

**Обучающая брошюра
по проклеенным
завальцованным
соединениям**

Atlas Copco

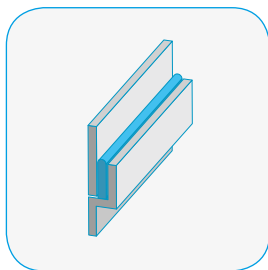


Содержание

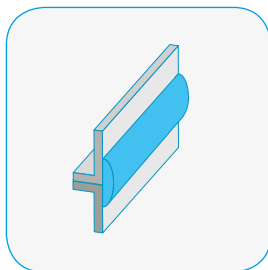
1.	Общие сведения о клеевых соединениях	4
1.1	Применение в цехе сварки кузовов	5
1.2	Использование клеевых соединений при изготовлении неокрашенных кузовов	6
1.3	Что такое завальцовка?	7
1.4	Для чего выполняется завальцовка и проклеивание загнутых кромок?	8
1.5	Технологические проблемы	9
2.	Факторы, оказывающие влияние на качество соединения	10
3.	Описание технологического процесса	14
3.1	Варианты компоновки оборудования	15
3.1.1	Оборудование для нанесения клея вручную	16
3.1.2	Автоматическое оборудование для нанесения клея, закрепляемое на опорной стойке	17
3.1.3	Автоматическое оборудование для нанесения клея, закрепляемое на рабочей поверхности робота	18
3.2	Основные типы клеящих материалов и рабочие параметры оборудования	19
3.3	Методы завальцовки	20
3.3.1	Завальцовка на столе	21
3.3.2	Завальцовка обкаткой роликами	22
3.3.3	Завальцовка в инструментальных штампах	23
3.4	Дополнительные технологические этапы	24
4.	Качество	25
4.1	Требования, предъявляемые к качеству	25
4.2	Проблемы обеспечения качества	26
4.2.1	Выдавливание клея	26
4.2.2	Излучины	27
4.2.3	Пузыри ПВХ	29
4.3	Методики испытаний	29
4.3.1	Визуальный контроль	30
4.3.2	Разрушающее испытание	32
4.3.3	Цветная дефектоскопия	33
4.3.4	Ультразвуковая дефектоскопия	34
5.	Решение, предлагаемое Atlas Copco	35

1. Общие сведения о клеевых соединениях в автомобильной промышленности

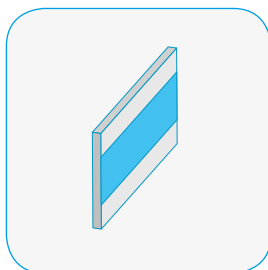
В настоящее время технологические процессы изготовления практически любых изделий включают в себя соединение и сборку деталей. Производители заинтересованы в использовании все более эффективных, быстрых и точных технологий сборки. Кроме того, постоянно растет спрос на новые методы и материалы, позволяющие снизить вес изделий и расход топлива, и одновременно, улучшить потребительские свойства продукта. Клеевое соединение является одной из немногих технологий сборки при производстве автомобилей, отвечающей всем вышеуказанным критериям.



Склеивание — это технологический процесс, предназначенный для соединения двух материалов с одинаковыми или различными характеристиками при помощи клеящего вещества.



Под **герметизацией** понимается перекрытие прилегающих участков деталей материалом, позволяющее избежать проникновения либо утечки газов или жидкостей, то есть обеспечить герметичность.



Изоляция представляет собой метод предотвращения либо уменьшения прохождения или передачи тепла, электричества либо звука.

1.1 Применение в цехе сварки кузовов

В кузовном цехе (цех по изготовлению неокрашенных кузовов) изготавливается кузов автомобиля путем сборки кузовных деталей. В процессе сборки применяются клеевые соединения, благодаря которым повышается безопасность при столкновении, увеличивается жесткость конструкции автомобиля и возрастает коррозионная устойчивость завальцованных деталей. В зависимости от задачи конкретного соединения, могут быть предложены несколько вариантов применения адгезивных материалов

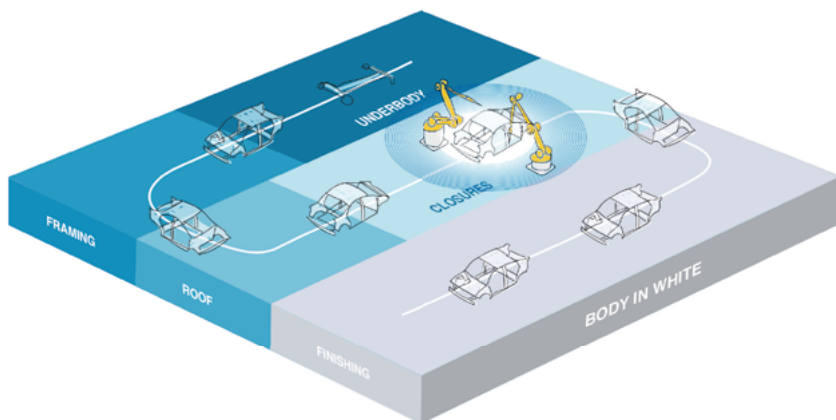
Мы выделяем три основных вида проклейки, используемых при изготовлении неокрашенных кузовов:

1. Структурное склеивание
2. Проклейка с целью повышения жесткости и снижения вибрации
3. Проклейка вальцовуемых соединений

Кроме того, иногда возникает необходимость герметизации соединений в области крышки заливной горловины бензобака или фар.

Где выполняется проклейка вальцовуемых соединений?

Изготовление навесных деталей (то есть дверей, капота, багажника и крыльев) выделяется в самостоятельный этап технологического процесса изготовления кузовов. На данном этапе производится проклейка и вальцовка соединений. Эта операция является одной из самых сложных сборочных операций, осуществляемых при изготовлении неокрашенных кузовов.



1.2 Использование клеевых соединений при изготовлении неокрашенных кузовов

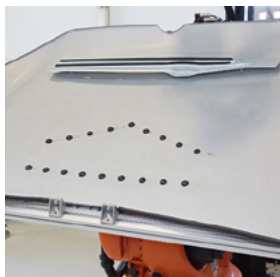
В настоящее время задачей первостепенной важности становится внедрение легких конструкционных материалов для кузовов автомобилей. Однако, подобные материалы применяются только в небольшом количестве моделей автомобилей, поэтому автопроизводители по-прежнему изыскивают новые методы повышения жесткости конструкции, улучшения результатов прохождения автомобилем краш-тестов, а также снижения усталости металлов и материалов, одновременно стремясь уменьшить вес транспортного средства.



Структурное склеивание

Как правило, высокопрочные и высоковязкие клеи, используемые для соединения металлических листов, наносятся дозирующим устройством в виде непрерывного, либо прерывистого шва.

«Прерывистые» либо «стягивающие» клеевые швы широко используются в сочетании с точечной сваркой для уменьшения ее неблагоприятного воздействия на окружающую среду (к примеру, за счет снижения образования дыма и паров при сварке).



