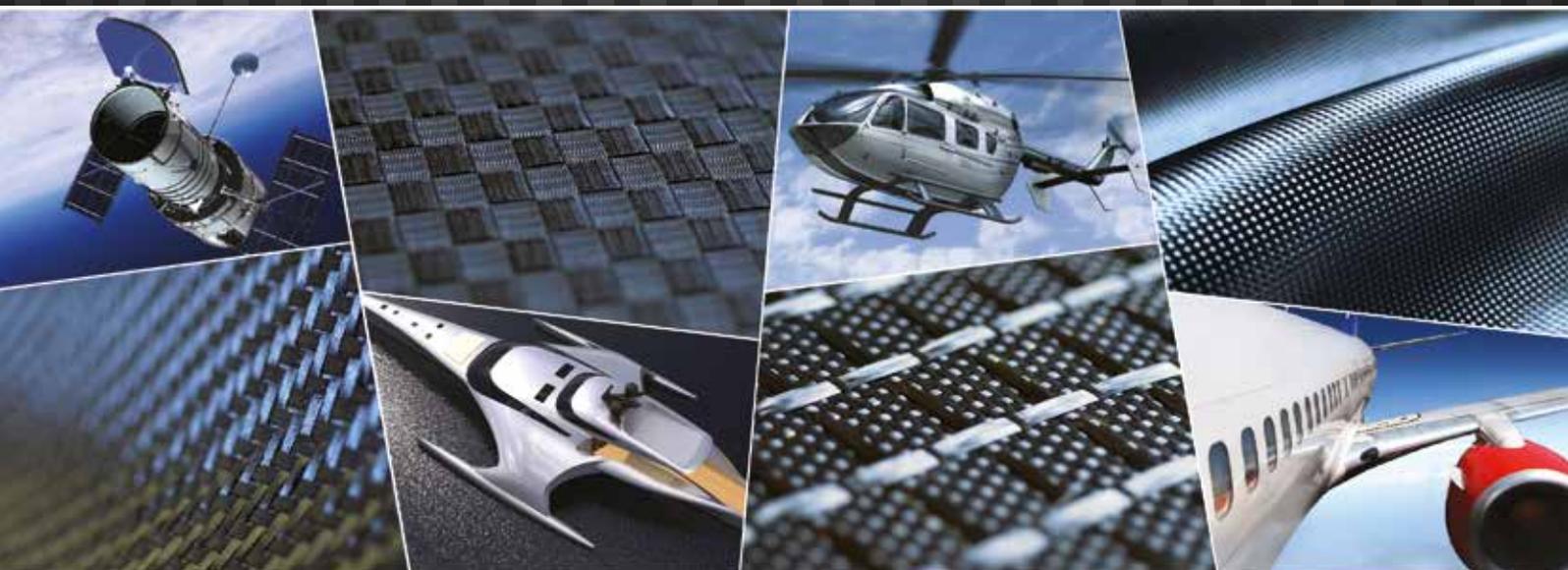


Оборудование и технологии

для производства
КОМПОЗИТНЫХ
материалов



DEG
COMPOSITE



СОДЕРЖАНИЕ

страница 5
О компании

страница 7
Оборудование для
производства композитных
материалов

страница 9
Технологии и оборудование
для намотки

страница 13
Автоматизированная
выкладка

страница 17
Печи полимеризации

страница 19
Станции полимеризации/
отверждения

страница 21
Линии для производства
препрегов

страница 23
Автоклавы для композитной
промышленности

страница 25
Оборудование для
технологий безавтоклавного
отверждения

страница 27
Оборудование для
неразрушающего контроля

страница 29
RTM

страница 29
Системы лазерного
проецирования и разметки

страница 31
Прессовое оборудование

страница 33
Оборудование для
продольного раскроя
препрега

страница 35
Системы портального
2D раскроя препрегов

страница 37
Плетельные технологии
(Braiding)

страница 39
Линии производства
углеволокна (УВ)



О компании

DEG Composite – инжиниринговый центр, компетентный в разработке инновационных технологий производства изделий из композитов

Основные направления:

- разработка, передача технологий;
- разработка и тестирование опытных образцов;
- технологический аудит;
- подбор и поставка оснастки, оборудования, поддержка освоения процессов;
- консалтинг в области управления опытно-конструкторскими работами.

Компания ведет активную научную деятельность и является почетным членом и основателем «Секции по вопросам применения инновационных технологий механической обработки металлов и композитных материалов» в Международной ассоциации участников космической деятельности (МАКД).

DEG Composite поддерживает тесное сотрудничество с ведущими мировыми университетами и специалистами в области композитных материалов:

- Национальный институт авиационных технологий (НИАТ);
- МГТУ им. Баумана;
- Московский государственный университет дизайна и технологии (МГУДТ);
- Авиационный институт Штутгарта (IFB).

DEG Composite имеет тесные партнерские отношения с ведущими мировыми производителями композитного оборудования из 14 стран Европы, Северной Америки, Австралии и Азии, что позволяет решать самые нетривиальные производственные задачи.

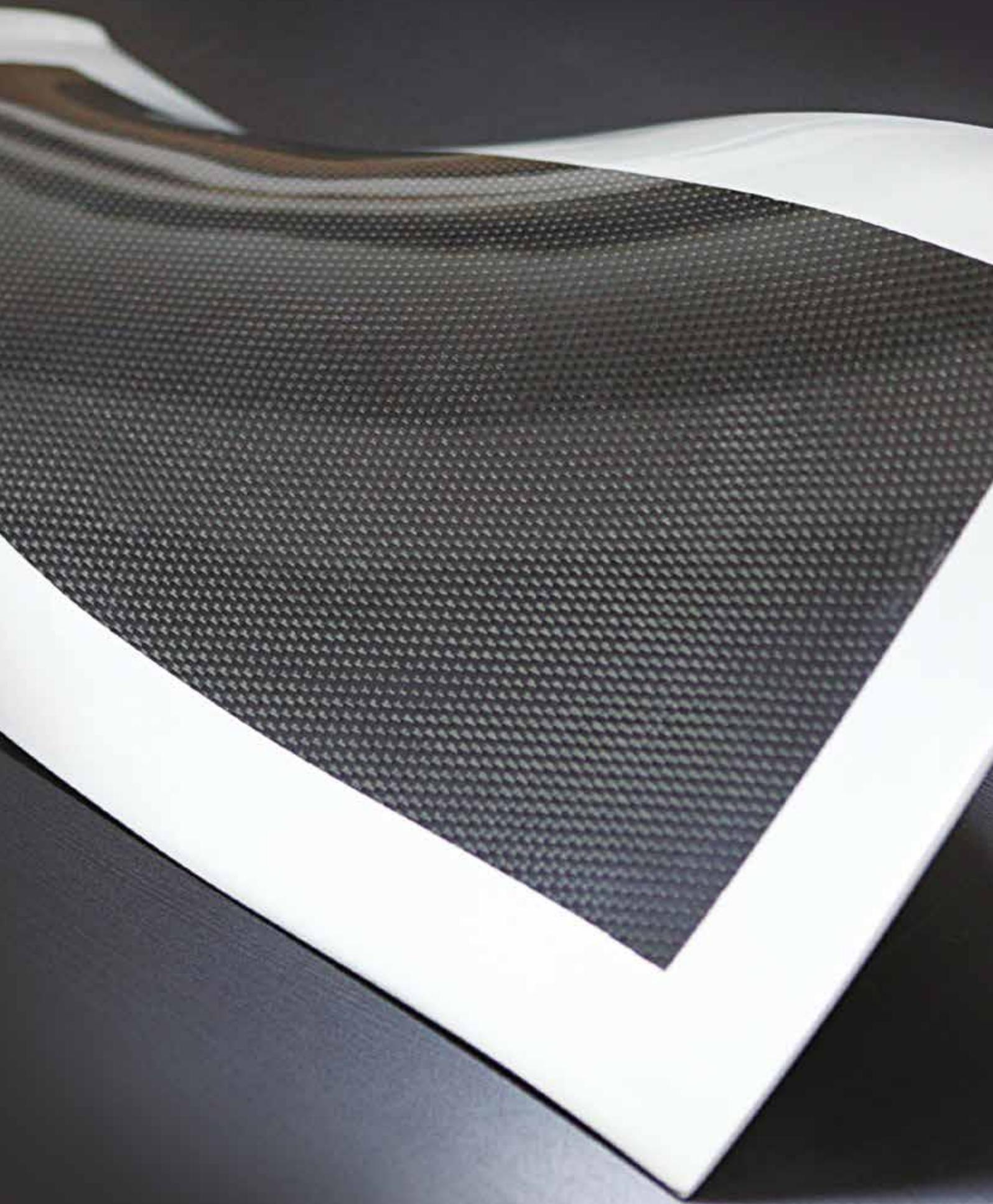
Компания применяет комплексный подход к решению задач по композитной тематике. Большая часть проектов сдается «под ключ» от проведения аудита до гарантийного и постгарантийного сервисного обслуживания предприятий.

