

Резиновые профили для автомобилей: новая разработка в области автоматизации флокирования

ВВЕДЕНИЕ

Техника флокирования используется на резиновых, пластиковых, металлических и других материалах в таких отраслях, как автомобилестроение, упаковка и другие коммерческие сферы.

Среди различных флокирующих машин, представленных на рынке, есть линии для флокирования автомобильных резиновых компонентов. За годы своего существования эти машины претерпели прогрессивное техническое и технологическое развитие.

В связи с положительными результатами этой разработки все большее значение приобретает необходимость автоматического управления флокирующими линиями и систем управления данными, собираемыми электронными приборами, используемыми на линиях.

Одной из областей, где возможны интересные разработки, являются линии флокирования автомобильных профилей, изготовленных из восстанавливаемой резины. Вкратце, речь идет о флокировании на специальных линиях углов экструдированных резиновых профилей (EPDM, TPE и TPV), предварительно соединенных на специальных машинах для литья под давлением.

Для этого были созданы автоматизированные заводы, оснащенные обширными системами датчиков и роботов:

- **автоматизация позволяет повысить производительность, уменьшить количество брака и максимально контролировать параметры различных технических функций, используемых на заводах;**
- **эргономика** для улучшения условий труда операторов. В частности, была разработана система для улучшения загрузки и выгрузки деталей на линии: была изготовлена система, которая складывает опоры для деталей, чтобы облегчить погрузку/выгрузку;
- **Высокая производительность** при низких затратах труда;
- **универсальность** для быстрого изменения типа профиля;
- возможность **сбора данных о процессе** с помощью соответствующих **датчиков** и использование современных систем **связи** для удаленного использования и обработки собранных параметров.

AIGLE Macchine S.r.l.

Via Donatello 8 - 10071 - Borgaro Torinese - Italia

Tel +39 011 2624382

E-mail: info@aigle.it <http://www.aigle.it>

C.F. e VAT N° 08765330017



Эти новые достижения позволяют использовать и разрабатывать инновационные продукты с особым упором на автоматизацию и управление технологическими данными, применяемые в основном (но не только) в автомобильном секторе, который также является одним из самых быстрорастущих рынков во всем мире (помимо автомобильного сектора, другими применимыми секторами являются, например, авиационная, военно-морская, железнодорожная и строительная отрасли).



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ

В области флокирования резиновых профилей для восстановления уже существуют области применения, требующие полупромышленных, а в некоторых случаях и кустарных процессов. Сама компания Aigle разработала и установила несколько линий флокирования такого типа на протяжении десятилетий. Однако сейчас считается возможным и целесообразным установить роботизированные системы для автоматизации всех этапов и, прежде всего, для надлежащего управления собранными данными о процессе.

Кроме того, если говорить об автоматизации производства, то до сих пор предварительная обработка профилей и нанесение клея выполняются вручную, а иногда и в автономном режиме.

Этот опыт привел к необходимости разработки новых моделей автоматизированного производства флокированных изделий для этих компонентов

Область исследования была разработана в рамках индустриально-инновационного проекта с целью создания инновационной модели, существенно отличающейся от существующих в настоящее время, включая использование сенсоров, возможностей подключения и аналитики данных (анализ производственных данных):

В целом, что касается оборудования данного типа, представленного в настоящее время на рынке, то первые две операции (a, b) из пяти на этих машинах выполняются вручную:

- a. Предварительная обработка (в мире в настоящее время выполняется в автономном режиме или вручную)
- b. Нанесение клея (в мире в настоящее время выполняется вручную оператором)
- c. Применение флока
- d. Сушка клея
- e. Окончательная очистка

Новизна заключалась в том, чтобы автоматизировать их с помощью роботов и специальных инструментов, таких как плазменные пистолеты и прецизионные дозаторы клея, но при этом весь завод должен был претерпеть глубокую электронную эволюцию на всех своих этапах. В самом деле, очень важно, чтобы обрабатываемые резиновые компоненты автоматически распознавались, а все этапы автоматически управлялись и контролировались комплексно.

