

ТЕХПОДДЕРЖКА

Заливка

Подводные камни

Часть 2



Текст: Владимир Филаткин



Первая часть данной статьи была опубликована в журнале «Вектор высоких технологий» (№ 1 (1) 2013). В ней описывались заливочные компаунды и присадки к ним, рассматривались конструкции изделий, технологии подготовки и обращения с материалами. Во второй части статьи речь пойдет о таких технологических этапах, как подготовка, смешивание, дозирование и отверждение, будут рассмотрены механизмы дозирования и весь технологический процесс в целом.

Подача материала

Выбор системы подачи обусловлен свойствами материала и готового изделия и может осуществляться различными способами: сжатым воздухом, поршневыми насосами, возвратно-поступательными насосами, экструзией, шестереночными насосами или комбинированными методами. Основные преимущества и недостатки каждого способа приведены в **Т 1**.

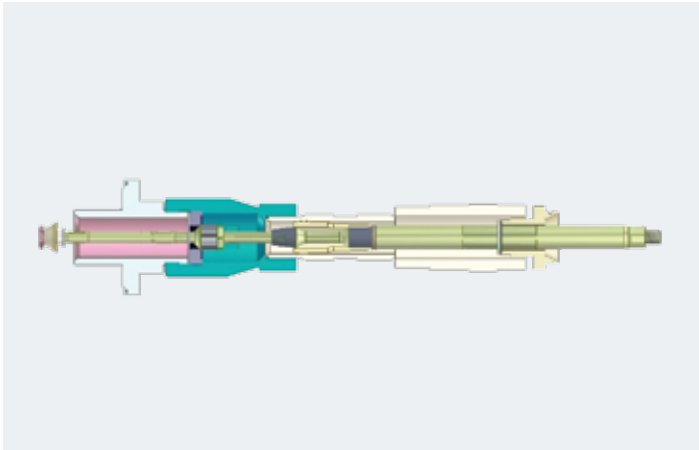
Т 1
Таблица сравнения вариантов подачи материала

	Способ подачи	Преимущества	Недостатки
Сжатый воздух	В контейнер с дозируемым материалом подается сжатый воздух. Давление воздуха выдавливает материал через трубопроводы в систему дозирования. Регулятор поддерживает давление на постоянном уровне.	Постоянное давление. Непрерывная подача в систему дозирования.	Данный способ применим, если наличие пузырьков воздуха в дозируемом материале не влияет на качество продукции. Для заправки материала в контейнер необходимо прерывать работу.
Поршневой насос РИС 1	Основными компонентами поршневого насоса являются цилиндр и движущийся в нем поршень. Насос работает в два такта: 1)двигающийся назад поршень засасывает материал (поршень также может двигаться назад под давлением материала, впрыскиваемого в цилиндр извне); 2) поршень движется вперед, выталкивая материал.	Может работать с абразивными средами. Недорогой в производстве и обслуживании.	При подаче материала с помощью поршневого насоса возможны небольшие импульсы давления.
Возвратно-поступательный насос РИС 2	В отличие от поршневого насоса выходное отверстие расположено не в корпусе цилиндра, а в самом поршне. При опускании поршня материал подается через выходное отверстие, расположенное в верхней части поршня. На следующем цикле одновременно выталкивается материал, находящийся над поршнем, и материал подается через отверстие снизу.	Хорошо работает с материалами, обладающими высокой вязкостью.	Если в материале содержатся присадки с высокой жесткостью, движение поршня может вызывать износ.
Шестеренчатый насос РИС 3	Шестеренки проталкивают вперед материал по принципу водяных мельниц.	Непрерывная подача. Постоянное давление. Отсутствие импульсов.	Небольшая утечка материала даже при выключенном насосе. Чем больше износ шестеренок, тем сильнее утечка. Не подходит для подачи абразивного материала. Сложны и дороги в обслуживании.
Вакуумный экструдер (специальный вариант для подачи материалов с большой вязкостью) РИС 4	Расположена непосредственно над материалом. Экструзионная пластина постепенно опускается, выдавливая материал через отверстие в центре шайбы во входной патрубке насоса.	Единственно возможный способ подачи паст с высокой вязкостью. *Достоинства вакуумной системы подачи (патент Scheugenpflug AG): подача без пузырьков; практически отсутствуют потери материала.	Обычные экструдеры могут захватывать воздух. Также существенное количество материала теряется при замене ведра с материалом.