DEG Composite принимает активное участие в крупнейших отраслевых выставках России и Европы, таких как JEC Europe Composites show and conferences (Париж, Франция), EMO (Ганновер, Германия), EuroBLECH (Ганновер, Германия), Композит-Экспо (Москва, Россия) и др.

Компания обладает серьезными компетенциями в авиакосмической, судостроительной, автомобильной и многих других отраслях промышленности, а также располагает всеми необходимыми лицензиями и свидетельствами, что подтверждается большим опытом работы с государственными компаниями и крупными корпорациями.

Сотрудники компании DEG Composite имеют высшее профессиональное образование, постоянно повышают свою квалификацию, посещая международные выставки, конференции и профильные обучающие семинары. Средний опыт работы в сфере композитной тематики более 10 лет.





Оборудование для производства композитных материалов

- Оборудование для намотки с использованием нитей и лент, вспомогательное оборудование (шпулярники, бобинодержатели, станции хранения оправок, станции извлечения оправки, станции пропитки связующим, станции хранения и дозации, системы дозации песка для GRE труб).
- Автоматизированная выкладка (системы портального типа, системы на базе многофункционального роботизированного комплекса).
- Печи полимеризации (модульные, стационарные, тоннельного типа).
- Станции полимеризации/отверждения (станции поверхностного отверждения, станции частичного и полного отверждения).
- Линии для производства препрегов (линии для производства препрегов на базе растворных связующих, линии для производства препрегов с использованием расплавов смол, линии для производства препрегов на базе термопластов (PEEK)).
- Автоклавы.
- Оборудование для технологий безавтоклавного отверждения.
- Оборудование для неразрушающего контроля.
- RTM.
- Системы лазерного проецирования и разметки.
- Прессовое оборудование.
- Механическая обработка деталей из композитных материалов.
- Системы раскроя препрегов и сухих тканей.
- Плетельные технологии (Braiding).
- Линии производства углеволокна.



DEEG



Технологии и оборудование для намотки

Области применения технологий намотки:

- изделия для авиационной промышленности;
- изделия для космической отрасли;
- изделия для нефтегазовой и строительной отрасли;
- изделия для судостроения.

Оборудование для намотки

Филаментная намотка – технологический процесс производства изделий из композитных материалов. В данном процессе предварительно пропитанные связующим волокна с определенным шагом, силой натяжения, строго заданной траекторией и другими параметрами (схема армирования), наматываются на вращающуюся оправку. Во время технологического процесса формируются слои, при взаимодействии которых образуется прочная структура. Высокая точность расположения волокон на оправке с заданной скоростью может достигаться только на высокотехнологичном оборудовании с применением управления на базе ЧПУ. На протяжении многих лет используемая технология филаментной намотки неоднократно улучшалась, что позволило накопить огромный опыт для решения различных задач с использованием технологии намотки.

Широкая гамма современного оборудования и хорошее оснащение позволяет решать любые стоящие перед заказчиком производственные задачи. В зависимости от технического задания станки могут быть в следующем исполнении:

- станки лабораторного типа для производства образцов и отладки технологических решений;
- промышленные станки для серийного производства стандартных геометрически простых изделий, труб больших, средних и малых диаметров, работающих под высоким и средним давлением;
- промышленное оборудование, оснащённое несколькими шпинделями с одновременной намоткой для увеличения производительности;
- тяжело нагруженные единицы намоточных станков для производства емкостей или цилиндрических деталей больших диаметров;
- высокоточные станки с большим количеством степеней свободы для возможности намотки сложных структурных элементов несимметричных сечений.

Геометрические размеры, тип и конструктивное исполнение изделий, производимых на намоточном оборудовании, являются определяющим фактором для выбора конфигурации оборудования.

Высокоточные намоточные станки для производства комплектующих ракетно-космической техники (РКТ)

Применение композитных материалов в РКТ было предопределено их высокими конструктивными характеристиками. С развитием технологий увеличивался процент применения композитных материалов в аэрокосмической отрасли, появилась необходимость использования высокоточного намоточного оборудования. В связи с этим конфигурация данного типа оборудования должна позволять оснащать его различными дополнительными модулями и тем самым менять используемые технологии производства композитных структур.

Лабораторные станки для намотки

Лабораторные станки специально спроектированы для отработки технологий, изучения свойств композитных материалов. Станки, как правило, имеют достаточное количество степеней свободы и широкие возможности по размещению оправок (тел вращения) с переменным и сложным сечением, что позволяет использовать их в опытно-производстве и лабораториях на базе исследовательских институтов. Комплекс оборудования, обычно, включает модуль системы контроля натяжения нитей, ванночку с подогревом смолы и прочими элементами. Согласно предъявляемым требованиям заказчика для данного оборудования может быть разработано индивидуальное программное обеспечение.



Оборудование для производства методом намотки высоковольтных полимерных изоляторов, столбов, опор освещения

В рамках решения производственных задач создания изделий из энергетического сектора было спроектировано семейство специальных намоточных станков. Станки используются для производства различных изделий с использованием композитных материалов, таких как: сердечник для высоковольтных полимерных изоляторов, трансформаторов, элементов изоляторов электрических шкафов, осветительных столбов, высоковольтных матч и многих других изделий.

Для формирования производственных линий замкнутого типа предлагается оснащение всеми необходимыми единицами производственного оборудования для возможности получения автоматизированной линии.

Дополнительная линейка технологического оборудования может включать:

