

# Добавки для SMC/BMC

Герард Реестман  
BYK Additives & Instruments,  
Везель Германия  
www.byk.com  
Офис в Москве:  
+7 (495) 234-50-91

Использование композитных материалов на основе термореактивных смол, становится все более популярным в последние годы. Количество продуктов, выполненных из SMC (препрег — листовой прессматериал) и BMC (премикс — объемный прессматериал), значительно выросло, причём не только в автомобильной, но и электротехнической промышленности и строительстве.

Проектировщик применяет композитные материалы для производства изделий, требования к которым включают в себя: долговечность и термостойкость (например, при нанесении покрытия непосредственно в процессе производства), низкий коэффициент теплового расширения, ориентированность армирующих волокон, высокую механическую прочность, применение интегрированных деталей и выгодное соотношение «цена-качество». При производстве и переработке формовочных компаундов, мы ориентируемся на материал на основе стекла, смолы и наполнителя. Так как при производстве компаундов в основном используются эти компоненты, мы хотим привести описание добавок, которые также используются при производстве.

Чтобы лучше понять принцип работы компонентов в рецептуре, ее состав можно разделить на органические и неорганические компоненты.

Органические компоненты состоят из термореактивной смолы, как правило — ненасыщенной полиэфирной смолы, которая отверждается за счёт реакции сшивки. Дополнительные ингреди-

енты, такие как, добавки влияющие на усадку (LS) или позволяющие получить материалы с низким профилем (LP), являющиеся растворами таких термoplastов, как полистирол (ПС), полиметилметакрилат (ПММА), поливинилацетат (ПВА), насыщенные полиэфирные и/или сополимеры бутадиена и стирола — инициаторы сшивки, базовые смолы для загустителей и/или пигментных паст, а также, разделительные агенты, которые добавляются для повышения производительности и/или улучшения переработки материала. Содержание органических компонентов — менее 30% от общего веса компаунда.

Неорганические компоненты (более 70% от состава компаунда по весу), состоят в основном из пигмента(ов), наполнителя(ей) — главным образом, это карбонат кальция для применений общего назначения и/или тригидрат алюминия для огнестойкости и армирующее стекловолокно. Армирование стекловолокном повышает механическую прочность материала. Стекловолокно для SMC режется на нити длиной 25 или 50 мм. Доля стекловолокна варьируется от 20% до 60% веса всего



Рисунок 1. Линия SMC.



Рисунок 2. BMC смеситель.

		Усадка формованной детали	
SMC BMC	}	Standard	> 0,15 %
		Low Shrink LS	0,05–0,15 %
		Low Profile LP	< 0,05–(-0,20) %

Рисунок 3

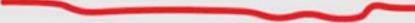
Тип компаунда	Гомогенность цвета формованной детали	Гладкость поверхности формованной детали
Standard	гомогенный	
Low Shrink (LS)	гомогенный	
Low Profile (LP)	не гомогенный	

Рисунок 4

компаунда. Для BMC применяются более короткие волокна (6–12 мм), добавляются они в меньшем объеме (10%–18%).

SMC и BMC это композитные материалы, дальнейшая переработка которых осуществляется либо компрессией, либо литьем под давлением, при температурах (130–170°C) и давлении 50–120 бар. Полимерная матрица может быть создана таким образом, чтобы выполнять требования по химической стойкости, огнестойкости, электрике и условия окружающей среды.

В зависимости от предъявляемых требований, должны быть использованы различные рецептуры.

Для лучшего понимания различных типов рецептур SMC и BMC мы разделим их на 3 типа: стандартные, рецептуры с низкой усадкой (LS — low shrink) и низким профилем (LP — low profile). Эти отличия можно создавать, варьируя составами компаунда, что в результате даст различные значения усадки, в соответствии с таблицей на рисунке 3.

Внешний вид поверхности формованных изделий, также позволяет различать рецептуры (Рисунок 4).

За годы работы ВУК-Chemie разработала ряд добавок для производства компаундов. Некоторые из них, например, смачивающие и диспергирующие добавки, являются в настоящее время стандартными ингредиентами рецептур SMC и BMC. Основой их успеха является свобода составления рецептур, с многообразием вариантов объемов наполнителя(ей) и пигментов, гранулометрического состава наполнителей, постоянной вязко-

стью пропитки, более Ньютоновским течением пасты на линии SMC.

В технической литературе следующим образом описывается понятие добавки:

*Добавки — это субстанции, добавляемые к химической технической продукции, в небольших количествах, для улучшения определенных свойств или предотвращения образования нежелательных, а также для облегчения процесса переработки, без влияния на протекающие химические реакции.*

Такое определение позволяет дифференцировать добавки от пероксидов, ускорителей и ингибиторов. Смачивающие и диспергирующие добавки — это по большей части полимеры, состоящие из полярных/неполярных единиц и/или групп. Они снижают поверхностное натяжение между жидкой смолой и наполнителем/пигментом или волокнами. Смачивающие агенты ускоряют скорость смачивания частиц наполнителя/пигмента и, по сути, увеличивают скорость производства компаунда. Механизмом, способствующим ускорению смачивания, является приоритетная адсорбция смачивающего/диспергирующего агента на поверхности наполнителя/пигмента.

На поверхности частиц адсорбируются все компоненты системы смолы. Это означает: адсорбция смачивающего/диспергирующего агента на поверхности частиц (или волокон) постоянно «состязается» с адсорбцией стирола, полиэфира, прочих,

Снижение вязкости, увеличение наполнения



■ Без добавки ■ С добавкой

Рисунок 5

более мелких молекул. От правильного выбора добавки для конкретной рецептуры зависит, будет ли адсорбция смачивающего агента сильной или слабой, от чего в итоге зависит скорость смачивания (выше или ниже). Это, в свою очередь, снижает вязкость пасты. Кроме этого, чтобы поддерживать одинаковую вязкость, можно регулировать количество подаваемого наполнителя. Это напрямую влияет на время, затрачиваемое для подготовки пасты (Рисунок 5).

