

3. Снижение температуры предварительной тепловой обработки до 50 °С с последующим высоко-температурным обжигом создает условия формирования композиционного материала на основе стабилизированного кремнезема, окислов железа и отходов стекольного производства с каркасной взаимопроникающей структурой и повышенной плотностью.

4. Композиционные материалы обладают комплексом физико-химических характеристик превышающие, соответствующие показатели традиционных металлических и неметаллических конструкционных материалов.

5. Основными недостатками композиционных материалов, за исключением некоторых видов (слоистые КМ, пластики, армированные стекловолокном, железобетон), являются их высокая стоимость, анизотропия механических характеристик.

6. Перспективными научно-практическими направлениями применения композиционных материалов является разработка импортозаменяющих материалов и новых технологий, обеспечивающих снижение энергозатрат процессов формообразования; обоснование целесообразности замены металлических конструкционных элементов из легированных сталей на композиционные материалы.

Література

1. Справочник Композиционные материалы [текст] / под ред. Дж. Любина (пер.с англ) М.: Машиностроение – 1988. Т.1. – 448 с.
2. Иванова Л.А. Процессы формообразования гетерогенных керамических систем [текст] / Л.А.Иванова, Н.О. Косицын.- Одесса: Полиграф – 2008. – 124 с.
3. Иванова Л.А.. Композиционные материалы [текст] / Л.А. Иванова, А.Е. Сергеева, Н.О. Косицын.- Одесса: ТЭС – 2010. – 189 с.
4. В. Эйтель. Физическая химия силикатов [текст] / М.: Иностранная литература – 1962. – 1056 с.

УДК 664.023:658 588.8:678.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЛАСТМАСС ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ФЕРРОМАГНИТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

**Иванова Л.А. д-р. техн. наук профессор, Гараев М.Б. аспирант,
Косицин Н.О. аспирант**

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены новейшие разработки композиционных материалов в области ремонта и восстановления оборудования. Рассмотрена технология получения композиционных материалов с ферромагнитным наполнителем под действием магнитного поля.

There are up-to-date development of composite materials in the range of repair and renovation of equipment. The technology of production of composite materials with the ferromagnetic filler under influence of the magnetic field was observed.

Ключевые слова: композиционные материалы, пластмассы, ремонт оборудования

Одной из важнейших проблем сдерживающей развитие промышленности в станах СНГ является большое количество устаревшего и изношенного оборудования. Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является разработка новых технологий и методов ремонта и восстановления изношенных деталей оборудования на основе пластмасс холодного отверждения, а также разработка новых композиционных материалов (КМ) для создания деталей аналогов изношенных металлических деталей.

В работе [1] приведено много примеров использования КМ на основе пластмасс холодного отверждения для восстановления изношенных рабочих поверхностей деталей. Например, восстановление плитовин прокатного стана на комбинате «Азовсталь» в 1991 году [4], восстановление рубашек охладительных цилиндров центрального компрессора автотранспортного предприятия [4], восстановление валов, втулок, посадочных мест подшипников, трубных соединений [2].

При разработке нового материала необходимо было решить следующие научно-технические задачи:

- Предложить технологические и экономически-эффективные исходные материалы для создания КМ с заданными механическими свойствами без применения термообработки;
- Определить зависимость механических и теплофизических свойств КМ от массового соотношения компонентов и от технологии его получения;
- Разработать экономически обоснованную технологию изготовления КМ на основе пластмассы холодного отверждения и отходов металлообрабатывающих производств с регулярной армирующей структурой;
- Установить целесообразность применение магнитной обработки КМ с ферромагнитным наполнителем.

Металло-полимерная композиция состоит из как минимум двух компонентов: полимера (дисперсионной среды, матрицы) и тонкодисперсного армирующего наполнителя.

Одним из важнейших факторов определения прочностных характеристик является прочность адгезии полимера и наполнителя, т.е. энергия взаимодействия на границе раздела. В связи с этим, качестве матрицы была выбрана эпоксидная смола ЭД-20 (рис. 1).

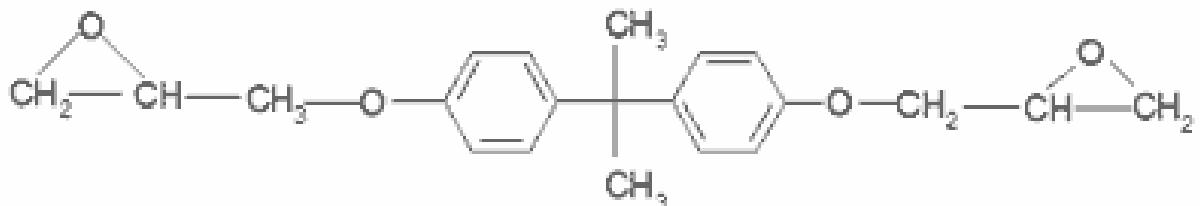


Рис. 1 – Структурная формула эпоксидной смолы марки ЭД-20

Эта смола имеет низкую температуру отверждения, низкую стоимость и высокую адгезию к поверхностям любых наполнителей, как металлических, так и минеральных. Отверженные эпоксидные смолы обладают не только химической стойкостью, но и хорошими электроизоляционными свойствами, что играет решающую роль в образовании системы полимер-металл [5,6]. Физико-механические свойства эпоксидной смолы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства отливок из ненаполненных эпоксидных систем

