



ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ КЛЕЕВ, ГЕРМЕТИКОВ И КОМПАУНДОВ. СТАВКА НА ПОВТОРЯЕМОСТЬ ПРОЦЕССА

Андрей Петров
Александр Савельев
materials@ostec-group.ru

Условия эксплуатации современных радиоэлектронных и электротехнических устройств зачастую вынуждают разработчиков самым ответственным образом подходить к обеспечению их защиты от агрессивного воздействия окружающей среды. Эффективным и распространённым подходом к решению этой задачи наравне с применением влагозащитных покрытий является заливка или герметизация. В подавляющем большинстве случаев для заливки или герметизации применяются двухкомпонентные компаунды, герметики и клеи (силиконовые, эпоксидные и полиуретановые). В России традиционно при организации участков заливки предпочтение отдаётся ручному труду с минимальными средствами автоматизации, в то время как европейские производители делают ставку на автоматизацию и повторяемость. Именно об автоматизации процессов нанесения двухкомпонентных технологических материалов и пойдёт речь в этой статье. Рассматриваемые решения позволяют обеспечить стабильно высокое качество в процессе заливки электронных приборов и, как следствие, повышают качество продукции.

Область применения двухкомпонентных материалов охватывает такие индустрии, как: автоэлектроника, электротехника, LED-светотехника, производство жгутов и кабелей (герметизация разъемов), производство источников питания, нанесение вспененных уплотнений и многие другие. Эти материалы широко используются для обеспечения герметизации, теплоотвода, виброзащиты и широкого ряда других задач.

Применение двухкомпонентных клеев, герметиков и компаундов обусловлено отличительными свойствами материалов и особенностями процесса полимеризации. Подобные материалы в большинстве

случаев в неотвержденной форме состоят из двух частей: основного компонента и катализатора. Эти компоненты не могут полимеризоваться по отдельности. Полимеризация материалов происходит только после их качественного смешивания в точно заданной пропорции. Основное преимущество этого класса материалов в том, что можно заполнить любой, даже закрытый объём (недоступный для внешней атмосферы после заливки и сборки изделия), и при этом полимеризация пройдет равномерно по всему объёму материала. Напротив, для полимеризации большинства однокомпонентных материалов требуется их продолжительное взаимодействие с атмосферой. При полимеризации такого материала в закрытом объеме можно столкнуться с быстрым отверждением только тонкого внешнего слоя (образование «корочки»), в то время как весь залитый объём материала может отверждаться длительное время, а равномерность отверждения не может быть гарантирована. В ряде случаев это может привести к ухудшению надежности или эксплуатационных характеристик продукции.

Как уже было отмечено, на многих отечественных производствах не уделяют должного внимания автоматизации участка заливки (рис. 2). Как следствие, присутствие человеческого фактора может значительно повлиять на такие параметры технологического процесса, как: коэффициент смешивания компонентов, вязкость смеси, время жизни смеси, время полимеризации и т.д. Изменение каждого из перечисленных параметров может существенно ухудшить результат всего производственного процесса. При нарушении соотношения смешивания время жизни и полиме-



Рис. 1 Процесс заливки электронного блока двухкомпонентным компаундом



Рис. 2 «Традиционный» участок заливки изделий



Рис. 3 Автоматизированный участок применения двухкомпонентных клеев, герметиков и компаундов

ризации смеси может измениться, а свойства полимеризованного продукта, например, твердость, эластичность и электрическая прочность могут не соответствовать заявленным и требуемым. Также есть дополнительная сложность в том, что обнаружить изменение свойств материала в большинстве случаев удается уже по факту произведенной заливки или при испытаниях готовой продукции. При этом вся партия произведенных изделий может быть забракована, а вероятность успешного ремонта или восстановления окажется минимальной.

