

TL-01

Лабораторная электроформовочная установка базового типа



Установка TL-01 предназначена для лабораторных исследований, отработки рецептур и получения нановолоконных мембран в базовых режимах электроформования. Оборудование объединяет рабочую камеру, высоковольтный источник питания, двухканальную микропомпу, сменные фильеры, систему перемещения сопла, вращающиеся и плоские коллекторы, а также средства контроля среды и безопасности.

TL-01 относится к базовому лабораторному типу установок. Конструкция рассчитана на выполнение стандартных экспериментов по электроформованию, работу с одиночными и специализированными фильерами, получение плоских, трубчатых и ориентированных волоконных структур.



Конструкция и состав системы

В состав TL-01 входят следующие основные узлы:

- рабочая камера из металлического листа;
- смотровые окна из закаленного стекла с двух сторон;
- система заземления корпуса;
- высоковольтный источник питания;
- двухканальная микропомпа;
- сенсорная система управления;
- система перемещения фильеры;
- набор сменных фильер и сопловых узлов;
- вращающийся коллектор;
- дисковый коллектор;
- суперориентирующий коллектор;
- тонкие оправки для трубчатых мембран;
- плоский коллектор;
- вытяжная система;
- система визуального наблюдения процесса;
- ввод для защитного газа / подключения осушителя;
- система осушения;
- опциональный безтуманный увлажнитель;
- инфракрасный нагреватель;
- система безопасности.

Рабочая камера выполнена в металлическом корпусе черного или темно-синего цвета. В конструкции предусмотрены прозрачные смотровые окна из антикоррозионного закаленного стекла, позволяющие наблюдать процесс электроформования без применения высокоскоростной камеры. Внутри камеры размещаются фильера, коллектор и узлы подачи раствора.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Раствор полимера загружается в шприц и подается к фильере с помощью двухканальной микропомпы. На фильеру подается высокое напряжение. Под действием электрического поля раствор вытягивается в тонкую струю, растворитель испаряется, а сформированные волокна осаждаются на выбранный коллектор.

В зависимости от установленной оснастки TL-01 может использоваться для получения:

- плоских нановолоконных мембран;
- ориентированных волоконных пленок;
- трубчатых нановолоконных структур;
- узких волоконных лент;
- композиционных волоконных мембран при использовании коаксиальных или side-by-side фильер;
- ультратонких волокон при использовании микрометровых игл.

Для равномерного формирования мембраны фильера перемещается вдоль осевого направления приемного ролика. Перемещение по оси X выполняется электрически, параметры задаются через сенсорный экран. Перемещение по Y/Z выполняется вручную, с фиксацией положения по шкале.



Рабочая камера

Рабочая камера TL-01 предназначена для размещения зоны электроформования, изоляции процесса и безопасной работы с высоким напряжением.

Конструктивные особенности:

- материал корпуса: металлический лист;
- цвет корпуса: черный / темно-синий, по выбору;
- двухсторонние смотровые окна;
- материал окон: прозрачное антикоррозионное закаленное стекло;
- заземление корпуса для безопасной эксплуатации;
- встроенная вытяжная система;
- регулируемая вытяжка;
- встроенный вентилятор;
- внешний вытяжной патрубок;
- возможность подключения осушителя или защитного газа;
- визуальное наблюдение процесса без высокоскоростной камеры.

Вытяжная система используется для удаления паров растворителя и организации воздухообмена внутри камеры. Скорость вытяжки регулируется.



Высоковольтная система

TL-01 оснащается высоковольтным источником питания с диапазоном $\pm 30-50$ кВ. Выходное напряжение регулируется непрерывно и линейно.

Основные особенности высоковольтной системы:

- высокая стабильность и точность;
- локальное управление;
- возможность дистанционного измерения и управления с компьютера;
- непрерывная линейная регулировка выходного напряжения;
- металлический корпус источника с электрическим экранированием;
- функции пуска и останова;
- защита от перенапряжения;
- защита от перегрузки по току;
- защита от дугового разряда;
- защита от короткого замыкания;
- низкий уровень электромагнитных помех;
- устойчивость к внешним помехам.

Высоковольтная система формирует электрическое поле между фильерой и коллектором и является основным узлом, определяющим режим электроформования.



Система управления

TL-01 оснащается сенсорной системой управления. Через экран оператор задает параметры перемещения сопла, работы коллектора, шприцевой микропомпы и высоковольтного источника.