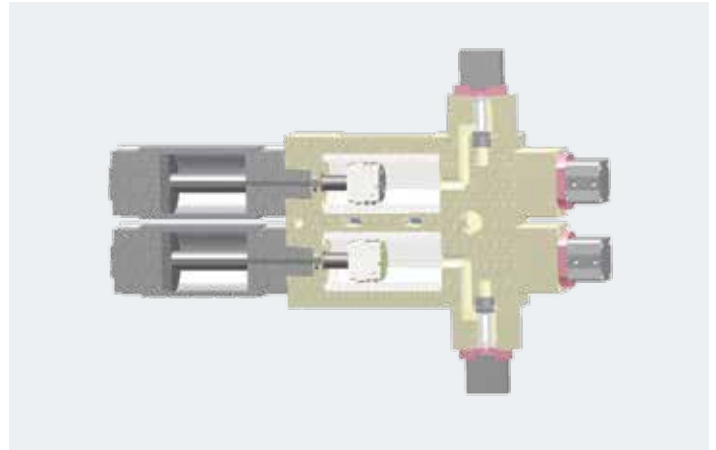
Системы дозирования

Точное дозирование компонентов является основным требованием к системе дозирования. Для его выполнения проводится дегазация компонентов в вакууме, подогрев до необходимой температуры и подача в дозатор. Только таким способом можно обеспечить точную дозировку в системе подготовки материалов.

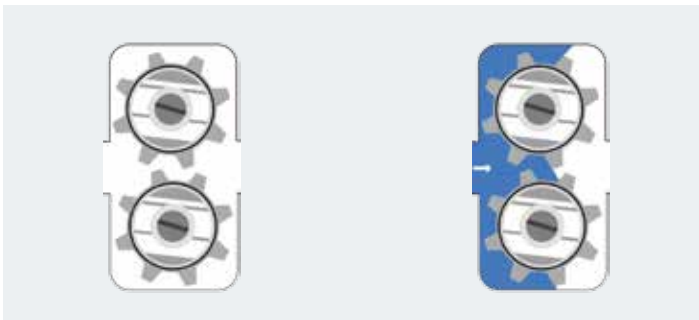
Для удобства смола и отвердитель должны смешиваться после измерения их объема, то есть за пределами системы дозирования, например, в неподвижном статическом миксере. При этом компоненты не будут отверждаться в системе подачи материала, что позволит уменьшить расходы на ее очистку и техническое обслуживание.



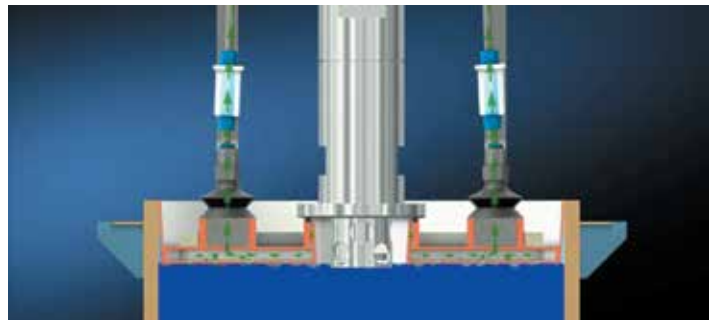
1
Поршневой насос



2
Возвратно-поступательный насос



3
Шестеренчатый насос



4
Вакуумный экструдер

КОНТРОЛЬ ВРЕМЕНИ ДОЗИРОВАНИЯ

Контроль дозы материала происходит с помощью открытия и закрытия выходного клапана в заданные моменты времени при постоянном давлении подачи. Объем выходящего материала зависит от давления, диаметра выходного отверстия и временного интервала открытия клапана. Подобные системы подходят только для однокомпонентных материалов.

КОНТРОЛЬ МАССЫ ДОЗИРОВАНИЯ

Контроль объема материала осуществляется с помощью электронных весов. Во время дозирования постоянно контролируется вес изделия, на которое наносится материал. После достижения заданного веса выходной клапан закрывается.