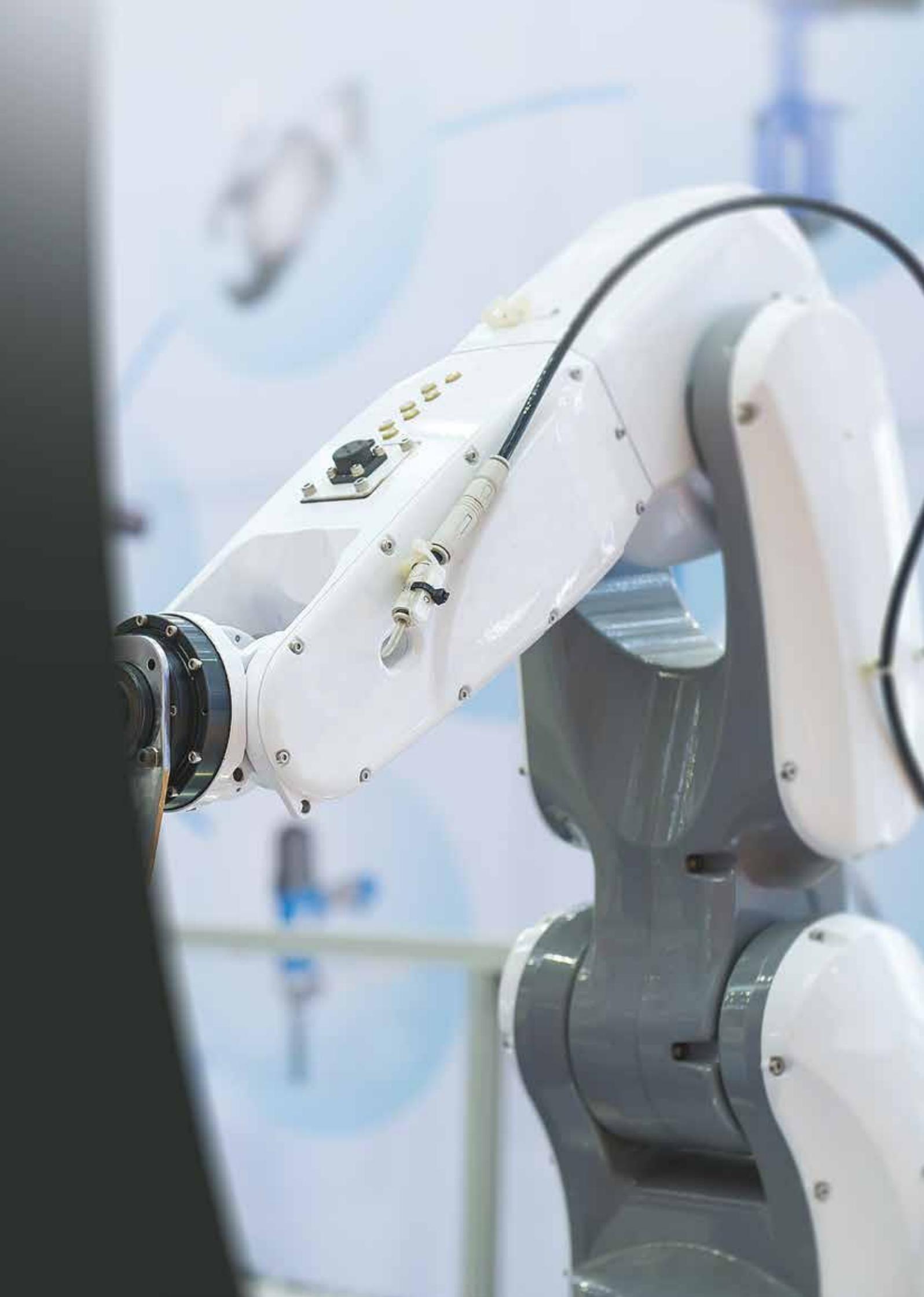
- ванночки для пропитки связующим;
- шпулярник с модулем контроля натяжения нитей;
- модуль извлечения оправок;
- печи отверждения и поверхностной полимеризации.

Разработанные решения для автоматизированных линий производства баллонов сжиженного и компримированного газа

Существует ряд успешно реализованных проектов автоматизированных линий для производства композитных баллонов с использованием полимерного лайнера для хранения и транспортировки газов как сжиженных LPG, так и компримированных CNG. Данные типовые решения предполагают частичную или полную комплектацию производственной линии. Основным значением для формирования линии является производительность предприятия и степень автоматизации производства.

Типовое предложение включает:

- проектирование, разработка технологии и схемы армирования сосудов давления;
- линия производства полимерных лайнеров;
- модуль впайки горловой части с присоединительным отверстием для фиксации штифта, а позднее, после цикла намотки, установки вентиля;
- роботизированный комплекс для перемещения лайнеров с установленными штифтами во время технологического процесса производства баллона;
- оборудование для намотки и формирования конструктивных слоёв сосуда давления (для увеличения производительности и экономии рабочего пространства применяются многошпиндельные системы);
- для оптимизации рабочего процесса применяется запатентованное решение автоматизированной подачи и обрезки нитей во время процесса намотки;
- простая в обслуживании система пропитки волокна с автоматической системой дозации, смешивания и своевременной подачи связующего;
- шпулярник с механической или автоматической системой натяжения и подачи волокна, фиксирование момента обрыва волокна и оповещение персонала;
- конвейерные печи полимеризации;
- специально разработанный модуль контроля TCON, обеспечивающий автоматизированный контроль за происходящими технологическими процессами на каждом участке, позволяющий формировать отчёты для системы контроля качества;
- тестирование изделий;
- сертификация изделий.



Автоматизированная выкладка

Области применения:

- изделия для авиационной промышленности;
- изделия для космической отрасли;
- изделия для судостроения;
- изделия для систем возобновляемых источников энергии.

Оборудование:

- системы порталного типа;
- система на базе многофункционального роботизированного комплекса;
- система управления, комплекс программного обеспечения.

Портальный тип

Комплекс оборудования с числовым программным управлением порталного типа для автоматизированной выкладки волокон.

Оборудование напольного типа выполнено из металла с применением сварки и последующей механической обработки поверхности. Данное исполнение позволяет увеличить ресурс узлов и деталей, а также повысить размеростабильность конструкции, что положительно сказывается на точностных показателях в режиме эксплуатации оборудования. Портальный тип оборудования предполагает использование на поверхностях с малой и средней кривизной. В случае необходимости комплекс оснащается дополнительным оборудованием, позволяющим устанавливать оправки для производства тел вращения (крепление в центрах, трёхкулачковый патрон с системой сервопривода).

В производственном процессе используются однонаправленные жгутовые препреги или сухие однонаправленные волокна для технологии инфузионной/RTM пропитки.

Доступные перемещения

Портальный комплекс:

Ось №1 - продольное перемещение;

Ось №2 - поперечное перемещение;

Ось №3 - вертикальное перемещение.

Головка для автоматизированной выкладки:

Ось №4 – вращение головки для выкладки;

Ось №5 – изменение угла наклона головки относительно формообразующей поверхности (лево/право);

Ось №6 – изменение угла наклона головки относительно формообразующей поверхности (вперед/назад);

Ось №7 – опциональная ось вращения оправки.

Роботизированный комплекс

В основе многофункциональной машины находится 6-и осевой роботизированный комплекс на базе одного из всемирно известных брендов ABB, KUKA или Staubli. Электрическая схема полностью интегрирована и совместима с машиной.

Оборудование с числовым программным управлением роботизированного типа.

Конфигурация оборудования и расположение: напольного типа.

Конструкция: стальная, выполненная с применением сварки и высокоточной механической обработки.

Машина предназначена для выполнения автоматизированной выкладки волокон препрега на криволинейных поверхностях. В производственном процессе используют углеволоконные жгутовые препреги на базе эпоксидных связующих с шириной жгутов 6,35 мм.

Функциональные возможности оборудования расширены для работы с двумя типами поверхностей оправки:

- открытая поверхность: оправка зафиксирована на основании, располагаемая в рабочей зоне;
- тела вращения: оправка, имеющая дополнительную ось вращения на 360°.



201

Система управления, комплекс программного обеспечения

Существует ряд систем, созданных для контроля и управления текущими процессами во время технологических операций по автоматизированной выкладке препрегов. Системы разработаны с интуитивно понятным интерфейсом на языке по выбору заказчика. Они позволяют запускать производственную программу с заранее сохранёнными или предустановленными параметрами, а также обеспечить отслеживание сложных технологических участков в процессе производства.

- CNC – компьютерная система управления конфигурациями AFP, ПК на базе CNC, операционная система Windows TM.
- Режим работы: автоматический или ручной.
- Квалификация сотрудников (оператора): квалифицированный инженер.
- Абсолютная и относительная система координат.
- Метрическая система ввода данных.
- Стандартный международный G-код для управляемых компьютером станков, включая язык заказчика.
- Программное разрешение: 0,001мм.
- Управление скоростью процесса.
- Функция СТАРТ / СТОП (возможность в любой момент продолжить процесс с того места, в котором он был прерван).
- Функция сглаживания движения.
- Линейная интерполяция между всеми осями.
- Отображение фактических параметров на дисплее.
- Вывод на дисплей информации о программе.
- Вывод на дисплей информации об ошибках в работе.
- Вывод на дисплей информации о текущем статусе оборудования.
- Функция Вкл /Откл сервоприводов.
- Функция безопасности оборудования с применением конечных выключателей.
- Функция возврата в исходную позицию.
- Функция аварийной остановки.
- Встроенная система безопасности, обеспечивающая защиту оборудования на всех режимах работы.
- Уведомления о необходимости технического обслуживания.
- Текущие технологические параметры - температура, давление.
- Журнал событий.
- Перезапуск.
- Функция ручного управления обрезкой волокна / перезапуск на каждом из 4-х единиц.
- Режим установки волокна.
- Определение остатка материала и его учёт по каждой из 4-х катушек.
- Ведение базы данных.
- Возможность для подключения к локальной сети.