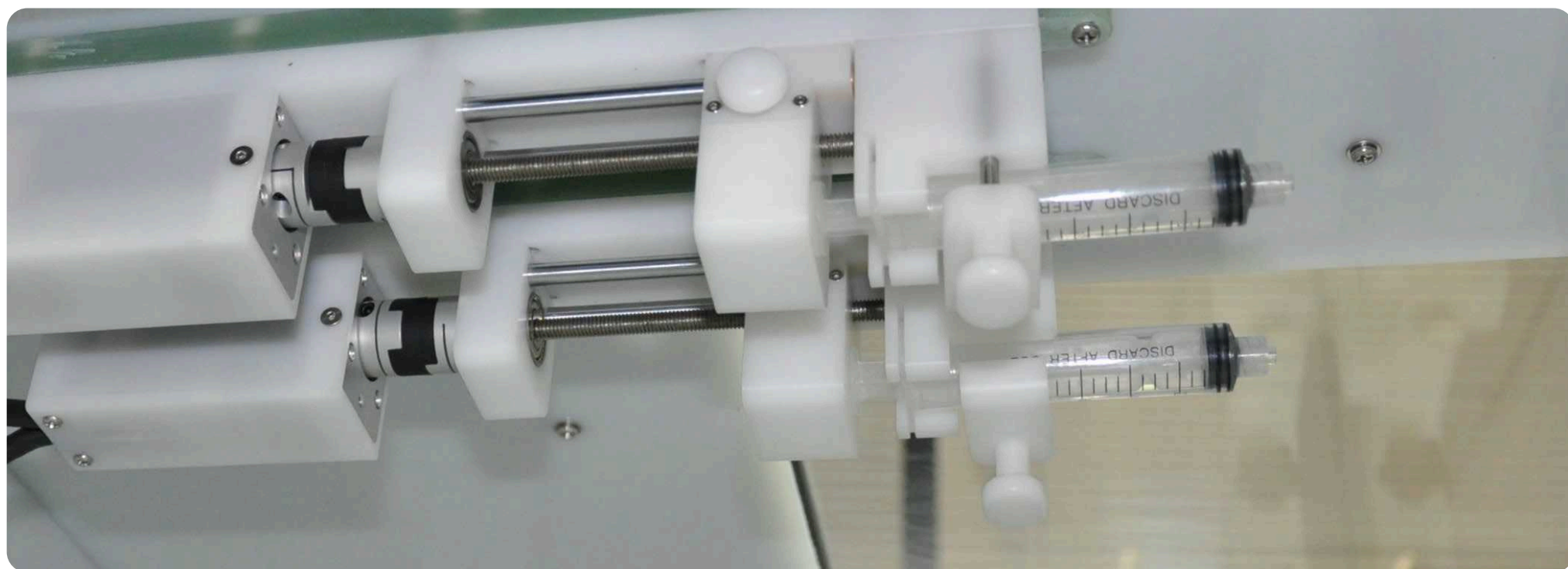


Система управления обеспечивает:

- управление перемещением сопла / фильеры;
- управление вращением коллектора;
- регулирование параметров шприцевой помпы;
- управление высоковольтным источником питания;
- изменение параметров узлов во время работы;
- согласованное управление движением исполнительных механизмов;
- запись параметров процесса;
- экспорт параметров процесса.

Такая схема управления позволяет корректировать режим электроформования в процессе эксперимента и сохранять данные для повторяемости лабораторных работ.

Система подачи раствора



В TL-01 используется двухканальная микропомпа. Каждый канал может управляться независимо, что позволяет задавать разные скорости подачи для разных растворов.

Особенности системы подачи:

- двухканальное исполнение;
- независимое управление каналами;
- сервомоторный привод;
- высокая точность подачи;
- возможность работы с высоковязкими жидкостями;
- изоляция от воздействия высоковольтной статической электричности;
- запись и просмотр параметров через сенсорную систему управления.

Двухканальная подача используется для стандартного электроформования, работы с двумя растворами и применения специализированных фильер, включая коаксиальные и side-by-side схемы.



