

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ РАЗЪЕМОВ: КАК ОБЕСПЕЧИТЬ НАДЕЖНУЮ ЗАЩИТУ

М. Голубьев Golubjev.M@ostec-group.ru

Надежная герметизация кабельных разъемов – актуальная задача при производстве изделий специального назначения. До последнего времени отечественные компаунды, применяемые для этой цели, приготавливали вручную. Низкая технологичность этого процесса затрудняла получение материала требуемого качества. Недавно группа компаний (ГК) Остек и компания Dorag разработали решения для автоматизированного получения высококачественных компаундов*. Рассмотрим преимущества использования данных решений для герметизации и заливки кабельных разъемов.

КАК ПОЛУЧИТЬ КАЧЕСТВЕННЫЙ КОМПАУНД

Основные трудности на участках заливки разъемов возникают еще на стадии приготовления многокомпонентного компаунда. Для обеспечения полной герметичности кабельного разъема в компаунде не должно быть воздушных включений и полостей. Достичь этого при ручном перемешивании компонентов трудно, а в случае использования некоторых материалов, например Вискинта У-1-18, – бывает невозможно. Справиться с проблемой помогает специальное оборудование, в частности, предлагаемое компаниями Dorag.

Разницу в качестве компаунда, приготовленного на оборудовании Dorag Eldomix (рис. 1а) и вручную, можно продемонстрировать на примере часто применяемого материала – эпоксидно-полиамидного клея ВК-9 (без наполнителя). Два образца с одинаковым количеством компаунда, приготовленного разными способами, были помещены в вакуумную камеру. При разряжении воздуха в камере значительно изменился размер образца, приготовленного вручную (рис. 2), что свидетельствует о начале

дегазации конечного компаунда, обусловленной наличием в нем воздушных пор, полостей и включений. Подобная картина характерна для материалов относительно невысокой вязкости, таких как Вискинты К-68, ПК-68 и их аналоги (различные пентэласты, эпоксидные и полиуретановые компаунды).

Вакуумировать готовый компаунд в условиях производства не всегда возможно из-за его



Рис.1. Оборудование Dorag – Eldomix (а) и Metamix (б)

* Петров А. Русские идут! Невозможное возможно. Автоматизация применения отечественных двухкомпонентных материалов. – Вектор высоких технологий, 2014, № 3 (8), с. 50–56.



Рис.2. Результат вакуумирования образцов ВК-9, полученных на оборудовании Dorag Eldomix (№ 1) и вручную (№ 2)

ограниченного времени жизни, а также "закипания" и ускоренного испарения одного из компонентов, вызывающих нарушение пропорции смешивания. Все это приводит к изменению свойств материала, непредсказуемой работоспособности изделия в целом или сокращению периода эксплуатации.

Рассмотрим также процесс получения одного из самых распространенных материалов для герметизации кабельных разъемов – кремний-органического компаунда Вискинт У-1-18. Пропорция смешивания по массе составляет 400 : 1, а вязкость компонентов: пасты У-1 – более 1 000 000 сП, катализатора 18 – порядка 1 сП. Из-за "сложной" пропорции смешивания и колоссальной разности вязкостей компонентов получить компаунд хорошего качества удается не всегда.

В технологическом центре ГК Остек был проведен эксперимент, предусматривающий получение материала Вискинт У-1-18 двумя способами: путем перемешивания компонентов вручную и в автоматизированном режиме с использованием оборудования Dorag Metamix (рис. 1б). Масса получаемого образца в обоих случаях составляла около 100 г.