Таким образом, необходимо, чтобы данные, регистрируемые датчиками и камерами, не только собирались, но и обрабатывались в процессе производства, а затем, разумеется, постоянно перерабатывались для контроля и повышения эффективности всей производственной системы (производительность, сокращение отходов и т. д.).

Поскольку пять рабочих этапов сильно отличаются друг от друга, для каждого из них требуются специальные приборы для считывания, обработки и сбора данных (например, пирометры в печах, киловольтметры в зоне флокирования, регулирующие реле давления в клеевой зоне, термометры и гигрометры в зоне флокирования и т.д.).

Таким образом, инновация - это не просто каскадная автоматизация первых двух этапов, а изучение **интегрированной системы**, которая собирает самые разные данные с различных датчиков, данные, которые затем анализируются и управляются непрерывно.

Таким образом, компания Aigle разработала несколько прототипов линий, чтобы затем внедрить автоматическую систему управления технологическими данными. Цель заключалась в проверке и демонстрации используемых технологий в промышленных условиях сначала на уровне прототипа, а затем на реальном уровне эксплуатации, вплоть до квалификации системы и демонстрации ее применимости в области производства резиновых профилей.

Наконец, была предпринята попытка объединить специфическое сырье (химикаты и флоки) с особыми требованиями к системе управления, которая была разработана таким образом, чтобы на поверхности можно было обрабатывать профили с желаемыми техническими характеристиками



ПРОФИЛЬ ИЗ ФЛОКИРОВАННОЙ РЕЗИНЫ: К ОБЩЕМУ КАЧЕСТВУ

В частности, на автомобилях (и не только) используются резиновые профили, которые требуют различной обработки для придания теплоизоляционных характеристик и устойчивости к атмосферным воздействиям и истиранию. Применение этих методов обработки позволяет:

- ограничение **вибраций** (эффект антидребезга)
- облегчают механическое **скольжение**
- продлевают срок службы изделия, ограничивая **механический износ** и агрессивное воздействие **атмосферных компонентов**.

Однако существует ряд трудностей, связанных с автоматизацией производственного процесса, управлением данными и достижением этой цели на уровне процесса и управления.

В представленном исследовании рассматриваются и решаются эти проблемы:

- **автоматизация и управление технологическими процессами**
- **изменение формы резины** в процессе обработки (что, безусловно, ухудшает качество и воспроизводимость продукции)
- флокируемость **участков профиля**, труднодоступных для волокон флока (наличие подрезов).

Сегодня в связи с растущей потребностью в автоматизации различных механических частей автомобиля, в первую очередь люков, капотов и других областей, не связанных с автомобилем, растет использование флокированных профилей. Рост спроса, однако, требует рационализации производственных критериев и контроля над ними, а также **повышения производительности**.

В то же время постоянное повышение стандартов качества требует от производителей этих компонентов усилий по достижению полного качества, а значит, и производственных систем, способных повысить производительность при сохранении высокого контроля качества полуфабриката.

Причины, по которым в настоящее время не существует особо продвинутых автоматизированных заводов для вышеупомянутых целей, в основном обусловлены следующими факторами:

- Резиновые детали склонны не сохранять **постоянную форму и положение** на производственной линии. Это затрудняет использование роботов.
- профиль должен быть покрыт флоком не полностью, **а только по частям**. Поэтому при нанесении аэрозольного клея придется использовать маски, что делает процесс дорогим и сложным для автоматизации.
- Сложность флокирования резины заключается в сочетании специальной предварительной обработки (плазменной) и подборе химических веществ (клея и краски), совместимых с прецизионными дозаторами. Для флокирования профилей необходимо, чтобы клеи создали на поверхности резинового изделия слой толщиной около 0,2 мм. Этого можно добиться только с помощью техники распыления. Также были найдены клеи, которые отверждаются при относительно низких температурах, но при этом обеспечивают хорошее сцепление с резиной. Предварительная обработка, количество и качество распределения клея, контроль расхода флока, электростатические поля и контроль температуры сушки - вот **параметры, которые** были собраны и обработаны в рамках данного исследования с помощью современных измерительных систем, автоматизации и протоколов связи, которые сделали данные процесса легко доступными для сотрудников производственного контроля.