Фильеры и сопловые системы

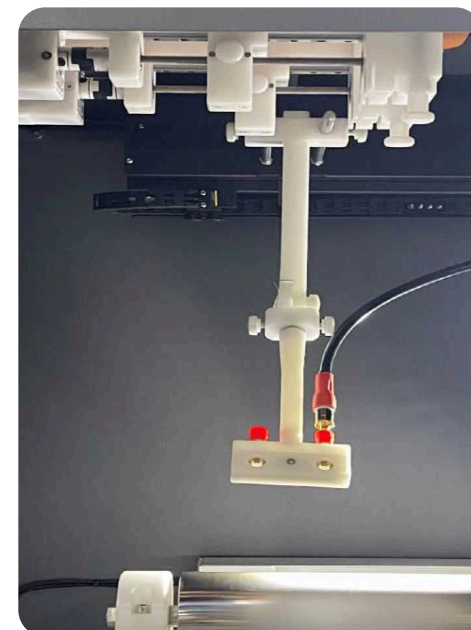
TL-01 поддерживает сменные фильеры и сопловые узлы. Все фильеры оснащаются специальными изолирующими держателями. Угол формования, расстояние до коллектора и положение фильеры регулируются в зависимости от выбранного режима.

ОДИНОЧНАЯ ФИЛЬЕРА

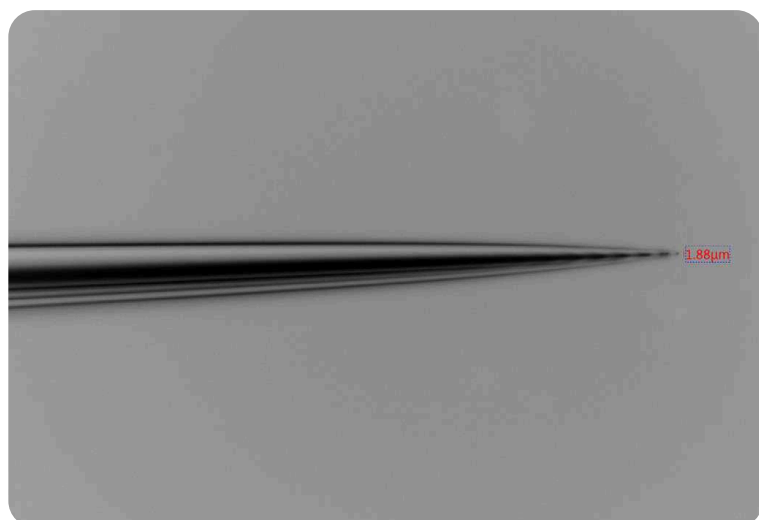
Одиночная фильера применяется для стандартного электроформования и быстрых лабораторных экспериментов.

Состав и особенности:

- 100 игл из нержавеющей стали разных размеров;
- совместимость со стандартными металлическими иглами;
- специализированный держатель фильеры;
- регулировка угла формования;
- регулировка расстояния до коллектора;
- шкала на изолирующем держателе для фиксации угла и положения.



МИКРОМЕТРОВАЯ ИГЛА

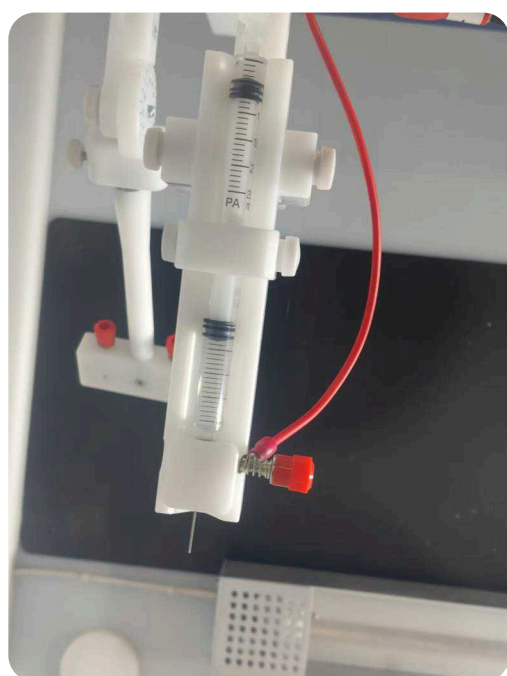


Параметры:

- диаметр игл: 1–45 мкм;
- материал: стекло;
- исполнение: полая игла;
- минимальный внутренний диаметр: 1 мкм.

Микрометрические стеклянные иглы применяются для низковязких жидкостей, получения ультратонких волокон и задач ближнепольного прямого письма.

БЕЗТРУБОЧНАЯ ФИЛЬЕРА



Безтрубчатая фильера исключает соединительный шланг между шприцем и иглой. Шприц напрямую соединяется с иглой, что снижает потери материала.