КОНТРОЛЬ ОБЪЕМА ДОЗИРОВАНИЯ

Объем материала определяется механически, например, по объему цилиндра дозатора. Цилиндр может заполняться материалом двумя способами: втягиванием материала при обратном движении поршня или вытеснением под давлением из системы подачи рис 5. Объем вытесняемого материала определяется объемом цилиндра. Подобная система одновременно регулирует соотношение компонентов смеси — смолы и отвердителя. Главным достоинством такой системы является отсут-

Точное дозирование компонентов является основным требованием к системе дозирования



5
Дозирующая головка поршневого насоса

ствие зависимости ее работы от температуры, давления подачи материала и вязкости заливочной смолы. Точные и повторяемые объем и состав смеси обеспечиваются за счет одновременного выдавливания материала из обоих цилиндров.

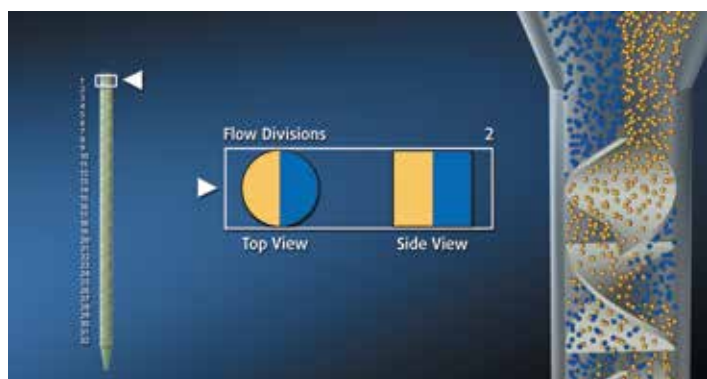
В описываемой системе смола и отвердитель впервые контактируют в отдельном статическом миксере. Отсутствие реакции в системе подачи позволяет практически устранить затраты на чистку и замену деталей.

Смешивание двух компонентов

Статический миксер

После отдельного измерения объема двух компонентов материала их необходимо равномерно перемешать. В неподвижном статическом миксере это можно сделать просто и эффективно рис 6. Миксер представляет собой трубку, внутри которой последовательно расположены встречно-направленные лопасти, которые многократно разбивают и перемешивают оба компонен-

та дозируемого материала. Полученная смесь гарантирует равномерную полимеризацию и отверждение. Неизменность геометрии статического миксера обеспечивает стабильность и повторяемость результатов. Миксеры просты в использовании: их легко монтировать, а после завершения процесса работы можно утилизировать.



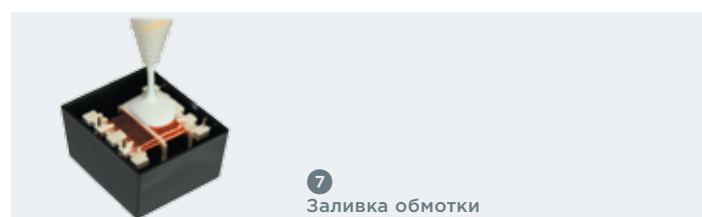
6 Статический миксер трубчатого типа. А начало процесса смешивания компонентов; В финальная стадия смешивания до гомогенного состояния

Дозирование и отверждение

СПОСОБЫ ДОЗИРОВАНИЯ

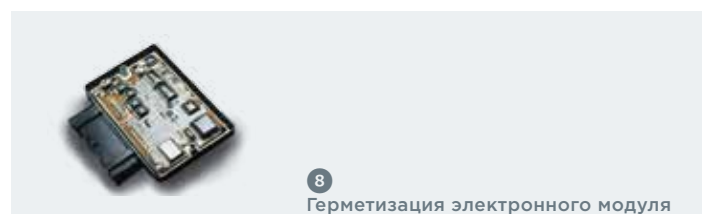
Заливка

Заливка — дозирование материала с низкой вязкостью в изделие, например, внутрь корпуса рис 7. Технология заливки должна учитывать форму устройства (подложки, корпуса) и характеристики дозируемого материала. В простом варианте компаунд заливается за один раз. Материал также можно дозировать в различные точки изделия или с временными интервалами для лучшего заполнения.



