

Участок заливки и герметизации: назревшая необходимость модернизации

При производстве техники специального назначения часто используют отечественные компаунды и герметики. Это и всем известные компаунды типа «Виксинт», и эпоксидные компаунды типа ЭД-20, КДС-174, и клеи-герметики ВК-9, ВГО и другие. До настоящего времени применение этих материалов было возможно в основном ручным способом, с помощью подручных средств и без соответствующего профессионального оснащения и автоматизации участков заливки и герметизации. Как ни удивительно, но важные производственные участки, обеспечивающие повышенную надежность техники, все годы бурного обновления отечественных производств были неоправданно забыты и на многих предприятиях выглядят точно так же, как и 20–40 лет назад. Как следствие, страдают качество, надежность и технологичность отечественной продукции. Могут ли участки заливки и герметизации по уровню автоматизации, технологичности и качества соответствовать современным цехам микроэлектроники, сборки печатных узлов и металлообработки? Могут. Именно об этом данная статья и описанные в ней результаты опытно-конструкторских работ.

Андрей Петров

materials@ostec-group.ru

Существующая ситуация с организацией участков заливки и герметизации

Прежде всего, следует отметить, что многие из отечественных компаундов и герметиков, применяемых при производстве техники специального назначения, разработаны в середине прошлого века, но отнюдь не утратили своей актуальности, широко используются и зачастую являются весьма конкурентоспособными с точки зрения эксплуатационных свойств. Кроме того, в большинстве случаев только отечественные компаунды и герметики прописаны в спецификациях, неоднократно проверены и одобрены для применения в производстве изделий специального назначения.

Ахиллесовой пятой клеев и компаундов отечественного изготовления остается их крайне низкая технологичность. Вызвано это следующими факторами:

- нестабильность свойств компонентов от партии к партии и широкий диапазон допуска по технологическим параметрам (например, динамическая вязкость, соотношение смешивания компонентов и др.);
- трудно реализуемые пропорции смешивания компонентов: например, для получения готовой смеси компаунда «Виксинт У-1-18» необходимо смешать пасту У-1 и катализатор № 18 в соотношении 400:1 по объему (и это при колоссальной разности в вязкости);



Рис. 1. Типичная картина на участке заливки компаундов на производстве специальной техники в России

- необходимость введения в компаунд абразивных наполнителей (в частности, кварца, алюминиевой пудры) для придания дополнительных свойств.

Перечисленные особенности приводят к тому, что в большинстве случаев заливка и герметизация с помощью отечественных компаундов выполняется вручную. Из-за технологических особенностей материалов и ручного применения на многих предприятиях России инженеры сталкиваются с трудностями в построении стабильного процесса заливки и герметизации, повышенным расходом материалов, браком продукции. Специалистам предприятий приходится непосредственно контактировать с вредными компонентами при подготовке и смешивании компаундов (рис. 1).

На большинстве производств ручной технологический процесс заливки выглядит таким образом:

- с помощью бытовых весов отмеряют необходимое количество компонентов;
- затем компоненты сливаются в общую тару, в которой производится смешивание либо вручную, либо с помощью подручных бытовых или строительных приборов (например, кухонных миксеров, электродрелей и шпателей);
- далее приготовленный таким образом компаунд загружают в шприц, из которого и производят дозирование непосредственно в изделие (иногда с предварительной дегазацией материала).

Такая организация процесса может привести к следующим последствиям:

- нередко нарушается пропорция смешивания из-за значительного человеческого фактора и использования примитивных бытовых весов и миксеров. Как следствие, время отверждения материала может «плавать» в широких пределах, а в некоторых случаях полимеризация материала оказывается вообще невозможной (рис. 2);
- конечные свойства материала могут не соответствовать требуемым эксплуатационным характеристикам (адгезия, прочность, эластичность, твердость);



Рис. 2. Бракованная продукция после ручной заливки двухкомпонентным компаундом

- при ручном смешивании в смесь попадает большое количество воздуха, который останется в полимеризованном материале и может привести к отказам при эксплуатации;
- сразу же после смешивания компоненты материала начинают реагировать. Это приводит к изменению вязкости во времени, то есть каждое изделие фактически заливается материалом с разной вязкостью. Как следствие, возможно плохое заполнение изделия материалом, снижение адгезии, отсутствие герметичности.

Важно помнить, что факт некачественной заливки трудно проконтролировать в закрытом объеме разъема или изделия. И даже при налаженном выходном контроле продукции дефект операции заливки может проявить себя в самый неподходящий момент, порой только при эксплуатации изделия в жестких условиях.