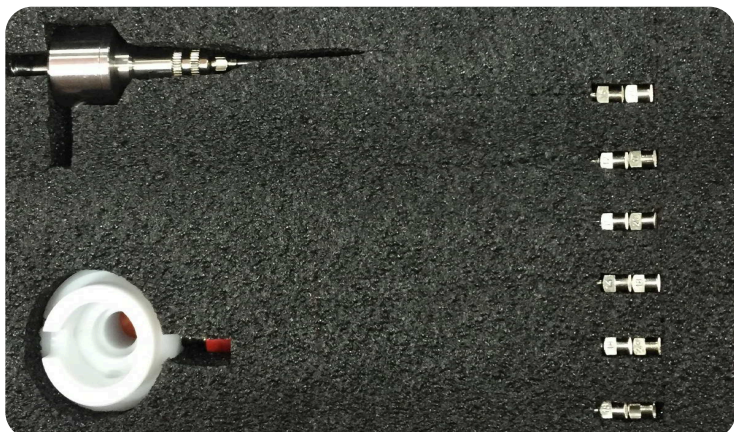
Особенности:

- работа без соединительного шланга;
- прямое соединение шприца и иглы;
- минимальный объем раствора для эксперимента: 0,5 мл;
- возможность установки двух фильер для одновременного формования, опционально.



Фильеры и сопловые системы

КОАКСИАЛЬНАЯ ФИЛЬЕРА



Особенности:

- 5 наборов внутренних и внешних игл разных типоразмеров;
- сменные внутренние и внешние иглы;
- высокая соосность внутреннего и наружного каналов;
- удлиненная игла;
- сниженное стартовое напряжение;
- возможность применения как фильеры с воздушной поддержкой;
- работа с двухканальной шприцевой помпой.

Коаксиальная фильера предназначена для получения волокон со структурой «ядро-оболочка» и других двухкомпонентных структур.

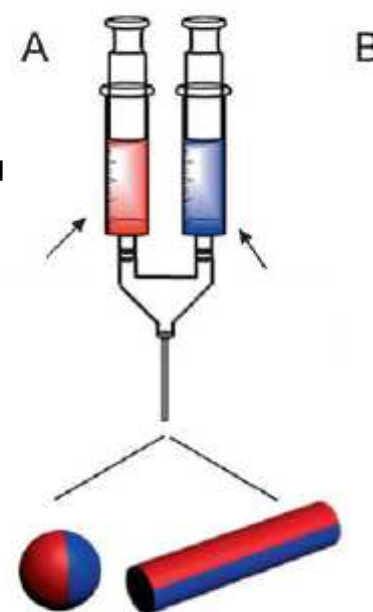


SIDE-BY-SIDE ФИЛЬЕРА

Фильера side-by-side использует два независимо управляемых канала и предназначена для получения композиционных волоконных мембран из разных компонентов.

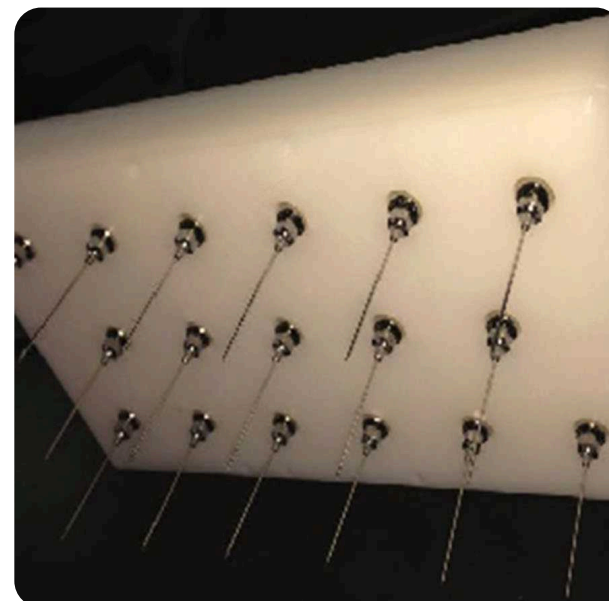
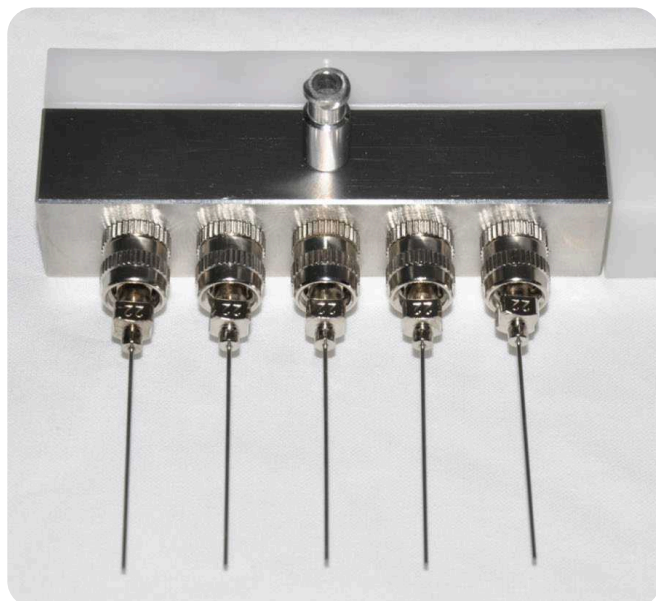
Особенности:

- два независимых канала;
- 5 наборов игл разных размеров;
- совместимость со стандартными иглами.



ЛИНЕЙНЫЕ, КОЛЬЦЕВЫЕ И МАТРИЧНЫЕ МНОГОСОПЛОВЫЕ СИСТЕМЫ

Опциональные многосопловые системы построены по схеме «один вход — N выходов» и применяются для повышения выхода процесса электроформования.



Фильтры и сопловые системы

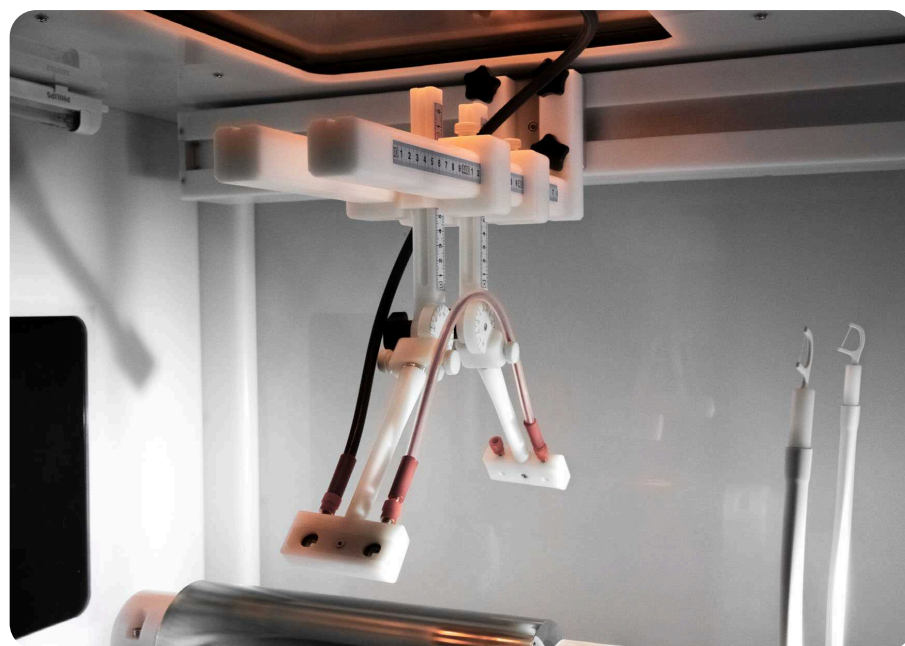
СИСТЕМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФИЛЬЕРЫ

Система перемещения фильеры предназначена для равномерного распределения зоны формирования по ширине приемного коллектора.

Параметры:

- электрическое перемещение по оси X;
- ход сканирования: 400 мм;
- скорость сканирования: 1–40 мм/с;
- настройка параметров через сенсорный экран;
- возможность просмотра данных перемещения;
- перемещение по Y/Z: ручное;
- фиксация положения по Y/Z с помощью шкалы.

Фильтра перемещается вдоль осевого направления коллектора, что помогает получать более равномерную нановолоконную мембрану.



