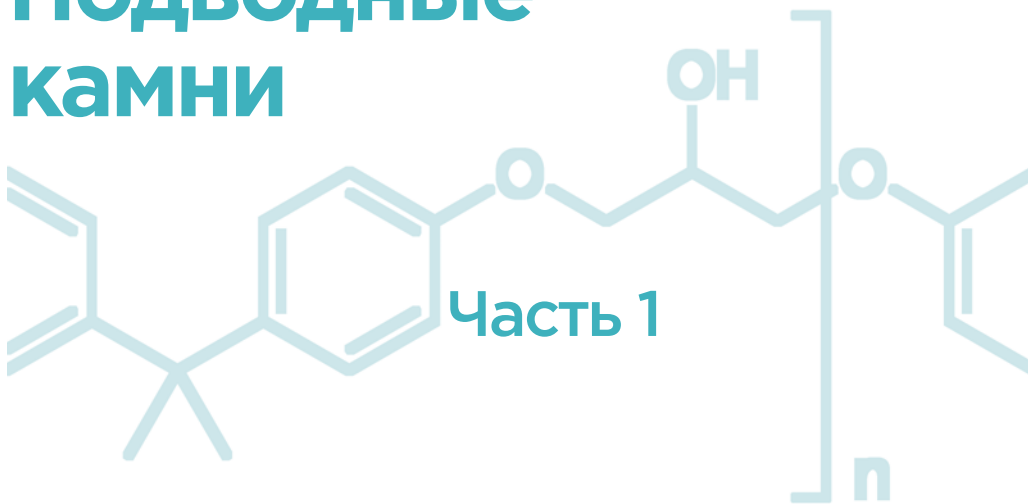


ТЕХПОДДЕРЖКА

Заливка

Подводные камни



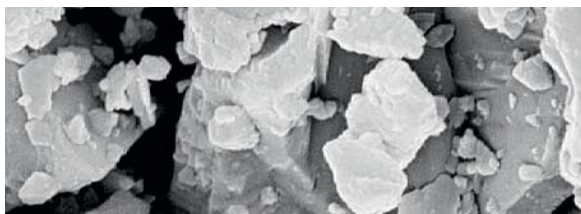
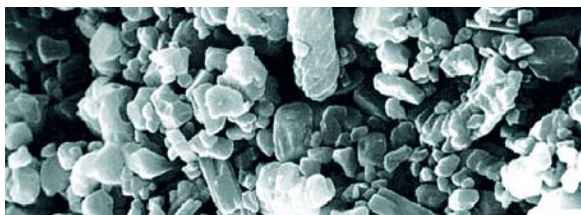
Текст: Владимир Филаткин

В настоящее время на предприятиях уже используют технологию вакуумной заливки электротехнических компонентов. Однако из-за применения устаревших технологических процессов и оборудования зачастую сложно добиться качества, соответствующего мировому качеству. Операции заливки смол и связующих требуют особого внимания, так как на качество получаемых изделий влияет не только сам процесс дозирования, но и параметры заливочных смол, условия их хранения, конструкция, форма подложки и технология отверждения. В статье рассмотрены наиболее важные факторы, которые необходимо учитывать во время всех этапов операции дозирования.

Целью дозирования является нанесение соответствующего объема материала в требуемое время в нужное место подложки. Дозируемые материалы (заливочные смолы) заливаются в корпуса или наносятся на подложку и в зависимости от параметров заливочного материала могут изменять характеристики конечного продукта.

Какими могут быть заливочные смолы?

Заливочные смолы — это синтетический материал, изготовленный из различных базовых материалов, таких как силикон, полиуретан или эпоксидная смола. В техническом процессе смолы используются в жидком состоянии и затвердевают в готовом изделии. Отверждение происходит в ходе либо необратимой химической реакции (структурирования), либо под воздействием нагрева, влаги, УФ излучения или отвердителя. Помимо состава смолы отличаются друг от друга вязкостью. Дозируемые материалы, как правило, имеют различный параметр вязкости: от низкой (аналогично растительному маслу) до высокой (аналогично горчице). Состав дозируемого вещества должен обеспечивать требуемые характеристики, например, адгезионные и герметизирующие свойства, растворимость в воде или растворителях, эластичность, электро- или теплопроводность, изолирующие свойства и т.д.