Показатель	Значение при 23 °C
Плотность, кг/м ³	1200...1300
Твердость по Роквеллу	M100...M110
Ударная вязкость по Изоду (образец с надрезом), Дж/м	0,1 ...1,0
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,17...0,21
Температурный коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	(6...8) 10 ⁻⁵
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	(1,25 ... 1,80) 10 ³
Удельное объемное сопротивление, Ом·м	(1...50) 10 ¹⁷
Диэлектрическая проницаемость (при 60 Гц)	2,5...4,5
Предел прочности при растяжении, МПа	55...130
Модуль упругости при растяжении, МПа	2800...4200
Коэффициент Пуассона	0,20...0,33
Предел прочности при изгибе, МПа	125

В качестве наполнителей выбраны отходы металлургического производства, а также отходы обработки металлов резанием, пескоструйной и дробеструйной обработки. При смешении наполнителя и матрицы в местах окисных пленок на наполнителе возникают локализованные напряжения, которые приводят к возникновению и росту дефекта и разрушению металла. Поэтому поверхностная обработка наполнителя перед смешиванием имеет большое значение и полученная из отходов стружка измельчалась до тонкодисперсного порошка с применением энергосберегающей технологии [3].

Измельчение металлической стружки проводилось в барабанной шаровой мельнице, при 2 % СОЖ (смазывающе-охладительной жидкости), которая оставалась на поверхности металла после обработки резанием. При измельчении стружки СОЖ действовало как ПАВ (поверхностно активное вещество) и способствовало менее энергоемкому и более мелкому помолу порошка с образованием фракции более высокой дисперсности, эта технология помола стружки подробно рассмотрены в работе [3]. После помола порошка производился отжиг металлического порошка в течение 2 часов при температуре 750 °C, для

удаления остатков СОЖ, снижающих адгезию металла к полимеру а также фазовой перекристаллизации железа для придания порошку более высоких механических качеств и структурной однородности.

На прочностные характеристики металло-полимерных систем большое влияние могут оказывать различия в коэффициентах линейного расширения полимера и наполнителя. Температурные напряжения могут возникнуть во время нагрева изделия при прессовании, после охлаждения при диспергировании, а также при перепадах температур при работе детали после формообразования. При нагружении такого композиционного температура при повышенных температурах наблюдается дополнительное удлинение полимера ξ_d .

Для компенсации таких температурных напряжений и повышения механических свойств при работе при повышенных температурах в качестве наполнителя были использован минеральные наполнитель стабилизированный кремнезем.

В общем виде системы «металл-полимер» в зависимости от количества наполнителя можно характеризовать так:

- ненасыщенная металлополимерная система (рис.2а);
- насыщенная металлополимерная система (рис. 2б);
- перенасыщенная наполнителем металлополимерная система (рис. 2в,г).

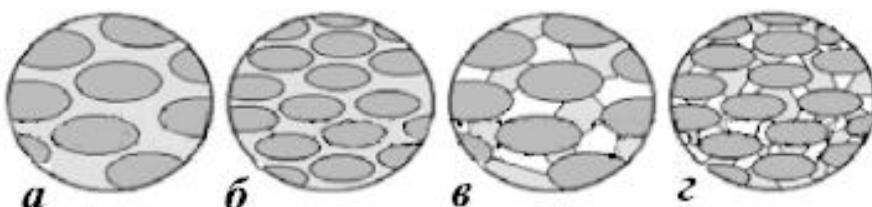


Рис. 2 – Класифікація композиціонних матеріалів по ступені заповнення наполнителем

Упрочнение полимера при введении дисперсных наполнителей получается за счет образования непрерывного армирующего каркаса [7]. Структурирование полимера происходит при взаимодействии с полимером частиц наполнителя, которые являются узлами возникновения пространственной сетки. При этом для образования равномерной армированной структуры наполнителя должно быть достаточно, чтобы его хватило для сплошной сетки. При нехватке наполнителя, сплошная сетка не образуется и упрочнительный эффект не будет достигнут. При избытке наполнителя – не произойдет полное смачивание его полимером. Поэтому иногда наблюдается экстремальная зависимость прочности от степени наполнения полимера, которая характеризуется наличием некоторого оптимума концентрации, который характеризуется как предел насыщения макромолекулами адсорбционных центров на поверхности наполнителя [3,7].

Для определения оптимальной технологии изготовления КМ проведены эксперименты с различными методами получения материала. Смешение компонентов с последующим формообразованием дисперсионноармированного КМ в форме, воздействием постоянным магнитным полем на неотвердевший ферримагнитный наполнитель во время формообразования затвердевания композиции, а также последовательным и параллельным воздействием постоянного магнитного поля и давления.

