

## Система автоматического смешивания и дозирования высоковязких веществ для герметизации разъемов и электронных блоков



Смешивание отечественных герметиков, компаундов и клеев – процесс, который тяжело поддается автоматизации, поэтому обычно эти материалы смешивают вручную. Российская система «Би-Микс» для смешивания, дозирования и заливки высоковязкими веществами разъемов, электронных блоков, герметизации корпусов автоматизирует данные процессы. В статье рассматриваются компоненты системы: планетарный миксер «Соло-ВКС», экструдер и дозатор, рассказывается об уникальных особенностях их конструкции и возможностях.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва

История развития российской электроники неразрывно связана с историей нашей страны. Производственная база многих российских предприятий была заложена еще в СССР и основана на советских разработках. В 1990-х и 2000-х годах к нам хлынул поток западного оборудования, материалов и технологий, которые применялись на новых и модернизированных производственных площадках. Сейчас, когда поддерживать большинство производственных процессов непросто из-за санкций, актуальным становится вопрос оптимального использования и обслуживания той промышленной базы, которую мы имеем на своей территории. Поэтому инжиниринг новых эксклюзивных продуктов, отвечающих текущим потребностям отечественных производственных площадок, на наш взгляд, одно из главных направлений развития российской электроники.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии» (ООО «ПРОТЕХ»), работает на рынке с 2007 года и изначально занималось импортом зарубежного оборудования. В настоящее время компания имеет налаженные связи не только с поставщиками, но и с российскими производителями, знает возможности внутреннего рын-

ка. Опираясь на промышленную базу российских подрядчиков, комбинируя оборудование и разработанные для него технологии, компания получает эксклюзивный продукт. Инжиниринг позволяет максимально задействовать российские производственные площадки под текущие задачи рынка и создать при этом готовое, работающее техническое решение. Одним из таких решений стала линия «Би-Микс», которая была создана российскими разработчиками в тесном взаимодействии друг с другом и под руководством специалистов ООО «ПРОТЕХ».

### Автоматизация смешивания Вискитов

На российском рынке представлены материалы для герметизации от разных производителей. Значительную долю, которая сегодня увеличилась, составляют отечественные герметики-диэлектрики группы Вискит. Этот материал был изобретен достаточно давно: первый продукт данной группы появился в 1958 году во ФГУП ВИАМ (название Вискит представляет собой аббревиатуру от словосочетания «ВИАМовская композиция силиконовая, не требующая термоотверждения»). Важной характеристикой этого кремнийорганического герметика

являлась вулканизация (отверждение) при комнатной или даже отрицательной температуре, а не при высокой, как у более ранних герметиков.

Примечательно, что эти герметики изначально были предназначены для подготовки и нанесения вручную, и, несмотря на промышленные масштабы производства, автоматизация этого процесса не приживалась. Вискит – многокомпонентное вещество, большую часть которого составляет уплотнительная паста. Перед применением все компоненты необходимо смешать до состояния полной однородности, соблюдая пропорции, указанные в технической документации. Для изготовления более 100 граммов смеси предлагалось использовать традиционную лабораторную мешалку с верхним приводом, но она не позволяла перемешать вязкий состав равномерно (не промешивается у стенок, много материала остается на насадке). К тому же во время перемешивания с частотой 100 оборотов в минуту и выше, как у лабораторных мешалок, в состав активно просачивается воздух, который оттуда необходимо удалить – провести вакуумизацию (рис. 1).