Проклейка с целью повышения жесткости и снижения вибрации

Двери, капоты и кожухи часто состоят из нескольких деталей, между которыми необходимы плотные и упругие соединения. Они позволяют улучшить вибро- и шумоизоляцию во время движения автомобиля.

Наносимые дозирующим устройством клеевые швы и точки действуют как демпферы и прокладки между внутренней и внешней деталями.



Проклейка вальцованных соединений

Пространство внутри завальцованных соединений подвесных деталей, например, дверей, должно быть с особой точностью заполнено высокопрочным клеем в целях обеспечения безопасности при деформации. Кроме того, заполнение данного пространства клеем позволяет избежать коррозии.

В настоящее время многие автопроизводители предпочитают наносить клей в виде непрерывного шва. Качество проклейки завальцованных соединений может быть улучшено путем использования технологии виткового нанесения клея (технология Swirl).

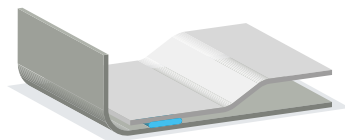
1.3 Что такое завальцовка?

Завальцовка является способом механического соединения внутренних и внешних панелей навесных деталей. Данный вид соединения применяется при изготовлении металлических дверей, капотов, кожухов и задних подъемных бортов. Для повышения сопротивляемости соединения деформации, возникающей при столкновении, зазор между завальцованными панелями заполняется высокопрочным клеем, служащим также для предотвращения коррозии.

1

Вложение одной панели в другую:

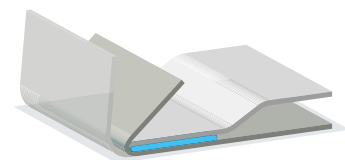
Внутренняя панель вкладывается в наружную панель, на которую предварительно наносится клей. На данном этапе очень важна параллельность плоскостей деталей.



2

Предварительная завальцовка:

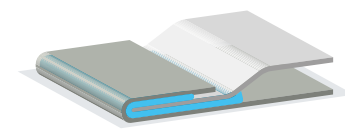
В результате механической формовки, выполняемой различными способами, загнутая кромка принимает окончательное положение.



3

Окончательная завальцовка:

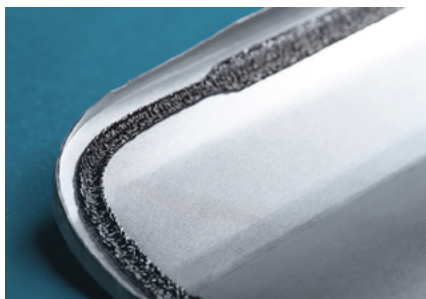
Пространство между окончательно завальцованными панелями оптимально заполнено клеем, который не содержит воздушных включений и дополнительно выполняет функцию коррозионной защиты.



1.4 Для чего выполняется завальцовка и проклеивание загнутых кромок?

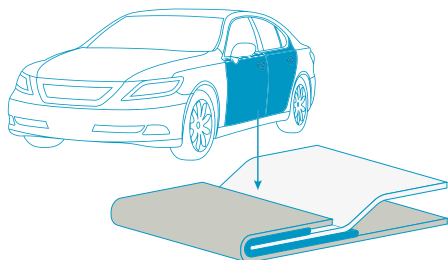
Завальцовка позволяет скрыть острые кромки металлических листов, из которых выполнены детали. При этом не только уменьшается риск получить травму, но и улучшается внешний вид изделия.

Клей между внутренней и наружной панелями выполняет структурную функцию, а также помогает предотвращать коррозию. Завальцованные панели нельзя скреплять механическими соединениями или точечной сваркой, поскольку они будут оставлять на поверхности панелей хорошо различимые следы (что недопустимо). По указанной причине клеевые соединения играют чрезвычайно важную роль в изготовлении любых навесных деталей неокрашенного кузова.



1.4 Технологические проблемы

Навесные детали должны изготавливаться с высоким уровнем качества. Следовательно, их сборка требует оптимального нанесения клея. Проклейка соединений, выполняемых методом завальцовки, является одной из наиболее требовательных технологических операций в процессе изготовления неокрашенных кузовов.



Известно ли Вам, что?

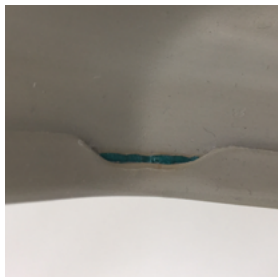
Соединение деталей методом завальцовки является одной из наиболее сложных сборочных операций в процессе изготовления неокрашенных кузовов автомобилей.

В процессе изготовления навесных деталей автопроизводители сталкиваются со следующими проблемами:

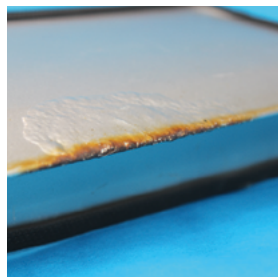
- Сложность оптимального заполнения клеем пространства между завальцованными деталями
- Риск образования воздушных каналов, которые могут стать причиной коррозии
- Сложная геометрическая форма соединяемых деталей
- Острые внешние кромки соединяемых деталей и необходимость обеспечения чистоты их поверхностей



Недостаточное заполнение клеем



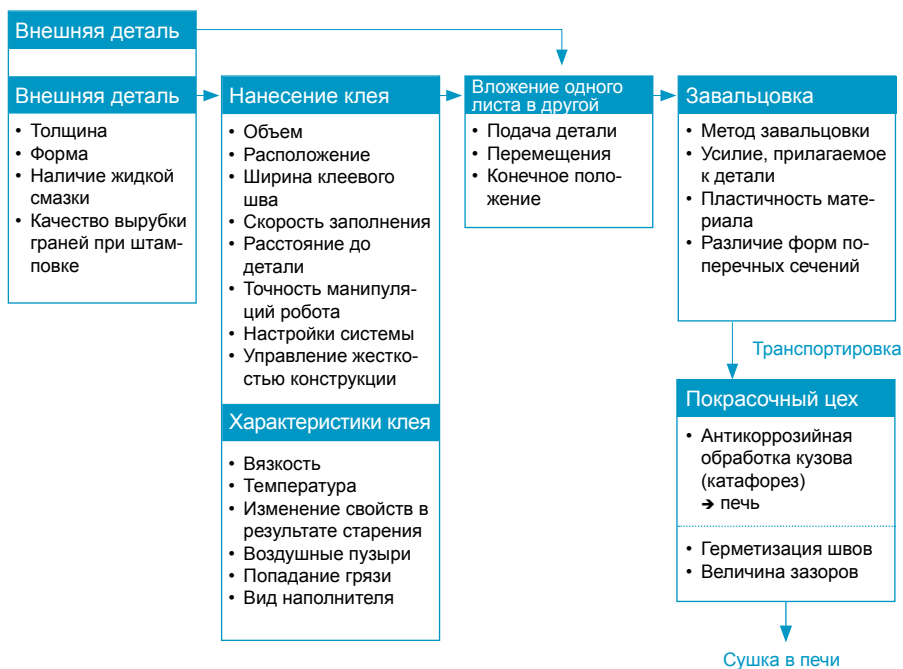
Выдавливание клея



Фланец двери, поврежденный коррозией

2. Факторы, оказывающие влияние на качество соединения

Качество заваляковки зависит от влияния множества различных факторов. Ниже представлена схема, на которой эти факторы сгруппированы по следующим признакам принадлежности: внутренний и внешний листы; параметры нанесения клея; характеристики клея; вложение одного листа в другой; заваляковка; технологические операции, выполняемые в покрасочном цехе.