Первая серия экспериментов проводилась для определения оптимального содержания наполнителя в композите. Композиционный материал формовался методом смешения компонентов в смесителе в течение 10 минут с последующим отверждением в специальной форме. Для получения использовались разные составы с содержанием наполнителя от 15 % до 85 %. После отверждения композиции через сутки проводились испытания на предел прочности на разрыв и твердости по Бринелю. Наибольшие значения твердости и прочности были получены в композитах с содержанием порошка железа – 70 %, стабилизированного кремнезема – 15 % и эпоксидной смолы ЭД-20 – 15 %.

Проведены эксперименты для определения технологии получения композиционного материала на его структуру и механические свойства. Состав принятого материала был принят следующим: порошок железа – 70 %, стабилизированного кремнезема – 15 %, эпоксидной смолы ЭД-20 – 15 %. После смешения компонентов в смесителе, композиция отверждалась в специальной форме под действием постоянного магнитного поля в течении 120 минут. В результате металлические частицы выстраивались вдоль силовых линий магнитного поля, образуя множество цепочек, что обеспечило получение однородной, упорядоченной структуры. При нагреве композиции до 60 °C время отверждения снижалось до 30 минут, но значительно падали механические свойства отверженного материала. Максимальная прочность образца достигалась через 24 часа.

Далее исследовали влияние на КМ способа обработки формообразующего материала одновременно магнитным полем и давлением.

В результате выполненного исследования следует отметить преимущество КМ, прошедших магнитную обработку и обработку давлением. В таких КМ образуется упорядоченная цепочка из металлического наполнителя, что улучшает однородность материала, механические и прочностные свойства, а также теплофизические свойства материала, теплопроводность и высоконаполненного материала повышается в 4 раза. А электропроводность в разы.

Следует отметить, что обработка давлением дает увеличение прочности на 3 – 10 %, но способствует более компактной упаковки наполнителя в матрице и более упорядоченной структуре.

Выводы.

1. Разработана технология изготовления композиционного материала на основе эпоксидной смолы, металлической стружки и стабилизированного кремнезема под действием магнитного поля.
2. Установлено влияние количественного состава наполнителя, температуры, технологии приготовления, на физико-механические характеристики КМ на основе стабилизированного кремнезема и эпоксидной смолы с металлическим дисперсным порошком.

Література

1. Иванова Л.А. Пластмассы холодного отверждения и их использование в пищевой промышленности [Текст] / Гараев М.Б. // «Наукові праці» Вып. 38. Том 2, Одесса: – 2010. – С. 412.
2. Башкирцев В.И. Использование полимерных материалов при ремонте машин и оборудования [Текст] // Пищевая промышленность – 2006. – №1. – С. 22.
3. Чайников Н.А. Ресурсосберегающие технологии изготовления металлополимерных материалов [Текст] / Беляев П.С., Мозжухин А. // Тамбов: ТГТУ. – 2003. – С. 33, 35.
4. Ищенко А.А. Технология восстановления изношенных и дефектных деталей с помощью полимерных материалов [Текст] // Сварщик №6 2004. – С. 12.
5. Иванова Л.А. Композиционные материалы. [Текст] / Сергеева А.Е. Косицин Н.О.// Одесса: Полиграф – 2010. – С. 33
6. Справочник по композиционным материалам [Текст] // Под ред. Дж. Любина (пер. с англ.).- М.: Машиностроение, 1988. – т. 1. – 177с.
7. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров [Текст] // – М: Химия. – 1977. – С. 207, 306, 307.
8. Ищенко А.А. Новые технологии и материалы для восстановления дефектных отливок [Текст] / Патко Д., Молнар Л. // Сварщик №4. – 2005. С.22.

УДК 621.9.01

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ШЛІФУВАННЯ ПРИ НАГРІВАННІ І ОХОЛОДЖЕННІ ШЛІФОВАНОЇ ПОВЕРХНІ

Ліщенко Н.В., канд. техн. наук, асистент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Ларшин В.П., д-р техн. наук, професор

Одеський національний політехнічний університет

Розроблено математичну модель температурного поля при шліфуванні, яка дозволяє виконувати розрахунки на етапах нагрівання і охолодження поверхні, яка обробляється.

Grinding temperature model is developed and suitable to calculate the temperature as for work surface heating as for cooling one.

Ключові слова: шліфування, температурне поле, граничні умови, нагрівання і охолодження заготовки.

Процеси механічної обробки матеріалів різанням і шліфуванням супроводжуються нестационарними тепловими полями, які впливають на фізико-механічний стан поверхні, що обробляється на етапах її нагрівання і охолодження. Наприклад, залежно від швидкості охолодження при чорновому шліфуванні утворюються припіки вторинного загартування (при високих градієнтах температури) або відпуску (при