

# ТЕХПОДДЕРЖКА

## Участок заливки и герметизации: назревшая необходимость модернизации



Текст: **Андрей Петров**



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 сегодняшнего дня 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. И именно об этом данная статья и описанные в ней результаты опытно-конструкторских работ.

## Существующая ситуация при организации участков заливки и герметизации

Прежде всего, стоит отметить, что многие из отечественных компаундов и герметиков, применяемых при производстве техники специального назначения, разработаны в середине прошлого века, но при этом отнюдь не утратили своей актуальности, широко применяются 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 производства является их крайне низкая технологичность по причине следующих факторов:

- нестабильность свойств компонентов от партии к партии и широкий диапазон допуска по технологическим параметрам (например, динамическая вязкость, соотношение смешивания компонентов и др.);

- труднореализуемые пропорции смешивания компонентов: например, для получения готовой смеси компаунда Виксинт У-1-18 необходимо смешать пасту У-1 и катализатор №18 в соотношении 400 к 1 по объёму (и это при колоссальной разности в вязкости);
- необходимость введения в компаунд абразивных наполнителей (например, кварц, алюминиевая пудра) для придания дополнительных свойств.

Перечисленные особенности приводят к тому, что в большинстве случаев заливка и герметизация с использованием отечественных компаундов выполняются вручную. Из-за технологических особенностей материалов и ручного применения на многих предприятиях России технологи сталкиваются со сложностями 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.



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



2 Бракованная продукция после ручной заливки двухкомпонентных компаундов

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 использованием 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 требуемая полимеризация материала может оказаться вообще невозможной (рис. 2);
- конечные свойства материала могут не соответствовать требуемым эксплуатационным характеристикам (адгезия, прочность, эластичность, твердость);
- 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. Поэтому 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 трудоёмко, а зачастую практически 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 при необходимости 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 и – к отказу техники. А выявить данный дефект визуально по внешним признакам практически невозможно.



3 Пример применения двухкомпонентного компаунда Висконт У-2-28

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

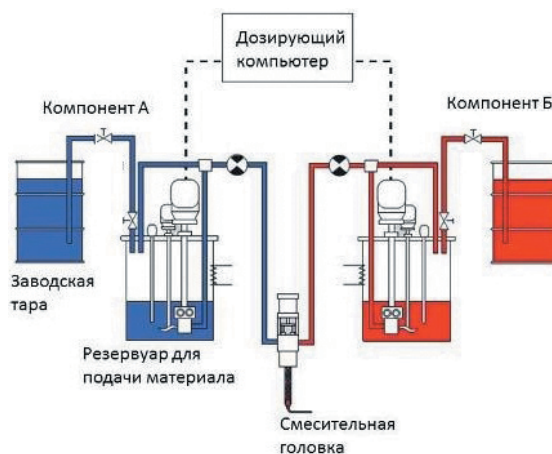
Таким образом, для обеспечения качественной заливки и герметизации изделий необходимо переходить от ручного труда к современным автоматизированным системам подготовки смешивания и дозирования компаундов. Современные решения в данной области позволяют обеспечить качественную подготовку компонентов материалов (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% повторением объема дозы для каждого изделия.

При этом работа с большинством отечественных двухкомпонентных компаундов на современном оборудовании до недавнего времени была попросту невозможной из-за значительного различия свойств современных зарубежных и отечественных материалов, а также сложных характеристик отечественных материалов, практически исключающих автоматизированное применение.

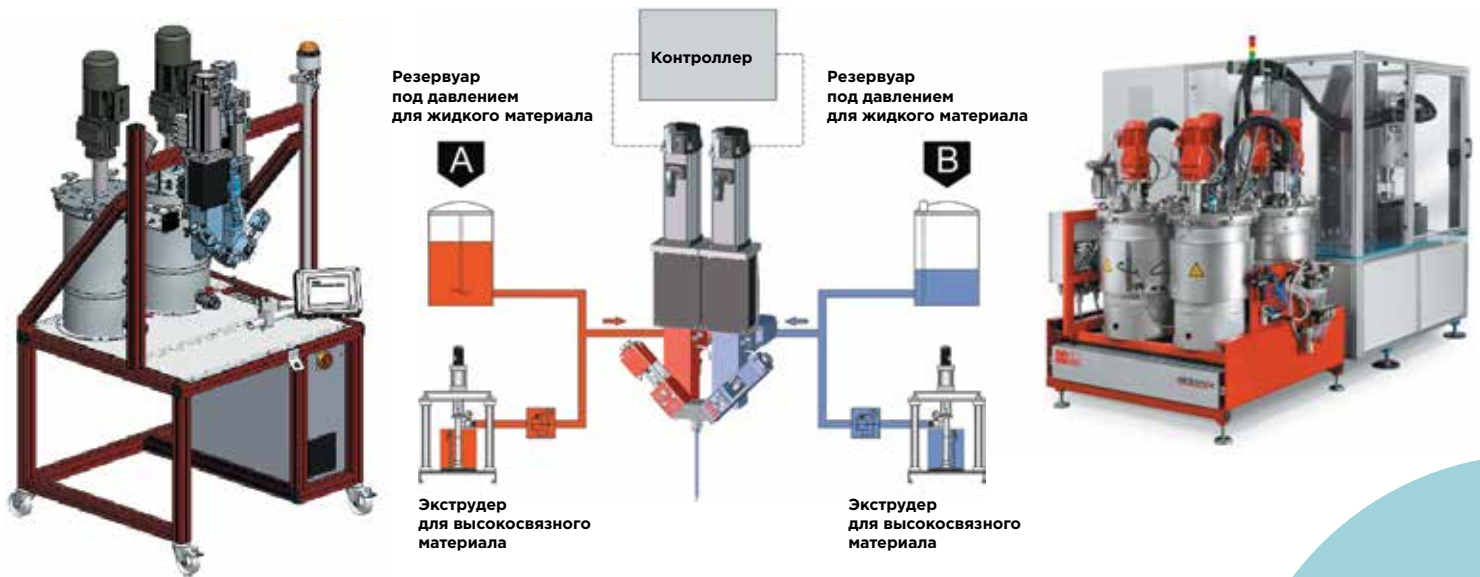
Для выхода из сложившейся ситуации и обеспечения возможности модернизации участков заливки и герметизации было принято решение о тестировании наибо-