Другие функции системы контроля

- Контроль за расположением осей и автоматическое отключение в случае появления ошибки.
- Визуальное наблюдение за процессом для контроля фактической области технологического процесса (камера).
- Возможность выхода в интернет для дистанционного контроля и технического обслуживания.



Печи полимеризации

Типы:

- Модульные/Стационарные
- Стационарные
- Тоннельного типа/Конвейерные печи

Модульные/Стационарные печи, как правило, имеют однокамерный объём с равномерным температурным полем в любой из её точек. Печь изготавливают из стальных сварных конструктивных элементов с внутренними металлическими стенками. Для увеличения энергосберегающего эффекта внутренние полости стенок тщательно изолируют с использованием теплоизолирующих матов. Печь имеет одну или несколько створок необходимых для загрузки и выгрузки полимеризуемых изделий. В ряде случаев предусматривается система направляющих как потолочного, так и напольного типа для возможности перемещения транспортировочных тележек. В случае необходимости применяется специализированная система ложементов, обеспечивающих размещение изделий, их фиксацию и вращение при помощи сервоприводов во время процесса полимеризации с определённой скоростью.

Нагревательные элементы в виде электрических тенов или панелей теплообменников с функцией конвекции обеспечивают нагрев и стабильное поддержание температуры с равномерным распределением температурного поля. В камере предусматривается система приточно-вытяжной вентиляции.

Основные параметры

- Печи работают в разных температурных диапазонах: 60-200⁰С (и более).
- Точность поддержания температуры: $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Система предварительного подогрева воздуха.
- Контур циркуляции горячего воздуха имеет канал для притока свежего воздуха и канал отвода загрязнённого воздуха.
- Достаточная мощность потока циркулирующего воздуха: 3000м³/ч.
- Производительность вытяжной вентиляции: 500м³/ч.
- Ручная регулировка соотношения подаваемого в систему свежего и отработанного воздуха.
- Регулировка осуществляется посредством ручного управления заслонками.
- Финишная отделка печи с использованием жаропрочного лакокрасочного покрытия, оцинкованной стали, нержавеющей стали или алюминия.

Контроль температуры и регистрация данных

- Программирование температурного цикла (ПИД контроль).
- Измерение температуры внутри печи в каждой температурной зоне.
- Возможность интеграции программного обеспечения печи в другие автоматизированные системы и обеспечение слаженной работы, к примеру в системы инфузионной пропитки связующим.

Конвейерная печь полимеризации

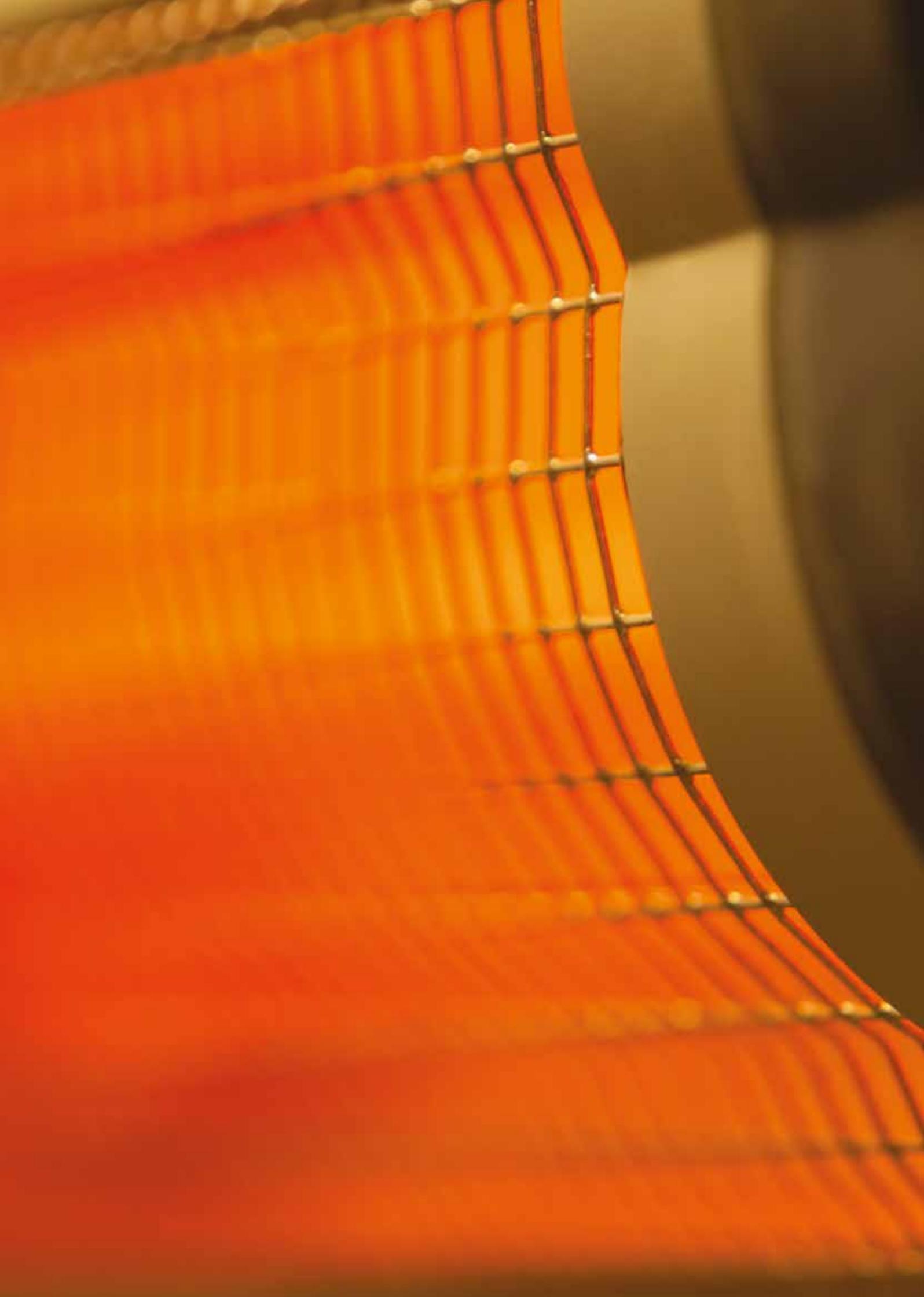
Печи (тоннельные/конвейерные) используются в производственных линиях замкнутого типа с большой производительностью и повторяемостью готовых изделий. Расположение камеры полимеризации зависит от типа и конфигурации деталей, к примеру, при производстве труб камера (тоннель) будет иметь горизонтальное расположение, в то время как при производстве полимерных баллонов камера расположена вертикально. Вне зависимости от типа изделий печь оснащается транспортёром с предустановленными на определённом расстоянии конструктивными элементами для возможности фиксации оси оправки. Процесс перемещения деталей автоматизирован и управляется с использованием программного обеспечения и может работать как в автоматическом, так и в ручном режимах.

Формат автоматизированной линии предусматривает присутствие вспомогательного оборудования (использование роботов), которое осуществляет функцию загрузки и выгрузки изделий и является промежуточным этапом между станцией намотки изделий и печью.

Камера полимеризации имеет несколько зон:

- предварительный нагрев;
- полимеризация;
- охлаждение.

Зоны изолированы и имеют независимую систему нагрева с системой рециркуляции воздуха для снижения энергозатрат.



