

Технология планетарного смешивания для приготовления герметиков и других материалов

Ю. Коваль¹

УДК 678.84 | ВАК 2.2.4

Планетарное смешивание, названное так по аналогии с движением планет в Солнечной системе, давно и успешно используется в конструкции кухонных миксеров. Компания «Протех» применила принципы «космической механики» в своем промышленном/лабораторном миксере «Соло ВКС М» для приготовления материалов для герметизации. В статье обсуждается технология планетарного смешивания, рассматриваются особенности конструкции и области применения «Соло ВКС М».

Технология планетарного смешивания лежит в основе миксера «Соло ВКС М» (рис. 1), но, в отличие от кухонных миксеров, в нем нет лопастей, и смешивание материалов происходит исключительно за счет разнонаправленного движения центробежных сил. Устройство миксера на первый взгляд достаточно простое. На концах «коромысла» размещены два контейнера (рис. 2), в которые помещаются емкости с материалом (возможно использование одной емкости, что не влияет на результат смешивания). Одновременно с вращением коромысла происходит вращение контейнеров вокруг своей оси – полная аналогия с движением планет вокруг Солнца (рис. 3).

Похожая технология реализована в миксерах японской компании THINKY, а также в оборудовании компаний Speedmix и ZYE, но, в отличие от «Соло ВКС М», скорость вращения банок вокруг своей оси (так называемого вторичного вала) у них пропорциональна скорости вращения коромысла (первичного вала). Иными словами, если для достижения необходимой для перемешивания перегрузки необходимо задать скорость, например, 2000 об/мин (зависит от размера миксера, а значит, длины коромысла), то скорость вторичного вала может быть или 1000 об/мин (1:2) или минимум 500 (1:4). Не для всех материалов, особенно изначально разработанных под ручное смешивание, подходят такие жесткие режимы. Шпатель монтажника вращается со скоростью, близкой к 50 об/мин. Именно такие условия являются идеальными для поддержания заданных физико-химических свойств, например, некоторых компаундов типа «виксинт» (рис. 4).

В миксере «Соло ВКС М» количество оборотов в минуту первичного и вторичного вала задается независимо друг от друга (рис. 5). Такая конструкция позволяет перемешивать материалы без перегрева. Быстро и качественно промешиваются даже виксинты, изначально предназначенные для ручного смешивания.

Кстати, по сравнению с ручным и лопастным смешиванием, планетарное имеет несколько важных преимуществ. Во-первых, качество смешивания. Материал равномерно промешивается во всем объеме емкости



Рис. 1. Планетарный миксер «Соло ВКС М» (модификация 2024 года)

¹ ООО «Протех», руководитель отдела маркетинга.

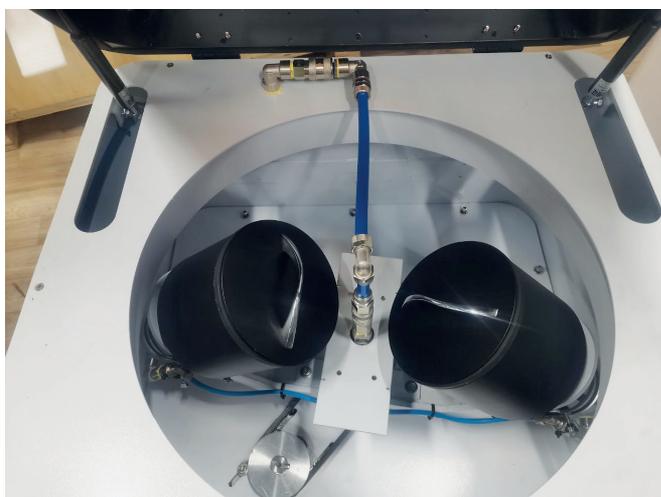


Рис. 2. Внутри миксера: два контейнера для материала и система вакуумирования (опция)

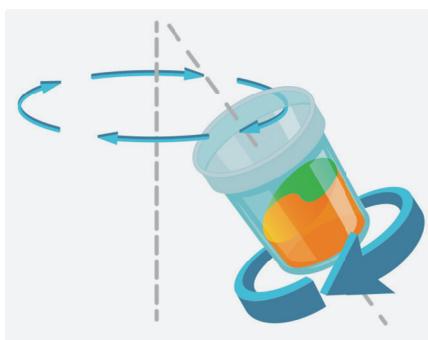


Рис. 3. Вращение емкости с материалом при планетарном смешивании

до однородной структуры. Во-вторых, время смешивания. У одного из заказчиков нам удалось сократить время смешивания партии материала с 15 мин до трех, то есть в пять раз. В условиях, когда производство максимально загружено, такая оптимизация ускоряет выпуск продукции. И, наконец, 100%-ная повторяемость результатов смешивания, которая исключает человеческий фактор.

Таким образом, безопасное планетарное смешивание обеспечивает равномерное и быстрое промешивание материала во всем объеме. Перегрузки, возникающие в результате вращения контейнеров с материалом, позволяют равномерно смешивать абсолютно разные по плотности, составу и агрегатному состоянию вещества до однородной консистенции. Количество компонентов для смешивания при этом не ограничено, а их соотношение должно находиться в широком диапазоне от 1:1 до 1:500.