Коллекторы

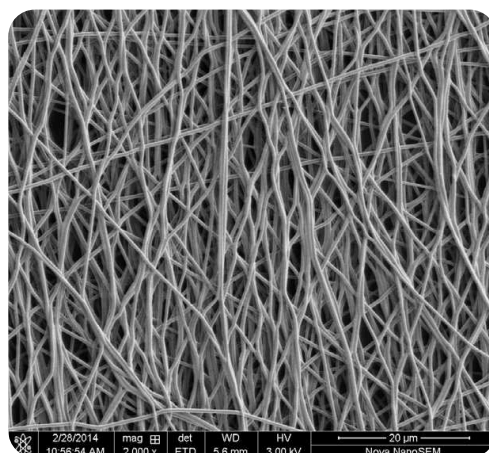
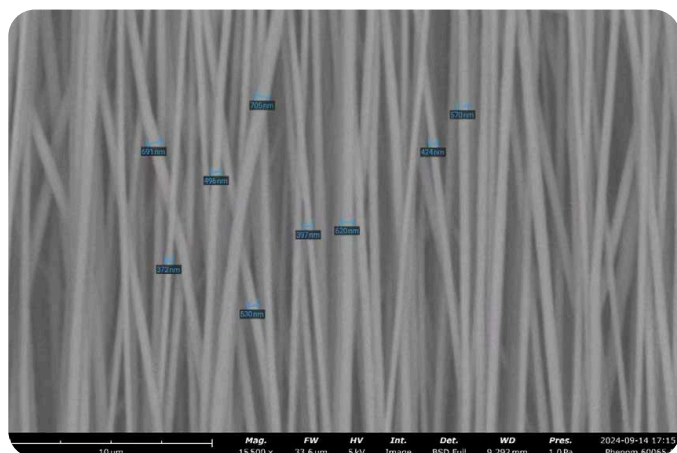
TL-01 комплектуется и опционально расширяется набором коллекторов для получения разных типов волоконных структур.

ВРАЩАЮЩИЙСЯ КОЛЛЕКТОР

Вращающийся коллектор используется для получения плоских мембран с хаотичной или ориентированной укладкой волокон.

Параметры:

- скорость вращения: 1–5000 об/мин;
- точность скорости: ± 1 об/мин;
- длина ролика: 300 мм;
- диаметр ролика: 100 мм;
- развернутый размер мембраны: 300 × 314 мм.



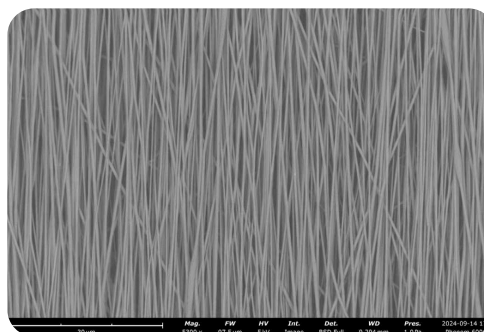
Коллекторы

ДИСКОВЫЙ ВРАЩАЮЩИЙСЯ КОЛЛЕКТОР

Дисковый коллектор применяется для сбора направленной ленты нановолокон на острой кромке диска.

Параметры:

- скорость вращения: 1–5000 об/мин;
- точность скорости: ± 1 об/мин;
- диаметр диска: 140 мм;
- кромка: острая / плоская;
- развернутая длина волоконной ленты: 439 мм.



СУПЕРОРИЕНТИРУЮЩИЙ ПРОВОЛОЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР

Суперориентирующий коллектор предназначен для получения узких плоских мембран с высокой степенью ориентации.

Параметры:

- скорость вращения: 1–5000 об/мин;
- точность скорости: ± 1 об/мин;
- диаметр ролика: 140 мм;
- длина ролика: 50 мм;
- развернутый размер мембраны: 439 × 50 мм.

ТОНКИЕ ОПРАВКИ ДЛЯ ТРУБЧАТЫХ МЕМБРАН

Оправки используются для получения полых трубчатых мембран, включая структуры типа искусственных сосудов.

Параметры:

- диаметр оправки: 1–30 мм;
- длина оправки: 300 мм;
- диаметр формируемого нановолокна: 100 нм – 1 мкм.



ПЛОСКИЙ КОЛЛЕКТОР

Плоский коллектор применяется для быстрых экспериментов и сбора нановолокон на несворачиваемых поверхностях.

Параметры:

- размер: 100 × 100 мм;
- материал: нержавеющая сталь;
- регулируемый угол установки.



Системы контроля среды



ОСУШЕНИЕ

Система осушения подает сухой воздух в рабочую камеру. Стандартный компактный компрессор позволяет быстро снизить влажность внутри камеры примерно до 30%. Для более жесткого контроля влажности ниже 30% требуется специализированная система осушения и кондиционирования. В исходной документации указано, что такая система не входит в данную модель.

УВЛАЖНЕНИЕ

Опциональный безтуманный увлажнитель применяется для задач, где требуется повышенная влажность среды.