Оба компонента смачивающей/диспергирующей добавки — компонент активный к наполнителю/пигменту (волокну) и компонент, совместимый со смолой, важны для достижения самой низкой вязкости. Их необходимо основательно адаптировать к конкретным требованиям, продиктованным свойствами наполнителя, пигмента, волокна и непосредственно самой системой смолы. Для достижения наиболее оптимальной адсорбции смачивающего агента на поверхности наполнителя/пигмента, требуется тщательное перемешивание (диспергиро-

вание). Может показаться очевидным, что наилучший способ «обработать» наполнитель/пигмент (на месте) — это сначала смешать смачивающий агент со смолой, а затем добавить наполнитель в смесь смолы (для предпочтительной адсорбции смачивающего агента на поверхности частиц).

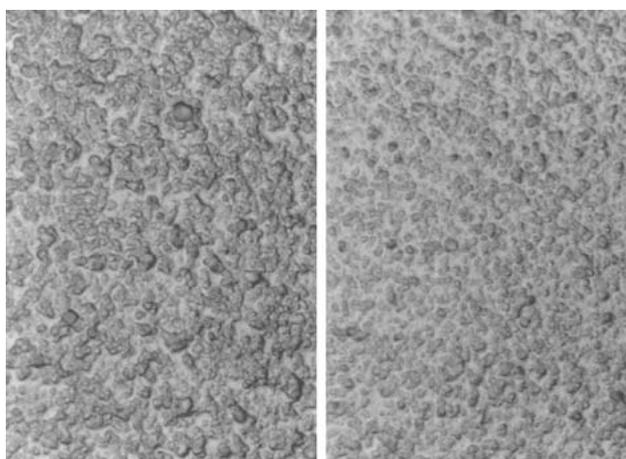
Микроскопический анализ диспергированной смеси смолы позволяет увидеть эффект смачивающих/диспергирующих добавок (Рисунок 6).

Улучшенное распределение частиц наполнителя оказывает решающее влияние на такие параметры как, качество поверхности, цвет, механические свойства формованного изделия.

В некоторых устаревших рецептурах для снижения вязкости, к смеси смолы добавляют дополнительный стирол. Влияние дополнительного объема стирола может быть огромным. Могут меняться характеристики формованного изделия. Возможны такие результаты, как увеличение усадки, ухудшение качества поверхности, механических свойств. В этой связи более низкая вязкость компаунда стала ключевым фактором для возможного увеличения объемов наполнителя.

К огнестойкости изделий, применяемых в строительной индустрии и электротехнике, предъявляются разноуровневые требования. В Западной Европе, где огнестойкость является актуальной темой, существует тенденция отказа (по мере возможности) от применения содержащих хлор и бром компаундов из-за токсичности выделяемых ими газов. С другой стороны, триоксид сурьмы, важная составляющая рецептур, классифицируется как канцерогенное вещество, и это накладывает ограничения на его применение и переработку.

В настоящее время, в рецепты можно в больших количествах добавлять нетоксичные наполнители,



Без добавки

С добавкой компании ВУК

Рисунок 6

такие как тригидрат алюминия (АТГ). Интерес к огнестойким SMC/BMC проявляют не только строители и электротехники, но и представители других отраслей, например, железнодорожники. Серьёзную опасность для пассажиров представляет не только огонь, но и дым с ядовитыми газами. Эта угроза остаётся высокой. При пожаре пассажиров следует эвакуировать в безопасное место до того, как поражающее действие пожара станет непреодолимым. Для улучшения огнестойкости железнодорожных вагонов ключевую роль играют стандарты и связанные с ними методы проведения испытаний. Они должны адекватно отражать «реальные» сценарии пожара, гарантировать, чтобы материалы и комплектующие внутри вагона не оказывали негативного влияния на безопасность эвакуации.

Новый стандарт EN 45545 «Огнестойкость материалов и компонентов железнодорожных вагонов» уделяет основное внимание выделению дыма и его токсичности (аналогично стандарту BS 6853). Для создания оптимальной защиты пассажиров важно определить характеристики дыма из материала, так как во многих пожарах наличие времени для эвакуации пассажиров зависит именно от выделения дыма и их токсичности. Если дым безвреден, есть видимость сквозь него, то эвакуация возможна, в то время, как при тёмном дыме и низкой видимости эвакуация вряд ли возможна, особенно, если пожар протекает в туннеле. Если выделяются токсичные газы, опасность отравления до эвакуации очень высокая, в связи с этим новый стандарт разработал и ввёл метод расчёта токсичности всех компонентов выделяющихся газов. Компаунды с тригидратом алюминия в качестве наполнителя выполняют предусмотренные требования по огнестойкости, дымообразованию, токсичности.

Важным этапом производства компаундов является окрашивание, введение пигментов в пасту. На этом этапе мелкодисперсные порошки пигментов, главным образом в виде агломератов, следует измельчить до получения гомогенной системы в жидкой фазе пасты. Так как в основе большинства цветов лежит не один пигмент, а несколько, при переработке компаундов широко применяются пигментные пасты или пигментные концентраты. Данные пасты содержат до 70% пигментов и используются либо для подкрашивания, либо в качестве основы для окрашивания партий. Без добавок добиться получения такого высокого содержания пигментов крайне сложно. Более того, стабилизация смеси смолы и пигментов это основной результат применения добавок, дающих гомогенную пигментную смесь без сепарации.

