

Больше цветов, меньше отходов

Кассетная окрасочная система АББ: экономия и защита окружающей среды
Осаму Йошида

Сколько различных цветов должен предлагать своим покупателям производитель автомобилей? Считается, что Генри Форд однажды сказал: «Автомобиль может быть любого цвета, если этот цвет – черный». Сегодня, однако, очевидно, что автомобилестроители стремятся укрепить свое положение на рынке, предлагая потребителям как можно больше различных цветов.

Но сколько цветов можно предложить на выбор? Разнообразие, в основном, ограничивается схемой работы производственной линии. До недавнего времени для смены цвета окрасочный агрегат робота необходимо было тщательно промыть. При этом теряется много краски и растворителя, что вредно с точки зрения экологии, а также стоит денег и времени. Есть все причины не менять цвет чаще, чем это необходимо.

Представьте себе возможность менять цвет, не расходуя краску и не затрачивая время, при этом сократив расход растворителя более чем в десять раз. Новейшая кассетная система окраски АББ делает эту мечту реальностью.

Производство, регулируемое спросом

Когда современный автомобиль попадает в небольшое ДТП, все реже можно ожидать, что в местной автомастерской выправят бампер. И изготовитель автомобиля не отгрузит готовый запасной бампер со склада. Вместо этого весь бампер целиком будет изготовлен под заказ.

Это позволяет сократить складские запасы, но одновременно усложняет покрасочные работы для изготовителя и его поставщиков – им требуется не только красить бамперы для современных моделей, находящихся в производстве, но и быть готовыми к покраске небольших партий деталей для старых моделей.

При нормальном производстве какой-либо модели автомобиля требуется порядка десяти цветов. Однако на линии изготовления бамперов их число может запросто достигать 50–60. Как следствие, число деталей, окрашиваемых в тот или иной цвет, также мало. И при этом все равно требуется использовать при производстве запасных частей ту же линию покраски для обеспечения того же качества, что и у исходного бампера.

При использовании ручных распылителей или окрасочных роботов приходится при каждой смене краски тщательно мыть длинные линии подачи краски и сами распылители. При этом расходуется краска и растворитель, увеличиваются затраты и наносится ущерб окружающей среде (в частности, растворители, содержащие летучие органические соединения (ЛОС), представляют большую угрозу окружающей среде). Это не самый эффективный способ производства бамперов, как и других окрашенных изделий, требующих применения разных цветов.

Решение было найдено однажды в ходе «мозгового штурма», проводившегося в компании.

Специалисты АББ посчитали, что использование традиционной окрасочной линии с множеством различных баков с краской, длинными трубопроводами и шлангами для окраски всего нескольких бамперов – это слишком расточительно, причем не только из-за расхода краски и растворителя, но и из-за затрат времени, труда и денег. Почему бы не установить бачок с краской прямо на манипулятор робота? Необходимое количество краски невелико, всего 350–500 мл, поэтому если можно было бы найти способ разместить небольшой бачок («кассету») с краской на манипуляторе, то промывать растворителем пришлось бы только распылитель. Каждый картридж можно использовать только для одного цвета, чтобы его не требовалось мыть.

Поскольку автомобилестроители постоянно борются за место на мировом рынке, где конкуренция очень высока, возможность предложить покупателям большой выбор цветов и вариантов – это один из способов выделиться.

В тесном сотрудничестве с крупной японской автомобильной фирмой специалисты АББ начали изучать идею, пробуя применить ее не только для окраски бамперов. Поскольку автомобилестроители постоянно борются за место на мировом рынке, где конкуренция очень высока,

возможность предложить покупателям большой выбор цветов и вариантов – это один из способов выделиться.