В случае с профилями трудности с флокированием усугубляются тем, что сложно равномерно распределить волокна по всему **сечению** профиля. Поэтому было решено использовать технику электропневматического флокирования, которая, благодаря точному смешиванию воздуха и флока, позволяет достать волокна в труднодоступных для флокирования местах.

Кроме того, профили не всегда имеют постоянную форму и положение. Мы изучили решение с использованием **камер, установленных на роботах, чтобы корректировать траектории в реальном времени** и ограничить эту проблему. По этим причинам до сих пор операторы всегда были вынуждены работать вручную, и необходимость автоматизации процесса уже была четко выражена.

В настоящее время не существует альтернативных флоку систем, которые могли бы гарантировать такую же производительность на резиновых профилях. На рынке не существует продукта типа "текстиль", который бы точно повторял поверхность резиновых объектов. Кроме того, волокна флока могут быть выбраны для:

- диаметр
- длина
- цвет

Для резины предпочтительнее полиэфирный или полиамидный флок, так как они более прочные. Однако возможность выбора типа волокна и, соответственно, его механических характеристик позволяет использовать его в самых разных областях.

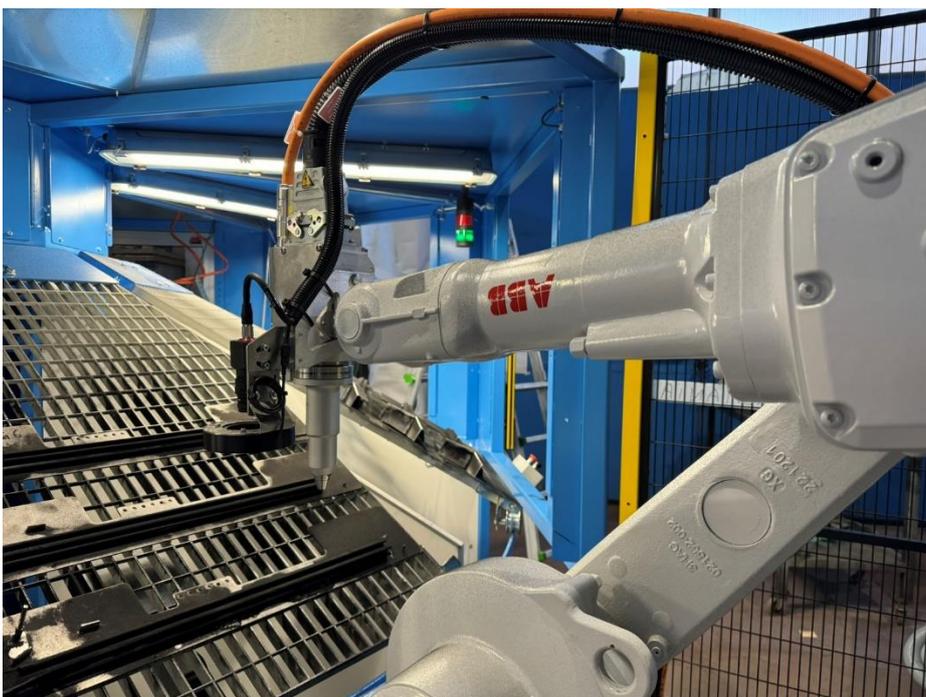
ЛИНИЯ ФЛОКИРОВАНИЯ: ИННОВАЦИИ

Поэтому на новых флокирующих линиях было использовано несколько элементов:

- **Изделия поддерживаются** системой планок или опор, которые перемещаются с пошаговыми остановками. Совместимость с системой транспортировки планок или карусельных опор, используемых на ранее построенных линиях флокирования, была изучена с точки зрения: механической совместимости, скорости работы и геометрической совместимости изделий. Например, клетки поднимаются навстречу оператору с помощью системы автоматических рычагов (управляемых датчиками положения), которые позволяют легко загружать изделия на линию. Таким образом, положение туловища остается максимально вертикальным во время операций загрузки/выгрузки профилей.