Учитывая, что востребованность и актуальность применения двухкомпонентных материалов не уменьшается, а конкуренция и требования к эффективности производств и надежности продукции растут, особую актуальность приобретает автоматизация применения данного класса материалов. Автоматизация должна включать в себя решения для подготовки материалов в баках (перемешивание, дегазация, подогрев), качественное и стабильное смешивание в нужной пропорции, прецизионное дозирование материала, нанесение по любой траектории или заливка любого объема с последующим отверждением.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Для решения технологических задач в области автоматизации применения двухкомпонентных материалов Группа компаний Остек предлагает современную линейку оборудования с возможностью интеграции в единую линию заливки или финишной сборки продукции (рис. 3). Одним из основных элементов автоматизированной линии и основной технической единицей для работы с двухкомпонентными материалами является система смешивания и дозирования. Координатные роботы для нанесения материалов и печи для полимеризации также являются важными, но не самыми сложными элементами комплексного решения с точки зрения специфики работы с двухкомпонентными материалами. Именно поэтому в статье мы уделим особое внимание системе смешивания и дозирования и рассмотрим в качестве примера систему LC120FR (рис. 4) компании Fisnar Liquid Control. Данная система обеспечивает эффективное смешивание и точное дозирование двухкомпонентных материалов. Рассмотрим её характеристики и основные принципы (рис. 5). Система дозирования Fisnar Liquid Control LC120FR предназначена для



Рис. 4 Система дозирования LC120FR, производство Fisnar Liquid Control



Рис. 5 Система дозирования двухкомпонентных материалов Fisnar Liquid Control LC120FR

точного смешивания и последующего дозирования двухкомпонентных материалов (компаундов, клеев, герметиков и т.п.). Возможности системы позволяют использовать компоненты с различной вязкостью и соотношением смешивания до 100:1. Система LC120FR обладает контролируемыми характеристиками (соотношение смешивания, объем дозирования) и поддерживает их на требуемом уровне в процессе всего цикла смешивания и нанесения материала.

Подобные системы могут работать с материалами на разной основе (полиуретаны, силиконы, эпоксидные материалы и др.), включая материалы с различными наполнителями.

Для предотвращения расслаивания компаундов, содержащих наполнитель, материал в резервуарах системы может подвергаться непрерывному перемешиванию. При необходимости баки оснащаются системой вакуумирования, влагопоглощения и подогрева.

Материал из баков поступает к высокоточным насосам, которые обеспечивают дозирование материала в заданной пропорции. Затем материал перемещается в дозирующую головку, на выходе которой установлен смеситель, где и происходит смешивание компонентов перед дозированием. Функциональная схема работы

Компания Fisnar Liquid Control имеет многолетний опыт проектирования и производства систем дозирования и нанесения клеев, герметиков и компаундов. С первого дня основания в 1986 году, решения Fisnar Liquid Control находят широкое применение в различных индустриях.

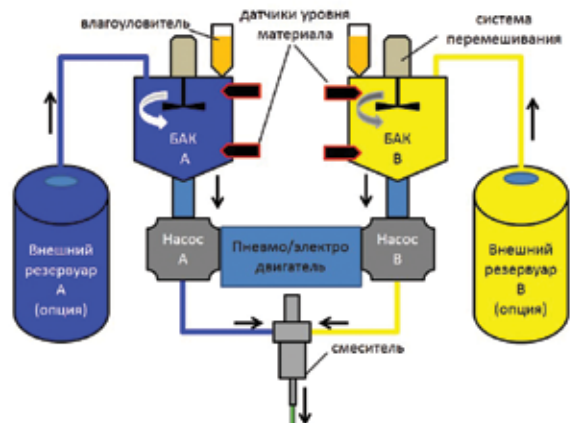


Рис. 6 Функциональная схема работы системы дозирования Fisnar Liquid Control LC120FR

системы дозирования Fisnar Liquid Control LC120FR представлены на рис. 6.

Все системы могут быть подключены к координатному роботу или конвейерной линии, что позволяет создавать автоматизированные участки.

В зависимости от свойств материала и условий поставленной задачи, конструкция и характеристики систем могут отличаться. В связи с этим многие машины обладают индивидуальными характеристиками, которые указываются при заказе оборудования. Тем не менее, большинство систем содержат типовые узлы и детали. Каждая система дозирования состоит из следующих основных элементов:

1. Резервуаров для компонентов материала;
2. Насосов для перекачки компонентов из резервуаров;
3. Смесительной головки.

РЕЗЕРВУАРЫ

Для большинства систем дозирования используются стандартные баки по 5 и 10 литров из нержавеющей стали. На баки могут быть установлены системы перемешивания, препятствующие расслоению компонентов (например, оседания теплопроводящего наполнителя). Крышки баков комплектуются влагоуловителями (так как многие двухкомпонентные материалы являются влагочувствительными), осушающими воздух, попадающий в баки в процессе работы. Также баки опционально оснащаются системой дегазации компонентов, сенсорами уровня материала. Для крупносерийных производств дозирующая система LC120FR может быть оснащена системой подачи из внешних резервуаров большого объема 200л и 1000л.