Параметры:

- тип: безтуманный увлажнитель;
- диапазон контроля влажности: 50–80%;
- принцип: холодное испарение;
- равномерное распределение влажности внутри корпуса;
- отсутствие водяного тумана, оседающего на коллекторе;
- габариты: 214 × 214 × 545 мм.

ИНФРАКРАСНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ

Инфракрасный нагреватель используется для стабилизации температуры в рабочей зоне.

Параметры:

- высокая точность контроля температуры;
- быстрый нагрев;
- высокая равномерность нагрева;
- диапазон нагрева: от комнатной температуры до 60 °С.



СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ

TL-01 оснащается системой безопасности для работы с высоким напряжением и движущимися узлами.

В систему входят:

- кнопка аварийной остановки;
- автоматическое отключение при перенапряжении;
- автоматическое отключение при перегрузке по току;
- отключение высоковольтного питания при открытии двери;
- заземление корпуса;
- заземление источника питания;
- заземление микронасоса;
- заземление проволочного / вращающегося коллектора;
- многоточечная схема заземления.

Кнопка аварийной остановки размещается в зоне быстрого доступа оператора. При открытии двери корпуса высоковольтное питание автоматически отключается.



Таблица технических характеристик

Таблица 1. Общие параметры и рабочая камера TL-01

Параметр	Значение
Производитель	Tong Li Tech Co Limited
Модель	TL-01
Тип оборудования	Лабораторная электроформовочная установка базового типа
Технология	Электроформование / электроспиннинг
Назначение	Получение нановолоконных мембран и волоконных структур в лабораторных условиях
Габариты установки	800 × 620 × 970 мм; высота по верхнему элементу — 1080 мм

Рабочая камера и управление

Параметр	Значение
Материал корпуса	Металлический лист
Цвет корпуса	Черный / темно-синий
Смотровые окна	Двухсторонние
Материал окон	Прозрачное антикоррозионное закаленное стекло
Визуальное наблюдение	Наблюдение процесса без высокоскоростной камеры
Управление	Сенсорный экран
Управляемые узлы	Высоковольтный источник, шприцевая помпа, перемещение сопла, коллектор
Запись параметров	Да
Экспорт параметров	Да
Вытяжная система	Регулируемая вытяжка, встроенный вентилятор, внешний вытяжной патрубок

Таблица 2. Высоковольтная система и подача раствора TL-01

Параметр	Значение
Высоковольтная система	Источник высокого напряжения
Диапазон напряжения	±30–50 кВ
Регулировка напряжения	Непрерывная линейная
Управление	Локальное / дистанционное с компьютера
Защитные функции	Перенапряжение, перегрузка по току, дуговой разряд, короткое замыкание
Тип насоса	Двухканальная микропомпа
Управление каналами	Независимое
Привод насоса	Сервомотор
Назначение насоса	Подача растворов, включая высоковязкие жидкости
Подключение газа / осушителя	Ввод для защитного газа или осушителя



Таблица технических характеристик

Таблица 3. Фильеры и перемещение TL-01

Параметр	Значение
Одиночная фильера	Да
Иглы одиночной фильеры	100 шт., нержавеющая сталь, разные размеры
Микрометровая игла	Да
Диаметр микрометровых игл	1–45 мкм
Минимальный внутренний диаметр	1 мкм
Безтрубочная фильера	Да
Минимальный объем раствора	0,5 мл
Коаксиальная фильера	5 наборов внутренних и внешних игл
Фильера side-by-side	5 наборов игл разных размеров
Многосопловые системы	Линейные / кольцевые / матричные, опция
Перемещение фильеры	Электрическое по оси X
Ход сканирования	400 мм
Скорость сканирования	1–40 мм/с
Перемещение Y/Z	Ручное, со шкалой положения

Коллекторы

Параметр	Значение
Вращающийся коллектор	Ø100 × 300 мм
Скорость вращающегося коллектора	1–5000 об/мин
Точность скорости	±1 об/мин
Развернутый размер мембраны на ролике	300 × 314 мм
Дисковый коллектор	Ø140 мм
Развернутая длина волоконной ленты	439 мм