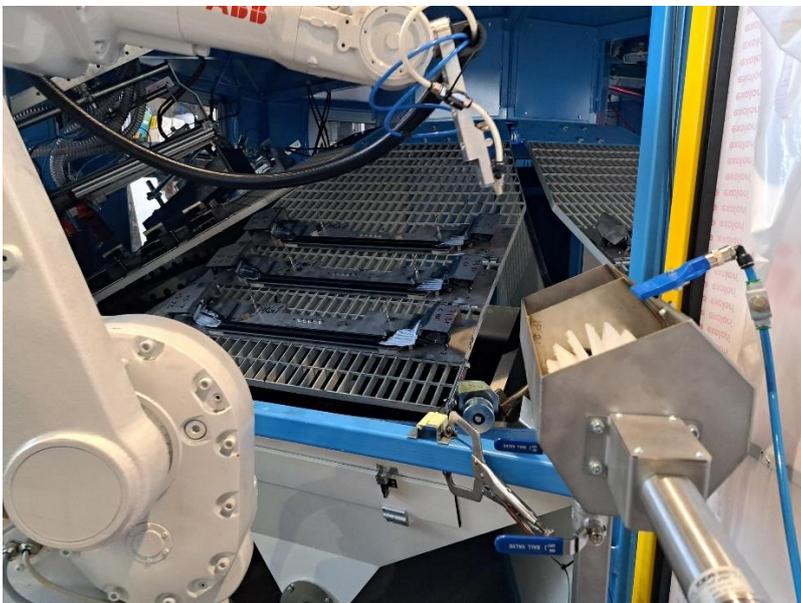
- В первом роботе, предназначенном для **предварительной обработки плазмы**, установлена камера, оснащенная соответствующей системой освещения. Камера выполняет две различные функции:
 - **Определение типа обрабатываемого профиля, чтобы выбрать рецепт для выполнения**
 - **Определение точного положения** каждой отдельной детали для привязки роботов для точного выполнения роботизированных операций,



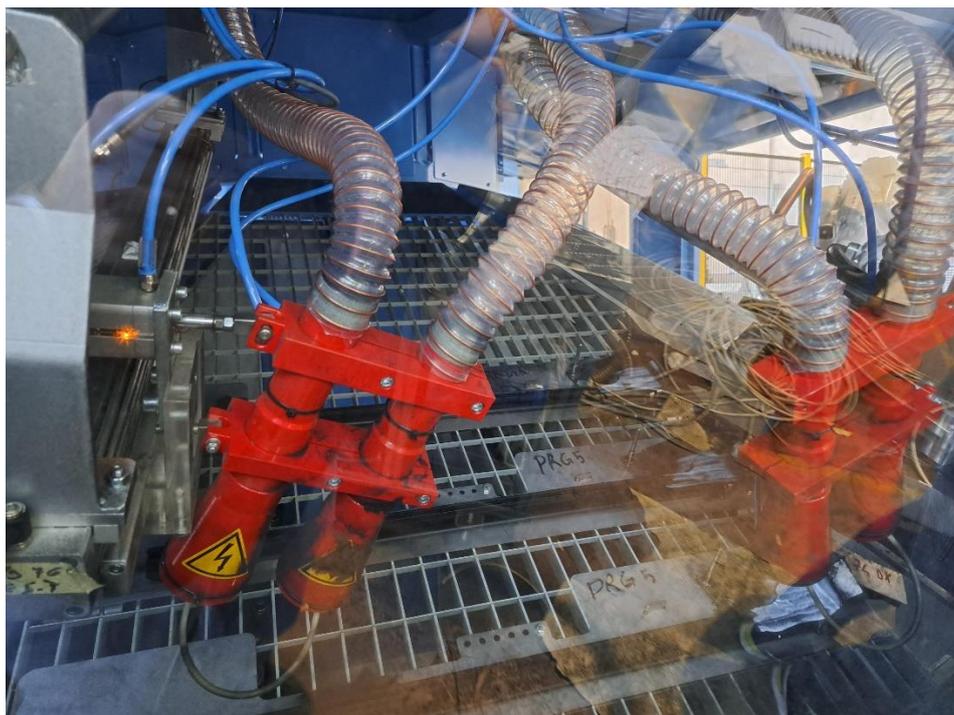
- **Нанесение клея**, на этом участке для перехода к использованию второго робота был определен распылительный пистолет с возможностью значительно варьировать высоту нанесения, от очень маленькой, минимум 5 мм, до максимальной 15-20 мм. Робот управляет розой нанесения с помощью пропорционального клапана, который изменяется в зависимости от различных участков, обрабатываемых клеем:
- маленький розовый для контуров, чтобы не создавать излишне забрызганных участков
- Более широкая роза для центральных зон, чтобы сократить время нанесения (необходимо для достижения цели).