Все усугубляется тем, что даже при наличии эффективного выходного контроля и надежном методе обнаружения некачественной заливки или герметизации полностью удалить компаунд из изделия в случае необходимости крайне трудоемко, а зачастую невозможно. Соответственно, невозможно или крайне затруднительно и проведение ремонта и повторной заливки. Поэтому необходимо так организовать процесс заливки и герметизации, чтобы результат был 100% стабильным от изделия к изделию и все составляющие процесса контролировались, измерялись и если нужно — автоматически корректировались.

На рис. 3 отчетливо видно, что заполненный вручную разъем содержит большое количество полостей и пузырей, что является результатом ручного смешивания и дозирования. Неполное либо пористое заполнение корпуса разъема может привести к «натягиванию» влаги внутрь, коррозии электрических соединений в местах пайки, токам утечки, а в результате — и к отказу техники. Выявить данный дефект визуально, по внешним признакам практически невозможно.

О современном подходе к организации технологического процесса заливки на базе отечественных материалов

Таким образом, для обеспечения качественной заливки и герметизации изделий необходимо переходить от ручного труда к автоматизированным системам подготовки смешивания и дозирования компаундов. Современные решения в данной области позволяют обеспечить качественную подготовку компонентов материалов (в том числе с вакуумированием, нагревом), стабильное и повторяемое смешивание компонентов в правильной пропорции с соотношением от 100:100 до 100:0,25, точное дозирование материалов со 100%-ным повторением объема дозы для каждого изделия.

При этом работа с большинством отечественных двухкомпонентных компаундов



Рис. 3. Пример применения двухкомпонентного компаунда «Виксинт У-2-28»

на современном оборудовании до недавнего времени была попросту невозможной из-за значительного различия свойств зарубежных и российских материалов, а также сложных характеристик отечественных материалов, практически исключающих автоматизированное применение.

Для выхода из сложившейся ситуации и обеспечения возможности модернизации участков заливки и герметизации было принято решение о тестировании наиболее популярных российских материалов и серии опытно-конструкторских работ в области двухкомпонентных систем дозирования для специфики отечественных предприятий. Участие в данной работе принимали группа компаний «Остек» и технологический партнер из Германии — Dorag. Цель исследования — сконструировать системы дозирования, способные эффективно и стабильно работать с отечественными материалами типа «Виксинт», ЭД-20, КДС-174, ВК-9 и другими.

Для тестовых работ с материалами «Виксинт К-68», ПК-68, ВК-9, КДС-174 испытания проводились на модернизированной установке Dorag Eldomix 103 (рис. 4) с высокоточными шестеренчатыми насосами и сменным вращающимся статическим смесителем, сочетающим преимущества динамического и статического миксеров. Данный тип оборудования обеспечивает качественное смешивание компонентов материала и не требует дорогостоящей промывки растворителем. Результаты тестов фиксировались в отчетах, и для каждого материала были подобраны оптимальные параметры работы оборудования.

Для материалов «Виксинт У-1-18», «Виксинт У-2-28», «Виксинт У-4-21» в качестве базы для построения системы дозирования была выбрана установка Dorag Metamix (рис. 5), доработанная с учетом технологических особенностей материала. Была внедрена система специально созданных высокоточных дозирующих клапанов. Особенностью данной установки является забор основного компонента прямо из заводской тары (30 л) без доступа воздуха, а также использование стандартного статического смесителя.

Для отработки процесса дозирования материала с абразивными наполнителями (КДС-174 с кварцем и алюминием) модернизирована-