1 Частицы мела с увеличением x5000

2 Доломит (карбонат кальция-магния) с увеличением x50000

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ЗАЛИВОЧНЫЕ СМОЛЫ

Двухкомпонентные заливочные смолы состоят из двух физически различных веществ (компонентов). Эти компоненты обычно обозначаются «А» и «В». Один из них содержит смолы-мономеры (связующие вещества), а другой — отверждающие вещества. Перед применением оба компонента тщательно смешиваются в требуемой пропорции. Химическая реакция начинается в момент контакта смолы и отвердителя. Также смола может содержать дополнительные ингредиенты: стабилизаторы, тиксотропные добавки, катализаторы, красители, наполнители (присадки) и другие добавки. В специальных применениях могут использоваться смолы, состоящие из трех и более компонентов.

ОДНОКОМПОНЕНТНЫЕ ЗАЛИВОЧНЫЕ СМОЛЫ

Однокомпонентные заливочные смолы сразу готовы к применению. Их отверждение происходит при изменении условий окружающей среды, например, при увеличении температуры, воздействии влаги, исчезновении кислорода из окружающей атмосферы или при контакте с поверхностью подложки. В однокомпонентных смолах полимеризация также происходит в ходе химической реакции между содержащимися в них мономерами и отверждающими веществами. Однако, в отличие от двухкомпонентных смол, мономеры и отвердители не реагируют между собой или реагируют очень слабо в условиях хранения, предписанных производителем.

ПРИСАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для изменения характеристик заливочных смол часто используются присадочные материалы в виде частиц неправильной, сферической или кубической формы рис 1, рис 2. Например, силикаты минимизируют усадку, а оксиды металлов увеличивают теплопроводность. Частицы присадочного материала имеют очень большую жесткость и острые края. При выборе мате-

Большинство наших читателей знакомо с такой важной операцией, как влагозащита электронных узлов. Но как быть с электротехническими изделиями, модулями и блоками, работающими в ответственных областях или в сложных климатических условиях? Для ряда трансформаторов необходима полная заливка обмоток, чтобы избежать вибрации витков при работе. Простое нанесение герметиков, клеев и других материалов методом распыления или окунания не дадут требуемого результата ввиду плотности намотки проводов на сердечник. Как обеспечить дополнительную защиту электротехнических компонентов от негативного влияния влаги, пыли и механических воздействий? Эти вопросы порой могут поставить в тупик даже очень опытных технологов и конструкторов.

риалов, из которых сделан насос для системы подачи компаунда, необходимо учитывать абразивное действие присадок, чтобы избежать значительных расходов на техническое обслуживание и ремонт.

СМОЛЫ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ К ВЛАГЕ

Влияние влаги на дозируемые материалы может быть двояким. С одной стороны, существуют смолы, отверждающиеся под воздействием влаги. Для запуска реакции отверждения достаточно длительного воздействия атмосферного воздуха (влажности) на материал. С другой стороны, влага может вызывать нежелательные побочные реакции в некоторых смолах. Так, полиуретановая смола поглощает влагу из атмосферы. После смеси смолы с отверждающим веществом происходит реакция отвердителя с поглощенной влагой. Это приводит к выделению газа CO_2 , что проявляется в виде пенообразования. Хранение материала с соблюдением всех требований, полная очистка емкостей от остатков материалов и работа с материалом в условиях вакуума позволяют значительно снизить отрицательный результат.