В системе распределения клея используется усовершенствованный датчик, контролирующий расход клея.

Он измеряет проходящий клей для подтверждения правильного функционирования системы и предупреждает ПЛК в случае аномальных измерений прохода, которые не соответствуют заданным данным.

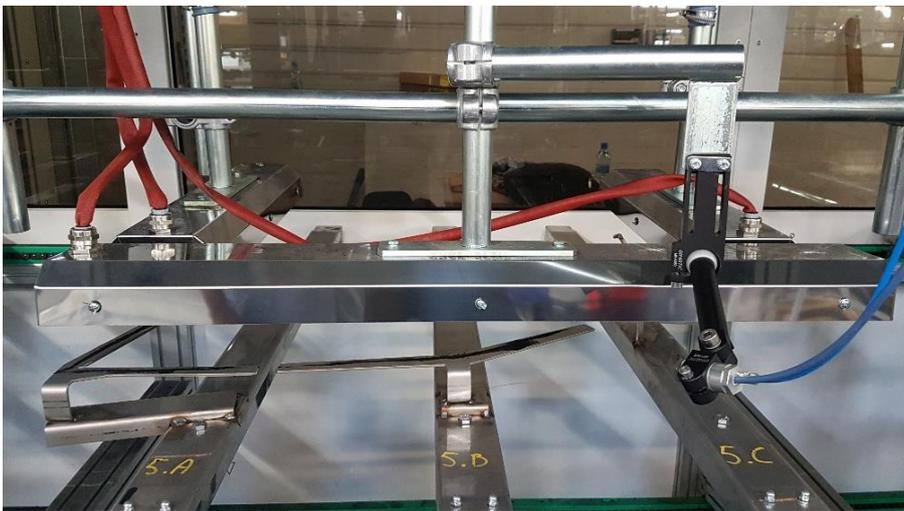


Флокирование с помощью электропневматических пистолетов для распределения волокон, со специальным устройством для фильтрации и извлечения излишков флока. Пистолеты, прикрепленные к третьему роботу, могут быть изготовлены методом 3D-печати с использованием прозрачной полипропиленовой нити. Таким образом, трубка, несущая полиэфирное микроволокно, обладает необходимой механической прочностью, но в то же время прозрачностью: благодаря прозрачности трубки мы можем контролировать наличие флока и количество волокна, направляемого в пистолеты, с помощью оптического датчика. Таким образом, мы можем управлять скоростью вращения инвертора вентилятора подачи волокна с помощью сигнала, полученного от датчика. Таким образом, количество стада, поступающего на профиль, оптимизируется, а в случае засора в трубе система обеспечивает ускорение скорости вентилятора для автономного устранения засора, не требуя вмешательства оператора и длительной остановки линии. Если засор сохраняется, датчик может подать сигнал тревоги и заблокировать линию.



- Флокирующая установка, оснащенная электростатическим полем переменной интенсивности, которое обеспечивает превосходную стойкость флока к истиранию. Распределитель флока заключен в **климатическую камеру** с автоматическим контролем влажности и температуры, что обеспечивает постоянную работу флокирующей установки.

- Сушка осуществляется с помощью системы инфракрасных ламп. Каждая группа ламп оснащена пирометром, который позволяет регулировать интенсивность ламп при достижении заданной температуры. Лампы имеют разную длину волны в зависимости от стадии отверждения клея. Параметры флокирования (вентиляторы и напряжение генератора) контролируются роботом в зависимости от траектории движения.



- Соответствующая закрытая установка для минимизации загрязнения рабочей среды волокнами.



Реле давления во всех вытяжных вентиляторах используются для контроля правильного потока воздуха и сигнализации о любых неисправностях в аэродинамических контурах.