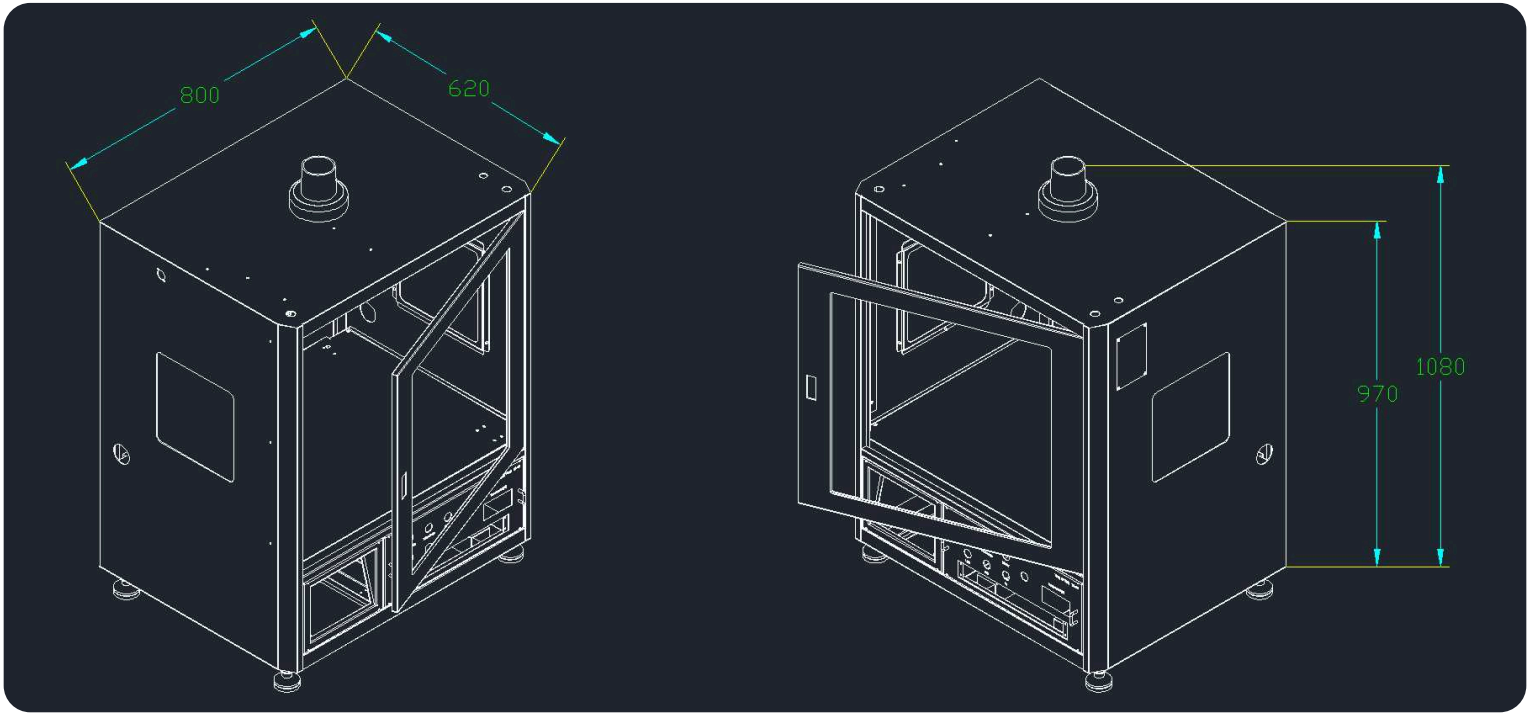


Таблица технических характеристик

Таблица 4. Коллекторы, контроль среды и безопасность TL-01

Параметр	Значение
Суперориентирующий коллектор	Ø140 × 50 мм
Развернутый размер суперориентирующей мембраны	439 × 50 мм
Тонкие оправки	Ø1–30 мм, длина 300 мм
Диаметр нановолокна для трубчатых структур	100 нм – 1 мкм
Плоский коллектор	100 × 100 мм
Материал плоского коллектора	Нержавеющая сталь

Контроль среды и безопасность

Параметр	Значение
Стандартное осушение	Снижение влажности примерно до 30%
Усиленный контроль влажности <30%	Требует отдельной системы осушения и кондиционирования; не входит в данную модель
Увлажнитель	Безтуманный, опция
Диапазон увлажнения	50–80%
Габариты увлажнителя	214 × 214 × 545 мм
Инфракрасный нагреватель	Да
Диапазон нагрева	От комнатной температуры до 60 °С
Аварийная остановка	Да
Отключение при открытии двери	Да, отключается высоковольтное питание
Автоматическая защита	Перенапряжение, перегрузка по току
Заземление	Корпус, источник питания, микропомпа, коллектор
Схема заземления	Многоточечная