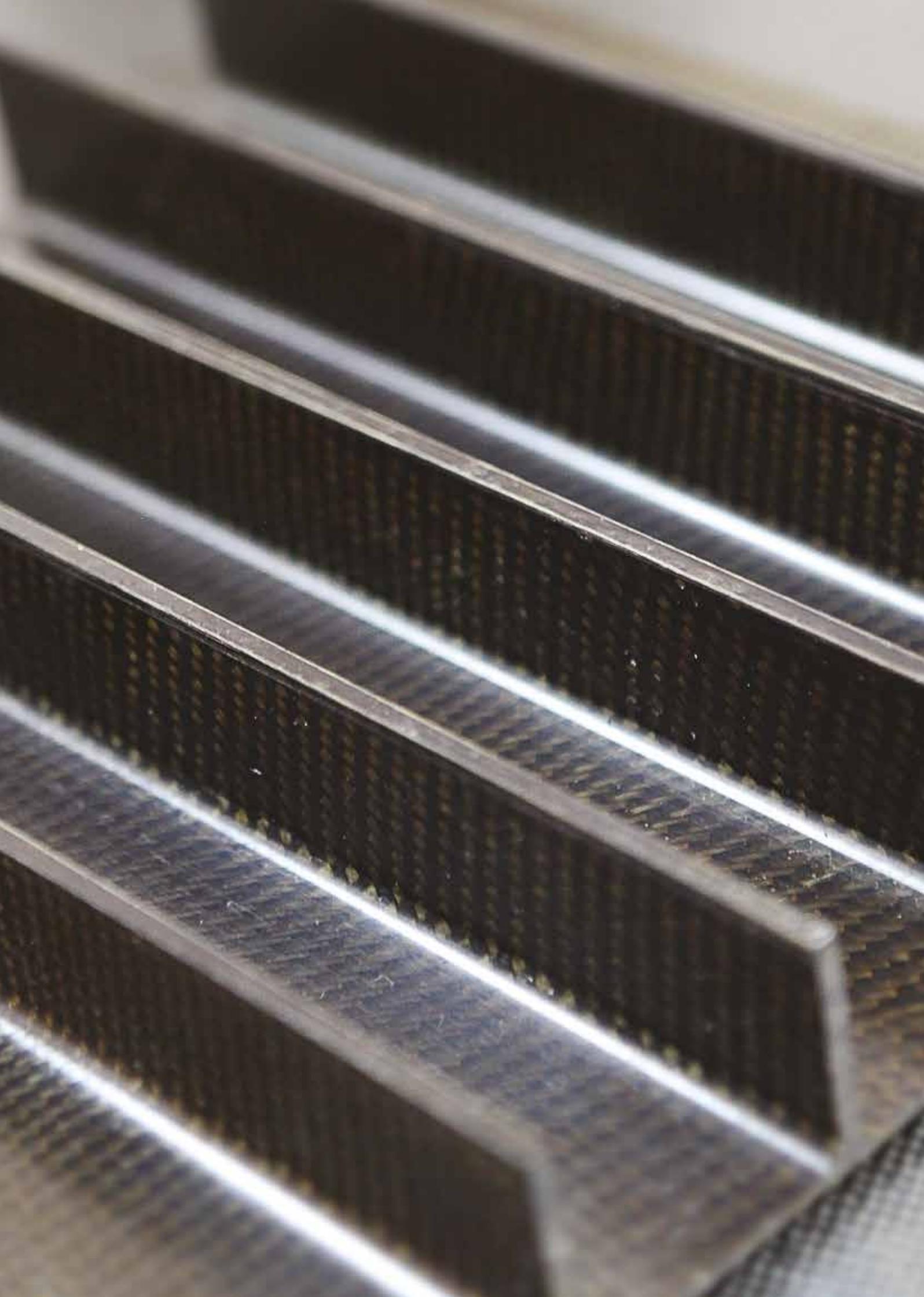
Станции полимеризации/отверждения

- Станции поверхностного отверждения
- Станции частичного и полного отверждения

В ряде случаев экономически наиболее целесообразно применение локальных станций, в функции которых входит проведение поверхностной полимеризации (закрепления связующего после цикла намотки) непосредственно установленной оправки на намоточном станке и возможности перемещения детали в стационарную печь для проведения полной полимеризации.

При возникновении трудностей, связанных с перемещением оправки (полученной структурой) или опасностью повреждения структуры, применяют комплексные станции полимеризации:

- стальная сварная конструкция для установки и фиксации оправки;
- сервопривод обеспечивает установленную скорость вращения оправки;
- нагрев обеспечивают инфракрасные излучатели;
- возможность быстрого перемещения инфракрасных излучателей;
- температурный диапазон излучателей: 50 °С - 80 °С.



Линии для производства препрегов

Новое поколение современных автоматизированных пропиточных линий позволяет реализовывать широкий спектр задач и получать препреги высокого качества со стабильными свойствами.

- Линия для производства препрегов на базе растворных связующих
- Линия для производства препрегов с использованием расплавов смол
- Линия для производства препрегов на базе термопластов (РЕЕК)

Использование серии производственных линий наиболее целесообразно в следующих случаях:

- ограниченный срок хранения препрегов (экономия на складской программе и транспортных расходах);
- производство по мере необходимости;
- долгосрочные инвестиции с коротким периодом окупаемости;
- разработка собственных препрегов, использование нетиповых размеров и характеристик, снижение отходов;
- необходимость в разработке собственных уникальных технологий при производстве и последующем продольном раскрое препрега;
- оборудование лабораторного типа (r&d) и промышленного применения.

Линия для производства препрегов на базе растворных связующих

В данном технологическом процессе волокна проходят через систему металлических роликов, которые обеспечивают необходимое натяжение и равномерное распределение материала по поверхности. Часть роликов располагается в пропиточной ванночке и погружена в связующее, которое в определенном соотношении разбавлено растворителями для уменьшения вязкости и улучшения свойств глубокой пропитки. Пропитанный материал направляется в печи для испарения растворителей, где на выходе из печи материал определённым образом наматывается в приёмном устройстве на пластиковые или картонные шпули.

Пропиточные линии этого типа находят своё применение в различных областях:

- аэрокосмическая промышленность;
- железнодорожный транспорт;
- нефтегазовая отрасль;
- энергетика;
- и других.

Линия для производства препрегов с использованием расплавов смол

Данная технология применяется в случаях использования смол горячего расплава для производства препрега, в процессе которой связующее продавливается в структуру материала при помощи нескольких контактных валков.

Производство препрега распределено на две стадии:

- нанесение расплава смолы на подложку (традиционно используется бумажный носитель);
- наложение материала на подложку с последующей пропиткой.

Поступающий материал поступает на ряд валков, в задачи которых входит распрямление и равномерное распределение материала по поверхности. Далее материал поступает в модуль для нанесения на подложку, в некоторых случаях применяют двустороннее расположение бумажного носителя с нанесённым связующим, готовым к пропитке. Материал, зажатый подложкой, направляется в зону «контактной пропитки», состоящей из двух подогреваемых каландров и следующих за ними двух валков с более низкой температурой для охлаждения препрега. На заключительной стадии одна из бумажных основ удаляется, и полученный препрег поступает в модуль намотки на тубу.



Автоклавы для композитной промышленности

Автоклавное оборудование традиционно используется для объёмного формования деталей из полимерных композитных материалов. Технологии с использованием автоклавного оборудования требуют высоких энергозатрат, высококвалифицированного персонала, больших инвестиционных затрат на покупку оборудования, а также специфических требований по установке и обслуживанию «потенциально опасного оборудования». Немаловажное значение имеет соответствие всем предъявляемым требованиям.

Решение

Большинство автоклавов проектируется и изготавливается по индивидуальным требованиям заказчика:

- типовые конструкции;
- разные габаритные размеры;
- широкий спектр вспомогательного оборудования.

Автоклавы для композитной промышленности оснащаются автоматизированной системой управления и контроля параметров.

Основные требования к автоклавному оборудованию:

- Равномерность температур.

В технологическом цикле производства изделий из полимерных композитных материалов немаловажную роль играет равномерность и распределение температурного поля во всём используемом объёме с учётом загрузки. Данные требования обеспечиваются оптимизацией распределения воздушных потоков, применением высокопроизводительных теплообменников, использующих термальное масло, и вентилятора с возможностью изменения скорости вращения, компьютерных моделей с различными алгоритмами, оптимизирующими функции нагрева и правильного воздухообмена.

Дополнительное оснащение, входящее в общую группу оборудования:

- высокопроизводительные компрессорные установки;
- холодильники/нагреватели;
- обвязка и присоединительная арматура.

- Система управления/контроля качества.

Специально разработанное программное обеспечение позволяет производить контроль за технологическим процессом, сбор и анализ поступающих данных, обработку с последующим хранением информации. Система позволяет работать в ручном и автоматическом режиме.



Оборудование для технологий безавтоклавного отверждения

Традиционно применяемые технологии с использованием автоклавного оборудования требуют высоких энергозатрат, высококвалифицированного персонала, больших инвестиционных затрат на покупку оборудования, а также специфических требований по установке и обслуживанию «потенциально опасного оборудования».

