

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Опираясь на данные статистики, наиболее остро сегодня стоит проблема старения МТП. По мнению ряда ученых, главной задачей большинства сельхозпроизводителей, связанной с поддержанием работоспособного состояния техники, является ее ремонт и модернизация, которые ежегодно повышаются в цене. В то же время стоит отметить, что расширение технического сервиса возможно за счет использования новых или восстановленных узлов, изъятых из списанных машин. Наиболее перспективными являются те компании, деятельность которых направлена на модернизацию изношенной техники, что подтверждено мировой практикой. Наиболее удачный с точки зрения прибыльности опыт имеет компания «Caterpillar» (США). Доля прибыли от модернизации и капитального ремонта в структуре доходов этой компании настолько велика, что в 2005 г. было создано специальное отделение, доходы которого за год составили около 1 млрд долларов США.

Существует четыре основные группы материалов, наиболее часто используемых в практике конструирования: керамика, полимеры, металлы и композиты. Точно не известно, когда композиционные материалы стали известны и начали успешно применяться, так как достоверных письменных источников, посвященных этой теме, не существует.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры «Материалы и технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. О. Завражина.

Однако с уверенностью можно утверждать, что композиты используются несколько сотен лет. В последние годы использование композитных материалов участилось и существенно увеличилось. Это обусловлено рядом факторов:

- уникальными возможностями этих материалов, так как композиции можно создавать с заранее заданными свойствами;
- традиционные конструкторские материалы исчерпали имеющиеся резервы.

В последние годы материалы были существенно усовершенствованы, что характеризует собой качественный прорыв в области создания композитов. Улучшенные характеристики материалов задали направление технического прогресса в большинстве отраслей на замену конструкциями из композиционных материалов устаревших металлических конструкций. Это определяет задачи и направления разработок композитов и конструкций из них. Главенствующей задачей становится обеспечение конкурентных преимуществ как за счет ценовых, так и за счет качественных характеристик и совершенствования технологий.

В соответствии с данными ГОСНИТИ при проведении ремонта машин с использованием полимерных материалов отмечается следующая положительная динамика:

- снижение трудоемкости работ на 20...30%;
- снижение расхода металлов на 40...50%;
- снижение себестоимости на 15...20% [52].

В качестве объекта модификации использовалась эпоксидная смола ЭД-20, в качестве отвердителя – ЭТАЛ-45М, обладающий пластифицирующими свойствами.

Смолу ЭД-20 рекомендуют использовать в случаях, когда нет возможности проводить работы в сухом теплом помещении, а также невозможно как следует прогреть изделие для окончательной полимеризации. В таких неоптимальных условиях вероятность получения приемлемого результата при использовании отечественной смолы выше, чем при использовании импортной.

В качестве модифицирующих веществ применяли углеродные нанотрубки (УНТ) «Таунит-М» (производства ООО «Нанотехцентр», Россия, г. Тамбов) – одномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита в виде сыпучего порошка с размером частиц 40...100 нм в объеме от 0,5 до 1,5 масс. част.

Проведенные испытания в условиях одноосного растяжения образцов исходного полимера и модифицированных материалов на его основе показали повышение прочностных характеристик композитов

одновременным ухудшением их эластичных свойств. Данный факт напрямую связан с формированием более прочной структуры в результате модифицирования полимерной матрицы.

Растяжение материалов осуществлялось при постоянной скорости. Можно отметить одномоментное трещинообразование образцов, наполненных УНТ «Таунит-М». Это объясняется повышением прочностных характеристик наполненных материалов и снижением их эластичности (охрупчиванием).

При определении прочности материалов в условиях трехточечного изгиба было установлено, что при введении УНТ «Таунит-М» увеличивается разрушающее напряжение при изгибе и повышается ударная вязкость композита (табл. 1)

С повышением количества вносимого модификатора композиты приобретают более высокие эластические свойства. Необходимо отметить, что данные образцы не разрушаются при высоких значениях изгибающего напряжения при испытании на изгиб, а также отмечены более высокие значения ударной вязкости (табл. 1).

Твердость полученных материалов снизилась, вероятно, в связи с некоторым разрыхлением структуры полимерной матрицы.

Образцы модифицированного полимера показали более высокую стойкость при истирании. Снижение весового износа композитов с массовым содержанием УНТ 1 и 1,5 част. на 100 масс. част. полимера – до 10 раз можно объяснить активным нагревом наномодификатора при истирании и его взаимодействием с полимерной матрицей: происходит заполнение пор полимерной матрицы с одновременным спеканием локальных областей вокруг наночастиц (табл. 2).

1. Физико-механические характеристики исходного и наномодифицированного полимерного материала на основе эпоксидной смолы ЭД-20

Состав	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Ударная вязкость, кДж/м ²	Твердость по Бринеллю, МПа
ЭД-20+ЭТАЛ45	19	5	215
ЭД-20+0,5 масс. част. УНТ	41	7	182
ЭД-20+1 масс. част. УНТ	45	12	196
ЭД-20+1,5 масс. част. УНТ	42	12	201

2. Весовой износ исходного и наномодифицированного полимерного материала на основе эпоксидной смолы ЭД-20 при трении

Состав	Износ по массе при трении, г
ЭД-20+ЭТАЛ45	0,005
ЭД-20+0,5 масс. част. УНТ	0,0095
ЭД-20+1 масс. част. УНТ	0,001
ЭД-20+1,5 масс. част. УНТ	0,0007

Установлено, что введение 0,5...1,0 масс. част. УНТ «Таунит» позволяет повысить прочностные характеристики смолы ЭД-20 в 1,5 – 4,0 раза при одноосном растяжении, в 2,0–2,5 раза при трехточечном изгибе и снизить весовой износ в 5 – 10 раз.

Впервые получены наномодифицированные углеродными нанотрубками полимерные материалы на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и, соответственно, численные значения эксплуатационных характеристик и структурных исследований полученных наномодифицированных материалов.

Список литературы

1. Лутовинова, Т. А. Исследование физико-механических свойств наномодифицированного реактопласта / Т. А. Лутовинова, А. А. Чуприкова, Ю. С. Поветкина // *Colloquium-journal*. – 2020. – № 14(66). – С. 77 – 79.
2. Лутовинова, Т. А. Конструкция соединения ПКМ-металл для восстановления корпусных деталей большой толщины / Т. А. Лутовинова, А. А. Чуприкова, Ю. С. Поветкина // *Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент*. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – С. 97 – 99.
3. Наномодифицированные эпоксидные материалы с улучшенными эксплуатационными характеристиками / Т. А. Лутовинова, Ю. С. Поветкина А. А. Чуприкова // *Механические свойства современных конструкционных материалов: научные чтения им. И. А. Одингга : материалы конференции*. – М., ИМЕТ РАН, 17–18 сентября 2020 г. – С. 104–105.
4. Zavrazhin, D. O. Nanomodified Epoxy Materials with improved operating Characteristics / D. O. Zavrazhin, T. A. Lutovinova, Ch. V. Zavrazhina // *Key Engineering Materials*. 887 KEM. – 2021. – P. 138 – 143.

*Кафедра «Материалы и технология»,
НОЦ ТамбГТУ-ИСМАН «Твердофазные технологии»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*