Внутренний и внешний листы:

Допуски на толщину и форму листов, предусмотренные процессами штамповки и резки, могут существенно влиять на качество завальцовки. Наличие штамповочной смазки на металлическом листе напрямую влияет на адгезионные качества наносимого поверх него клея. Согласно

эмпирическому правилу, для обеспечения оптимальной адгезии клея количество жидкой смазки на стальном листе не должно превышать 5 г/м².

Алюминиевые листы необходимо очистить так, чтобы количество жидкой смазки на их поверхности не превышало 0,5 г/м².

Факторы, влияющие на качество нанесения клея:

На процесс нанесения клея оказывают влияние как параметры настройки робота, так и параметры работы системы нанесения клея. Их следует настроить так, чтобы обеспечить необходимый объем, расположение и ширину клеевого шва. **Коэффициент заполнения завальцованного соединения** обычно определяется отделом контроля качества, а правильное **расстояние** до детали в процессе

нанесения клея зависит от выбранного типа нанесения. Если **робот выполняет манипуляции с высокой точностью**, то качество нанесения клеящего материала значительно повышается. Нестабильные движения робота ухудшают конечный результат. Общие настройки системы должны быть точно отрегулированы под конкретный тип нанесения клея.



Объем

Представляет собой количественную характеристику ограниченного трехмерного пространства. К примеру, это может быть пространство, занимаемое определенным веществом (в твердом, жидком или газообразном состоянии). Объем рассчитывается по различным формулам, зависящим от формы объекта или окружающего пространства.

Характеристики клея: Вязкость клея существенно влияет на качество нанесения шва. При этом она, а значит, и результаты его нанесения, напрямую зависят от температуры окружающей среды. Необходимо также принимать во внимание ограниченный срок годности клеев. Использование клея с просроченным сроком годности может неблагоприятно отразиться на качестве соединения, поскольку химические ингредиенты клея и реакции с их участием со временем изменяются. Это может привести к недостаточной адгезии между металлическими деталями, а также другим изменениям, негативно влияющим на конечный результат. Если конечное завальцованное соединение содержит пузырьки воздуха, то в клеевом шве могут образовываться разрывы. Исправление данного дефекта требует значительных денежных вложений. Однако, если этот дефект останется незамеченным и неисправная деталь будет установлена на кузов, то через несколько лет эксплуатации автомобиля могут возникнуть проблемы с коррозией. Нанесение клея с включениями воздуха может привести и к другим дефектам.

Воздушные каверны захватывают влагу, которая расширяется во время сушки, и в результате образуются так называемые пузырьки ПВХ (см. фотографию). Любые загрязнения клея также влияют на качество его нанесения и, соответственно, на конечный результат.

В состав клея могут быть включены наполнители различных видов, предназначенные для улучшения, либо изменения его свойств.



Вязкость

Вязкость — свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. С точки зрения клеевых соединений вязкость важна из-за ее влияния на качество соединения.

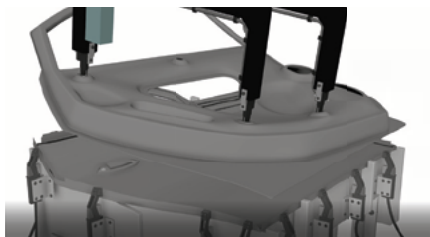
Диапазон динамической вязкости

Разбавленный или жидкий клей: 10-100 мПа·с

Высоковязкий клей, вплоть до пастообразного состояния:
> 15 000 мПа·с

Вложение одного листа в другой:

Подачей детали называется процесс, в результате которого внутренняя деталь вкладывается во внешнюю. Специалистами рекомендуется плоскопараллельное вложение соединяемых панелей (дополнительная информация приведена в главе 3). Характер движений в процессе вложения деталей существенным образом влияет на распределение клея. Конечное положение внутренней детали играет важную роль в процессе завальцовки и сопутствующего распределения клея.



Завальцовка: Данный метод используется для формовки загиба кромки листа. К детали прилагается усилие, изменяющее форму завальцованного участка и влияющее на распределение клея внутри него. Необходимо учитывать пластические свойства и упругое сопротивление металлических листов, поскольку они оказывают решающее влияние на достижение требуемого качества. Более подробное описание различных способов завальцовки, включая их преимущества и недостатки, приведено в главе 3.3.



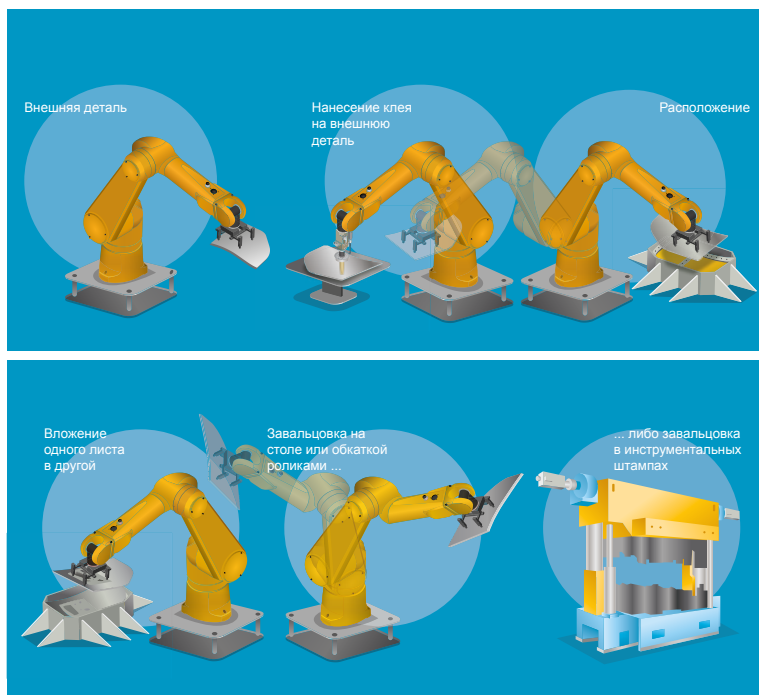
Покрасочный цех: После завальцовки навесные детали транспортируются в покрасочный цех. Здесь выполняется их антикоррозийная обработка и герметизация швов. Данные операции выполняют важную защитную функцию. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, ознакомьтесь с нашей брошюрой о косметической герметизации.