НАСОСЫ

Тип насоса для системы дозирования определяется в зависимости от свойств смешиваемых компонентов материала. Наиболее распространённые типы: шестеренчатый насос и поршневой (рис. 7, 8). Поршневые насосы подходят для материалов различной вязкости (от жидких до пастообразных), так как используется не только

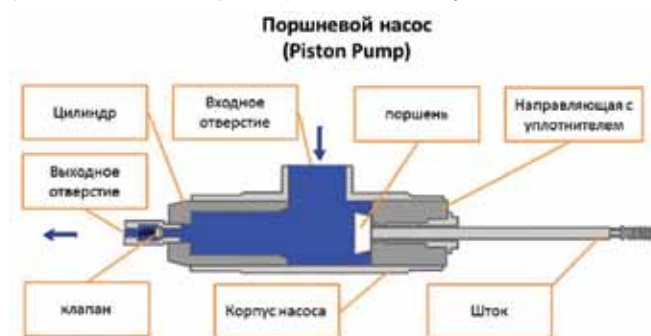


Рис. 7 Функциональная схема поршневого насоса

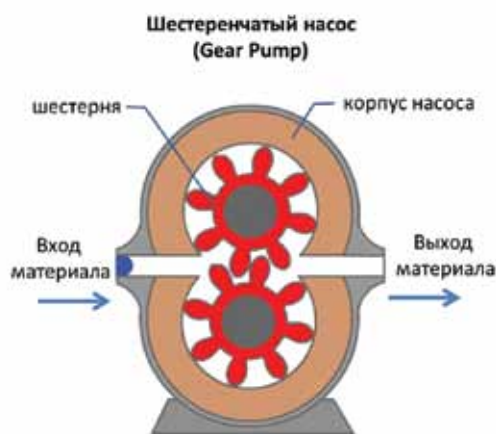


Рис. 8 Функциональная схема шестеренчатого насоса

гравитационный метод поступления материала в насос, но и принудительное «затягивание» материала в цилиндр при возвратном ходе поршня.

Поршневой насос работает за счет возвратно-поступательного перемещения поршня в цилиндре. В результате происходит циклическое вытеснение материала и последующая его подача в смесительную головку. При производстве насоса особенно важно учесть характеристики материала и наполнителя в его составе. Например, абразивный наполнитель может повредить детали насоса, поэтому цилиндро-поршневая группа изготавливается из прочных материалов, стойких к абразивному износу. Эти же требования предъявляются и к другим компонентам системы, контактирующим с материалом.

Шестеренчатый насос подходит только для текучих материалов низкой вязкости. Он состоит из камеры специальной формы и плотно подогнанной пары шестерен. В результате вращения шестерен материал проталкивается к выходу и подается в смесительную головку. Стоит отметить, что каждый тип насоса имеет индивидуальные особенности, поэтому проектирование машин специалистами Fisnar Liquid Control начинается с тщательного анализа задачи, стоящей перед заказчиком. Учитываются характеристики используемого материала, особенности изделия, производительность процесса.

СМЕШИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Качество смешивания материала – один из ключевых критериев оценки качества систем дозирования. Смешивание компонентов материалов должно происходить быстро, а смесь должна быть максимально однородной. Способ смешивания выбирается в зависимости от свойств компонентов. Наиболее значительно на результат влияют следующие характеристики:

1. Коэффициент смешивания.

Коэффициент смешивания (K_{mix}) оказывает прямое влияние на сложность смешивания. Разумеется, если $K_{mix}=1:1$, то смешать материалы достаточно просто. Напротив, если K_{mix} стремится к 100:1 и выше, то смешать материалы сложно.

2. Вязкость компонентов.

Если вязкость компонентов близка к вязкости воды, то смешивание проходит максимально быстро и просто. Напротив, если вязкость высока или материал не текучий, то качественное смешивание требует дополнительных усилий.

3. Плотность компонентов.

Большая разница в плотности компонентов препятствует качественному смешиванию. Компоненты, обладающие одинаковой плотностью, смешиваются лучше.

