

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ  
МОДЕРНИЗАЦИИ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ  
АВИАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.  
АНАЛОГИ МАТЕРИАЛОВ BELZONA СЕРИИ 1000**

Смирнов М. М. , Малюгин А. С.  
ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют», г. Москва, Россия

В настоящее время для восстановления и ремонта оборудования на авиационных, машиностроительных и энергетических предприятиях главным образом используется суперметалл BELZONA 1111, удовлетворительно показывающий себя при использовании для восстановления и ремонта оборудования и механизмов.

Однако стоимость его достаточно высокая – 4–4,1 тыс. руб./кг (~130\$).

Простой расчет показывает, что при использовании отечественных компонентов: эпоксидной смолы ЭД-20, отвердителя полиэтиленполиамина, наполнителей – дисперсного кварца, корунда, каолина, талька, аэросила, и при изготовлении аналогичного материала в необходимом количестве для удовлетворения потребностей авиационных и машиностроительных предприятий, стоимость материала будет находиться в пределах 30–40 руб./кг.

Экономия значительна и обоснует необходимость разработки отечественного ремонтного материала.

Другим фактором, определяющим целесообразность разработки отечественного ремонтного материала, является приобретаемая возможность варьирования его свойствами в конкретном случае применения в нужном направлении.

BELZONA 1111 Супер-металл – это ремонтный состав для восстановления и ремонта оборудования.

Этот материал разработан на основе диановых смол, отверждаемых линейными аминами. Наполнителями, предположительно, могут являться кварцевый песок различных фракций, в том числе аэросил, каолин или тальк.

По мнению авторов, для обеспечения химической стойкости предпочтение отдавалось тальку.

В состав введен металлический порошок (сталь, чугун) в количестве ~10% массовых для повышения теплопроводности материала.

Материал характеризуется свойствами (скорость отверждения, жизнеспособность, температура стеклования, электрическое сопротивление), идентичными эпоксидной диановой смоле, отверждаемой аминами.

Температура стеклования материала – 58 °С.

Температурный интервал без изменения прочностных характеристик до +58 °С.

Химическая стойкость – до 200 °С.

Авторы провели разработку отечественного связующего на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и полиэтиленполиамина (ПЭПА) по ТУ 2413-357-00203447-99, позволяющее готовить ремонтные материалы различного назначения. Время отверждения в слое 5–6 мм при комнатной температуре до механической обработки 4–5 часов.

Разработан ремонтный состав на основе шамотной глины, пригодный для ремонта и восстановления оборудования и механизмов и потенциально обладающий устойчивостью в агрессивных средах, аналогично материалу BELZONA 1111.

Разработан ремонтный состав с высокой плотностью 3,3 г/см<sup>3</sup> на основе различных фракций корунда, пригодный для ремонта и восстановления оборудования и механизмов и защиты материалов от воздействия абразивных сред, кавитации.

Разработан ремонтный состав на основе маршалита, пригодный для ремонта и восстановления оборудования и механизмов.

Разработан ремонтный материал Экстрем-14 на основе корунда и маршалита с плотностью, аналогичной материалу BELZONA 1111, пригодный для ремонта и восстановления оборудования и механизмов, защиты материалов от абразивного и

химического воздействия.

Показано, что минимальное время отверждения ремонтных материалов на основе связующего (смоле ЭД-20, ПЭПА) при 20 °С обеспечивается при стехиометрическом соотношении эпоксидных групп в эпоксидных смолах и водорода в первичных аминах группах ПЭПА.

Предложена формула для перерасчета содержания эпоксидной смолы и ПЭПА в связующем в зависимости от содержания эпоксидных групп в эпоксидной смоле.

Обоснована целесообразность использования в ремонтных составах талька, каолина для повышения химической стойкости и теплостойкости составов.

Разработаны правила изготовления ремонтных материалов при ручном и механическом перемешивании компонентов и применения материалов.

Разработан проект ТУ на ремонтные материалы.

В результате оценки работоспособности материалов в реальных условиях применения, авторы планируют осуществить инструментальную оценку свойств ремонтных материалов, выпустить необходимую техническую и технологическую документацию.