3. Описание технологического процесса

В целях удовлетворения различных требований (например, касающихся продолжительности цикла), автопроизводители осуществляют завальцовку на различных видах гибких производственных модулей. Типовой технологический процесс включает следующие этапы:

- Позиционирование внешней детали
- Нанесение необходимого материала (клей для завальцованных соединений и материал с виброгасящими свойствами)
- Вложение внутренней детали во внешнюю
- Завальцовка (на опорном столе, обкатка роликами, либо с использованием инструментальных штампов)



На отдельных этапах производства заказчики сталкиваются с рядом проблем, обусловленных действием различных факторов (см. описание в главе 2).

После завальцовки навесные детали транспортируются в цех окраски, где на них наносятся защитные покрытия.

3.1 Варианты компоновки оборудования

Автопроизводители выбирают различные варианты компоновки оборудования для нанесения клея в зависимости от требований, предъявляемых к процессу, и размеров помещения. Можно выделить три основных варианта компоновки оборудования:

1. Оборудование для нанесения клея вручную
2. Автоматическое оборудование с креплением на опорной стойке
3. Автоматическое оборудование для нанесения клея, закрепляемое на рабочей поверхности робота

Оборудование для нанесения клея вручную используется, как правило, на этапах создания прототипов, либо в мелкосерийном производстве. Автоматизированное оборудование используется при крупносерийном производстве высококачественной продукции, где важное значение имеет повторяемость результатов. В системах, устанавливаемых на опорной стойке, либо на рабочей поверхности робота, используются два различных способа соединения дозатора с аппликатором:

Установка аппликатора на фланец робота:

При использовании установки данного типа размер дозатора не влияет на гибкость и скорость манипуляций робота, поскольку дозатор смонтирован на оси 3 или 7 робота. Кроме того, благодаря минимизации нагрузки возможно использование роботов меньшего размера. Компактный аппликатор более удобен для доступа к различным участкам деталей в процессе нанесения клея.

Установка аппликатора непосредственно на дозаторе:

Данный вариант установки обычно используется в тех случаях, когда отсутствуют особые требования по грузоподъемности и динамике робота, а также доступу к деталям. Благодаря небольшому расстоянию между измерителем и аппликатором точность дозирования клея становится еще выше. Это особенно важно для высокопроизводительного нанесения прерывистых швов, а также для работы в условиях ограниченного пространства.

Как правило, оборудование для завальцовки входит в состав гибкого производственного модуля. Клей наносится на внешний лист, после этого вкладывается внутренний лист и выполняется завальцовка. После завальцовки навесная деталь приобретает свой окончательный внешний вид.

3.1.1 Оборудование для нанесения клея вручную

В некоторых случаях автоматизация процесса нанесения клея невозможна, либо нецелесообразна. Оборудование для нанесения клея вручную может быть выбрано из соображений более удобного доступа к деталям, повышенной гибкости и/или экономической эффективности.



Комплекс ручного оборудования гибкого производственного модуля состоит в основном из системы подачи клея, напрямую подключенной к аппликатору. Для обеспечения требуемого качества склеивания (например, для нанесения нужного объема клея) работа должна выполняться опытным оператором.



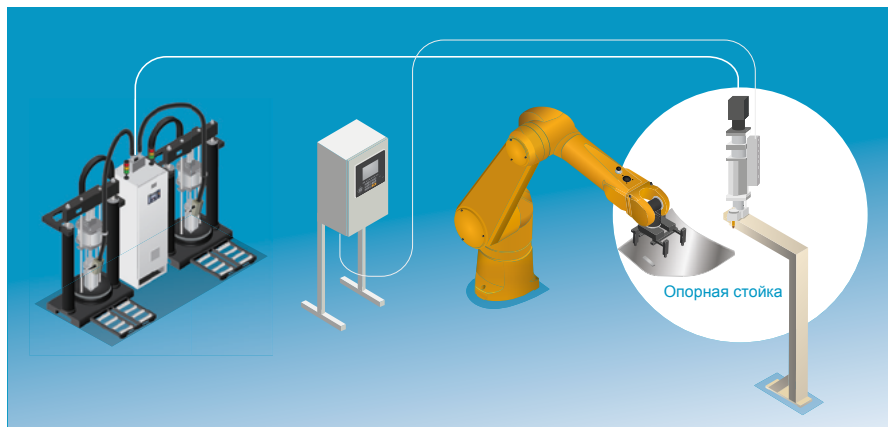
- Небольшие начальные инвестиции
- Гибкая компоновка системы



- Качество работы зависит от навыков оператора (проблемы с повторяемостью результата)
- Более высокая продолжительность цикла

3.1.2 Автоматическое оборудование с креплением на опорной стойке

Установка дозатора вместе с аппликатором на опорной стойке обеспечивает экономию рабочего пространства и первоначальных затрат.



Комплекс автоматизированного оборудования гибкого производственного модуля состоит из системы подачи клея (на линии изготовления неокрашенных кузовов обычно используется двубочечный откачной модуль с системой управления, подключенный к дозатору. Все указанные компоненты подключены в свою очередь к главной системе управления). Робот оснащен захватным устройством, которое помещает деталь под аппликатором, установленном на опорной стойке.



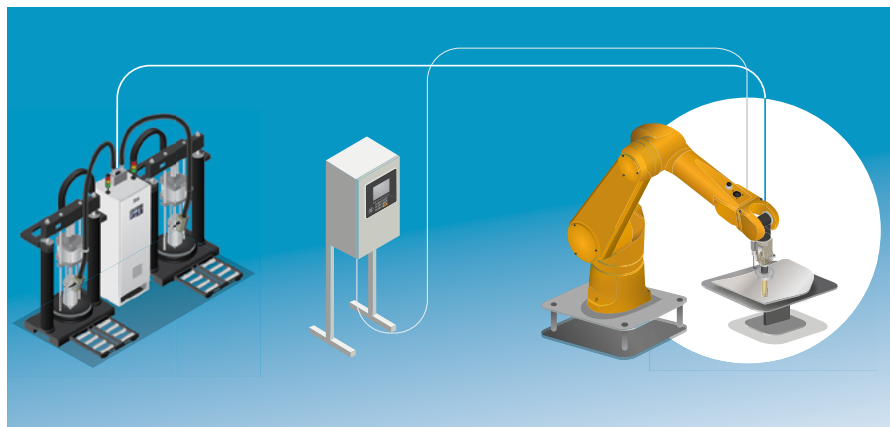
- Более низкие начальные затраты (отсутствует станина)
- Захватное устройство может выполнять несколько задач
- Более высокая долговечность шлангов и кабелей (не совершаются движения)



- Недостаточная точность захватного устройства
- Меньшая точность нанесения клея
- Наличие ограничений по размеру панелей (проблемы с повторяемостью результатов и точностью манипуляций)

3.1.3 Автоматическое оборудование для нанесения клея, закрепляемое на рабочей поверхности робота

Благодаря установке оборудования на рабочей поверхности робота обеспечивается высокая гибкость процесса нанесения клея.