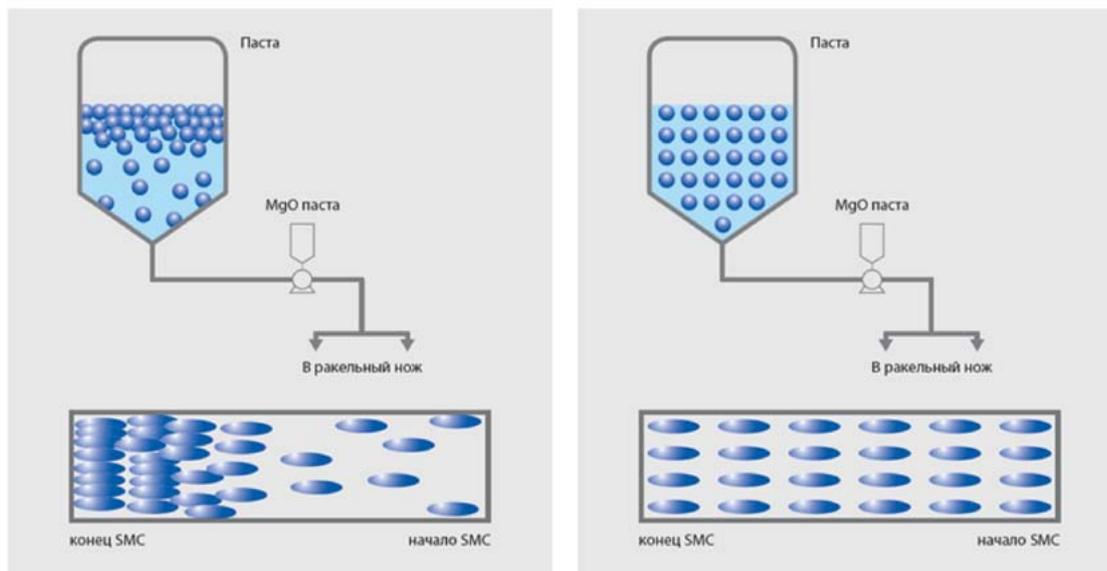


**Рисунок 7.** Ненасыщенная полиэфирная смола с добавкой для снижения усадки, наполненная и пигментированная.

Для улучшения качества поверхности и стабильности размеров формованного изделия используются добавки для контроля усадки. В зависимости от типа применяемой добавки для контроля усадки в рецепте можно создать нулевую и даже отрицательную усадку, то есть расширение. Обратите внимание, что усадку можно определить по размерам (длине и/или ширине) формованного изделия, сопоставив их с размерами холодной формы. Добавки, предотвращающие разделение, позволяют улучшить гомогенность системы смолы, обеспечивают устойчивость и стабильность наполненной системы. ПС и ПММА, напротив, при смешивании с ненасыщенной полиэфирной смолой устойчивыми не являются. По указанной выше причине за последние несколько лет разработана группа добавок, а именно — высокомолекулярные, полимерные смачивающие/диспергирующие добавки.

От низкомолекулярных полимеров традиционного типа их отличает значительно более высокий молекулярный вес, за счёт чего они имеют характеристики, более похожие на характеристики смолы. Кроме этого такие добавки содержат значительно большее количество адгезивных групп. Благодаря таким структурным свойствам добавки формируют долговечные адсорбционные слои от

Добавки для снижения разделения: влияние на качество SMC



Добавки для снижения разделения: влияние на качество SMC

Добавки для снижения разделения: влияние на качество SMC

Схема 1

большинства полимеров. Стабилизация возникает в результате пространственных затруднений (как и у продуктов традиционного типа), в которых применяются сольватированные полимерные цепи. Оптимальная стабилизация возможна только в том случае, когда подобные цепи надлежащим образом развёрнуты, и вследствие этого совместимы с окружающей их смолой.

Такой тип высокомолекулярных смачивающих/диспергирующих добавок предотвращает разделение систем смол с малой усадкой (LS) и низким профилем (LP), улучшает однородность и насыщенность цвета.

Ненасыщенный полиэфир является обоснованно полярным (дипольный момент 2,0–2,5), а полистирол — относительно неполярным (дипольный момент около 0,8). С помощью предотвращающих разделение добавок производства ВУК-Chemie разница в дипольных моментах выравнивается. Если не применять высокомолекулярные, предотвращающие разделение добавки, будет происходить повторная агломерация диспергированных частиц термопластичных частиц и их вторичная сепарация. (Рисунок 7).

Разделение может оказать существенное влияние на распределение частиц термопласт компонента в SMC. На схеме 1 слева не стабилизированная паста для производства SMC. Справа — стабилизированная, в результате чего получается более однородный компаунд.

Если получить не однородный SMC, то и формованные изделия на выходе будут не однородными.

В этом случае можно ожидать такие дефекты, как деформация, неоднородность поверхности, из-за которых в результате могут возникнуть проблемы с окрашиванием и креплением деталей.

К тому же смачивающие/диспергирующие добавки влияют и на механические свойства. Высокомолекулярные добавки прошли испытания, и результаты рецептур с добавками при испытаниях методом изгиба короткой балки (индикация адгезии между смолой и волокном) были на 10% лучше рецептур без добавок.

Одними из новейших разработок являются технологические добавки. Идея заключалась в том, чтобы получить более универсальный тип добавок, внесение которых в рецептуру даст не один эффект, а несколько. В случае с разделительными агентами, для формовочных компаундов мы подразумеваем внутреннюю смазку, стандартными применяемыми материалами являются металлические мыла или стеариновая кислота, а также смесь стеариновой и пальмитиновой кислот, со всеми их плюсами и минусами. Следовательно, новые технологические добавки также должны обладать отличными свойствами, обеспечивающими лёгкость извлечения изделий. Это позволяет не применять стеараты, что является основным преимуществом для разработчика рецептур. То, что технологические добавки жидкие, а стеараты — твёрдые, тонкодисперсные порошки, является дополнительным преимуществом в их применении.

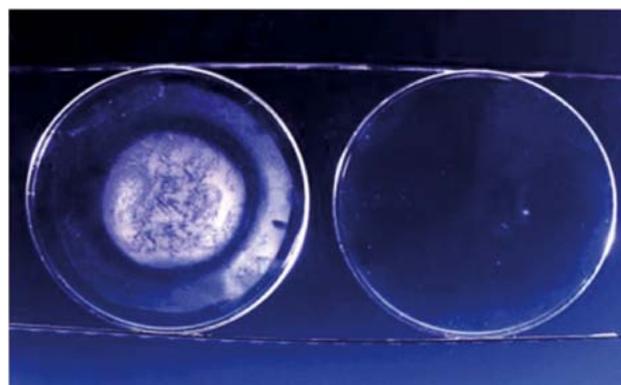
На схеме 2 представлены некоторые свойства, которые приобретают формованные изделия при использовании технологических добавок.