После полимеризации компаундов их разрезали для проведения внутренней и наружной инспекций. Большое количество полостей и воздушных включений в материале, полученном при ручном смешивании (рис. 3а), ставят под сомнение герметичность, работоспособность и надежность изделий, в которых он применяется. Неравномерная полимеризация, области "сырого" материала в образце свидетельствуют о низком и нестабильном качестве компаунда. А если учесть, что от партии к партии соотношение смешивания компонентов может

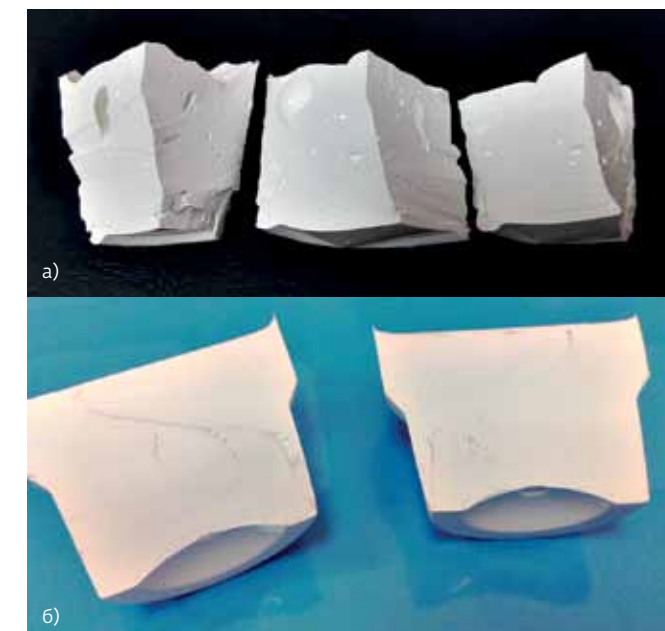


Рис.3. Образцы Вискинт У-1-18, полученные вручную (а) и на оборудовании Dorag Metamix (б)

меняться, то подготовить материал, отвечающий всем технологическим требованиям – труднореализуемая задача. Попытки вакуумировать смешанный вручную Вискинт У-1-18 не привели к желаемому результату. Произвести дегазацию материала не позволила его большая вязкость.

В образцах, полученных на оборудовании Dorag Metamix, отсутствовали воздушные включения, полости и неоднородные по своим свойствам области (рис. 3б). Объясняется это тем, что принцип работы оборудования исключает возможность попадания воздуха внутрь готового компаунда. Материал полностью полимеризован, что подтверждает однородность перемешивания его компонентов.

ПЕРЕХОДИМ К ГЛАВНОМУ

Целью исследований было не только получение максимально качественных образцов материалов, но и решение задачи надежной герметизации кабельных разъемов для изделий специального назначения. Чтобы окончательно убедиться в эффективности применения разработанных решений, была проведена пробная заливка ряда разъемов серии ШР материалом Вискинт У-1-18 непосредственно из оборудования Dorag Metamix.

Для полного воспроизведения технологического цикла производства жгутового изделия разъемы распаяли (рис. 4), затем их внутренние поверхности обезжирили Нефрасом С2 и нанесли на них подслои



Рис.4. Разъем серии ШР после распайки и обработки

П-11 (в соответствии с технологическими этапами заливки кабельных разъемов). После сушки под слоя разъемы залили компаундом в автоматизированном режиме (рис.5).

По завершении полимеризации компаунда разъем вскрыли и проинспектировали его содержимое на предмет герметичности и наличия воздушных пор, полостей и пузырей (рис.6а). Заполимеризовавшийся компаунд имеет характерную гладкую поверхность без пор и полостей. Отсутствуют области "сырого" (непромешанного) материала, что исключает вымывание компаунда при попадании влаги в разъем.

Немаловажно состояние компаунда во всем объеме кабельного разъема. Для его проверки из разъема вырезали произвольный сектор (рис.6б). Оказалось, что внутреннее состояние компаунда характеризуется полной полимеризацией и отсутствием воздушных полостей. Полученные данные свидетельствуют о максимально возможной герметизации кабельного разъема, которая предохранит изделие от внешних воздействий среды (влаги, грязи и др.) и тяжелых эксплуатационных условий (перегрузок, вибрации, механических воздействий).