Система **управляется ПЛК для управления основными производственными параметрами.** Система также позволяет задавать "рецепты" для конкретных продуктов: установленные производственные параметры можно запомнить и повторно использовать для аналогичных процессов. Также можно отслеживать любые аномалии на линии и анализировать их влияние на производительность.

ПЛК подключен с помощью SCADA-системы (программное обеспечение CitectSCADA или WinnCC Professional) к ПК, предлагающему сбор данных:

- Синоптическая диаграмма линии с указанием используемых параметров, рецепта заготовки, обрабатываемой в данный момент, производства в заданные сроки, производительности, любых отклонений от цели.
- Платформа имеет внутренний счетчик, который отслеживает часы работы и количество произведенных деталей, чтобы держать под контролем износ расходных деталей и предупреждать руководителя производства о необходимости проведения **технического обслуживания.**

Исследование включало в себя приобретение технического решения для роботизированных систем, способных гарантировать качество и повторяемость производственной модели и, следовательно, конечного продукта.

Также были изучены системы **безопасности**, датчики и барьеры для защиты операторов для будущего промышленного применения.

Производительность установки составляет около 180 углов в час (в зависимости от формы флокируемых профилей).

По показателю дефектности достигается результат 2-3 %.

Если говорить еще более подробно, то для обеспечения качества и контроля продукции на флокирующем заводе требовался целый ряд эволюционных элементов.

Таким образом, были разработаны системы для:

1. **визуализация** и управление профилями, которые не прошли этап нанесения покрытия и флокирования. Визуальные маркеры указывают на профили, которые остаются в "карантине", поскольку в процессе обработки произошла непредвиденная ситуация. Таким образом, производственный процесс не останавливается, чтобы избежать образования отходов на других профилях.
2. идентификация и регистрация различных **партий** продукции с занесением в реестр plc
3. управление такими **параметрами**, как скорость обхода профиля, на основе времени обработки и времени пребывания в печи. Параметры температуры печи и скорости перемещения профиля сохраняются, например, каждые 10 минут. Таким образом, оператор получает подтверждение того, что отдельная партия была произведена с постоянными и проверяемыми характеристиками.
4. контроль веса **сырья** (флока и клея) с помощью загрузочных ячеек для управления и **контроля расхода**, а также для предупреждения о приближении запаса продукта, чтобы оператор активизировался для замены клеевого барабана и необходимой загрузки флока в бункер распределителя.
5. Контроль **расхода флока** с сигнализацией при низком уровне или отсутствии подачи
6. контроль значений **электростатического генератора** с сигнализацией в случае несоответствия заданным значениям.
7. поточные системы контроля **качества** с современными визуальными/сенсорными системами

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Предполагается, что разработки в области автоматического флокирования резиновых профилей при восстановлении могут быть продолжены и откроют новые горизонты для этих производственных технологий, а также для других типов флокирующих линий, как это было в подобных экспериментах в прошлом.

Проект развивался в ходе следующих предварительных мероприятий:

а) **Анализ методов производства** и продукции для определения функциональных моделей с целью систематического выявления инновационного потенциала восстанавливаемых профилей флокированных линий, а также лучших технических и технологических возможностей, в том числе и из других промышленных секторов;

б) **реконструкция состояния технологий** и исследований в соответствующих научно-технических областях, подчеркивая, какие игроки инвестировали и развивали новые знания в технологиях, представляющих потенциальный интерес, и с какими результатами

в) **определение потенциальных технологических возможностей** и руководящих принципов для возможной последующей реализации.

Это привело к:

- **обобщить современное состояние** электронных технологий в научно-технических областях контроля и управления качеством продукции (описанные профили) и производственной системы для его достижения (развитая линия флокирования)
- **развивать новые знания и применять их** к продукту и системе на основе вышеизложенного
- определять новые цели развития электронных систем, применяемых для будущих новых реализаций

Поэтому было разработано специальное программное обеспечение, а также выбраны и интегрированы коммерческие компоненты, адаптированные к конкретным потребностям.

В будущем возможно применение этих технологий на промышленных предприятиях, конечно, для производства резиновых профилей, но в дальнейшем и для других видов промышленной продукции: прокладок для легкой промышленности, для товаров длительного пользования, таких как бытовая техника, для строительства и т.д.