Один из простых и распространенных способов смешивания ма-

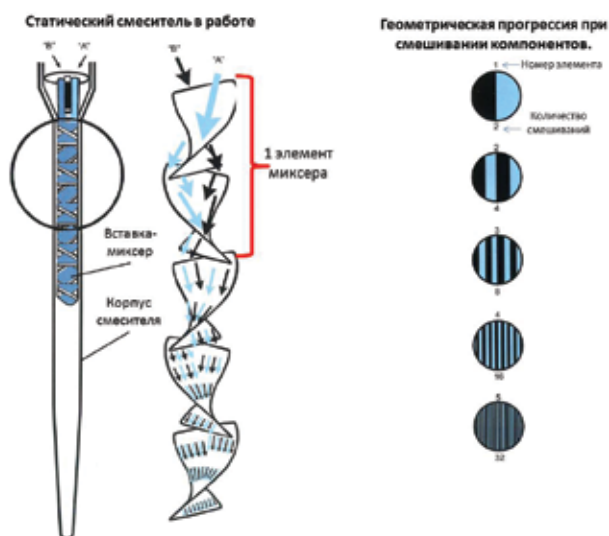


Рис. 9 Принцип работы статического миксера

териалов - статический смеситель (static mixer). Миксер состоит из корпуса (пластиковая трубка) и вставки-миксера, благодаря которой и происходит перемешивание. Каждая вставка-миксер включает в себя несколько десятков элементов. Элемент – это две спиральные секции, установленные друг за другом. Направление закручивания спирали каждой последующей секции изменяется на противоположное (с правого на левое). Раздельно поступающие компоненты материала последовательно проходят через элемент, где происходит разделение и пересечение потоков материала. Такая конструкция миксера увеличивает количество перемешиваний в геометрической прогрессии (рис. 9). Достаточно пяти элементов для 32-кратного перемешивания. Обычно статический смеситель имеет 24 элемента и более.

Преимуществом такого типа смесителя является то, что его не нужно прочищать от застывшего материала. Фактически – это расходная часть, и ее замена требуется раз в смену перед началом работы.

Иногда эффективности смешивания в статическом смесителе недостаточно. Это может быть вызвано существенной разницей вязкости и плотности смешиваемых компонентов или большой пропорцией смешивания. В таких случаях используется динамический тип смешивания.

Динамический смеситель обладает высокой эффективностью смешивания компонентов и может применяться для смешивания

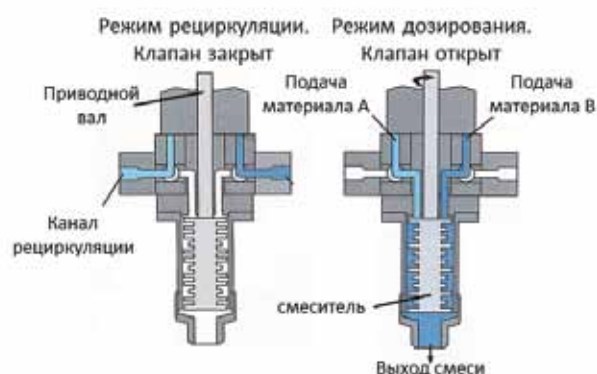


Рис. 10 Принцип работы динамического смесителя

большинства материалов. Компоненты материала под давлением поступают в смесительную камеру, где вращающийся смеситель перемешивает компоненты между собой, после чего смесь выходит из головки (рис. 10).

При длительных простоях или после окончания работы смесительная камера должна быть очищена от смешанного материала путем промывки с последующей продувкой сжатым воздухом. Большинство динамических смесителей имеют систему промывки, поэтому необходимость разбирать клапан для очистки отпадает. Некоторые дозирующие головки могут иметь режим рециркуляции, который, в случае простоя клапана, позволяет перемешивать материал в баках и магистралях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные принципы автоматизации применения двухкомпонентных материалов, а также подходы к проектированию дозирующего оборудования и его основных узлов позволяют специалистам Остека решать большинство задач в области автоматизации применения клеев, герметиков и компаундов. В результате внедрения рассмотренных или аналогичных решений производственные предприятия могут получить контролируемый, стабильный технологический процесс заливки и повысить качество продукции. Еще раз подчеркнем: автоматизация технологического участка заливки позволит добиться стабильно высокого качества продукции, повысить производительность, обеспечить точность смешивания и дозирования, минимизировать человеческий фактор и снизить технологические потери материала.

Приглашаем всех желающих ознакомиться с возможностями систем дозирования Fisnar Liquid Control на выставке ЭлектронТехЭкспо 2013 на стенде № E06. ■■