Конструкция изделия

Форма изделия в значительной степени влияет на технологический процесс заливки и параметры компаунда. Чем больше углов и полостей в подложке, тем больше нужно запрограммировать операций дозирующей системы для полного заполнения изделия, что увеличивает продолжительность технологического цикла и стоимость. Пример: во время дозирования воздух часто скапливается под плоскими широкими или вытянутыми элементами, расположенными в подложке горизонтально — рис 3 А. Между дозируемым материалом и нижней поверхностью элемента образуется воздушная подушка — рис 3 В. Это может привести к коррозии или выходу компонента из строя.

Чтобы снизить расходы и максимально повысить качество заливки, следует разрабатывать конструкцию изделия с учетом данного фактора.

Обращение с материалом

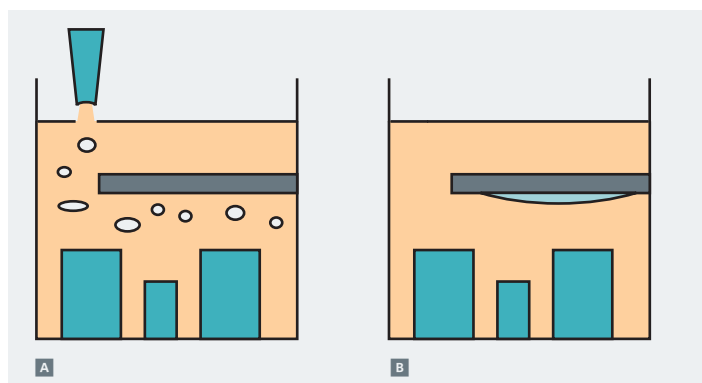
ХРАНЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Неправильное хранение дозируемого материала может привести к изменению его характеристик. В таблице Т 1 приведены важные факторы, которые следует учитывать при выборе способа хранения.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ВОЗДУХА В ДОЗИРУЕМОМ МАТЕРИАЛЕ

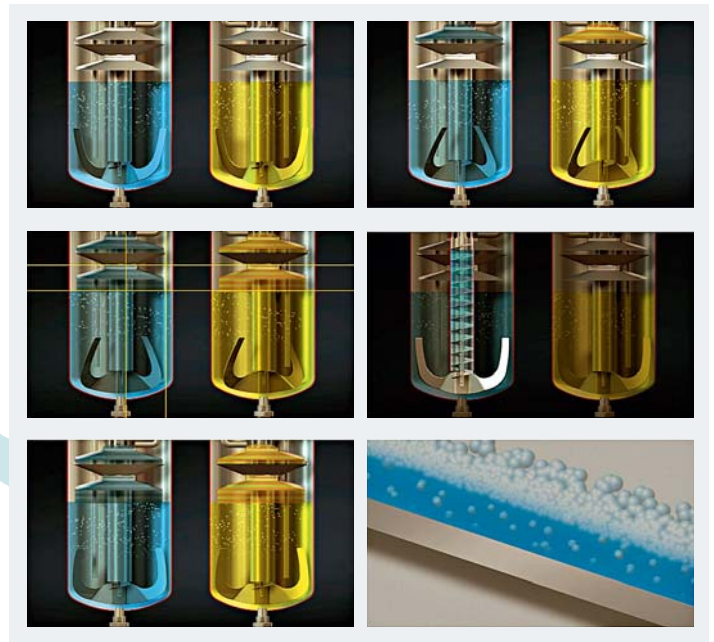
Нельзя допускать образование пузырьков воздуха в дозируемом материале. Попадание воздуха в дозирующую систему нарушит соотношение компонентов в смеси. Это, в свою очередь, снизит качество продукции или приведет к браку. Обработка в вакууме является лучшим способом избежать наличия пузырьков в дозируемом веществе. В технологических системах высокого класса удаление растворенного воздуха из материала осуществляется дегазированием с помощью специальных конструкций смесителей — рис 4.

Смеситель соответствующей конструкции позволяет дегазировать материал, перемешивая его в вакууме.