На данный момент миксер «Соло ВКС М» не имеет ни российских, ни зарубежных аналогов. Конструкция миксера разработана на российском предприятии НПП «Протон», дочерней компании ООО «Протех».

Ознакомиться с характеристиками оборудования можно в табл. 1.

Смешивать в миксере можно практически любые вещества вне зависимости от их консистенции, состава и агрегатного состояния. Количество компонентов для смешивания при этом не ограничено, а их соотношение должно находиться в широком диапазоне от 1:1 до 1:500. Миксер способен работать с различными материалами: силиконами, полиуретанами, полисульфидами, акрилами, а также абразивными и проводящими порошками как в жидком, так и в порошковом состоянии. Возможно даже смешивание разновязкостных жидкостей. Отдельно следует отметить, что материалы, требующие предварительного нагрева при ручном смешивании (например, эпоксидная смола, ДБФ и ПЭПА), в миксере «Соло ВКС М» отлично смешиваются при нормальных условиях.

Изначально миксер был создан для работы с герметиками, компаундами (в том числе виксинтами, предназначенными для ручного смешивания) и высоковязкими клеями. Вот лишь небольшой список материалов, которые прошли через нашу лабораторию и применяются на предприятиях, которые уже приобрели наше оборудование:



Рис. 4. Ссылка на вебинар «Автоматизация участка герметизации»

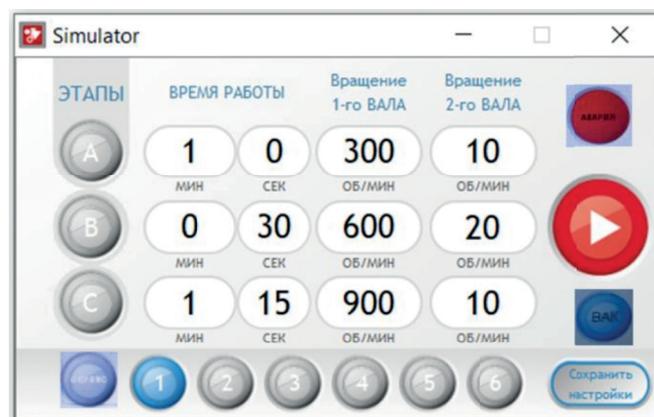


Рис. 5. Панель управления планетарного миксера «Соло ВКС М»

Таблица 1. Характеристики планетарного миксера «Соло ВКС М»

| Параметр | Значение |
|--|---|
| Вес одновременно перемешиваемого материала | 10 г – 1,8 кг |
| Объем смешиваемого материала | 10 мл – 1 л |
| Количество контейнеров | Два (может быть задействован один контейнер) |
| Тип емкостей для материала | Банки/ шприцы (входят в комплект поставки) |
| Скорость вращения первичного вала (коромысла с контейнерами) | 100–700 об/мин |
| Скорость вращения вторичного вала (контейнеров вокруг своей оси) | 0–40 об/мин |
| Время смешивания | 30 с – 3 ч |
| Вакуумирование материала (опция) | От 0 до -0,7 Мпа |
| Реверсивное вращение контейнеров (вторичного вала) | Да |
| Датчик вибрации | Трехосевой датчик вибрации |
| Управление | Через сенсорный экран; возможно сохранение в памяти заданных режимов работы |
| Видеокамера | Опция |
| Габариты (Д×Ш×В) | 620×700×770 мм |
| Масса | 103 кг |



Рис. 6. Виксинт У-2-28, подготовленный в миксере «Соло ВКС М»

- виксинты У-2-28 (рис. 6) и У-1-18. Одни из самых популярных герметиков, сложность работы с которыми заключается в попадании воздуха в объем материала при ручном и лопастном смешивании. Соответственно, при застывании формируются воздушные полости, которые приводят к поломкам в процессе эксплуатации готовых изделий. «Соло ВКС М» полностью решает данную проблему, поскольку при перегрузках, создаваемых за счет разнонаправленных центробежных сил, дегазация происходит естественным способом. При этом опционально возможно дополнительное оснащение миксера системой вакуумирования с регулятором интенсивности вакуума;

- компаунды «Силагерм 2108» (рис. 7), «Силагерм 2113-27»;
- виксинт ПК-68 (рис. 8). Отличительной чертой материала является его текучесть, поэтому при смешивании не требуется дополнительной дегазации. Миксер «Соло ВКС М» включен в список оборудования, рекомендуемого



Рис. 7. Ссылка на видео: 1 – смешивание компаунда «Силагерм 2108»; 2 – смешивание виксинта ПК-68 и катализатора; 3 – смешивание эпоксидной смолы, ДБФ и ПЭПА (без предварительного нагрева); 4 – смешивание пенки 312: компоненты А и Б; 5 – смешивание компаунда «Вилад 140 ПА 80»: компоненты А (светлый) и Б

ПО «Технология-пласт» – производителем герметика «Силагерм» и виксинта ПК-68, для автоматизации смешивания материала;

- виксинт К-68 Б (рис. 9);
- электроизоляционный заливочный компаунд ЭЗК-6 (рис. 10);
- компаунд КПТД-1/1Т «Номакон» (рис. 11);
- пенокомпаунд эпоксидный ПЭК-74 (рис. 12);
- высокотемпературный стеклогерметик для батарей топливных элементов и др.