Схема 2



Компания ВУК начала с разработки материала для производства фар. В изделиях, формованных из ВМС, с применением традиционных внутренних смазок и используемых длительное время при высоких температурах, протекает выделение или испарение нескольких компонентов. Часть испаряющегося материала конденсируется на холодной поверхности, образуя мутный слой или капельки (так называемый туман или запотевание). Для фар это неприемлемо, так как с течением времени световой выход будет снижаться. В результате мы разработали метод испытаний с моделированием реальной эксплуатации фар. Мы собираем на стеклянной пластине испаряющиеся вещества, из отформованной пластины, которую нагреваем в течение определенного периода времени. Помутнение стеклянной пластины измеряется по итогам теста (Рисунок 8).



**Рисунок 8.**  
Слева: ВМС — рецептура с традиционной разделительной смазкой  
Справа: ВМС — рецептура с технологической добавкой

Чем больше помутнение, тем больше запотевание (Рисунок 9).

В связи с тем, что технологические добавки по своему составу отличаются от классических смазок для форм, можно ожидать отличия по качеству

поверхности и прочим характеристикам. О существенных отличиях свидетельствуют и результаты исследований с помощью электронного микроскопа на тех же самых точках отформованных фар, для производства которых применялись/не применялись технологические добавки.

На поверхности фар, выполненных с применени-

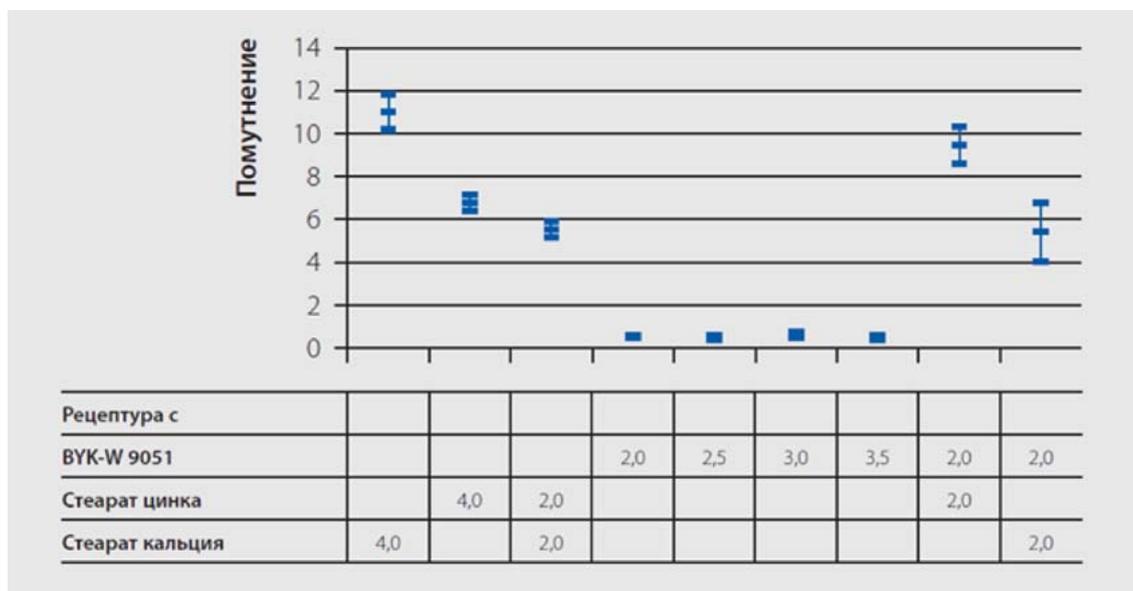
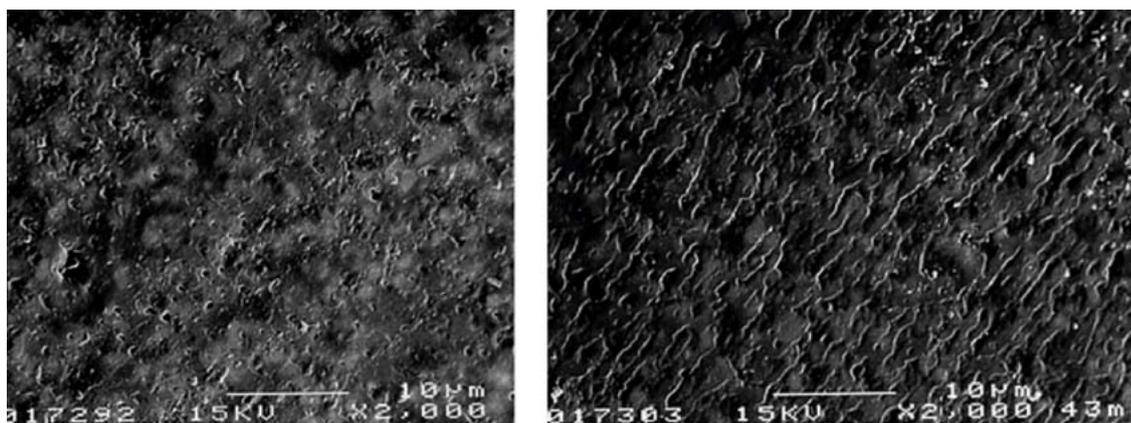


Рисунок 9



Контрольная рецептура 40° угол

Рецептура с технологической добавкой 40° угол

Рисунок 10

ем добавок, мы смогли идентифицировать следы полировки формы. На поверхности фар, выполненных без применения таких добавок, такие следы были едва видны (Рисунок 10).

Таким образом, можно сделать вывод, что при использовании технологической добавки мы смогли добиться наибольшей точности повторения поверхности формы. В свою очередь это свидетельствует о том, что мы получили самое лучшее качество поверхности, которое можно было получить на этой форме. Соответственно мы радикально улучшили поверхностные характеристики детали.