Решение

Разработанная технология безавтоклавного отверждения существовала в России и называлась «формование с использованием гибкой мембраны». Широкого использования на тот момент она не получила и была забыта на некоторый период времени. В начале 2000 года за рубежом была запатентована новая технология под названием «Жидкостное мембранное формование». На протяжении десяти лет технология и используемая оснастка непрерывно совершенствовалась и находила применение в различных исследовательских центрах, производствах аэрокосмического сектора, в производстве деталей для оборонного и гражданского применения.

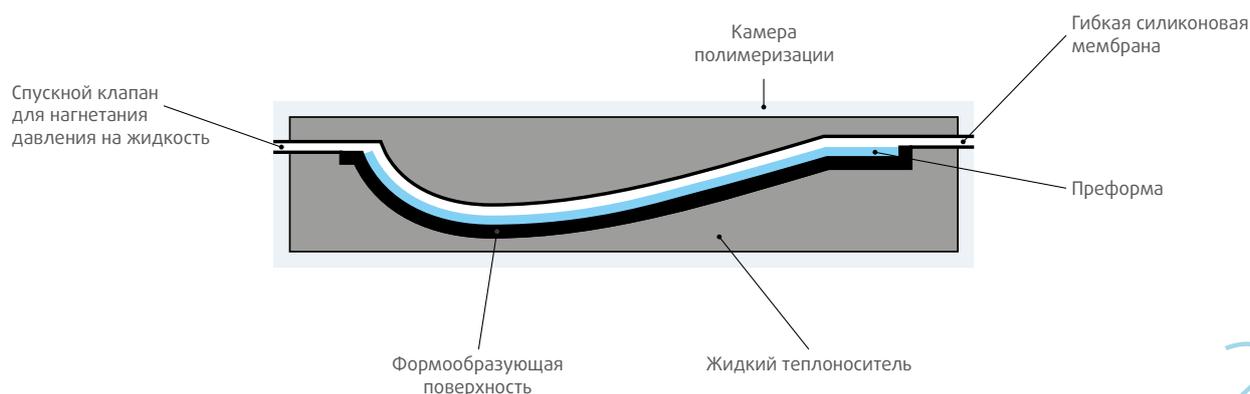
Оборудование этого типа находит применение в следующих областях:

- производство деталей вертолётов;
 - производство многослойных оболочек для авиации (гражданской и военной).
- Существуют реализованные решения, сочетающие в себе многостадийный технологический процесс, включающий автоматизированную выкладку сухого волокна с последующей пропиткой связующим и отверждением;
- производство секций параболических отражателей, используемых в средствах связи и коммуникации;
 - производство дверей, панелей, вертикальных рулей, частей композитных закрылков для авиации;
 - производство различных деталей в комбинации с сотовыми структурами для автомобилестроения;
 - производство элементов головных обтекателей и панелей для ракет и космических аппаратов.

Использование данной технологии позволяет минимизировать занимаемые производственные площади, снизить стоимость затрат на приобретение оборудования (альтернативные технологии), исключить использование технических газов, применяемых в автоклавной технологии, увеличить производительность и производственные возможности.

Экономия в использовании безавтоклавной технологии достигается за счёт:

- быстрой передачи тепла (последующего охлаждения) в структуру ламината, расположенного в полости одноуровневой и многоуровневой формы;
- использование различных давлений и температур теплоносителя, быстрое вакуумирование структуры ламината;
- варьирование давлением в «рабочей камере» до 0,8 бар;
- высокая стабильность течения производственного процесса (применение автоматизации и исключение влияния человеческого фактора);
- использование режимов работы с низким давлением для предотвращения разрушения структуры (конструкции с использованием сотовых наполнителей);
- применение недорогой оснастки и снижение затрат на её производство.





Оборудование для неразрушающего контроля

В задачи данного типа оборудования прежде всего входит выявление дефектов или отклонений на ранних стадиях производственного процесса и по факту проверки годности детали к эксплуатации. Также данное оборудование используют при проведении исследований деталей бывших или находящихся в эксплуатации, что позволяет выявлять дефекты, определять остаточный ресурс, методику ремонта в случае необходимости.

Исследования проводятся согласно разработанным технологическим картам, позволяющим определять механические свойства материалов, анализировать целостность исследуемого объекта на базе определённых критериев оценки.

При неразрушающем контроле используют различные методики:

- ультразвуковая;
- вихретоковая;
- рентгенографическая;
- магнитно-порошковая;
- проникающими веществами;
- визуальный осмотр.

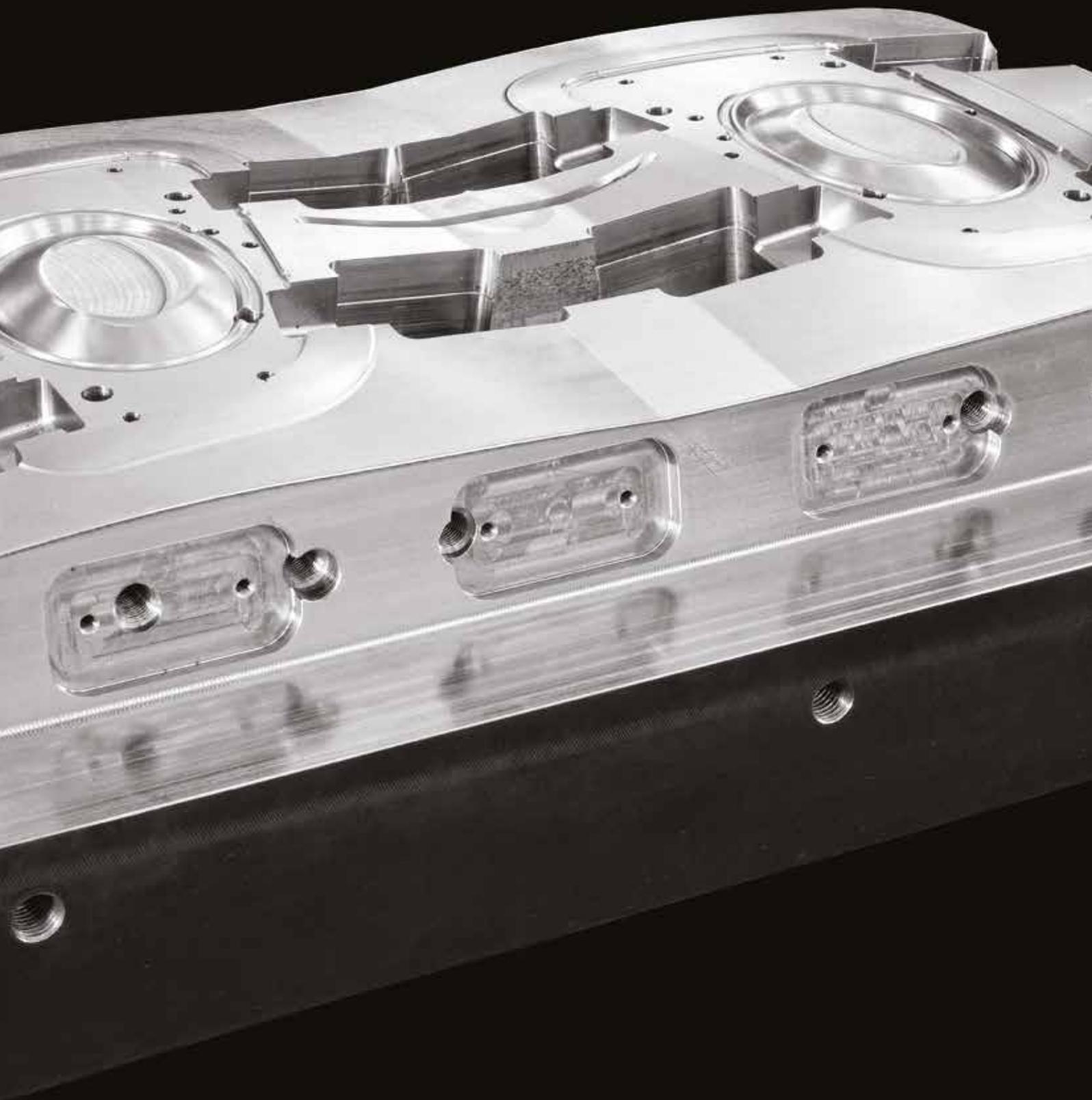
Каждая из перечисленных методик предназначена для работы с определёнными типами исследуемых материалов, для которых сформировано готовое решение (действующее решение) с использованием различного оборудования.