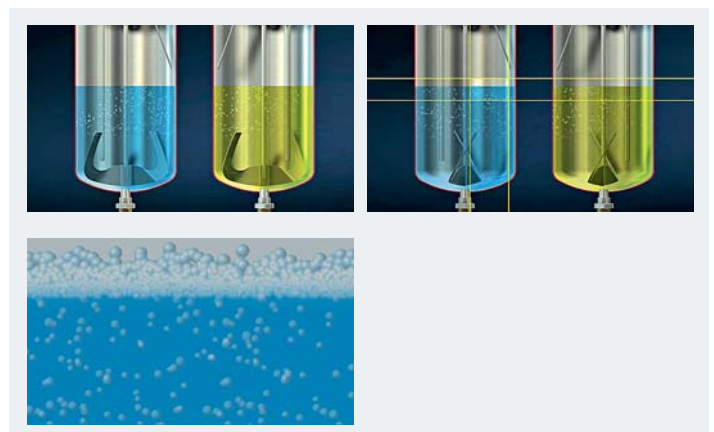
3

Конструкция подложки



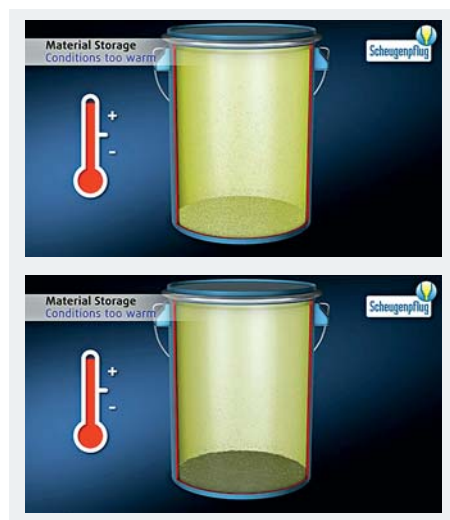
4

Дегазирование с помощью специальной конструкции смесителя









5

Дегазирование путем перемешивания в вакууме



6

Седиментация присадок из-за высокой температуры

ПРИЧИНЫ	РЕЗУЛЬТАТ	ДЕЙСТВИЯ
<p>ПЛОХАЯ АДГЕЗИЯ</p> 	<p>Загрязнение подложки, например, органическими веществами.</p> <p>Неблагоприятное поверхностное натяжение компонентов.</p>	<p>Слабая адгезия между компонентами и дозируемым материалом.</p> <p>Ухудшение реакции между компонентами смолы.</p> <p>Трещины между компонентом и корпусом.</p> <p>Предварительная обработка плазмой, адекватная очистка поверхностей от органических загрязнителей. Активация поверхностей улучшает адгезивные свойства дозируемого вещества.</p> <p>! СОВЕТ Обработка плазмой наиболее эффективна в поточных линиях, где исключено повторное загрязнение поверхностей из-за прикосновения пальцев.</p>
<p>КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ</p> 	<p>Разница температур в хранилище и производственном помещении может привести к формированию конденсата на подложке.</p>	<p>Контакт подложки с влагой, захваченной в процессе дозирования, может вызвать коррозию или, в худшем случае, короткое замыкание.</p> <p>Станция предварительного нагрева позволяет полностью удалить влагу с подложки.</p> <p>! СОВЕТ Правильный нагрев изделия улучшает протекание химической реакции в дозируемом материале. Например, сушку можно производить в нужное время или более равномерно.</p>
<p>ПЕНООБРАЗОВАНИЕ</p> 		<p>Нежелательная реакция дозируемого материала (отвердителя для полиуретана) с конденсатом может привести к выделению CO₂ и пенообразованию.</p>
<p>ПЕНООБРАЗОВАНИЕ</p> 	<p>Материалы, чувствительные к влаге, могут впитывать воду из окружающего воздуха, если они хранятся не в герметичной упаковке.</p>	<p>Смола может поглощать влагу из окружающего воздуха. Во время смешивания компонентов отвердитель реагирует с поглощенной влагой, выделяя CO₂; в дозируемом материале образуется пена.</p> <p>Необходимо хранить материалы только в предписанных условиях и в герметичной упаковке или контейнерах.</p> <p>! СОВЕТ После открытия упаковки следует хранить материал в вакууме. Только в этом случае можно полностью избежать контакта дозируемого материала с воздухом и влагой.</p>
<p>ОТКАЗ ДОЗАТОРА</p> 		<p>Отвердитель поглощает влагу из воздуха и образует полимочевину (мутнеет). Мелкие частицы полимочевины могут засорить фильтры.</p>
<p>ДОЗИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ С ИЗМЕНЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ</p> 	<p>Длительное хранение дозируемого материала или хранение его при высокой температуре может привести к осадению (сепарации) присадок на дне контейнера.</p>	<p>Дозируемый материал теряет свои свойства и, например, перестает нормально отверждаться. Таким образом, заданные характеристики не будут достигнуты.</p> <p>Перед использованием тщательно перемешивайте дозируемые материалы. Это можно сделать в оригинальном контейнере или подготовительном модуле.</p> <p>! СОВЕТ Присадки могут оседать в подготовительных модулях и контейнерах. Перемешивание и циркуляция материала во время производства и простоев позволяет предотвратить выпадение присадки в осадок.</p>