- Высокая гибкость в отношении размеров панелей
- Очень точное нанесение клея и высокая степень повторяемости результатов



- Необходимо помещение большей площади
- Более высокие начальные затраты
- Более низкая долговечность (например, у шлангов - по причине совершения движений)

3.2 Основные типы клеящих материалов и рабочие параметры оборудования

В процессе завальцовки могут использоваться различные типы клеев и рабочие параметры оборудования.

Соединения, выполняемые методом завальцовки, обычно проклеиваются эпоксидным клеем (со стеклянными шариками или без них), либо каучукосодержащим клеем, либо двухкомпонентным клеем.

Для правильной установки рабочих параметров оборудования необходимо учитывать ряд факторов, в частности, используемый вид клея, продолжительность цикла и требования к наполнению.

Известно ли Вам, что?

Многие виды клеев, используемые для проклеивания завальцованных соединений, содержат стеклянные шарики. Шарики используются для фиксации необходимого расстояния между металлическими деталями в составе завальцованного соединения. Эти наполнители могут оказывать значительный абразивный эффект. Поэтому линия подачи клея должна удовлетворять строгим требованиям по производительности и долговечности.

Основные типы клеев (со стеклянными шариками или без них)

- Эпоксидный клей (со стеклянными шариками или без них)
- Каучукосодержащий клей
- Двухкомпонентный клей

Параметры

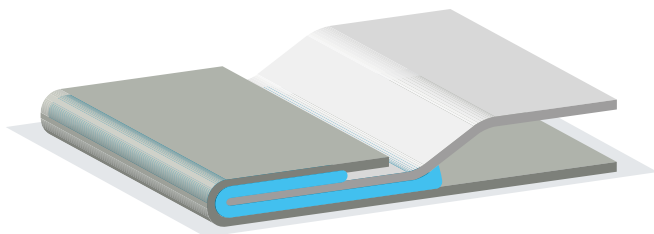
- Скорость манипуляций робота: 250-400 мм/с
- Расход клея: 3-10 куб.см/с
- Температура клея: 30-60 °С
- Давление: 25-80 бар
- Общий объем: 10-30 куб.см
- Продолжительность нанесения клея: 10-35 сек

Источник: Рабочие параметры оборудования в реальном времени, полученные от различных заказчиков со всего мира

3.3 Методы завальцовки

Как мы уже знаем, завальцовка является одним из самых сложных этапов изготовления кузовов из-за высоких требований, предъявляемых автопроизводителями.

Завальцовка – это способ механического соединения внутренних и внешних панелей навесных деталей. Метод завальцовки не может быть выбран правильно, либо неправильно. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки.



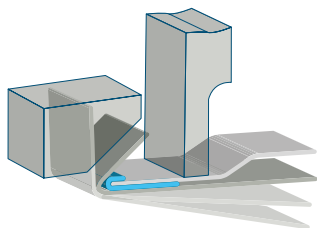
3.3.1 Завальцовка на опорном столе

Завальцовка на столе целесообразна при средне- и крупносерийном производстве и позволяет уменьшить продолжительность цикла до 15 секунд.

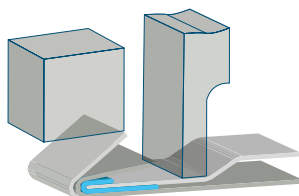
Два этапа технологической операции

- предварительная завальцовка
- окончательная завальцовка

Предварительная завальцовка



Окончательная завальцовка



- Малая продолжительность цикла
- Простота операции



- Дороговизна изменения (для каждой детали используется индивидуальный штамп)

3.3.2 Завальцовка обкаткой роликами

Этот метод завальцовки обычно выбирают для мелкосерийного производства либо для этапа создания прототипа.

Данный метод часто выбирается из соображений удобства доступа к детали. Продолжительность цикла существенно зависит от скорости манипуляций робота, размеров детали и наличия повторений. Завальцовка обкаткой роликами позволяет улучшить качество поверхности деталей из листового металла, имеющих сложную геометрическую форму.

Стандартная роликовая головка, выполняющая завальцовку, повторяет контуры внешних фланцев детали, изготовленной из листового металла (например, это может быть отверстие люка в крыше или арка колеса). Как правило, инструмент для завальцовки обкаткой роликами соответствует трем различным размерам штампов.



- Гибкость движений и распределение прикладываемых усилий
- Исключительно высокая точность



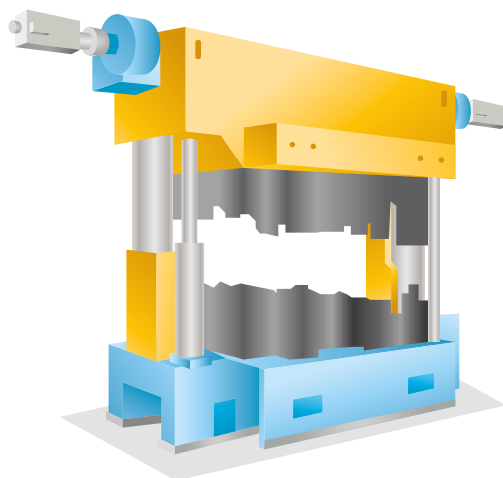
- Сложность программирования (требуется опыт работы с данным роботом и данным технологическим процессом)
- Продолжительность цикла

3.3.3 Завальцовка в инструментальных штампах

Завальцовка в инструментальных штампах широко используется в крупносерийном производстве автомобилей, поскольку позволяет сократить продолжительность цикла до нескольких секунд. Кроме того, некоторые прессы могут производить разные детали в течение одной операции.

Процесс имеет простой алгоритм. Внутренняя и внешняя детали помещаются в прессующий штамп. Пресс опускается вниз и выполняет завальцовку.

Существуют системы, в которых реализована возможность многомодельного производства путем использования нескольких прессовых установок для различных моделей автомобилей. Преимущество подобного решения состоит в том, что системы нанесения клея с антивибрационными свойствами и структурного клея могут использоваться при завальцовке деталей для различных моделей.



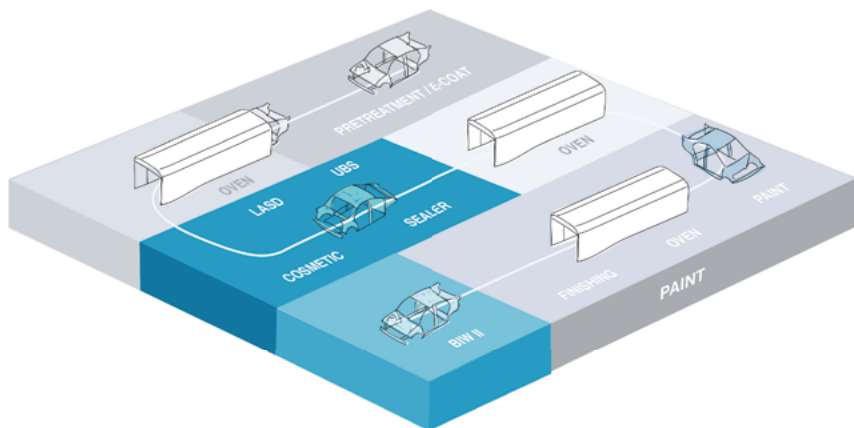
- Высокая скорость процесса
- Имеется возможность многомодельного производства на одном штампе
- Используется меньшее количество оборудования на одном штампе



- Необходимость смены штампов для производства разных деталей (если используется только один пресс)
- Трудно регулировать усилие

3.4 Дополнительные технологические этапы

После завершения сборки кузова автомобиля и монтажа подвесных деталей, выполняемого на станции сборки неокрашенных кузовов, кузов перемещается в покрасочный цех. Как было описано в главе 2, антикоррозийная обработка может влиять на качество заваляцовки. Неправильно нанесенный клей может быть смыт в ванне для катафореза.