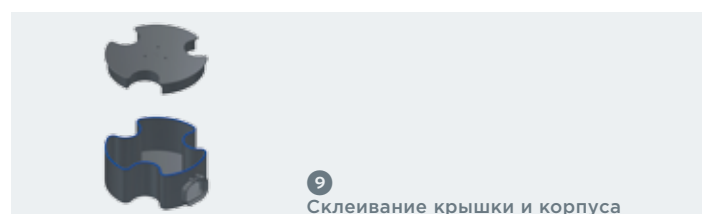
Покрытие

Покрытие поверхности тонким слоем заливочного компаунда рис 8 выполняется для герметизации изделия, для защиты компонентов от влияния внешней среды и стабилизации компонентов подложки. Чтобы обеспечить равномерное распределение материала, используется дозируемый материал с низкой вязкостью.



Склеивание

Склеивание является разновидностью технологического процесса соединения деталей и состоит из нескольких основных операций: нанесения адгезива и соединения деталей (например, крышки и корпуса), после чего проводятся сушка и отверждение клеевого материала рис 9. Адгезив наносится в заданные точки или швы, поэтому для склеивания необходим материал с высокой вязкостью и малой текучестью.



Локальная влагозащита

Этот способ заключается в дозировании материала с высокой вязкостью на деталь в виде точечных капель или швов **рис 10** для обеспечения герметичности корпуса изделия после финишной сборки.

Дозирование теплопроводящих материалов

В электронных компонентах, генерирующих большое количество теплоты, используются специальные теплопроводящие пасты и адгезивы. Материал дозируется так, чтобы передавать тепло, выделяемое ЭРЭ, к охлаждающему элементу, в качестве которого может выступать, например, корпус с большой площадью поверхности **рис 11**.

ВАКУУМНОЕ ДОЗИРОВАНИЕ

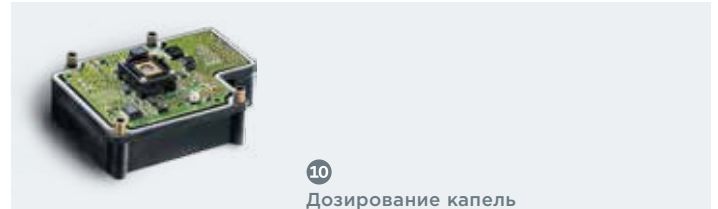
В дозируемом материале или в полостях и пустотах изделий (например, между витками обмоток) могут оставаться пузырьки воздуха, наличие влаги в которых приводит к снижению электрического сопротивления или вызывает коррозию. Чтобы обеспечить отсутствие пузырьков, необходимо выполнять последовательно все этапы заливки — подготовку, подачу и дозирование материала — в вакууме **рис 12**.

Остатки воздуха необходимо полностью удалять как во время подготовки компаунда, так и во время дозирования. Все процессы должны проходить в вакууме, который позволяет практически полностью устранить нежелательные реакции и поглощение влаги из воздуха дозируемым материалом.

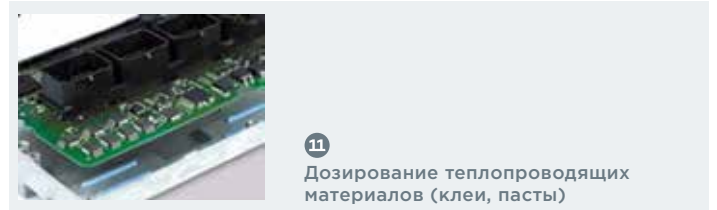
Таким образом, вакуумная заливка является одним из самых надежных способов герметизации и влагозащиты, которая рекомендована для применения в изделиях специального назначения.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ЗАЛИВОЧНЫХ КОМПАУНДОВ