Дегазирование происходит в верхних слоях материала рис 5. При перемешивании воздух, содержащийся в материале, поднимается на поверхность и соприкасается с вакуумом.

Пузырьки воздуха легче поднимаются вверх из тонкой пленки на поверхности материала. Соответствующий нагрев может уменьшить вязкость материала и упростить дегазирование. Кроме того, все линии подачи материала, насосы и клапаны должны быть герметизированы. Только так можно предотвратить попадание воздуха в материал во время его подготовки к заливке.

Предотвращение осаждения присадок

Во время хранения или простоя присадки часто осаждаются на дне контейнера. Скорость осаждения зависит от вязкости дозируемого материала и плотности присадок. В материалах с низкой вязкостью частицы присадок быстрее опускаются на дно, образуя раствор с осадком. Это означает, что концентрация присадок в материале зависит от места его откачки из контейнера. Низкая концентрация присадок в дозируемом материале влияет на качество готовой продукции. Изменившаяся плотность материала также влияет на концентрацию компонентов в составе смеси. В результате материал, дозируемый на подложку, не будет иметь необходимых технологических характеристик, что приведет к низкому качеству изделия или к браку.

Для поддержания требуемой однородности рекомендуется оборудовать контейнеры устройствами для перемешивания. Медленное непрерывное перемешивание материала предотвращает сепарацию и способствует дегазированию.



7

Зависимость вязкости и температуры

Температурный режим заливочных компаундов

Вязкость многих дозируемых материалов снижается с ростом температуры. Часто этот эффект специально используют, поскольку малая вязкость позволяет увеличить скорость технологических процессов. Для поддержания постоянной температуры необходимо нагревать контейнеры, линии подачи материала, насосы и саму систему дозирования. Следует соблюдать осторожность при работе с материалами, отверждающимися при нагревании. ▢

В следующей части статьи мы рассмотрим технологические операции подачи материала, рассмотрим системы измерения объема материала, способы дозирования и весь технологический процесс. Это позволит учесть многие особенности построение линии дозирования для заливки электротехнических и электронных изделий.

Сложно представить современное электронное или электротехническое изделие ответственного применения без учета долговечности и функциональности. Применение операций заливки и герметизации существенно влияют на время жизни продукции и ее надежность. Катушки зажигания, блоки управления, системы связи уже изготавливаются с применением данных технологий и показали свою надежность. В следующем номере будет продолжение данной статьи, где мы завершим экскурс по технологиям заливки и их применению.