Второй тип устройства, который можно было использовать для авто-

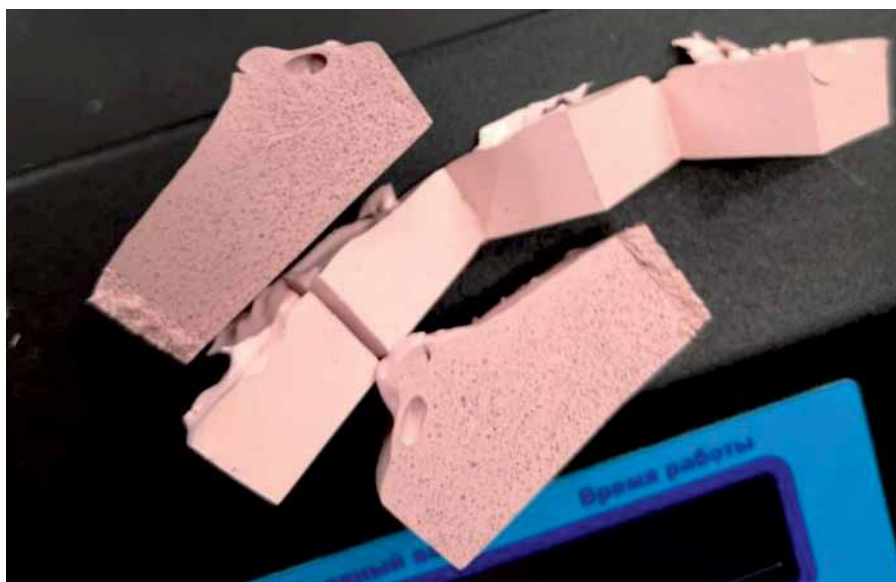


Рис. 1. Наглядные результаты смешивания Висксинтов в миксере с вакуумированием и без

матического смешивания герметиков, это планетарные миксеры зарубежного производства. К ним мы вернемся чуть позже, а пока просто скажем, что они тоже зачастую не позволяют добиться оптимальных результатов. Поэтому большинство предприятий до сих пор выполняют перемешивание Висксинтов вручную. В целом этот метод себя оправдывает: вручную можно изготовить герметик-диэлектрик требуемого качества. Однако на ручной труд затрачивается много времени, необходим скрупулезный контроль рабочего процесса, а качество продукта не отличается стабильностью. Проще говоря, периодически партия приготовленного герметика отправляется в брак.

Коллектив компании «ПРОТЕХ», которая 15 лет работает на рынке технического оснащения производств, поставил перед собой амбициозную задачу: автоматизировать процесс приготовления герметиков-диэлектриков типа Висксинт. Для этого решено было разработать планетарный миксер — именно разработать, а не использовать готовый, потому что ни один зарубежный планетарный миксер не позволял добиться необходимого качества смеси.

Для создания нового оборудования представители компании «ПРОТЕХ» обратились к директору фирмы ООО «Вельтпласт» Дмитрию Александровичу Шаповалову — изобретателю и руководителю производства. Совместно со специалистами ООО «Вельтпласт» разрабатывалась оригинальная кон-

струкция планетарного миксера «Соло-ВКС». А параллельно проводились важнейшие исследования, результаты которых учитывались при разработке конструкции миксера: изучались химико-физические свойства Висксинтов под воздействием разных температур, давлений и других параметров. К этой большой теоретической работе, которая проводилась под руководством инженера проекта Алексея Петровича Горбача, сотрудника ООО «ПРОТЕХ», были привлечены российские физики, химики и сотрудники лабораторий.

#### Планетарный миксер для смешивания герметиков, компаундов и клеев «Соло-ВКС»

Рассмотрим подробней конструкцию и особенности нового устройства. Планетарным миксер назван потому, что напоминает движение планет Солнечной системы: емкость со смесью (банка) вращается вокруг оси центрифуги, а также вокруг собственной оси. Перемешивание происходит под воздействием гравитационных сил. При этом необходимо добиться довольно высокого уровня перегрузки по основному валу (вокруг вертикальной оси центрифуги), иначе перемешивания не произойдет.

Достичь нужного уровня перегрузки можно двумя способами. Первый — увеличить скорость вращения основного вала, по этому пути пошли производители практически всех миксеров для планетарного смешивания. Разработчики ООО «ПРОТЕХ» и «Вельтпласт» использовали другой способ:

увеличили плечо — расстояние центра емкости от центральной оси миксера. Чем плечо длиннее, тем меньшая скорость вращения нужна для необходимого уровня перегрузок.