После того, как кузов пройдет сушильную камеру, на него наносят защитные материалы.

Навесные детали обрабатываются косметическими герметиками, которые обеспечивают дополнительную защиту от проникновения влаги и привлекательный внешний вид.

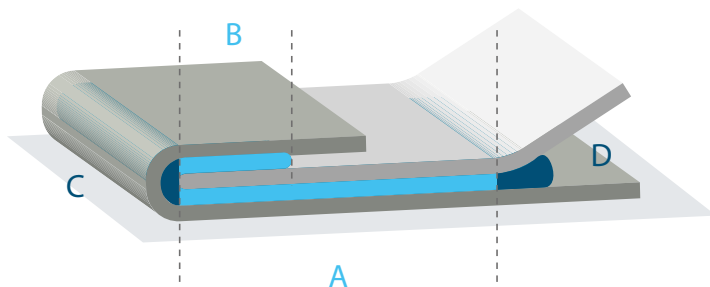
4. Качество

«В производстве этим термином обозначается мера «совершенства» (относительно заданного стандарта), либо мера отсутствия дефектов, недостатков и значительных отклонений. Качество достигается благодаря строгой и последовательной приверженности определенным стандартам, которые обеспечивают единообразие продукции в целях удовлетворения особых требований заказчиков или пользователей. Стандарт ISO 8402-1986 определяет качество как «совокупность свойств и характеристик продукта или услуги, относящихся к их способности удовлетворить заявленные или предполагаемые потребности». Если компания-автопроизводитель обнаруживает дефект в одном из своих автомобилей и отзывает свой товар с рынка, то надежность этого товара в глазах покупателей, а следовательно, и объем его производства, уменьшатся по причине утраты доверия к качеству данного автомобиля».¹

4.1 Требования, предъявляемые к качеству

Стандарты качества корпорации Atlas Copco являются самыми высокими в обрабатывающей отрасли.

- A. 100% проклеивания
- B. X% проклеивания между контактными поверхностями внешней и внутренней деталей (зависит от производителя)
- C. Полное заполнение клеем
- D. Видимый выход клея направлен внутрь навесной детали



¹ Источник: <http://www.businessdictionary.com/definition/quality.html>

4.2 Проблемы обеспечения качества

Поскольку процесс завальцовки является одним из самых сложных этапов в изготовлении неокрашенных кузовов, то при его осуществлении возникает ряд проблем, связанных с обеспечением качества продукции.

Некоторые из этих проблем относятся непосредственно к нанесению клея. Их вызывают различные факторы (описанные в главе 2), которые действуют до, во время и после нанесения клея, и приводят к различным последствиям.

Компетентность

Для определения точной причины возникновения проблемы с качеством необходимо проанализировать весь процесс завальцовки. Как было сказано в главе 2, качество окончательной завальцовки может зависеть от целого ряда факторов, начиная от штамповки и заканчивая обработкой в покрасочном цехе. Поэтому для определения и устранения основной причины проблемы требуется высокая компетентность и понимание процесса в целом.

4.2.1 Выдавливание клея

При обнаружении локального выдавливания клея важно исправить этот дефект на раннем этапе. Если вытекший клей не будет удален, то это может привести к загрязнению не только инструмента для завальцовки, но и жидкости в катафорезной ванне, а это чревато дальнейшими проблемами. После поступления завальцованного соединения в покрасочный цех выдавленный клей может негативно сказаться на косметической герметизации (если таковая применяется).



Основные причины этого дефекта, как правило, следующие:

1. Нанесено слишком много клея:

в процессе завальцовки лишний клей выдавливается.

2. Ошибки в программировании траектории робота (или же вопросы к механическому состоянию робота):

если расположение клеевого шва выбрано неверно, то это может существенно повлиять на распределение клея внутри завальцованного соединения. Данный фак-

тор может стать причиной выдавливания клея - даже если зазор внутри завальцованного пространства не был заполнен клеем в соответствии с установленными требованиями.

3. Процесс завальцовки: каждый метод завальцовки имеет свои индивидуальные преимущества и недостатки, которые были описаны в главе 3.3.

4.2.2 Излучины

Данное явление встречается в природе. Излучинами называются изгибы русла реки, протекающей по криволинейной траектории. Данный рисунок также можно увидеть внутри завальцованного соединения, раскрытого после отверждения клея (см. Главу 4.3.2 «Разрушающее испытание»)



Возможны следующие причины образования излучин внутри завальцованного соединения после отверждения клея:



Упругое сопротивление листов металла:

После завальцовки двух металлических листов они меняют положение, в котором были завальцованы. Поскольку листовый металл отличается упругостью, то листы имеют тенденцию слегка раздвигаться и это может привести к неравномерному распределению клея внутри завальцованного соединения.

Нанесено недостаточное количество клея: Излучины могут возникать по причине недостаточного заполнения клеем пространства между завальцованными деталями.

Избыточное давление в процессе прессования деталей: Как было описано в главе 3.3, каждый метод завальцовки имеет свои преимущества и недостатки. Усилие завальцовки, прилагаемое в процессе завальцовки, может привести к смещению клея на некоторых участках.

Наличие жидкой смазки на поверхности деталей: На поверхности металлических листов, поступающих из штамповочного цеха всегда имеется жидкая смазка. Наличие смазки может препятствовать оптимальному распределению клея и вызвать его смещение на некоторых участках.

4.2.3 Пузыри ПВХ

Если клей внутри заваляцованных герметизированных соединений содержит включения воздуха, то это может стать причиной дефекта, который обнаружится только на более поздних этапах технологического процесса. Так называемые пузыри ПВХ образуются в результате испарения влаги внутри заваляцованных герметизированных соединений при прохождении кузова автомобиля через печь. Пузыри ПВХ имеют непривлекательный внешний вид, поэтому автопроизводители стараются избегать их образования.

Вот почему важно разобраться в причинах появления таких пузырей. Первая возможная причина заключается в том, что пузырьки воздуха изначально находились внутри клея и в процессе его нанесения попали вовнутрь заваляцовки. Возможен другой вариант, когда пузыри сформировались во время или после нанесения клея.

Также пузырьки воздуха могут быть занесены внутрь соединения в процессе заваляцовки, либо антикоррозийной обработки.