Феномен неоднородного окрашивания, у SMC с низкой усадкой (LS) после формовки, известная и нежелательная проблема. В то время как добавки снижающие сепарацию, предотвращают фазовое разделение ПС и ПММА из ненасыщенной полиэфирной смолы, возникают прочие эффекты, например, связанные с текучестью, даже если используются добавки для снижения разделения. Такие эффекты незаметны в компаунде, но они могут сильно проявляться в конечном продукте — формованном изделии. Использование технологических добавок, например, в «серых» рецептурах,

часто применяемых в электротехнике, даёт в итоге не только более однородные пигментированные изделия; они также помогают улучшить качество поверхности продукции.

Используя рецептуры с применением технологических добавок, мы смогли на нескольких формах существенно улучшить волнистость вертикальных поверхностей формованных изделий (Рисунок 11).

Другой эффект применения технологических добавок: поверхность детали более закрыта и поскольку молекулы процессинговых добавок больше молекул стандартных разделительных смазок, это позволяет получить меньшее разрушение поверхности при тесте в горячей воде (снижение образования кратеров, блистеров). В Европе большое значение придаётся испытаниям в воде при температуре 60°C, в то время как в Японии стандартным испытанием для санитарно-гигиенических изделий является тест при 93°C. В обоих случаях нам удалось показать повышенную устойчивость к образованию блистеров (Рисунок 12).

Тест при температуре 60°C: мы погрузили несколько отформованных листов SMC (размеры: 150×150×3 мм), изготовленных по разным ре-

**ВУК Р 9065 — значительное улучшение поверхности формованных деталей.**

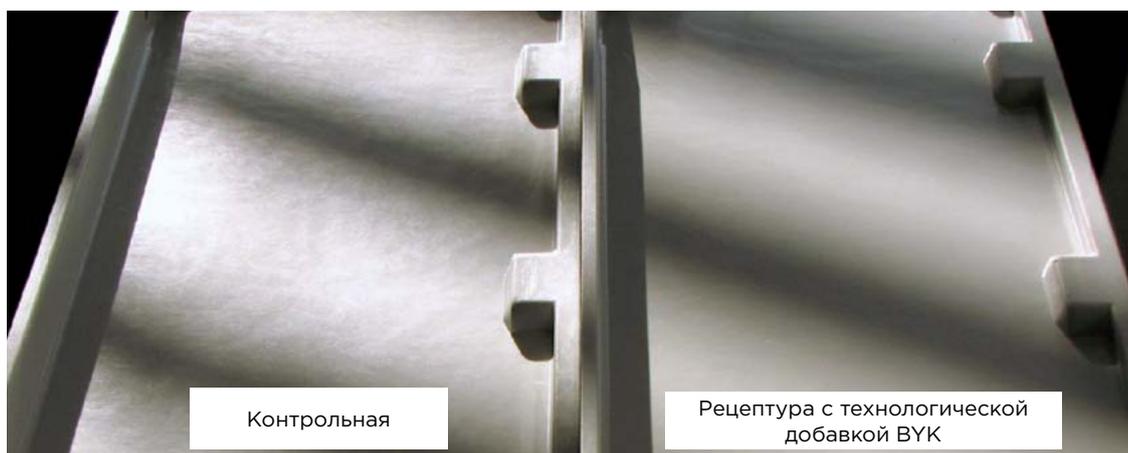


Рисунок 11

## Количество блистеров через 500 ч погружения в 60 °С воду

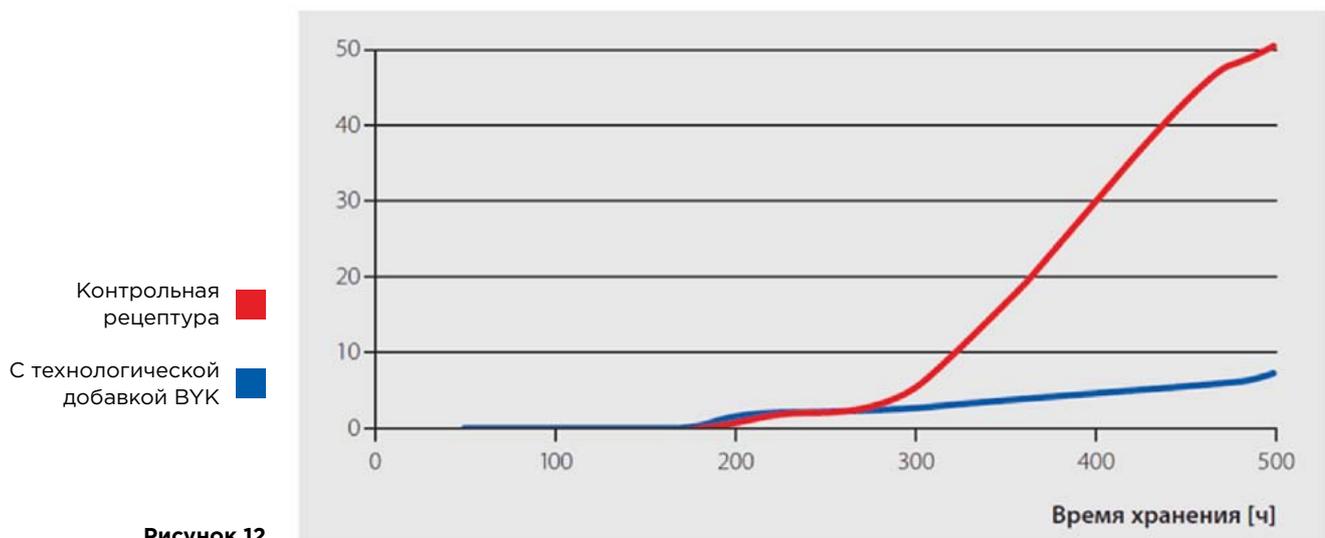


Рисунок 12

цептурам, в ванну, заполненную водопроводной водой (с температурой 60°C). Нас интересовала середина листов, 20 мм от боковинок, то есть площадь размером 110 мм × 110 мм. Заданный критерий: 50 вздутий на площади 110 мм × 110 мм. Обе рецептуры включают в себя ортофталевую ненасыщенную полиэфирную смолу, ПС, CaCO<sub>3</sub> + тригидрат алюминия, 25% стекла. Отличия: для одного рецепта применена стандартная внутренняя смазка, для другого — технологическая добавка для LS применений. Каждые 24 часа выполнялась проверка водопоглощения, контролировались изменения цвета и блеска.