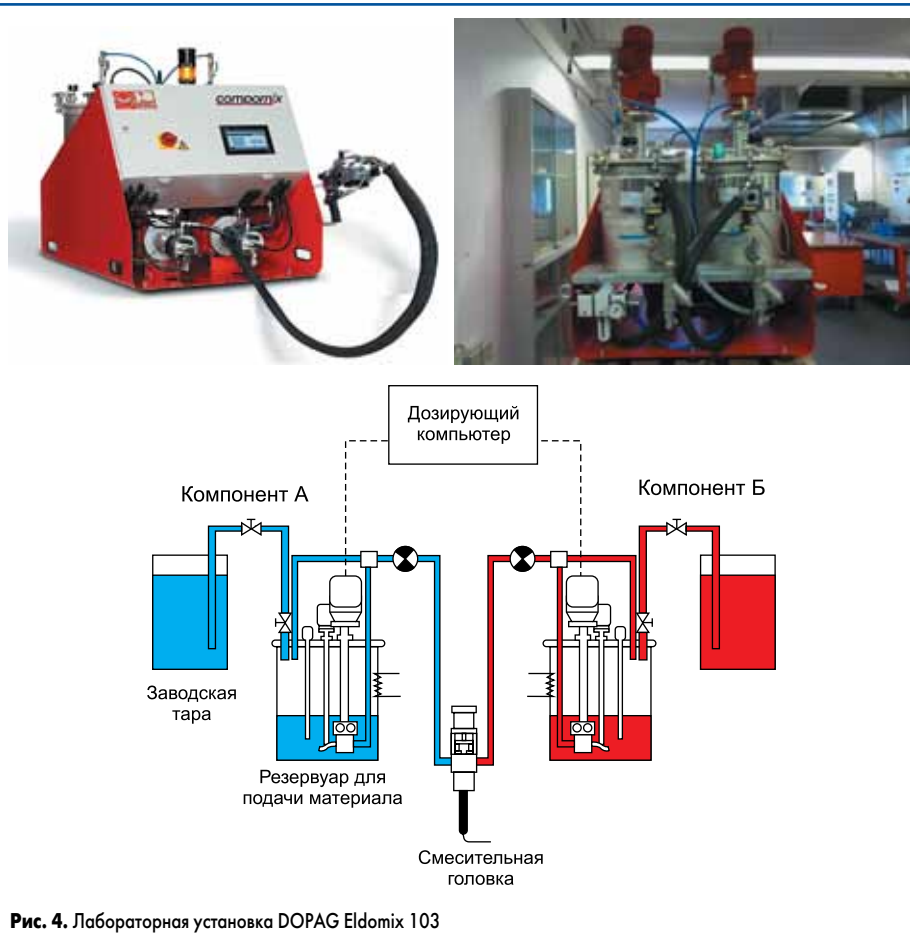


Рис. 4. Лабораторная установка DOPAG Eldomix 103

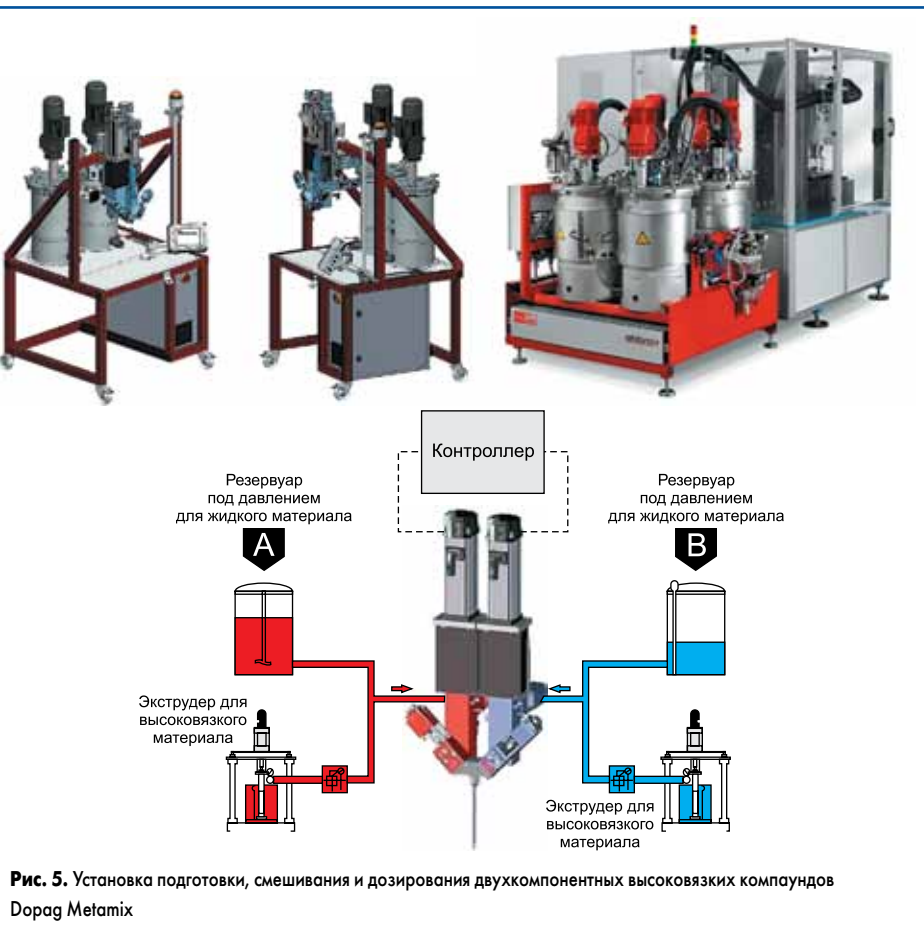


Рис. 5. Установка подготовки, смешивания и дозирования двухкомпонентных высоковязких компаундов DOPAG Metamix

на и доработана установка DOPAG Metamix. Конструкция ее дозирующих поршневых насосов позволяет уверенно работать с абра-

зивными наполнителями, например кварцем с частицами до 100 мкм, а индивидуально управляемый сервопривод каждого насоса