4.3 Контроль качества и методы испытаний

Достижение необходимого уровня качества проверяется при помощи различных методов контроля и испытаний. Контроль качества подразумевает проверку нанесения клея и его результата непосредственно во время процесса и сразу после него. Эта операция может проводиться вручную или автоматически.



Методы испытаний принципиально разделяются на две основные категории: разрушающие и неразрушающие. Каждая из указанных категорий включает в себя различные виды испытаний.

В зависимости от требований стандартов качества, разные испытания качества проводятся с различной периодичностью. Например, конкретный вид испытания может проводиться раз в смену, в день, в неделю или даже в месяц, либо еще реже.

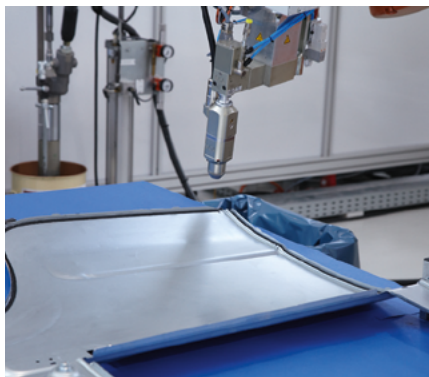
Каждый вид испытаний имеет свои преимущества и ограничения.

4.3.1 Визуальный контроль

Это наиболее простой метод оценки качества проклейки соединения, выполненного методом завальцовки. Визуальный контроль осуществляется вручную, и критерием его прохождения является субъективная оценка контролера. Данный метод позволяет обнаружить видимые дефекты начиная от определенного размера.

Без использования камеры

Метод испытания без использования камеры означает, что проверка нанесения клея выполняется оператором визуально. Обычно неподалеку имеется деталь с нанесенным клеем, которая используется в качестве эталона. Оператор проверяет правильность положения шва и / или наличие прерывистых участков. Производители оборудования могут устанавливать различную частоту проверки данным методом. Большинство из них проводят визуальный контроль один раз в смену или один раз в день.



Данный метод контроля имеет следующие недостатки:

1. Результаты визуального контроля зависят от личности контролера и не всегда согласуются между собой:

В зависимости от квалификации и личности проверяющего, а также других факторов, различные инспекторы могут по-разному оценивать уровень качества.

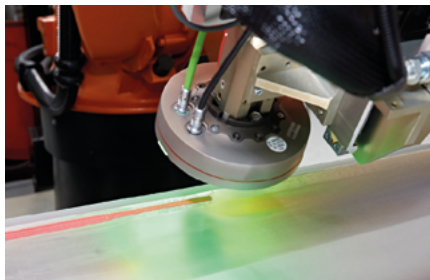
2. Дефекты внутри соединения:

Далеко не каждый дефект может быть выявлен наружным осмотром. Дефекты внутри соединения могут привести к нарушению герметизации, которое будет выявлено уже на более поздних этапах технологического процесса.

3. Отсутствие автоматизации: Если в соединении имеются прерывистые участки шва либо иные дефекты, то некачественная деталь не будет выявляться автоматически. Оператор должен находить такие детали вручную. Как правило, он останавливает линию вручную, если четыре или пять деталей подряд имеют дефекты в нанесении клея. Для исследования и устранения причины дефекта технологический процесс должен быть остановлен. Кроме того, остановка линии позволяет избежать неправильного нанесения клея на другие детали. При этом система не предусматривает автоматизированного документирования данных, которое могло бы оказаться полезным для последующего анализа.

С использованием камеры

Система визуального контроля может использоваться для проверки критически важных деталей и соответствовать самым строгим стандартам качества без потери производительности. Некоторые системы с использованием камер уже имеют функцию ремонта клеевых швов. Это позволяет устранять прерывистость швов в автоматическом режиме.



Пример: Оборудование для завальцовки с визуальным контролем при помощи камеры

Типовой визуальный контроль позволяет проверять ...

Ширина клеевого шва



*правильность
формы и ширины
клеяного шва*

Непрерывность клеяного шва



*непрерывность
нанесения клеяного шва*

Расположение клеяного шва



*правильность
расположения
клеяного шва*

Однако данный метод контроля также имеет ряд ограничений. Система способна только сравнивать текущие данные с эталонным значением. В случае ошибки при установке или программировании, система не сможет выявить дефект.

4.3.2 Разрушающее испытание

Визуальный контроль нанесения клея является первым этапом последовательного контроля качества проклейки соединений, выполняемых методом завальцовки. Однако после нанесения клея осуществляется еще этап завальцовки. Поскольку этот этап может оказывать влияние на качество проклейки, то завальцованные соединения обычно контролируются разрушающим контролем с определенной периодичностью (например, один раз в день или в неделю). Данный вид контроля позволяет проверить, правильно ли распределяется клей внутри соединения завальцованных деталей.



Источник: Volkswagen Sachsen GmbH

Однако у разрушающих испытаний имеется недостаток: этот метод довольно дорогостоящий, поскольку после завершения испытаний каждую деталь приходится утилизировать.

Испытания проводятся уже после нанесения электростатической окраски, поэтому оперативное исправление дефектов невозможно. Это означает, что к моменту обнаружения определенного дефекта во время испытаний большое количество деталей с таким дефектом, возможно, уже будет изготовлено.

Кроме того, производство можно будет возобновить только через некоторое время, когда причина дефекта будет выявлена и устранена.

Строго говоря, разрушающее испытание также является разновидностью визуального контроля, поскольку контролер проверяет каждую деталь после открытия загнутых краев в соединении визуально. Документирование и подготовка отчетов об обнаружении дефектов также должны производиться вручную.

Следовательно, разрушающее испытание имеет недостатки, аналогичные описанным в пункте 4.3.1.

Кроме того, этот метод контроля травмоопасен, поскольку металлические детали имеют острые края, а открытие детали необходимо выполнять вручную.

4.3.3 Цветная дефектоскопия

Как правило, цветная дефектоскопия используется в качестве дополнения к разрушающему испытанию. Данный метод позволяет выявлять самые незначительные дефекты.

Порядок проведения: К моменту проверки подвесная деталь должна пройти ванну для катафореза. Жидкий краситель наносится на стык внешней и внутренней детали в пространство между завальцованными внутренней и внешней деталями. После этого деталь приводится в движение, и краситель распространяется внутри соединения. Затем деталь открывают и проверяют наличие видимых цветных участков внутри области нанесения клея.

Цветная дефектоскопия имеет такие же недостатки, как и разрушающее испытание. Кроме того, нанесение и распределение красителя требует дополнительных временных затрат.



4.3.4 Ультразвуковая дефектоскопия

Ультразвуковой контроль представляет собой акустический метод обнаружения дефектов клея при помощи ультразвука. Данный вид дефектоскопии относится к методам неразрушающего контроля. Ультразвуковой контроль пригоден для испытания звукопроводящих материалов (в том числе большинства металлов) на наличие внутренних и внешних дефектов (например, в сварных швах, поковках, отливках, заготовках и трубах).