Спустя 500 часов после погружения стали заметны отличия поверхностей. Они видны на Рисунке 13.

В связи с исключительным результатом, полученным с добавками, мы усложнили условия испы-

таний, то есть провели их по японскому стандарту, при температуре 93°C. В данном случае мы применили японскую рецептуру для санитарно-гигиенических изделий, то есть рецепт на основе специальных типов смол, наполнителей, стекловолокна. Количество вздутий по истечении 375 часов: 50. Результат, полученный с использованием добавки, был по-прежнему удовлетворительным. Для образования 50 вздутий было недостаточно даже 500 часов! (Рисунок 14).

На настоящий момент ведется несколько промышленных проектов, чтобы найти оптимальный метод производства для, например, автомобильных деталей класса «А».

Сейчас формование высококачественных SMC материалов очень чувствительно к различным факторам, таким как загустевание, хранение, нарезка,

Рисунок 13

Контрольная рецептура  
500 ч, в 60°C воде.Рецептура на основе технологической добавки ВУК  
500 ч, в 60°C воде.

Количество блистеров при погружении в 93 °С воду

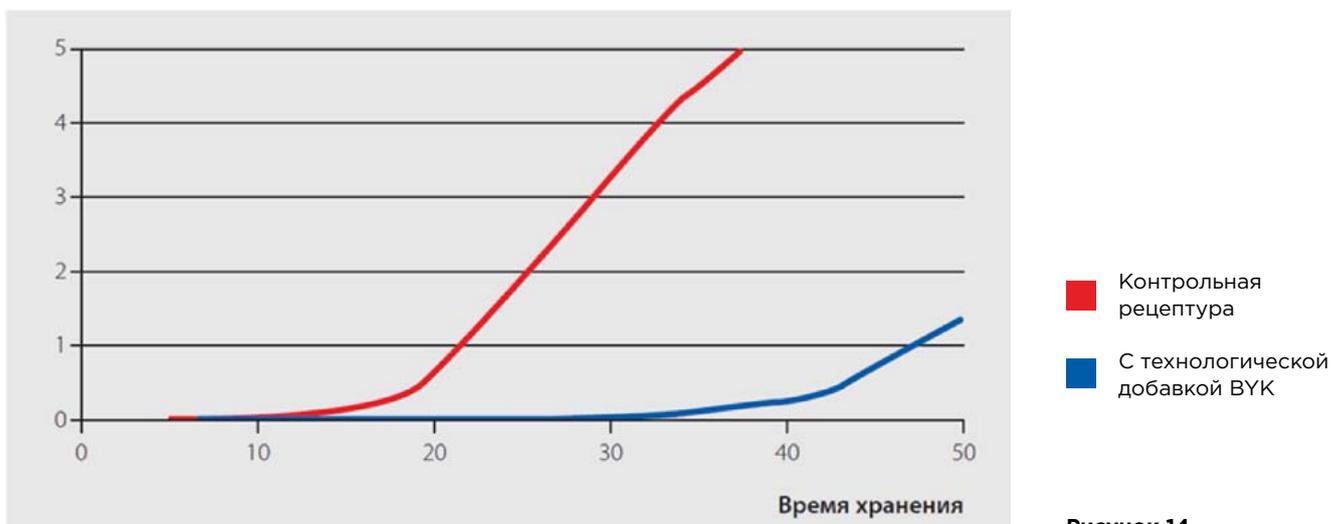


Рисунок 14

расположение нарезанных листов в форме и, конечно же, условиям формования.

Высокотехнологичные SMC-рецептуры класса «А» становятся очень чувствительными к изменениям в сырьевых материалах. Повлиять это может не только на внешний вид, но и на текучесть, адгезионные свойства, окрашивание. Однако замена определённых компонентов рецептур не всегда считается очевидным способом достижения оптимизации. Сложность заключается в разработке добавок, способных реально улучшить свойства.

Мы получили несколько очень интересных результатов, которые могут стать прорывом в данной индустрии. Наблюдались прямые улучшения, например, улучшенная и более однородная текучесть компаунда, хорошая расформовка, улучшение ка-

чества поверхности, улучшенная смачиваемость для склеивания и окрашивания, улучшенная адгезия лакокрасочного покрытия, снижение чувствительности к месту выкладки в форме и размеру нарезанных листов SMC.

Для промышленности текучесть и внешний вид имеют большое значение. При прессовании SMC могут образовываться поры. Обнаружить их сразу после формования иногда сложно. При окрашивании наличие мелких пор приводит к более серьёзным дефектам, например, образованию кратеров. В связи с этим предъявляется требование: формовать изделия с меньшим образованием пор.

Одним из важных пунктов является размер нарезанных листов SMC, помещаемых в форму. Чем больше размер, тем ниже текучесть. Из-за пони-