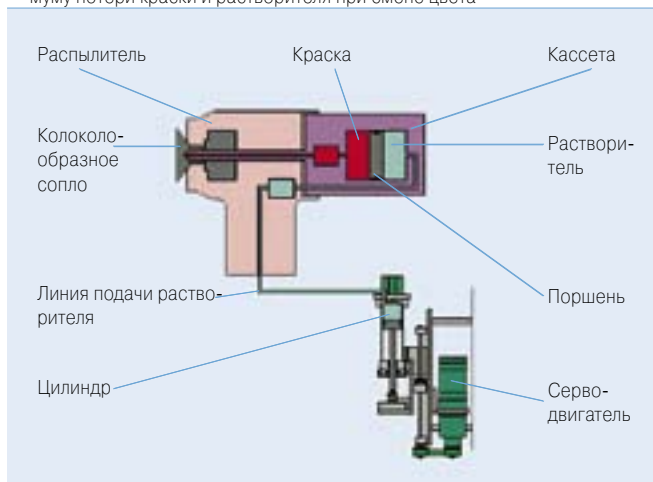
Кроме того, кассетная схема позволяла надеяться на снижение выбросов ЛОС (летучих органических соединений) и расхода краски, что немаловажно сегодня при повышенном внимании к вопросам экологии и жестких законах. По мнению специалистов АББ, новый метод мог также повысить общую экономическую эффективность окрасочных мощностей автомобильных заводов. Для проекта было определено несколько целей. В частности, была поставлена задача практически полностью исключить потерю краски и растворителя при смене краски. Также необходимо было сократить расход материалов при смене цвета: вместо 120 мл растворителя и 32 мл краски тратить всего 10 мл растворителя – количество, необходимое для промывки колоколообразного сопла.

Перед инженерами стоял ряд технических проблем, которые необходимо было преодолеть. Во-первых, время, затрачиваемое на смену кассеты, должно было составлять 10 секунд или менее. Если этого не обеспечить, работу окрасочной линии пришлось бы замедлять, что совершенно неприемлемо для автопроизводителей!

Во-вторых, было неясно, как удерживать кассету на манипуляторе. Выбор вакуумного захвата, конечно, был очевиден, но необходимо было точно регулировать разрежение.

Для повышения эффективности процесса нанесения покрытия и снижения потерь краски, окраску с помощью роботов ведут в электростатическом поле. При классической окраске вручную

1 Кассетная система с колоколообразным соплом (CBS), разработанная в АББ. Близость контейнера с краской к соплу позволяет свести к минимуму потери краски и растворителя при смене цвета



2 Окрасочный робот меняет кассету в манипуляторе. Пустая кассета автоматически перезаправляется



лишь малая часть краски фактически закрепляется на поверхности – зачастую всего лишь 20 процентов. Фирма АББ изобрела метод электроокраски и в настоящее время является мировым лидером в этой области. Этот метод значительно повышает эффективность переноса в процессе окраски. Каплям краски на выходе из распылителя сообщается отрицательный электрический заряд, тогда как кузов автомобиля заземлен. В результате краска не просто напыляется на поверхность кузова, но и притягивается к нему под действием электростатических сил. Важная проблема, возникающая при использовании такого метода – искрение. Искра может с легкостью поджечь горючую смесь паров растворителя и воздуха. Разработчикам необходимо было подобрать идеальное давление для удержания кассеты в манипуляторе. Слишком сильное разрежение привело бы к возникновению искр.

По мере решения этих проблем начал «вырисовываться» рабочий вариант. В обычной роботизированной системе окраски применяются большие баки для основного цвета, баки поменьше для особых цветов, бак для растворителя, линии подачи краски, идущие к клапану смены цвета (CCV), и шестеренчатому насосу (FGP), установленному на роботе и регулирующему расход краски. При смене краски все эти элементы надо промывать. В новой системе (рис. 1) робот отделяется от системы подачи краски. Баки для краски и растворителя, хотя и гораздо меньших размеров, все же остаются – для особых цветов. Краска из них подается в блок подачи кассет, где заливается в кассеты. Внутри каждой кассеты находится поршень, перемещаемый с помощью растворителя, который во время окраски выдавливает краску. В полной кассете находится только краска под поршнем, и нет растворителя, а по мере набора растворителя в кассету из нее выходит краска, пока поршень не переместится в крайнее положение, а кассета не будет заполнена растворителем. Для робота нужна только линия подачи растворителя, а все остальные линии будут использоваться всегда для одной и той же краски и вести только на блок заправки кассет. Невероятно простая и понятная идея! По меньшей мере, исходная концепция.

В силу ограничения времени на смену кассеты, встал вопрос с подачей растворителя в кассету.

3 Техник АББ осматривает установку CBS



Было необходимо, чтобы растворитель начинал подаваться в кассету почти мгновенно, а во время работы расход растворителя был постоянным, обеспечивая столь же постоянный расход краски и равномерное ее нанесение – чтобы изменение расхода в течение одной покрасочной операции составляло не более ± 10 мл.