лее 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 — 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 Висксинт К-68, ПК-68, ВК-9, КДС-174 испытания проводились на модернизированной установке DOPAG Eldomix 103 **рис 4** с высокоточными шестеренчатыми насосами и сменным вращающимся статическим смесителем, сочетающим в себе преимущества динамического и статического миксеров. Данный тип оборудования обеспечивает качественное смешивание компонентов материала и при этом не требует дорогостоящей промывки растворителем. Результаты работы фиксировались в отчетах, и для каждого материала были подобраны оптимальные параметры работы оборудования.



**4** Лабораторная установка DOPAG Eldomix 103



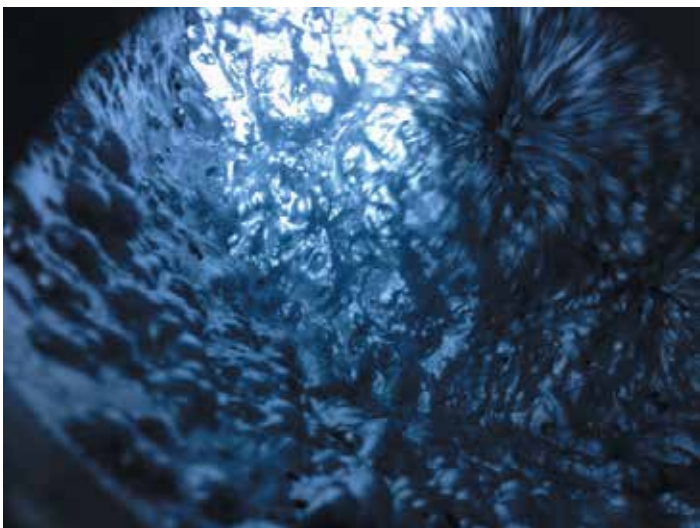
5

Установка подготовки, смешивания и дозирования двухкомпонентных высоковязких компаундов DOPAG Metamix

Для материалов Висксинт У-1-18, Висксинт У-2-28, Висксинт У-4-21 в качестве базы для построения системы дозирования была выбрана установка DOPAG METAMIX рис 5, доработанная с учётом технологических особенностей материала. Была внедрена система специально разработанных высокоточных дозирующих клапанов. Особенностью данной установки является забор основного компонента прямо из заводской тары 30 литров без доступа воздуха, а также использование стандартного статического смесителя.

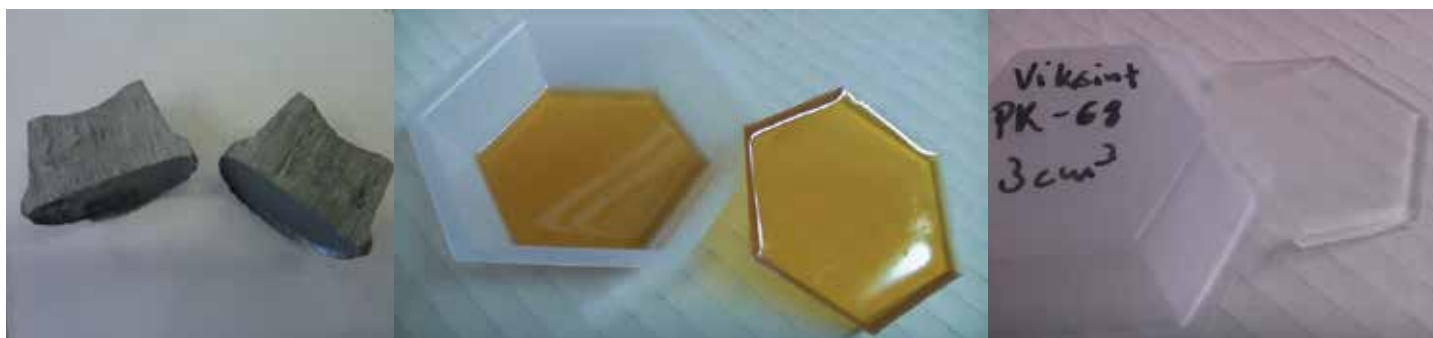
Для отработки процесса дозирования материала с абразивными наполнителями (КДС-174 с кварцем

и алюминием) была модернизирована и доработана установка DOPAG METAMIX. Конструкция дозирующих поршневых насосов установки позволяет уверенно работать с абразивными наполнителями, например, кварцем с частицами до 100 мкм, а индивидуально управляемый сервопривод каждого насоса гибко выставляет требуемые 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 твёрдого осадка.



6

Процесс вакуумирования смолы КДС-174 после введения твердого наполнителя



7  
Образцы отверждённого материала КДС-174 с введёнными твёрдыми наполнителями, ВК-9, Виксинт ПК-68

В результате проведенных работ при использовании перечисленных модернизированных 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. Полученные в результате доработки 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.

**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, произошло полное отверждение материала. А ведь ещё до недавнего времени вопрос модернизации участков заливки и герметизации оставался нерешённым.**

**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. ▣**