

Производитель	Фирменное обозначение	Стандарты Европы	Стандарты США
Сплав Co-CR (remanium star)	CL 111 CoCr	DIN EN ISO 9693/DIN EN ISO 22674	ASTM F75
EOS			
Алюминиевый сплав AlSi10Mg	Aluminium AlSi10Mg	ISO 3522	A03600
Сплав кобальт-хром	CobaltChrome SP1	ISO 5832-4 ISO 5832-12 UNS R 31538	ASTM F75 ASTM F1537
Мартенситностареющая сталь	MaragingSteel MS1	1.2709	18% Ni Maraging 300 AISI H13
Никелевый сплав Inconel 718	NickelAlloy IN718	ISO 6208, UNS N07718, DIN NiCr19Fe19NbMo3	UNS N07718, AMS 5662, AMS 5664
Нержавеющая сталь	StainlessSteel GP1	1.4542	17-4 PH

Представленная таблица дает нам наиболее полное представление о многообразии выбора материалов для трехмерной печати, что доказывает потребность в данном продукте.

В России производство металлических порошков налажено не так хорошо, как за рубежом. Исходя из чего считаю нужным двигаться в направлении создания металлопорошков собственного производства, с заданными свойствами, тем самым выводя аддитивные технологии на новый уровень.

Литература.

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/3dprint_metal/;
2. Осокин Е. Н. Процессы порошковой металлургии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: курс лекций / Е. Н. Осокин, О. А. Артемьева. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008;
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://nami.ru/upload/AT_metall.pdf.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В.В. Ворошилов, студент группы 10730, Э.А. Шатц, студент группы 10В30,
научный руководитель: Апасов А.М.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Знакомство со свойствами многих материалов в окружающем нас мире позволяет говорить об их необычности. Если металлы со свойственной им высокой жесткостью и хрупкостью, или пластики с их низкой прочностью и податливостью являются для нас привычными материалами, то имеется значительная группа материалов, поражающая необычным сочетанием свойств разнородных материалов. Так, всем хорошо известный железобетон позволяет сооружать конструкции, выдерживающие большие изгибающие нагрузки (пролеты мостов, балки, оболочки), которые категорически противопоказаны исходному бетону, – он растрескивается при достаточно небольших изгибающих нагрузках.

Композиционные материалы известны на протяжении столетий. Например, в Вавилоне использовали тростник для армирования глины при постройке жилищ, а древние египтяне добавляли рубленую солому в глиняные кирпичи. В Древней Греции железными прутьями укрепляли мраморные колонны при постройке дворцов и храмов. В 1555–1560 г. при постройке храма Василия Блаженного в Москве русские зодчие Барма и Постник использовали армированные железными полосами каменные плиты. Прямыми предшественниками современных композиционных материалов можно назвать булатные стали и железобетон.

Нынешний 21 век можно отнести к веку композиционных материалов (композитов).

Понятие композиционных материалов сформировалось в середине прошлого, 20 века. Однако, композиты вовсе не новое явление, а только новый термин, сформулированный материаловедами для лучшего понимания генезиса современных конструкционных материалов.

В истории развития техники может быть выделено два важных направления:

1. Развитие инструментов, конструкций, механизмов и машин,
2. Развитие материалов.

Какое из них главнее сказать сложно, т.к. они тесно взаимосвязаны. Но без развития материалов, – технический прогресс невозможен в принципе. Не случайно, историки подразделяют ранние цивилизационные эпохи на каменный век, бронзовый век и век железный.

Существуют природные аналоги композиционных материалов – древесина, кости, панцири, кожи и т.д.

Многие виды природных минералов фактически представляют собой композиты. Природные "композиты" не только прочны, но часто обладают превосходными декоративными свойствами.

Композиционные материалы – искусственные многокомпонентные материалы, состоящие из основы – матрицы, и наполнителей, играющих укрепляющую и некоторые другие роли. Между фазами (компонентами) композита имеется граница раздела фаз.

Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого существенно отличаются от свойств каждого из его составляющих. Т.е. признаком композиционного материала является заметное взаимное влияние составных элементов композита, т.е. их новое качество, эффект.

Использование наноразмерных частиц в производстве композиционных материалов, позволяет получать новые классы конструкционных пластмасс с улучшенными эксплуатационными качествами, что позволяет расширить область их практического применения в современном машиностроении.

Известно, что эффективность модификации термореактивных полимеров жесткими дисперсными частицами зависит от следующих характеристик наполнителя: размера и формы частиц, их объемной доли, распределения частиц по размерам, однородности распределения наполнителя по объему системы.

В силу высокой активности поверхности наноразмерных углеродных частиц они обладают большой склонностью к агрегированию, что затрудняет их однородное распределение в полимере. Это связано с тем, что порошкообразные углеродные наночастицы относятся к агломерированным наполнителям с эффектами структурности и диспергирующего смешения, приводящим как к статистическому образованию агломератов, так к статистически случайному их разделению. Это обуславливает определенную фракционность: распределение агломератов частиц по различным диаметрам, размеры которых зависят от исходного сырья и особенностей технологического процесса получения. Взаимное сцепление частиц в дисперсных системах обусловлено силами различной природы.