Решение оказалось достаточно простым – потребовалось добавить третий клапан в блок управления расходом растворителя и изменить форму головки цилиндра внутри кассеты. В результате расход как растворителя, так и краски с нулевого до полного нарастал менее чем за 0,2 с, а разброс составлял всего ± 3 мл – гораздо ниже требуемого. Полученные результаты оказались лучше, чем ожидали разработчики, а система оказалась очень привлекательной для заказчиков.

Впервые внедренная в конце 1990-х годов система, которая сейчас носит название CBS (Cartridge Bell System – кассетная система с колоколообразным соплом), применяется на автомобильных заводах не только в Японии, но и в других странах Азии, в США и Европе. Как и было задумано, система является реализацией

рационального подхода к окраске. Блок смены цветов может быть укомплектован любым необходимым числом цветов (рис. 2), при этом для каждого цвета предусмотрено две кассеты (пока одна в работе, другая заправляется). После опустошения кассеты манипулятор робота поворачивается и захватывает только что заправленную кассету (рис. 3), которую устанавливает на место блок подачи кассет. Робот удерживает кассету с помощью разрежения.

В это время первая кассета заправляется. Растворитель из объема над поршнем используется для приготовления новой краски. Когда приходит время сменить цвет, в промывке растворителем нуждается только колоколообразное сопло распылителя, робот затем просто начинает работать с другой парой кассет.

Важно, что при такой схеме электроокраска становится безопаснее, поскольку заряжать и изолировать от земли приходится только кассету – а это немаловажно при работе с потенциалом до – 90 кВ. На кузов автомобиля переносится до 90 % всей краски, за счет чего резко сокращается непроизводительный расход. Гораздо проще, и к тому же эффективнее и дешевле, становится окраска небольших партий изделий.

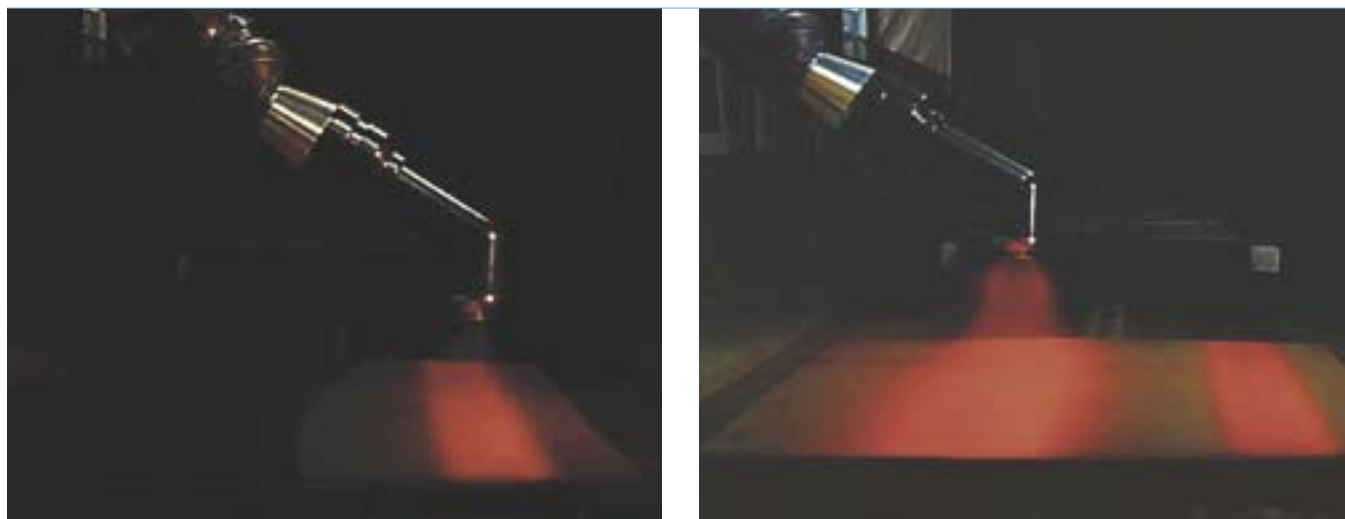
Результаты, полученные одним из крупных японских автопроизводителей, говорят сами за себя:

- сокращение производственных затрат на 27% – экономия 3 млрд. йен или 26 млн. долларов при ежегодном выпуске пяти миллионов автомобилей;
- сокращение выбросов ЛОС при окраске на 45% – с 65 граммов до 35;
- повышение производительности при работе с малыми партиями и большим количеством цветов, а также возможность производить окраску под заказ.