Эффект размера навески

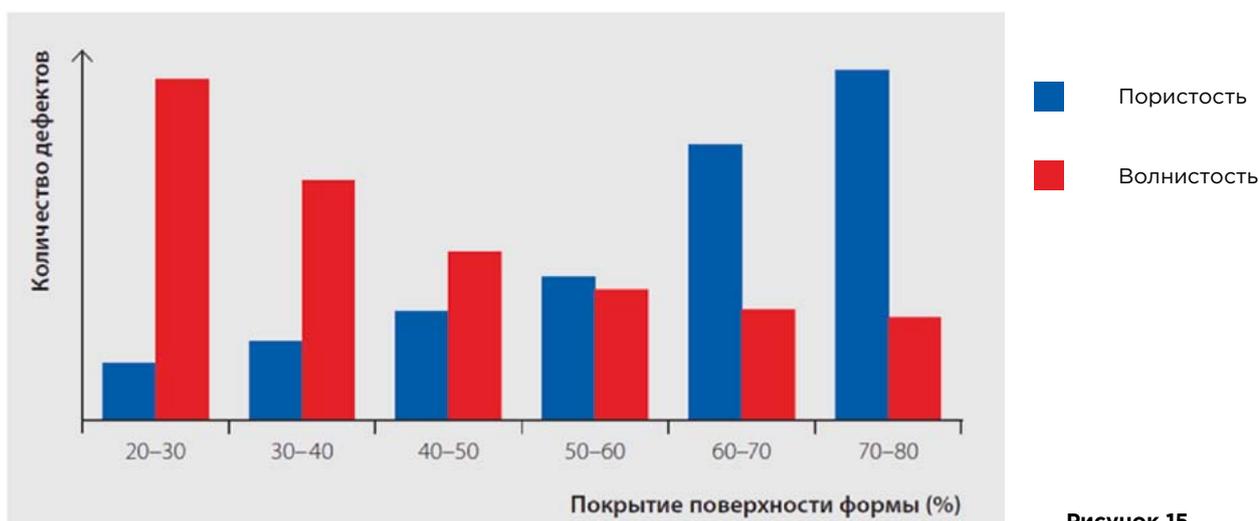
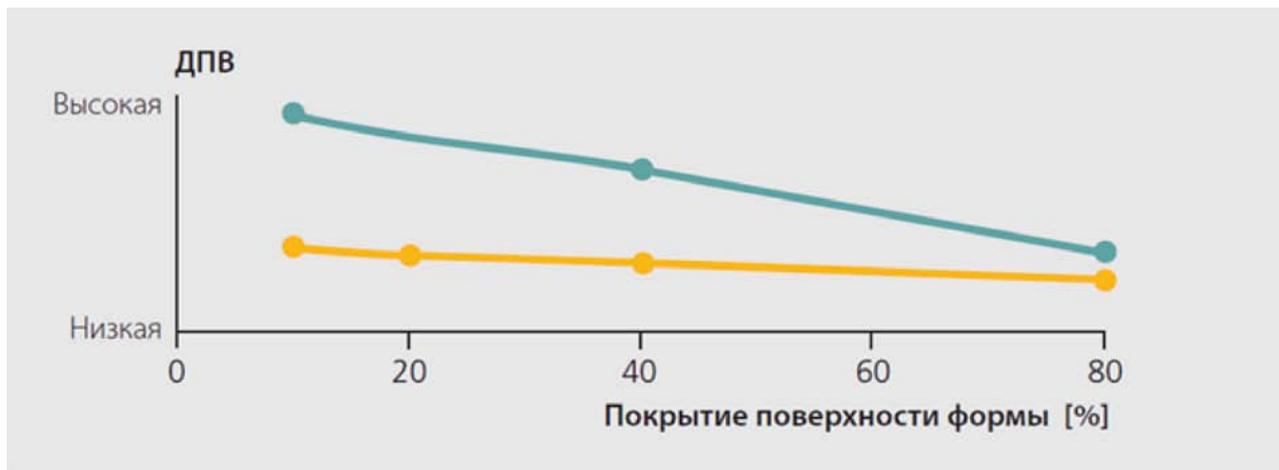


Рисунок 15



■ Контрольная рецептура

■ С технологической добавкой ВУК

Рисунок 16. Длиннопериодные волны.

женной текучести не выталкивается воздух. Поры образуются в большом количестве. Чем меньше размер, тем выше текучесть, а значит, образуется меньшее количество пор. С другой стороны, слишком высокая текучесть повышает волнистость. Общепринятый промышленный стандарт измерения волнистости отсутствует, следовательно, не существует ни официального её определения, ни единиц измерения. Физический профиль стандартных формованных изделий, принятый для длинной волнистости, включает длиннопериодные волны (ДПВ) более 25 мм, с амплитудой, как правило, менее 15 микрон. У короткопериодных волн, КПВ («апельсиновая корка»), длина волны находится в пределах 6–25 мм, а амплитуда не превышает 3 микрон. ДПВ нельзя исправить окрашиванием, а КПВ меняется после окрашивания изделия. Это означает, что ДПВ является очень важным показателем. Промышленные предприятия стремятся получить оптимальные результаты.

На Рисунке 15 представленном ниже соотношение покрытие формы — количество дефектов видно, что добиться минимального количества пор и волн можно при покрытии формы в 50%. Отклонение от этого параметра приводит к увеличению дефектов в формованных изделиях.

Результаты лабораторных экспериментов предлагают возможный способ получения менее чувствительной технологии формования автомобильных деталей класса «А» (LP рецептура). В тех случаях, когда нарезанный на небольшие листы SMC будет создавать большую волнистость (большое количество ДПВ), а при нарезке большими листами она снижается (малое количество ДПВ), мы увидели

улучшения характеристик, и наблюдались они при применении технологических добавок. При использовании технологических добавок для LP применения несмотря на разные размеры нарезки и местоположение материала в форме, мы получили практически идентичные результаты по ДПВ. То есть, формование становится более стабильным, более контролируемым процессом (Рисунок 16).

Смачивающая способность краски или жидкости напрямую зависит от поверхностного натяжения жидкой системы и критического поверхностного натяжения подложки, которая должна быть смочена. Согласно общему правилу поверхностное натяжение жидкости должно быть ниже или, как минимум, равно поверхностному натяжению субстрата (подложки). Если поверхностное натяжение жидкости выше поверхностного натяжения субстрата, мы получим плохое смачивание.

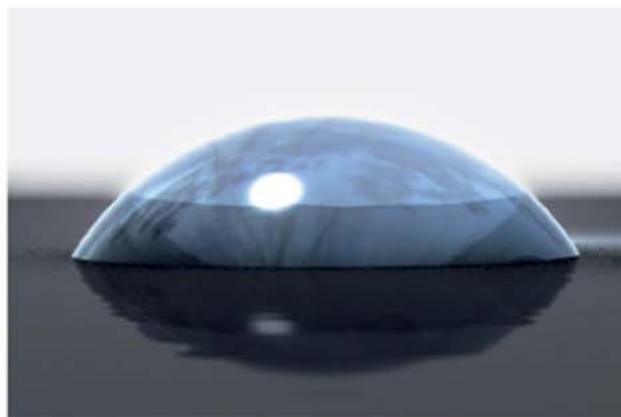
Чтобы наглядно продемонстрировать этот эффект, применяется метод контактного угла. Равновесная геометрия капли жидкости показывает взаимодействие поверхности и жидкости. Измеренный контактный угол можно использовать вместе с теориями, опубликованными в научной литературе, для определения свободной энергии поверхности твёрдого вещества, которая характеризует его поверхность с точки зрения смачиваемости или адгезионных свойств.