Но самое главное — это скорость вращения банки вокруг своей оси. При быстром вращении перемешиваемая смесь выделяет тепло. Чем выше количество оборотов в минуту, тем интенсивней выделяется тепло и, соответственно, сокращается жизнеспособность материала, ведь при повышении температуры отверждение герметика происходит быстрее. В миксерах зарубежного производства этот показатель (время жизнеспособности материала) практически невозможно регулировать. Вторичный вал (вращение банки) конструктивно жестко привязан к первичному валу (центрифуга), поэтому скорость вращения банки напрямую зависит от скорости вращения основного вала. Например, в миксере THINKY ARE-310 отношение скорости вращения основного вала к скорости вращения банки вокруг своей оси составляет 1:2,5, то есть банка вращается заведомо быстрее. Такая жесткая зависимость сказывается на качестве полученного продукта. Иногда смесь получается неплохо, но повторяемость хороших результатов невысокая. А в некоторых случаях оптимальный режим смешивания из-за негибкости решения вообще невозможно подобрать.

Разработчики планетарного миксера «Соло-ВКС» пошли принципиально иным путем: сделали скорость вращения вторичного вала независимой, тем самым значительно расширив возможности системы. Увеличивая или уменьшая скорость вращения емкости, а также время смешивания, можно регулировать жизнеспособность герметика в зависимости от принятого на предприятии техпроцесса. Ведь кто-то использует герметик сразу после приготовления, а кто-то, приготовив большую партию, упаковывает Висксинт в картриджи и, например, отдает в соседний цех для дальнейшей работы.

Смешивание Висксинтов У-1-18 и У-2-28 на миксере «Соло-ВКС» достигается при следующих режимах:

- ▶ скорость основного вала: 500 оборотов в минуту;
- ▶ скорость вращения банки: 25 оборотов в минуту;
- ▶ время: 3 минуты.



Рис. 2. Результат автоматизированного смешивания:  
 а – Висксинт К-68 Б; б – компаунд электроизоляционный заливочный ЭЗК-6;  
 в – компаунд КПТД-1/1Т Номакон; г – пенокомпаунд эпоксидный ПЭК-74

Регулируя эти параметры, можно управлять временем жизнеспособности материалов. Еще одной особенностью является осуществление вакуумирования непосредственно в процессе смешивания, проводить вакуумирование дополнительно не требуется.

Планетарный миксер «Соло-ВКС» позволяет ускорить и улучшить качество смешивания следующих материалов отечественного производства:

- ▶ Висксинт У-1-18, У-2-28, У-4-21, ПК-68, К-68 Б (рис. 2а);

- ▶ компаунд электроизоляционный заливочный ЭЗК-6 (рис. 2б);
- ▶ компаунд КПТД-1/1Т (рис. 2в);
- ▶ пенокомпаунд эпоксидный ПЭК-74 (рис. 2г);
- ▶ герметик ВИТЭФ-1НТ;
- ▶ клей ВК-9 и др.

#### Дозирование готового герметика

Планетарный миксер «Соло-ВКС» можно использовать самостоятельно. Но лучше применять его в составе системы «Би-Микс» (рис. 3), в которую

наряду с миксером включены экструдер и дозатор, а также набор расходных материалов.

Фасовка герметика по картриджам (или шприцам), если она необходима, тоже является критической операцией, которая может свести на нет все усилия по смешиванию материала, потому что во время выдавливания готовой массы в картридж может произойти подмешивание воздуха. Поставив перед собой задачу автоматизировать данный процесс, специалисты компании «ПРОТЕХ» обратились к директору российского предприятия НТФ «Техно-Альянс Электроникс» Евгению Валерьевичу Шулику – разработчику с огромным опытом. Компания НТФ «Техно-Альянс Электроникс» занимается разработкой оборудования марки «Термопро» для оснащения участков мелкосерийного монтажа печатных узлов: это термостолы, дозаторы и другие изделия, в том числе нестандартные, выполненные по индивидуальному заказу. Евгению Валерьевичу была хорошо известна и понятна проблематика изготовления и дозирования герметика. В этой компании под руководством ООО «ПРОТЕХ» был изготовлен комплекс оборудования для автоматической линии дозирования герметика в шприцы или заливки непосредственно в разъемы – система «Би-Микс».