В связи с ужесточением экологических требований в последние годы автомобилестроители вынуждены переходить на краски на водной основе вместо красок на основе органических растворителей. Вода, естественно, является идеальным растворителем – она безвредна и безопасна в работе. Серьезная проблема при использовании красок на водной основе связана с трудностью применения электростатической технологии окраски. Краски на водной основе обладают гораздо боль-

Производство, регулируемое спросом

4 Малый (слева) и большой (справа) факел распыла системы с регулируемым соплом



шей вязкостью по сравнению с красками на органических растворителях, из-за чего они труднее распыляются (при этом на поверхности кузова они дольше остаются жидкими и больше склонны к образованию потеков, поскольку вода не столь быстро испаряется). Кроме того, вода обладает гораздо более высокой электропроводностью, чем растворитель. Система подачи заряженной краски должна быть изолирована от земли, что приводит к усложнению обслуживания системы и делает систему потенциально более опасной. В силу этого электроокраска с применением красок на водной основе многие годы считалась невозможной.

Инженерам АББ удалось снабдить распылитель COPES-IV внешними электродами, которые заряжают частицы краски косвенным образом, благодаря чему стала возможной электростатическая окраска с применением краски на водной основе.

Для решения этой проблемы специалисты АББ разработали распылитель с колоколообразным соплом COPES-IV Bell Atomizer. В состав такого распылителя входит колоколообразная деталь, сопло, которое быстро вращается, разбрасывая краску и создавая мелкодисперсный туман. Такой туман обладает превосходными кроющими свойствами. Сопло приводится в движение сжатым воздухом, с помощью которого также придается форма факелу распыла. Инженерам

АББ удалось снабдить распылитель COPES-IV внешними электродами, которые заряжают частицы краски косвенным образом, благодаря чему стала возможной электростатическая окраска с применением краски на водной основе. Распылитель такого типа, примером которого на сегодня является модель G1 COPES, применяется европейскими производителями автомобилей – жесткие экологические нормы в ЕС значительно ускоряют переход к использованию красок на водной основе.

Системы роботизированной окраски АББ непрерывно развиваются, снижаются сумма первоначальных затрат для их установки, стоимость эксплуатации и обслуживания, повышаются экологические показатели. Один из вариантов системы CBS – система FCBS (с мойщейся кассетой), характеризующаяся меньшей стоимостью техобслуживания. Система позволяет мыть кассеты во время работы, тем самым исключив регулярное восстановление кассет, что в особенности ценно при использовании красок на водной основе, когда нет проблем, связанных с промывкой растворителем. Система FCBS получила самую высокую оценку, опять же, в Европе, где на сегодня применение красок на водной основе в автомобилестроении является нормой. Японские и другие азиатские изготовители пока не спешат переходить на такие краски, однако в ближайшие годы ситуация, видимо, изменится. Образцом новейших технологий нанесения краски является сопло с регулируемым факелом распыла (Pattern control bell, PC bell). Автомобили и другие изделия, подлежащие окраске, не состоят исключительно из больших плоских деталей, в их конструкции имеются опоры, стойки и другие элементы небольших размеров, перемежающиеся с большими поверхностями, такими как капот или двери. Сопло типа PC поз-

воляет менять диаметр факела прямо во время работы, например, делая его узким при окраске стойки и широким при окраске капота, благодаря чему можно точно регулировать количество наносимой краски. Эта технология в сочетании с роботами АББ – будущее роботизированных систем окраски, гарантирующее максимальную эффективность нанесения краски и минимальный расход.

Технологии окраски, разработанные АББ, упрощают жизнь изготовителя бамперов, равно как и автостроителя, производителя крупной бытовой техники или других изделий, при окраске которых требуется смена цветов и реагирование на индивидуальные запросы.

Осаму Йошида
ABB Automation Manufacturing
Токио, Япония
osamu.yoshida@jp.abb.com