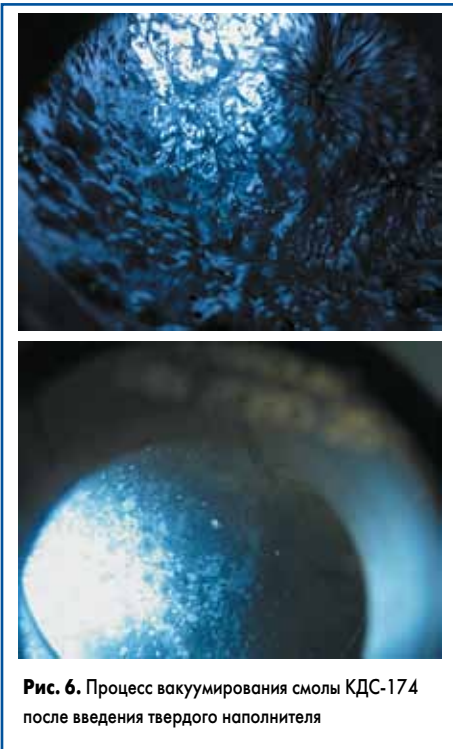


Рис. 6. Процесс вакуумирования смолы КДС-174 после введения твердого наполнителя

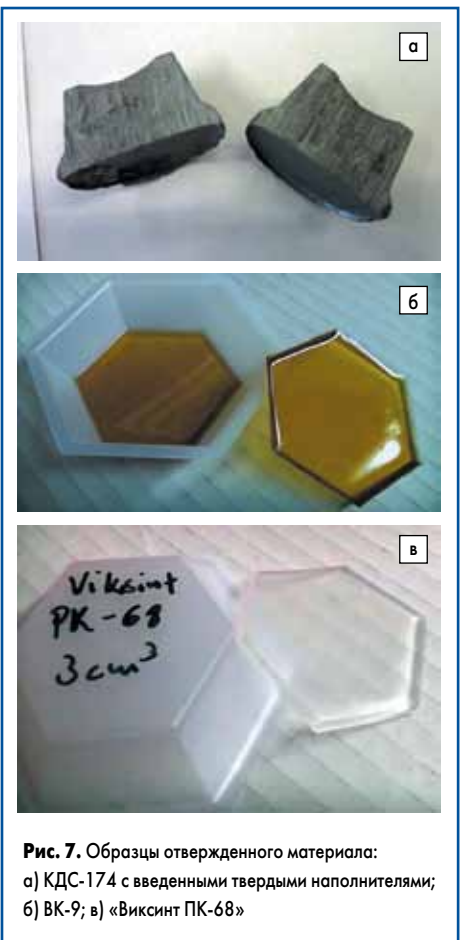


Рис. 7. Образцы отвержденного материала: а) КДС-174 с введенными твердыми наполнителями; б) ВК-9; в) «Виксинт ПК-68»

гибко выставляет необходимые коэффициенты смешивания. Для удаления большого количества воздуха из смеси после введения наполнителя использован вакуумируемый бак компонента А (рис. 6). В бак А также встроена система агитации (помешивания) смеси и рециркуляции для предотвращения расслоения смеси и выпадения твердого осадка.

В результате проделанных работ при использовании перечисленных модернизиро-

ванных систем дозирования Dorag компоненты материалов были смешаны до однородной гомогенной массы, во всех случаях произошло полное отверждение материала без содержания воздуха в объеме (рис. 7). Подобные результаты являются отличным показателем. Достигнуть подобной повторяемости при ручном смешивании затруднительно. Усовершенствованные установки Dorag полностью отвечают требованиям для работы с материалами «Виксинт У-1-18», «Виксинт У-2-28», «Виксинт У-4-21», КДС-174, ВК-9, ПК-68 и другими.

Заключение

По итогам проделанных работ цель была достигнута — появилось семейство машин Dorag, обеспечивающих автоматизированное применение отечественных материалов. Отклонения

в коэффициенте смешивания для всех исследованных материалов составили не более 3%, что полностью отвечает технологическим требованиям. Компоненты материалов во всех случаях смешаны до однородной гомогенной массы, а также произошло полное отверждение материала. А ведь еще до недавнего времени вопрос модернизации участков заливки и герметизации оставался нерешенным.

В результате внедрения рассмотренных или аналогичных решений предприятия могут получить контролируемый, стабильный технологический процесс заливки и повысить качество продукции. Еще раз подчеркнем: автоматизация технологического участка заливки позволит увеличить производительность, обеспечить точность смешивания и дозирования клеев и герметиков, минимизировать человеческий фактор, повысить качество и надежность специальной техники отечественного производства. ■■■