С учётом вышеизложенного, мы проверили несколько рецептов и во всех случаях применения наших технологических добавок обнаружили снижение контактного угла и, как следствие, улучшение смачиваемости поверхности (Рисунок 17).

Для изделий класса «А» окрашивание является

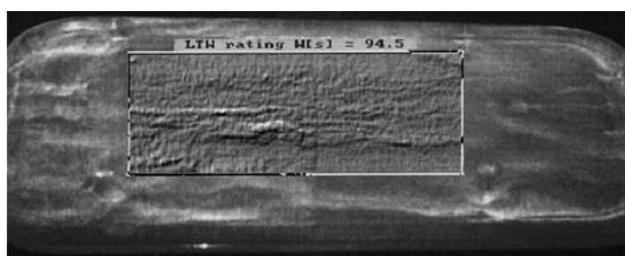


Контрольный образец.

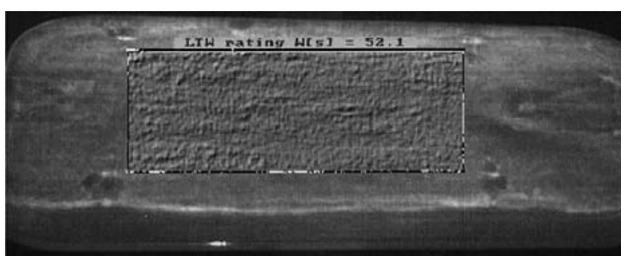


Рецептура с технологической добавкой ВУК.

**Рисунок 17.** Форма капли на формованной детали.



Контрольный образец.



Рецептура с технологической добавкой ВУК.

**Рисунок 18**

очень важным фактором. Во многих случаях, также ИМС технология (окрашивание в форме) используется для предотвращения дефектов окрашивания. Благодаря химическому составу наших технологических добавок, мы можем улучшить распределение покрытия, нанесенного по ИМС технологии и его адгезию. В рамках нескольких промышленных программ были выполнены исследования красок. Адгезионные свойства проверялись посредством пневматического гравемёта. Здесь также получены хорошие результаты.

Проведены испытания адгезионных свойств. На образцах, подготовленных с применением адгезива на основе уретана, мы проверили прочность на разрыв по стандарту EN 1465 (10мм/мин) при различных температурах. При применении технологических добавок получены лучшие результаты. Мы провели соответствующую оценку на действующем производстве и сумели воспроизвести лабораторные результаты (Рисунок 18).

## Вывод

Для достижения цели, заключающейся в получении идеального качества формованных изделий, важно контролировать весь производственный процесс. Это касается не только механизирован-

ной части процесса, но и всех ингредиентов рецептур.

Применение смачивающих и диспергирующих добавок позволяет улучшать вязкость, увеличивать объём наполнителя, и значительно снизить эффект разделения. Технологические добавки не просто выполняют частичные требования, они влияют на весь производственный процесс. Их применение воздействует на несколько свойств и позволяет сократить количество используемого сырья. Дополнительные преимущества:

- более простая переработка сырья по сравнению с традиционными материалами.
- более низкий процент брака, что снижает воздействие на окружающую среду, позволяя снижать энергозатраты (затраты на тепловую и электрическую энергию) и количество отходов.
- после формования пескоструйная обработка крашенных и скрепленных изделий не требуется, что позволяет экономить время и материалы.

Применение добавок решает множество проблем, связанных с производством и переработкой. Изменение технологических характеристик открывает новые возможности в применении изделий.

Совершенствование процесса производства **всегда** приводит к снижению затрат. **КМ**

## Добавки для эпоксидных, полиуретановых, ненасыщенных полиэфирных смол холодного и горячего отверждения

### WACKER

Пирогенный  
кремнезём HDK SiO<sub>2</sub>  
Твердые смолы  
VINNAPAS® -  
поливинилацетаты

### ВУК

Additives & Instruments

Пеногасители и деаэраторы  
Смачивающие и диспергирующие добавки  
Добавки для улучшения розлива  
Добавки, снижающие эмиссию стирола  
Жидкие и минеральные реологические добавки  
Процессинговые добавки  
Агенты сцепления

### Allnex

Пигментные пасты  
VIAPAL® - Гелькоуты и Смолы



### Everlight Chemical

УФ- стабилизаторы

Тел. (495) 781-66-36  
Факс (495) 781-66-46  
Mail: moiseev@eurohim.ru  
<http://www.chem.eurohim.ru>  
еврохим1.pф

## ИК-ТЕХНОЛОГИИ ENGINEERING COMPANY

### ПРОИЗВОДСТВО

Производство высокотехнологичных изделий из полимерных композиционных материалов по технологиям прессования, вакуумной формовки, инфузии, RTM и (SQ)RTM на современном высокоточном оборудовании

### ИНЖИНИРИНГ

CAM, CAD и CAE модули, оптимизация технологических процессов, разработка технологической формообразующей оснастки, проектирование оснастки из ПКМ

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Уникальный опыт механической обработки крупногабаритных заготовок из металлов, композиционных материалов, графита на специализированных высокоточных токарных и фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ

Широкий  
комплекс услуг  
по изготовлению  
сложных  
технических изделий

192236 Россия,  
Санкт-Петербург  
Софийская ул., д.8  
Тел./факс +7 (812) 748 23 98

[www.ik-technology.ru](http://www.ik-technology.ru)  
E-mail:  
[info@ik-technology.ru](mailto:info@ik-technology.ru)