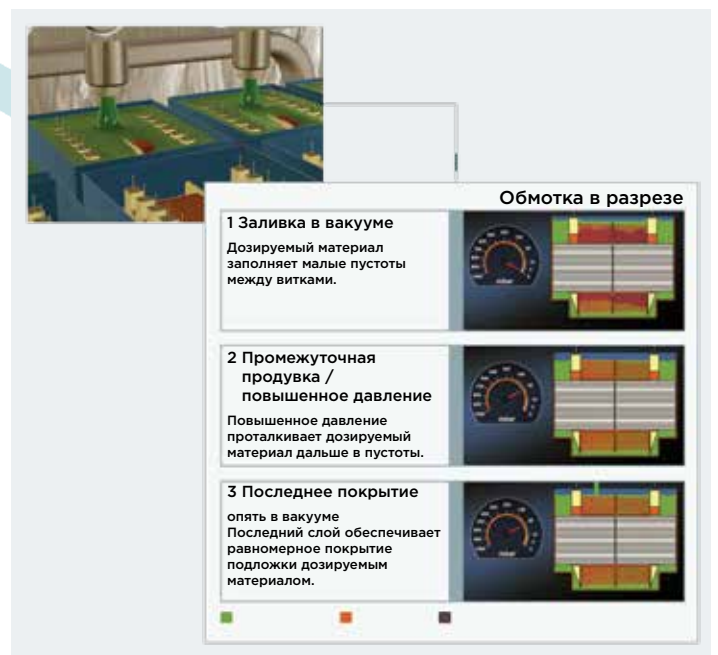
Полимеризацией (отверждением) называется химическая реакция в дозируемом материале. Полимеризация может происходить за счет свойств самого полимера либо при добавлении дополнительного вещества (отвердителя), в ходе полимеризации состав материала изменяется. Чаще всего используется полимеризация нагревом, УФ излучением **рис 13**, влагой, кислородом (аэробное отверждение) или путем химической реакции с отвердителем.



10
Дозирование капель



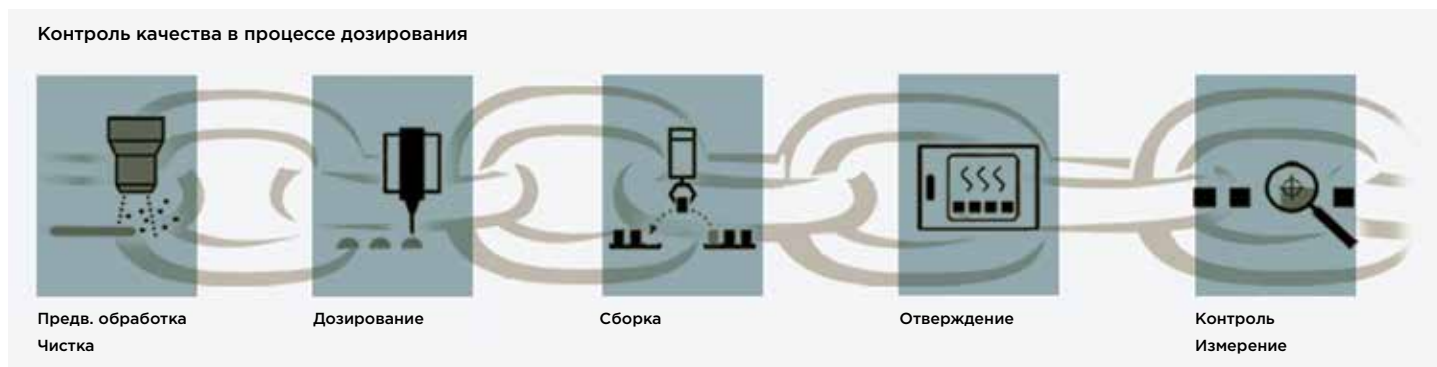
11
Дозирование теплопроводящих материалов (клеи, пасты)



12
Дозирование и заливка в вакууме



13
Отверждение УФ излучением



14

Качественный технологический процесс подготовки и дозирования компаундов

Технологический процесс измерения объема и дозирования с точки зрения качества

Технологические операции должны всегда рассматриваться с учетом предыдущих и последующих технологических операций — только так можно гарантировать высокое качество изделий рис 14. Используемые заливочные компаунды, адгезивы и связанные с ними технологические операции играют такую же важную роль, как операции пайки, сварки, резьбового соединения и сборки.

Итак, подводя итог, отметим следующие основные моменты в разработке технического процесса заливки:

- исходя из конструкции изделия и условий его эксплуатации, необходимо не только правильно выбрать компаунд и присадки, но и обеспечить нужные условия хранения материалов;
- одним из важнейших этапов заливки является подготовка материала, а именно: его дегазация, перемешивание и подогрев до нужной температуры;
- в зависимости от материала и конструкции изделия нужно сбалансировано подобрать способ и оборудование дозирования;
- для получения изделий требуемого качества в электронных приложениях с самыми высокими требованиями необходимо использовать технологию вакуумной заливки.

Таким образом, мы сможем обеспечить защиту от влаги электронных изделий, модулей и блоков, работающих в ответственных областях или в сложных климатических условиях. 