Работает линия следующим образом: после миксера банка с материалом перемещается в экструдер, где происходит переупаковка материала в технологические шприцы. Материал закачивается в картридж через носик, чтобы избежать подмеса воздуха. При необходимости технологические



Рис. 3. Система автоматического смешивания и дозирования герметиков, компаундов и клеев «Би-Микс»: планетарный миксер, экструдер, дозатор



Рис. 4. В процессе пусконаладки технологической линии «Би-Микс»

шприцы можно доработать, чтобы ускорить технологический процесс и уменьшить давление на материал высокой вязкости. Пневматический дозатор ND-350, с помощью которого выполняется заливка материала, значительно облегчает работу оператора. Требуется два раза нажать на педаль: один раз для начала подачи материала в шприц или картридж, второй – для завершения процесса.

Вся соль изобретения в том, что система «Би-Микс» – не просто оборудование. Она всегда требует тщательной проработки технологии под материал и задачи предприятия. При автоматизации всплывает множество нюансов, работой с которыми производители не занимаются (и не должны заниматься). Поэтому под каждую поставку линии инженеры ООО «ПРОТЕХ» прорабатывают режимы и оснастку (рис. 4).



Рис. 5. Ссылка на видео «Заливки изделия компаундом Силагерм 2113-27 марки В с помощью линии «Би-Микс»»

«Би-Микс» – простая и удобная система заливки с высокой повторяемостью. На данный момент она успешно функционирует на ряде российских предприятий, в том числе ВПК. Линия отлично зарекомендовала себя при работе с компаундами ЭЗК-6, КПТД-1/1Т Номакон, Виксинтами К-68 Б, У-1-18, У-2-28 и ПК-68, эпоксидным пенокомпаундом ПЭК-74, теплопроводящим компаундом Силагерм 2113-27, высокотемпературным стеклогерметиком для батарей топливных элементов и др. Ссылка на видео, демонстрирующее заливку компаундом Силагерм 2113-27, приведена на рис. 5.

Рассмотрим несколько примеров внедрения системы и проработки технологии под конкретный материал и производственные потребности.

#### Примеры применения

Внедрение технологической линии для работы с Виксинтом ПК-68 и компаундом ЭЗК-6

В июне 2022 года была запущена десятая по счету линия подготовки и заливки герметиков, компаундов и клеев «Би-Микс». Ей предстояло работать с Виксинтом ПК-68 и электроизоляционным заливочным компаундом ЭЗК-6, которые использовались в технологическом процессе заказчика.

Особенностью Виксинта ПК-68 является его текучесть, он очень жидкий по сравнению Виксинтами У-1-18

и У-2-28, а потому требует меньшего давления и не требует вакуумирования. Специально для этого материала доработали поршень.

Электроизоляционный заливочный компаунд ЭЗК-6 тоже не требует вакуумирования, а кроме того, технологический процесс не предусматривает его заправки в шприцы. Поэтому разработчики нашли простое решение: использовали в качестве емкостей для смешивания одноразовые стаканчики для кофе и чая. Оснастка оборудования позволяет использовать такую доступную и экономичную посуду. После использования стаканчики выбрасываются, очистка им не нужна.

Ускорение процесса смешивания высокотемпературного стеклогерметика

Другой пример связан с экспериментами по приготовлению герметика. Разработчики ООО «ПРОТЕХ» замешивали пасту высокотемпературного стеклогерметика для батарей топливных элементов. В состав пасты входит стекло (собственно герметик), терпинеол и поливинилбутираль. Для ускорения смешивания в пасту были добавлены керамические шары. Смешивание в планетарном миксере «Со-ло-ВКС» занимает 3 минуты вместо 15, которые предприятие тратит, используя мельницу.

После смешивания пасту не сушат и не выдерживают, однако она стабильна в течение нескольких недель. Пасту наносят давлением воздуха через коническую иглу по запрограммированному маршруту на стальную пластину, затем сушат от растворителя. После этого соединяют две такие пластины герметиком под пригрузом и нагревают до 900–1050 °С. Органика разлагается и испаряется, стекло расплавляется, образуя тонкий газоплотный слой между пластинами.

Именно так, шаг за шагом, происходит оптимизация производственных процессов.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 662-9625,  
e-mail: info@protehnology.ru,  
сайт: protehnology.ru