

# Технологии дозирования

**В современном производстве используется большое разнообразие жидких, вязких и пастообразных материалов, которые наносятся на разные части изделия (или заливаются в них) в процессе сборки. Обычно применяются такие материалы, как клеи, жидкие и пластичные смазки, различного рода герметики, а в электронной промышленности используются паяльные пасты и флюсы.**

**Евгений Шулика**

ta@termopro.ru

С ростом конкуренции и требований потребителя к качеству продукции актуальным становится вопрос обеспечения технологичности нанесения материалов. С одной стороны, перерасход материалов, часто достаточно дорогих, при ручных способах нанесения ведет к увеличению издержек. С другой стороны, технология нанесения должна обеспечивать качество выполнения операции, не зависящее от квалификации оператора. По этим причинам на производстве внедряют дозаторы.

Анаэробные клеи применяются для соединения различных металлов. В их числе латуни, алюминиевые сплавы, нержавеющие стали. Возможно сочетание металл — стекло. Для ускорения процесса отверждения иногда применяют активаторы.

В настоящее время выпускается большое количество всевозможных дозирующих приборов, предназначенных для различных операций нанесения и для различных материалов. Наиболее часто при работе с жидкими и вязкими материалами в приборостроении приходится решать следующие задачи:

- ручное и автоматическое точечное нанесение материала с малым расходом;
- автоматическое точечное нанесение материала на плоскость по заданным координатам;
- нанесение материала на плоскость в виде замкнутого кольца или криволинейного контура;
- нанесение материала на внутреннюю цилиндрическую поверхность;
- многоточечное нанесение материала во внутреннюю цилиндрическую канавку;
- заливка заданного объема жидкости в полость детали или в тару;
- смешивание и нанесение двухкомпонентных клеев.

## Часть 1. Ручное и автоматическое точечное нанесение материала

Для микродозирования (порядок дозы  $1 \text{ мм}^3$ ) с малым расходом материала за рабочую смену наибольшее распространение получили шприцевые дозаторы с пневматическим приводом, например дозатор ПП-34Ц.

Материал, предназначенный для дозирования, предварительно заправлен в специальный картридж — шприц объемом 10–30 мл (рис. 1). На рабочую часть картриджа крепится специальная



Рис. 1

(с резьбовым замком) насадка — игла. В зависимости от расхода и вязкости материала экспериментально подбирают насадку с большим или меньшим проходным сечением. Насадки изготовлены из нержавеющей стали или из пластика. В некоторых случаях используют насадки из фторопласта (тефлона). Материал в картридже отделен подвижным поршнем от свободной полости, которая с помощью крепежного адаптера и воздушной трубки герметично подключается к дозатору.

Работа происходит следующим образом: насадка подводится к точке нанесения материала, оператор нажимает педаль, материал выделяется в необходимом количестве из насадки, после чего касанием насадки переносят материал на деталь.

Сжатый воздух, поступивший в дозатор, подается на вход регулятора давления. Выход регулятора соединен с электромагнитным клапаном, который изначально заперт, а рабочее давление контролируется по манометру. При открытии клапана сжатый воздух подается в свободную полость картриджа, давит на поршень и материал начинает выделяться через насадку. При постоянной вязкости материала и постоянном рабочем давлении, очевидно, что объем дозы будет зависеть от промежутка времени, в течение которого клапан открыт. Расход материала в единицу времени будет зависеть от проходного сечения насадки и рабочего давления.

Описываемые дозаторы могут работать не только с микродозами, но и при больших расходах материала. Для этого используют картриджи объемом до 500–1000 мл.

При кажущейся простоте процесса дозирования пользователи могут столкнуться с проблемой точности повторения доз. Обычно причиной таких неприятностей является не аппаратура, а то, что не были учтены свойства дозируемого материала.

Поскольку рабочее давление, время дозирования и диаметр насадки остаются неизменными, изменение вязкости материала является основным факто-



Рис. 2

ром, влияющим на точность дозирования. Изменение вязкости материала напрямую связано с изменением его температуры.

Некоторые материалы при изменении температуры на 10–15 °C могут изменить вязкость в несколько раз, а это значит, что при неизменных настройках дозатора объем дозы будет меняться пропорционально изменению вязкости. На рис. 2 хорошо видно различие между каплями анаэробного клея, дозированного при температуре 18 °C (малые капли) и 35 °C (большие капли — вязкость клея снизилась).

Если точность дозирования важна для технологического процесса, то следует принять меры для стабилизации температуры материала. Для этого следует поддерживать стабильную температуру в комнате, закрепить картридж на штативе, чтобы он не прогревался от рук. При повышенных требованиях к точности дозирования хороший эффект дает применение блока термостабилизации дозирующей иглы или всего картриджа.