Этот процесс агрегации отражается на макроскопических свойствах композитов. Так, например, агрегация исходных частиц наполнителя приводит к повышению модуля упругости и снижению ударной вязкости композитов. Агрегация частиц приводит к необходимости рассчитывать средний диаметр частиц, поскольку этот показатель влияет на величину зазора между частицами, которая определяет уровень структурной напряженности, свойства материала при сдвиге и в трансверсальном направлении.

Таким образом, разработка технологии совмещения наноразмерных углеродных частиц с полимерной матрицей, позволяющей снизить степень агрегации частиц и добиться однородного распределения при изготовлении полимерного материала, модифицированного ультрадисперсным порошком, является актуальной практической задачей.

Анализ представленных зависимостей показывает, что после совмещения ультрадисперсного наполнителя со связующем происходит осаждение наиболее крупных агрегатов в течение 10-20 минут. Следует отметить, что доля осевших частиц невелика по сравнению с их общим количеством. Оставшиеся частицы достаточно равномерно при визуальном осмотре, распределяются в объеме связующего, и их поведение определяется не столько силой тяжести, сколько тепловым движением и силами физического взаимодействия. Эксперимент показал, что полимерная композиция седиментационно устойчива в течение 8 часов.

Однако микроскопические исследования срезов образцов после отверждения показали, что и после отбора верхних слоев полимера распределение частиц по глубине образца неоднородно. Следовательно, необходимо дополнительное воздействие, для обеспечения хорошего диспергирования наполнителя.

С целью повышения качества смеси целесообразно применить ультразвуковую обработку наполненного связующего. Ультразвуковую обработку эпоксидного связующего осуществляли с по-

мощью ультразвукового устройства. Интенсивность УЗ варьировали в пределах 15–60 Вт/м², частота ультразвуковых колебаний соответствовала 18–22 кГц. Обработку эпоксидных композиций ультразвуком осуществляли в течение 5–15 мин при температуре 25 0С.

Из графика видно, что вязкость олигомера в процессе воздействия на него ультразвука снижается до предельного значения, причем при большей интенсивности ультразвука вязкость снижается эффективнее. С возрастанием интенсивности колебаний УЗ кривые проходят через минимум, и при больших временах воздействия вязкость возрастает. Это объясняется деструкцией олигомера при малых временах обработки и полимеризацией – при больших. Сохранение низких значений вязкости в течение 20–50 мин после воздействия УЗ вполне достаточно для пропитки наполнителя связующим. Последующее возрастание вязкости играет положительную роль в этих процессах, так как позволяет предотвратить стекание связующего. Анализ литературных данных и результаты проведенного исследования показали, что обработка эпоксидиановых олигомеров при малых мощностях ультразвука приводит к разрушению физических связей сетки и проявляется в снижении вязкости. Повышение интенсивности и длительности воздействия УЗ приводит к химическим реакциям, что вызывает увеличение вязкости.

Важную роль на качество смешения оказывает и среда, в которую вводится наполнитель. Выбор компонента, в который следует добавлять нано порошок, имеет определенное значение. Если рассматривать эпоксидную композицию состава ЭД-22 + изо-МТГФА, то можно составить следующий ряд, в котором вязкость возрастает: изо-МТГФА → композиция → ЭД-22. То есть в данном случае отвердитель обладает наименьшей вязкостью и, следовательно, в такой среде препятствия для дисагрегации и равномерного распределения частиц должны быть минимальны. Кроме того, крупные агрегаты ультрадисперсных частиц (УДЧ) в среде с невысокой вязкостью склонны к быстрому осаждению, что можно использовать для их естественного отсева. Стоит также отметить, что в ходе исследований была замечена следующая закономерность: ультразвук хорошо разбивает агрегаты, образовавшиеся в процессе совмещения компонентов связующего, но практически бесполезен в борьбе с агрегатами, содержащимися в исходном порошке. Поэтому крупные агрегаты в порошке необходимо отсеивать.

На характер протекания структурообразующих процессов, а, следовательно, на качество отвержденного материала влияет температурно-временной режим отверждения композиции.

Правильный выбор температурно-временных условий отверждения эпоксидной композиции определяют уровень физико-механических свойств материала, и приводит к понижению степени агрегации.

Особенностью процесса является то, что изменения в технологической линии происходят только на участке приготовления связующего. Смеситель дополнительно оснащается ультразвуковой установкой и при транспортировке связующего в пропиточную ванну происходит отсеивание крупных агломератов частиц. Следовательно, модернизация любого вида производства будет происходить без существенного изменения технологического процесса.

Литература.

1. Апасов А.М., Галевский Г.В. Методы исследования, испытания, анализа и контроля в металлургии и материаловедении: учебное пособие/ А.М. Апасов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 488 с.

2. Апасов А.М., Галевский Г.В., Данилов В.И. А76 Материаловедение: Учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 622с.

3. Хвостов С.А., Ананьева Е.С., Маркин В.Б. Влияние ультрадисперсного наполнителя на физико-механические характеристики полимерных матриц эпоксидной группы // Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. Т.1. – С. 503 – 506.

4. Роголёв А.В., Ананьева Е.С., Маркин В.Б. Моделирование случайных геометрических структур в наполненных полимерах // Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. Т.1. – С. 512 – 515.