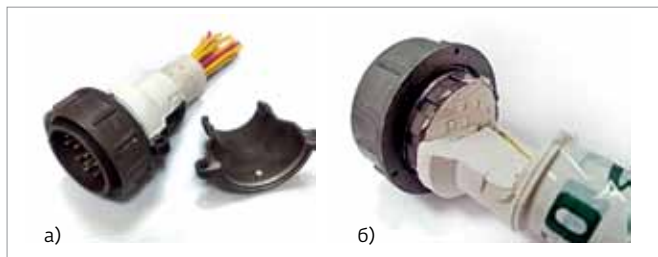


Рис.6. Поверхностная (а) и внутренняя (б) инспекции качества герметизации разъема



Рис.5. Заливка разъема серии ШР Виксинтом У-1-18 из Dopaq Metamix

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ

Схема установки по подготовке, смешиванию и дозированию многокомпонентных компаундов (рис.7) включает в себя вакуумные баки для хранения и подачи материалов; высокоточные шестеренные или поршневые насосы, в которых материалы дозируются в соответствии с заданной пропорцией (коэффициентом) смешивания; расходомеры для контроля коэффициента смешивания; смесительную головку.

Во всей линейке технологических решений по автоматизации многокомпонентных материалов предусмотрены возможность дегазации материала и система агитации (перемешивания), поддерживающая материал в гомогенном состоянии. А отсутствие контакта компонентов материала

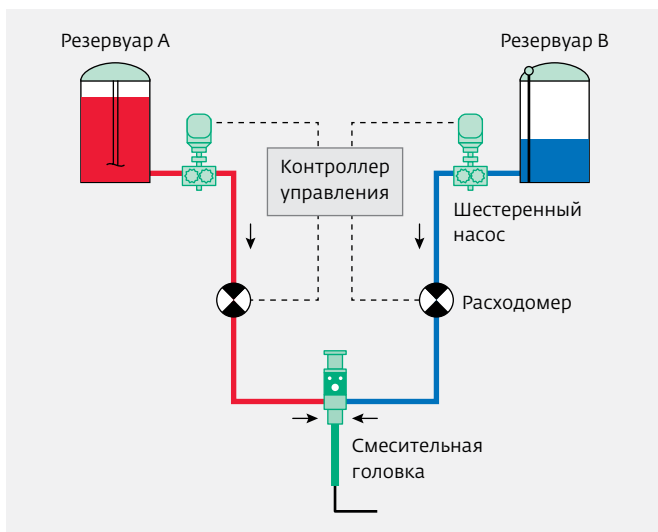


Рис.7. Общая схема работы оборудования



Рис.8. Современный участок вакуумной заливки на базе Dopaq Eldomix 103

внутри оборудования исключает регулярную промывку систем после каждого использования.

Технологические решения по автоматизации процессов подготовки, смешивания и дозирования материалов для герметизации кабельных разъемов можно разделить по двум направлениям:

для высоковязких материалов (пастообразных типа Виксинтов У-1-18, У-2-28, У-4-21) и для текучих (эпоксидные материалы типа ВК-9 и КДС-174, Виксинты К-68, ПК-68). Для каждого направления характерны свое оборудование и необходимые дополнительные опции, обеспечивающие корректную работу системы и гарантирующие получение однородного безвоздушного материала.

Для работы с высоковязкими материалами используется оборудование класса Metamix. Для подачи высоковязкой пасты дополнительно применяется экструдер. При автоматизации процесса приготовления текучих материалов разработка и конструирование системы выполняются в основном на базе оборудования класса Eldomix, в большинстве случаев с расширенными опциями дегазации и агитации материала.

Сегодня на производственных предприятиях активно внедряются новые технологические решения. Участки заливки оснащаются современными системами подготовки, смешивания и дозирования материала (рис.8). С различными автоматизированными решениями для качественной герметизации кабельных разъемов можно познакомиться в технологическом центре ГК Остек. ●