Малогабаритные и полуавтоматические системы для работы на малых поверхностях выявляют дефект, но не дают полной картины происходящих разрушений. Оборудование предназначено для контроля деталей с малой и средней кривизной с использованием метода направленной фазированной решётки.

В эхо-импульсном методе средой-проводником выступает водяная струя. Обычно этот метод используют с применением автоматизированных или роботизированных систем, позволяющих работать в системе коллинеарно-расположенных струй воды, между которыми находится исследуемый образец.

Эхо-импульсный метод применяется в системах ультразвукового контроля без участия водной среды с деталями, которые не должны попадать во влажную среду до завершения технологического цикла, к примеру, углепластики.

Контроль с использованием лазерного дефектоскопа применяется для тех деталей, которым необходимо полное исключение повреждений. Данное оборудование позволяет производить послойную селекцию в композитной структуре.



RTM

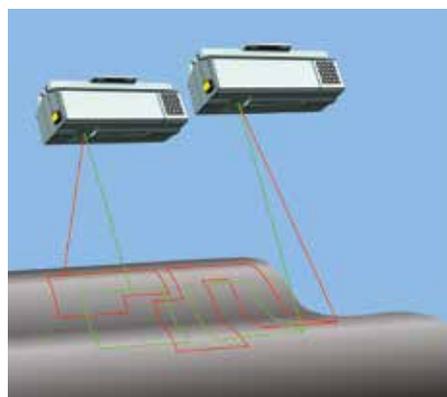
Оборудование разработано для инъекции смол в герметичную полость формы (матрица/пуансон), в которой заранее размещается сухой материал (тканый/нетканый) согласно определённой схеме армирования. В процессе используют различные типы смол: полиэфирные, винилэфирные и метакрилатные, а также катализаторы. Система оснащается автоматизированной станцией дозации и перемешивания связующего, как внешнего непосредственно в головке дозатора, так и внутреннего в камере смешивания с регулируемым соотношением катализатора к смоле от 0,75% до 2,5%. При помощи создаваемого давления с использованием автоматизированной системы управления ходом поршня связующее поступает в закрытую полость формы для инъекции в сухой материал и его последующей пропитки.

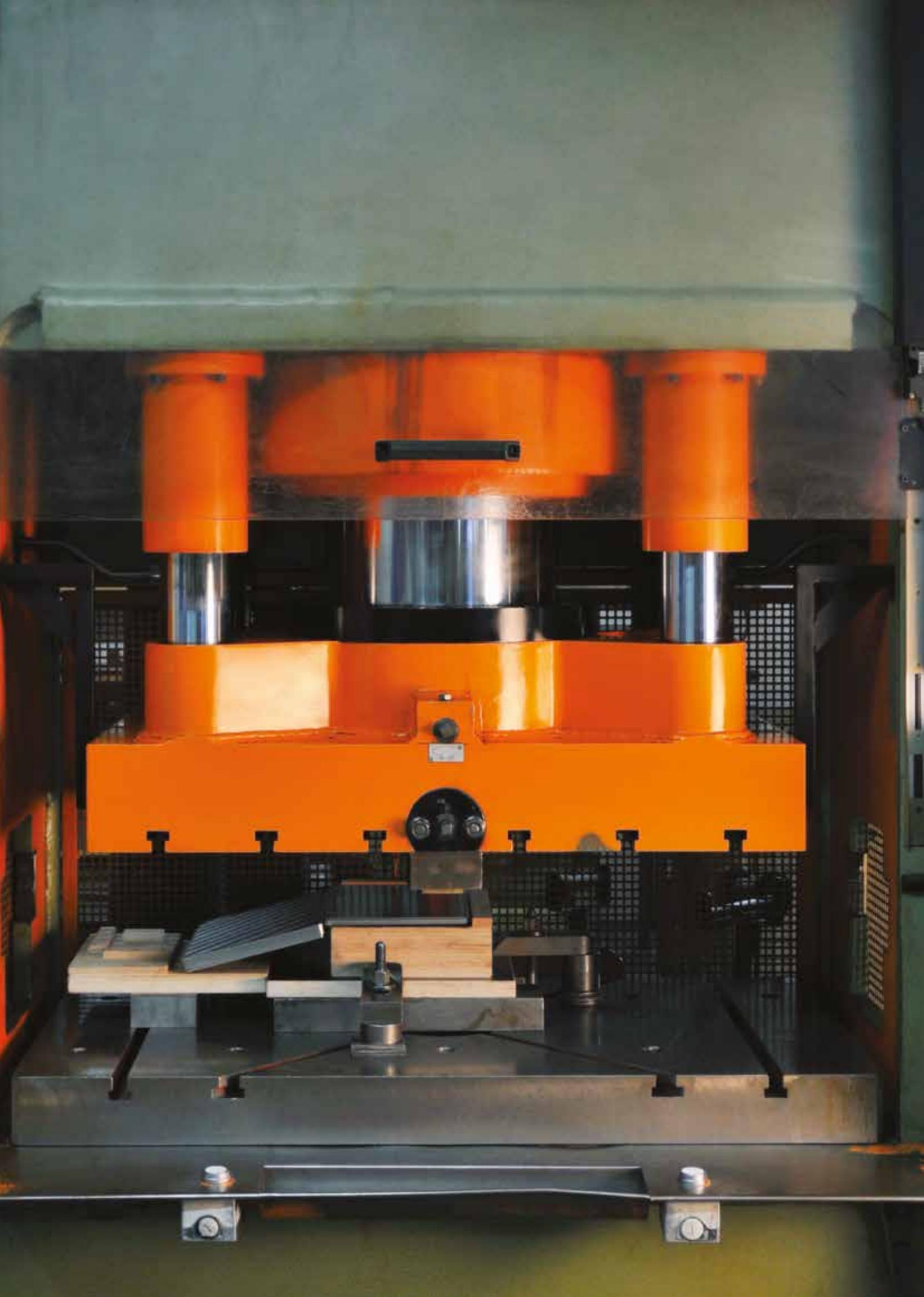
Система контроля включает в себя: устройства контроля давления в форме, комплект оснастки для обеспечения рециркуляции связующего, управление дозатором в автоматическом режиме инъекционной системы и устройства контроля промывки. В системе установлены несколько датчиков для возможности контроля давления в магистрали, поддержание давления, аварийного сброса, а также в случае необходимости устанавливается модуль нагрева связующего для оптимизации свойств пропитки сухих материалов связующим. Насосная группа имеет самовосстанавливающийся уплотнитель с низким коэффициентом трения. Процесс инъекции в закрытую полость предъявляет высокие требования к точности дозации и давлению в системе, а также возможность аварийного отключения при проблемах связанных с электропитанием или прерыванием требуемой величины давления в воздушной магистрали. Немаловажным фактом стоит отметить функцию плавного старта после аварийной остановки оборудования.

Системы лазерного проецирования и разметки

Технологии лазерной проекции и оцифровки при производстве изделий из композитных материалов применяют на ответственных технологических участках для возможности правильного позиционирования заготовок или иных конструктивных элементов, оцифровки для последующей функции верификации и поиска отклонений в геометрических характеристиках изделий. Также лазерные трекары позволяют правильно позиционировать размещаемую технологическую оснастку, используя реперные точки.

Оборудование применяется для неавтоматизированной выкладки препрегов/сухих материалов на поверхность оправки. Во время работы системы программа использует CAD модель и проецирует её контуры на заготовку, что позволяет минимизировать возможные отклонения и отказаться от применения шаблонов.





Прессовое оборудование

В отрасли серийного производства композитных материалов предъявляются высокие требования к используемому оборудованию для соответствия существующим стандартам.

