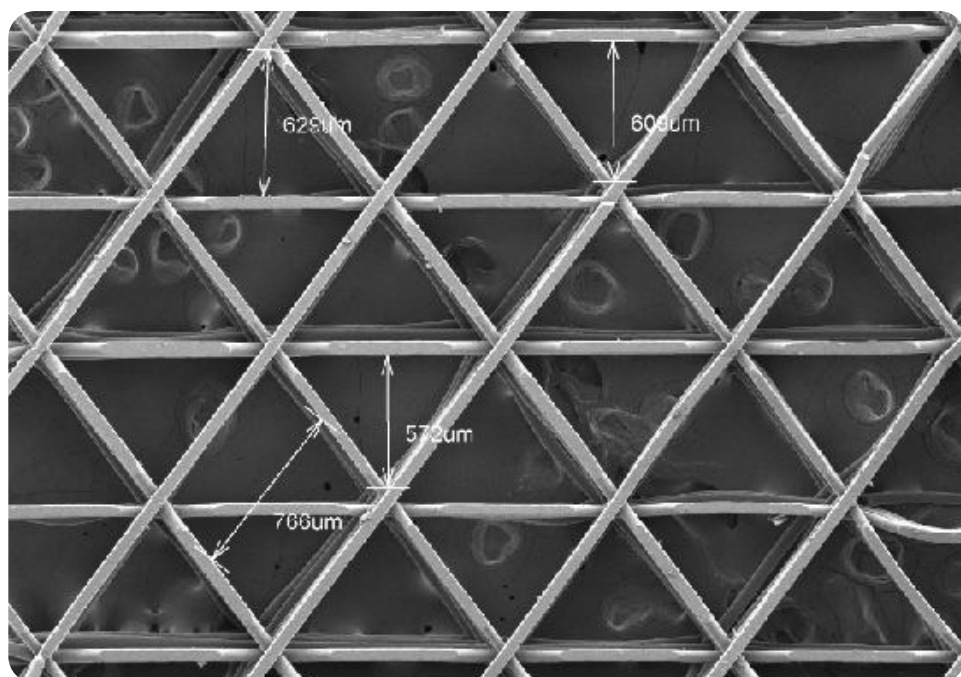


Таблица технических характеристик

Основные параметры	
Тип оборудования	Электроформовочная установка / система прямого письма
Режимы работы	Прямое письмо расплавом / ближнеполюсное электроформование / электроформование
Диаметр волокна	~1–100 мкм
Высоковольтная система	
Положительное напряжение	0–30 кВ
Отрицательное напряжение	-20–0 кВ
Ток	до 1 мА
Система подачи материала	
Скорость подачи раствора	0.01–99.9 мл/ч
Точность регулирования давления	0.001–0.1 МПа
Тип подачи	давление (воздух / инертный газ)
Нагрев	
Низкотемпературная головка	до ~130–200 °С
Среднетемпературная	до ~205–300 °С
Высокотемпературная	до 400 °С
Нагрев коллектора	до 120 °С
Координатная система	
Ход по X	>180 мм
Ход по Y	>180 мм
Ход по Z	>80 мм
Скорость X/Y	до 200 мм/с
Скорость Z	до 50 мм/с
Точность позиционирования	±2 мкм
Коллекторы	
Плоский коллектор	≥200×200 мм
Барабан	Ø76 мм, длина 150 мм
Скорость вращения	0–600 об/мин
Оправки	Ø1–6 мм
Питание	
Система управления	ПК (промышленный или аналог)
Габариты и масса	
Масса платформы	~350 кг