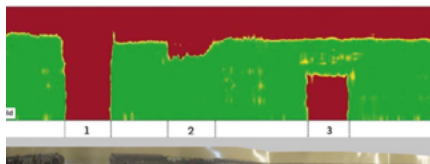
Ультразвуковой контроль стальной пластины на предмет наличия дефектов

Ультразвуковая дефектоскопия проклейки завальцованных соединений позволяет проверять распределение клея внутри завальцованного соединения и находить непроклеенные участки без каких-либо разрушений детали.

Испытательная головка вручную перемещается по завальцованному соединению, а система визуально отображает его заполнение клеем.

Данный метод позволяет выявлять прерывистые участки клеевых швов и другие дефекты, что помогает контролировать процесс нанесения клея с точки зрения образования тех или иных дефектов.

Недостатком ультразвуковой дефектоскопии является, с одной стороны, зависимость от личности оператора. Надлежащий результат ультразвукового контроля в значительной мере зависит от распределения веществ, обеспечивающих акустический контакт. Кроме того, испытательная головка должна перемещаться с большой точностью, а сам процесс занимает длительное время.



Данная технология еще не внедрена в отрасли, но обладает широким потенциалом использования в качестве метода неразрушающего испытания качества.



5 Atlas Copco – ваш глобальный поставщик решений

Глубокие технические знания и обширный опыт работы с технологическими процессами клиентов позволяют нам анализировать и оценивать влияние различных факторов, а также находить решения сложных и ответственных задач.

Наша служба поддержки

Компания Atlas Copco будет счастлива оказать Вам поддержку своими знаниями и опытом. Исходя из ваших потребностей, мы готовы обучать на месте ваш персонал – как в стандартном понимании обучения, так и в режиме консультирования. Вместе мы сможем наладить ваш производственный процесс и организовать испытания качества. Прежде чем предлагать решения, мы проанализируем и обсудим вашу проблему. После анализа и обсуждения ваших индивидуальных вопросов мы приложим все силы для их решения.



Инновационный центр

Наши сотрудники прошли необходимое обучение и имеют опыт работы с различными технологиями сборки, такими как дозирование клея, соединение при помощи самопроникающих заклепок или крепления под воздействием трения. Мы предоставляем компетентную и надежную поддержку и предлагаем наладить тесное сотрудничество между заказчиками и поставщиками (например, поставщиками материалов и компонентов).



Наши технологии сборки



**Соединение путем
распределения клея**



**Соединение при
помощи самопрони-
кающих заклепок**



**Крепление под
воздействием
трения**

Глобальная забота о клиентах

Чтобы помочь клиентам из разных стран нашими знаниями и опытом, мы делимся нашими уникальными техническими разработками через инновационные центры, работающие по всему миру. Кроме того, все эти инновационные центры взаимодействуют друг с другом, что позволяет нам обеспечить оптимальную поддержку наших заказчиков.



Дополнительная ценность для заказчиков: наши испытательные лаборатории

Нашей целью является разработка оптимальных соединительных узлов для ваших материалов. Поэтому мы предлагаем возможность использования наших лабораторий, оснащенных различными приборами, с помощью которых можно анализировать и оценивать результаты индивидуальных испытаний. Мы применяем различные аналитические методы, например, анализ испытаний на растяжение и микроскопический анализ.



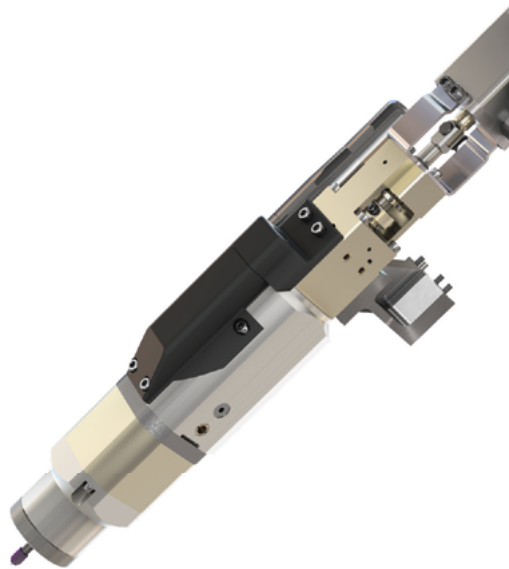
Инновационные решения

Наши продукты и системы разрабатываются в тесном сотрудничестве с обслуживаемыми нами отраслями. Каждая из наших разработок представляет из себя ценность для конкретного клиента.

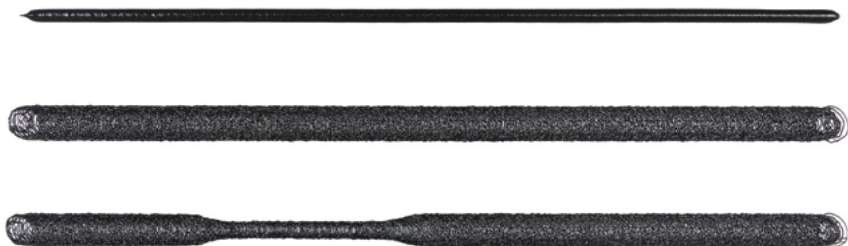
Нанесение стандартных клеевых швов является одним из наиболее распространенных вариантов соединений, при вальцевании кромок навесных деталей. Наряду с классическим нанесением, все больший интерес у предприятий отрасли вызывает технология виткового нанесения клея (технология Swirl), которая обеспечивает превосходное распределение клеящего материала и более надежный рабочий интервал.

Каждая из двух технологий имеет различные преимущества в зависимости от поставленных заказчиком требований. Специалистам известно, что если деталь имеет сложную геометрическую форму, то нанесение клеевых швов становится достаточно трудной задачей. Весьма сложно соблюдать точное расстояние до детали (которое обычно соответствует диаметру стандартного шва), однако, это необходимо для достижения идеального качества соединения.

Технология Swirl делает возможным нанесение клея с расстояния до 50 мм и, следовательно, обеспечивает высокую гибкость данного процесса.



Например: E-Swirl 2 AdX BIW от компании Atlas Copco; продуктовый ряд SCA



Один аппликатор, три опции настройки: Аппликатор E-Swirl 2 AdX BIW может наносить клей в виде обычного шва, а также в виде виткового шва фиксированной либо меньшей фиксированной ширины. Таким образом, можно подобрать необходимую настройку, соответствующую сложной геометрической форме автомобильных деталей.

За что мы выступаем



Глобальная сеть

Мы всегда находимся там же, где и вы.



Компетентность

Воспользуйтесь нашим знанием технологий и опытом в разработке продуктов.



Мы поставляем готовые решения

Мы готовы предложить индивидуальное решение, отвечающее вашим потребностям

Хотите узнать больше о наших технологиях сборки и о том, как мы можем повысить качество и производительность вашего производства?

Свяжитесь с нами

www.atlascopco.ru

АО «Атлас Копко»

Московская область, Химки,
Вашутинское шоссе 15
+7 495 933 55 53
tools@ru.atlascopco.com