Подробную информацию о нюансах смешивания вышеупомянутых материалов вы найдете на сайте www.protehnology.ru.

Способность смешивать совершенно различные вещества оказалась востребована и в других областях. Так, «Соло ВКС М» успешно используется для приготовления:

- **материала для изготовления шариков для унитаза.** Неожиданно, правда? Миксером оснащена лаборатория одного из производителей бытовой химии. Паста, получаемая при смешивании порошка и красителя с реагентами, становится основой шариков для унитаза. Добиться идеальной пастообразной консистенции при подборе рабочего режима было достаточно сложно. В процессе эксперимента при одинаковом количестве оборотов 4-минутное смешивание давало комкообразное

состояние материала (рис. 13а), 5-минутное обеспечивало прекрасную консистенцию пасты, но материал начинал перегреваться (см. рис. 13б). Идеальное время с точностью до секунды подбирали уже технологи предприятия;

- **материала для пульпирования зубных каналов.** Еще один интересный проект. Основной материала является аэросил (диоксид кремния) – крайне легкий белый порошок. Поскольку у полученного



Рис. 10. Электроизоляционный заливочный компаунд ЭЗК-6, подготовленный в миксере «Соло ВКС М»



Рис. 8. Виксинт ПК-68, подготовленный в миксере «Соло ВКС М»



Рис. 11. Компаунд КПТД-1/1Т «Номакон», подготовленный в миксере «Соло ВКС М»



Рис. 9. Виксинт К-68 Б, подготовленный в миксере «Соло ВКС М»



Рис. 12. Пенокомпаунд эпоксидный ПЭК-74, подготовленный в миксере «Соло ВКС М»



Рис. 13. Консистенция после смешивания порошка и жидкого красителя с реагентами: а – после четырех минут смешивания – комкообразное состояние; б – после пяти минут смешивания – паста



Рис. 14. Результат смешивания многокомпонентного материала на основе аэросила для пульпирования зубных каналов

материала отсутствует срок жизни, полученное вещество предполагается расфасовывать в шприцы и отправлять в клиники. В результате смешивания необходимо было получить однородную консистенцию с минимальной текучестью. То есть материал должен быть достаточно текучим, чтобы набрать его в шприц для дальнейшего использования, и одновременно настолько плотным, чтобы не растекался на соседние ткани при нанесении непосредственно

в зубной канал. Ручное смешивание не давало повторяемости результата, при лопастном смешивании значительное количество материала оставалось на лопастях, стенках и дне емкости для смешивания. Смешивание же в «Соло ВКС М» дало идеальный результат (рис. 14).

Планетарный миксер «Соло ВКС М» является первым звеном технологической линии «Би-Микс» (рис. 15), в состав которой также входят экструдер и пневматический дозатор. Линия автоматизирует процессы смешивания, дозирования и заливки полученного материала. На сегодняшний день линией «Би-Микс» оснащены более двух десятков российских предприятий.

Миксер собирается вручную на производстве в Москве. Компания «Протех» приглашает желающих на бесплатное тестовое смешивание ваших материалов. Кроме того, посмотреть оборудование и получить консультацию по его работе можно будет на выставке ExpoElectronica 2025 (стенд компании «Протех»).



Рис. 15. Технологическая линия «Би-Микс» для смешивания и заливки герметиков, компаундов, высоковязких клеев: планетарный миксер «Соло ВКС М», экструдер, пневматический дозатор

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



КОРПУСИРОВАНИЕ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ. ТЕХНОЛОГИИ, КОНСТРУКЦИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

Белоус А. И., Паньков А. А.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2023. – 558 с.
ISBN 978-5-94836-668-5

В книге представлены систематизированные результаты детального анализа современного состояния и тенденций развития технологий корпусирования (сборки) микросхем, полупроводниковых приборов, силовых модулей и систем в корпусе.

Книга ориентирована на достаточно широкую аудиторию – от студентов, аспирантов и преподавателей технических вузов, специализирующихся в области микроэлектроники, до инженеров-разработчиков микросхем и электронных систем на их основе, инженеров-технологов сборочных производств, сотрудников исследовательских лабораторий и академических институтов, руководителей предприятий радиоэлектронной отрасли.

Также впервые в отечественной научно-технической печати детально рассмотрены современные концепции, технологии, методы и инструменты тестирования собранных в корпус микросхем, систем в корпусе и систем на пластине.

Цена 1960 руб.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; ☎ +7 495 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

КОГДА ПЕРЕГРУЗКИ - НА ПОЛЬЗУ!



Соло ВКС М -
планетарный миксер
для герметиков,
ВИКСИНТОВ, КОМПАУНДОВ

Смешивает разные по плотности, составу
и агрегатному состоянию вещества
до однородной консистенции



ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

8 (800) 555 26 99 | info@protehnology.ru | www.protehnology.ru  Сделано в России!