Еще одним фактором, влияющим на точность дозирования, является деформация пластиковых компонентов пневматического тракта под действием давления. Собственно упругая деформация стенок картриджа не влияет на точность дозирования, поскольку весь корпус картриджа (а также соединительный шланг) независимо от остатка материала всегда находится под одинаковым давлением. Однако при работе с картриджем, имеющим разделительный поршень, может наблюдаться неприятный эффект — защемление поршня. При подаче сжатого воздуха в картридж его стенки раздуваются и поршень опускается на некоторое расстояние, хорошо видимое на глаз. При сбросе давления поршень поднимается, но в некотором положении, не успев подняться до конца, он защемляется сужающимися стенками картриджа за счет сил трения. В этом случае некоторое время материал под поршнем остается под избыточным давлением и продолжается выделение материала из дозирующей насадки. Для устранения этого эффекта рекомендуется устанавливать пониженное рабочее давление и использовать картриджи с толстыми стенками. При работе с жидкостями лучше было бы работать без поршня, но при этом агрессивные пары, попадая в пневмотракт дозатора, могут постепенно разрушить резиновые уплотнения. Кроме того, повышается риск попадания жидкости в пневмотракт, что точно выведет дозатор из строя.

Третьим фактором, влияющим на точность дозирования, является увеличение времени установления рабочего давления в картридже  $t_1$ – $t_2$  по мере расхода в нем материала, а также увеличение времени сброса воздуха

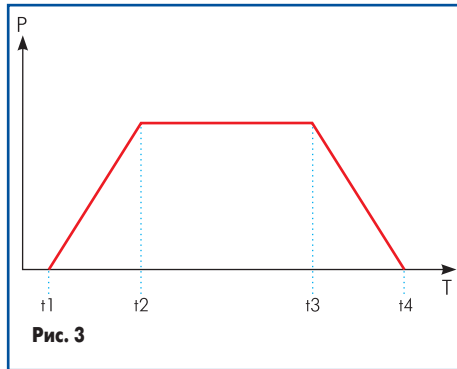


Рис. 3

из картриджа  $t_3$ – $t_4$  по завершении дозы (рис. 3). В общем случае погрешность дозирования уменьшается при увеличении рабочего давления и увеличении времени дозирования  $t_1$ – $t_3$ , а также при уменьшении объема применяемого картриджа. В пневмотракт хорошего дозатора включают ресивер, что улучшает динамику накачки и снижает погрешность микродоз.

Некоторые модели дозаторов имеют функцию «вакуумной отсечки», которая предназначена для борьбы с самопроизвольным вытеканием жидкости из насадки под действием давления, создаваемого столбом жидкости в картридже. Обычно жидкость вытекает в том случае, когда не используется разделительный поршень. При включении отсечки в свободной полости картриджа создается регулируемое разрежение, препятствующее вытеканию жидкости. По мере расхода вес жидкости уменьшается и разрежение следует уменьшить, в противном случае возможен подсос воздуха внутрь картриджа, вследствие чего точность дозирования резко упадет.

Преодоление подобных проблем и получение стабильного процесса дозирования является задачей технолога.

В настоящее время рынок предлагает большой выбор пневматических дозаторов, как импортных, так и российских (рис. 4). Можно подобрать простейший дозатор с аналого-



Рис. 4

выми регулировками или многофункциональный цифровой прибор. Как всегда, решающим фактором при выборе изделия является соотношение цены и качества. Ниже приведен список функций, возможностей и оснащения современных пневматических дозаторов, на которые следует обратить внимание при выборе изделия для своего производства:

- Регулятор рабочего давления.
- Стрелочный или цифровой манометр для контроля рабочего давления.
- Система управления: микропроцессорная, электронная аналоговая, полностью пневматическая.
- Цифровой или аналоговый таймер дозы.
- Режимы дозирования: дискретное дозирование по таймеру, дискретное дозирование с автоматическим повтором через регулируемый интервал времени, непрерывное дозирование, триггерное дозирование.
- Максимальная производительность: средний показатель 500–600 доз в минуту.
- Блок энергонезависимой памяти таймера на несколько ячеек для запоминания наиболее часто используемых значений времени дозирования.
- Функция обучения: режим автоматического вычисления времени дозирования, позволяющий после подбора дозы на глаз перейти к ее точному повторению.
- Регулируемая вакуумная отсечка с приводом от встроенного вакуумного насоса или от эжектора (эжектор повышает расход сжатого воздуха).
- Сохранение настроек дозатора при выключении питания.
- Режим защиты настроек дозатора от случайного изменения.
- Защита от случайного включения вакуумной отсечки.
- Наличие возможности подключения вакуумного пинцета для работы с мелкими деталями — неплохое дополнение для тех, кто занимается поверхностным монтажом.
- Встроенный фильтр предварительной очистки сжатого воздуха от влаги и пыли (очистка от частиц размером свыше 5–10 мкм).
- Возможность поставки специального осушителя воздуха со степенью очистки до 0,01–0,05 мкм: применяется в случаях, когда дозируемое вещество чувствительно к влаге.
- Принадлежности для быстрого подключения к источнику воздуха, адаптеры для присоединения стандартных картриджей, картриджи, дозирующие насадки, ножная педаль.
- Наличие внешней командной шины: шина необходима при встраивании дозатора в автоматические линии, при этом дозирование осуществляется по команде от внешней аппаратуры.
- Блок стабилизации температуры дозируемого материала необходим для повышения точности дозирования. Стабилизация температуры осуществляется путем нагрева или охлаждения материала, а также комбинированным способом.

### Обзор возможностей современных клеев и герметиков. Анаэробные адгезивы

Анаэробный клей удобен тем, что он может быть нанесен на деталь и длительное время храниться на воздухе, не отверждаясь и не теряя свойства. Однако стоит только присоединить к детали ответную часть — и через несколько минут клей наберет первоначальную прочность. Окончательной прочности клеевое соединение достигает через 24 часа.

Анаэробные адгезивы отверждаются без доступа кислорода при активировании сопряженной металлической поверхностью. В отвержденном состоянии они предотвращают ослабление соединений, вызванное вибрацией, герметизируют соединения и защищают от коррозии. Основные достоинства адгезивов:

- длительный срок хранения;
- простота нанесения;
- прочный контакт с разнородными поверхностями;
- возможность герметизации и защиты от коррозии;
- некоторые виды термостойки (до +230 °С);
- создают механические соединения без напряжений в узлах крепления;
- долговечность соединений.

Анаэробные адгезивы подразделяются:

- на контровочные средства (резьбовые фиксаторы);
- на монтажные средства;
- на герметики для гидравлических и пневматических систем и для трубопроводов;
- на средства для формирования прокладок.



Рис. 5

Контровочные средства используют для фиксации резьбовых соединений вместо традиционных и часто неэффективных способов противодействия отвинчиванию при вибрации.

- средства низкой прочности — используются для разборных соединений с малым диаметром резьбы;
- средней прочности — позволяют осуществлять разборку с помощью ручного инструмента;
- высокой прочности — используются в неразборных резьбовых соединениях;
- проникающий герметик — используется для фиксации уже установленных винтов, а также для фиксации регулировочных винтов приборов.

Монтажный зазор должен быть обеспечен в пределах 0,1–0,15 мм.

Однажды на амортизаторном заводе решили произвести испытания: нанесли фиксатор на резьбу, накрутили гайку, и полученное соединение сразу опустили в масло. Через

24 часа проверили прочность соединения. Прочность соответствовала заявленной производителем. Это дало возможность встроить техпроцесс нанесения резьбового фиксатора в существующую автоматическую сборочную линию без увеличения времени сборки и повысить качество выпускаемой продукции. Нанесение анаэробного резьбового фиксатора TL-70 обеспечивалось дозатором ПП-34Ц с блоком стабилизации температуры дозирующей насадки.

Монтажные средства используются при соединении соосных деталей, таких как валы, подшипники, шестерни, втулки. Они позволяют в некоторых случаях заменять посадки с натягом на посадки с зазором, упростить конструкцию деталей, снизить напряжение в узле и повысить его несущую способность. Монтажный зазор должен быть обеспечен в пределах 0,1–0,4 мм. Прочность соединения на сдвиг составляет от 10 до 28 Н/мм<sup>2</sup>.

Герметики для гидравлических систем используются в качестве резьбовых уплотнителей. Они не разрыхляются, не испаряются, не дают усадку и облегчают монтаж. Могут использоваться как на конических, так и на цилиндрических резьбах, выдерживают нагрев до 150–200 °С и максимальное давление до 70 Н/мм<sup>2</sup>. Застывают за 4 часа (рис. 5).

Средства для формирования прокладок повторяют рисунок стыка соединения, заполняют царапины и выбоины и обладают стойкостью к действию давления и растворителей. Полученные прокладки не дают усадки и могут быть как жесткими, так и эластичными.

*Продолжение следует*