Пресс для композитной отрасли в большинстве случаев имеет следующие технические характеристики:

- конструкция с верхним расположением поршневой системы относительно контактных плит. Данное решение позволяет оптимизировать рабочее пространство и повысить эргономику;
- пресс оснащается плитами с эффективной системой равномерного температурного нагрева и охлаждения. В качестве теплоносителя используют термальное масло или нагрев с использованием инфракрасных нагревателей;
- автоматизированная система управления с постоянным контролем заданных параметров;
- система контроля и обеспечения параллельности смыкаемых рабочих плоскостей;
- широкий диапазон по силе сжатия с плавной регулировкой, а так же удержание заданного значения в долгий промежуток времени.



Оборудование для продольного раскроя препрега

Специфика различных применяемых технологических решений на предприятиях композитной отрасли предполагает использование определённых характеристик материалов под сформированные производственные участки. Зачастую предприятие использует специфическую ширину материалов (однаправленный препрег/тканые ленты). В таких случаях характеристики препрегов от поставщиков, как правило, не могут удовлетворить требования предприятий, или стоимость нетиповых препрегов с уникальными характеристиками будет завышенной. Данные особенности выявляются у производителей, использующих оборудование для намотки, системы автоматизированной выкладки волокна и лент (AFP/ATL) для авиационной, космической промышленности, автомобилестроения, производства узлов и модулей для возобновляемых источников энергии, а также многих других областях.

Использование полной линейки оборудования от одного интегратора (производителя) позволит повысить качество производимой продукции, получить оптимальную себестоимость, повысить энергоэффективность предприятия в целом.

Решение

Использование собственного оборудования для раскроя обеспечит следующие преимущества:

- высокоточный раскрой и перемотка препрега;
- альтернатива покупке используемых материалов в виде шпульт с разрезанным препрегом;
- нет необходимости получения разрешений на поставку препрегов, а также сложностей, связанных с процедурой получения лицензии на экспорт;
- сокращение транспортных расходов;
- использование оборудования по мере необходимости;
- инвестиции на долгосрочную перспективу с малым сроком окупаемости;
- внедрение препрегов собственной разработки;
- производство препрегов с нестандартными характеристиками под различные запросы.

Оборудование

Оборудование данного типа соответствует всем жёстким предъявляемым требованиям и используется для калибровки широких лент, применяемых в технологиях намотки (использующих ленты), автоматизированной выкладки препрегов ATL, а также для калибровки узких лент препрегов, используемых при автоматизированной выкладке волокон AFP. Любая из единиц оборудования будет учитывать все требования и пожелания заказчика.

Формат оборудования для раскроя препрегов может быть различным: как лабораторного типа, так и в варианте больших промышленных линий. На средних предприятиях применение подобных машин вместе с оборудованием для производства препрега суммарно позволяет ежегодно экономить существенные денежные средства. Эта разница затрат становится очевидной при расчетах стоимости закупки готового препрега и анализе стоимости компонентов для производства препрега.

Оборудование спроектировано и предназначено для раскроя препрегов (тканых, однонаправленных) на узкие ленты, полосы для последующей перемотки на кассеты. Данный модуль позволяет работать отдельно от линии производства препрегов. Раскрой может быть произведен без плёночной или бумажной подложки, а также в вариациях с использованием подложки с одной и двух сторон.

Компоновка и состав:

- станция размотки ленты/ткани препрега;
- раскрой однонаправленных лент/ткани препрега;
- модуль для перемотки лент препрега.



Системы портального 2D раскроя препрегов

В зависимости от поставленных задач на предприятиях используются различные системы раскроя тканей и препрегов. Ручные резакки на базе механических дисковых ножей выполняют раскрой с большими допусками и большими погрешностями. Высокоточные автоматизированные системы используют следующие технологии раскроя:

- механический;
- ультразвуковой;
- лазерный.

Автоматизированные системы позволяют работать с CAD моделями, оптимизирующими расположение и расход материала, увеличивающие скорость производственного процесса. Применение определённой технологии раскроя будет зависеть от следующих требований:

- габариты рабочего стола;
- требуемая скорость производственного процесса;
- точность;
- используемый материал (сухой/препрег);
- вид и структура кромки после раскроя;
- возможность пакетного раскроя (его высота) и способность вакуумного стола обеспечить необходимую силу прижима;
- необходимость автоматизации процесса при расположении материала на поверхности рабочего стола и его последующей выгрузки.



Плетельные технологии (Braiding)

Данная технология была изобретена более ста лет назад и применялась при производстве канатов, веревок, строп. Проведенная модернизация и дальнейшие технологические решения конструкторов оборудования позволили расширить возможности и качественно изменить специфику использования. На базе программного управления появилась возможность приводить в движение катушки по определённой рассчитанной и заданной траектории, что позволило получать плотную структуру, воспроизводимую формообразующей оправкой из взаимно переплетающихся однонаправленных волокон. Варьируя скоростью перемещения оправки, меняется схема армирования (углы). Решения с использованием плетельной технологии и роботизированного комплекса позволяют реализовывать разноплановые задачи по изготовлению несущих конструкций, применяемых в авиации и РКТ. Сформированная технологическая линия позволяет производить конструкционные элементы из полимерных композитных материалов различных сечений, в том числе профилей изогридных систем с меньшими весовыми характеристиками и большим прочностным запасом.

Преимущества технологии:

- меньшая стоимость производства конструкции;
- меньший вес конструкции;
- повышенная безопасность конструкции.

Получаемые изделия выдерживают большие нагрузки за счёт равномерного распределения нагрузок по всей структуре.



Линии производства углеволокна (УВ)

На сегодняшний день существует экспансия поставок импортного углеволокна на территорию РФ по ценам в несколько раз превышающим мировые. Действующие или развивающиеся производства в России не в состоянии удовлетворить потребление УВ.

Решение

Создание высокотехнологичного производства с возможностью производить УВ на базе наиболее перспективных прекурсоров.

Продукция

Углеволокно от 1 до 24К (количество тыс. однонаправленных филаментов в одной волоконной нити).

Стоимость углеволокна складывается в следующем процентном соотношении:

- производство ПАН или покупка как сырья (44%);
- окисление (17%);
- графитизация (12,7%);
- карбонизация (15,1%);
- обработка поверхности с последующей упаковкой (10%).

Существенные потери на каждом из производственных циклов, исходя из объёмной массы:

- производство ПАН, вытяжка (от 1,5 до 3%);
- оксидирование, окисление (до 4,5% потерь массы);
- карбонизация (до 50% потери массы);
- графитизация (до 4,5% массы);
- обработка поверхности и намотка (возможны редкие повреждения, но они не существенны).

Существующая технология была разработана несколько десятилетий назад. Процесс многостадийный и экологически вредный, требовательный к мерам безопасности на производстве и окружающей среде. Полиакрилонитрил, используемый для получения волокна и служащий сырьём, является тройным сополимером и не плавится без разложения. Именно по этой причине, волокно из него может быть получено только методом формования из растворов. На свойства исходного ПАН – волокна влияют очень много факторов:

- условия получения полимера;
- химический состав;
- условия формования, вытяжки;
- термообработки;
- содержание в готовом волокне растворителя;
- крутка волокна, добавки и прочее.

Сухой процесс немного похож на первый, в котором происходит «мокрая» вытяжка из расплава, за исключением стадии затвердевания сополимера, для которой используют испарение растворителя вместо промывки в коагуляционной ванне и заменяется на нагрев в газовой камере. И в первом и во втором случае используют одни и те же растворители. Потребность в растворителе необходима для создания расплава полимера с последующей вытяжкой при температуре около 220 С. С повышением температуры начнётся процесс сшивки сополимера в диапазонах 220 – 250 С.

Установка по производству ПАН-прекурсора может быть интегрирована в действующую линию по производству углеволокна. Но для большей гибкости производственной системы эти производственные стадии следует разнести/распараллелить.

Есть четыре основных этапа в производстве ПАН с использованием мономеров акрилонитрила: полимеризация, спиннинг/коагуляции, растяжения и обмотки.



Сайт компании

www.composite.deg.ru

Е-mail

composite@deg.ru

Бесплатный звонок по России

8-800-250-54-56

Офис компании

**111024, Россия, г. Москва,
2-я ул. Энтузиастов, д.3, стр. 1
тел.: +7 (495) 223-54-54**