

ХИМИЯ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1982 / 11

В. А. Белый, Ю. М. Плескачевский
МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Классификация металлополимерных систем.....	5
Основные принципы создания металлополимерных систем.....	9
Некоторые эффекты контактного взаимодействия в металлополимерных системах.....	19
Методы получения и свойства металлополимерных систем.....	24
Металлополимерные материалы.....	24
Металлополимерные конструкции и узлы.....	48
Заключение.....	58
Литература.....	59

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

Металлополимерная система — это в общем случае совокупность двух основных совместно работающих компонентов: высокоэластичного полимера, состоящего из макромолекул, и металла, состоящего из атомов с делокализованными валентными электронами. Металлополимерные системы являются результатом многообразных физических и физико-химических сочетаний полимеров и металлов, итогом решений многих конкретных научно-технических и инженерных задач. В металлополимерных системах реализуются не только суммарные, но и не присущие отдельным компонентам новые качества.

Металлополимерные системы можно условно классифицировать на металлополимерные материалы, металлополимерные детали и металлополимерные узлы.

Развивая данную классификацию, металлополимерные материалы по объемно-структурному признаку целесообразно разделить на матричные, слоистые и дисперсные. Металлополимерные материалы — это макрогетерогенные материалы, неоднородность строения которых подтверждается наличием границы раздела компонентов. Эта граница может представлять собой как геометрическое место точек контакта полимера и металла, так и физически реальный промежуточный слой, состоящий из контактирующих компонентов.

Матричные металлополимерные материалы характеризуются наличием непрерывной основы (матрицы) из одного материала (металла либо полимера), в которой содержатся включения другого. Материалы на основе полимерной матрицы называют **наполненными**, или дисперсноупрочненными, на основе металлической — **каркасными**. В наполненных металлополимерных материалах полимер образует дисперсионную среду, в которой равномерно или по определенному закону распределен металлический наполнитель с заданной конфигурацией частиц. Металл наполнителя используют как в «чистом» виде, так и в виде его соединений с другими веществами, которые могут образовываться и непосредственно при получении металлополимерных материалов. Дисперсионная полимерная среда (матрица), в свою очередь, может содержать функциональные добавки, обеспечивающие необходимые технологические и эксплуатационные свойства материала. Наполненные металлополимерные материалы — это, например, содержащие порошкообразный металл полимеры, применяемые для получения тонкослойных покрытий на металлических деталях или используемые для производства методами прессования либо литья под давлением различных изделий с заданной тепло- и электропроводностью, прочностью, массой и т. д.

Разновидностью наполненных материалов являются армированные металлополимерные материалы, содержащие в полимерной матрице армирующие длинномерные элементы в виде металлических стержней, волокон, усов, нитей, сеток и т. п.

Каркасные металлополимерные материалы представляют собой системы, у которых несущую основу образует металлическая трехмерная сетка, а межкаркасная полость заполняется полимером. В зависимости от структуры каркаса полимерная фаза может представлять собой трехмерную сетку из протяженных волокон либо изолированных частиц, содержать различные функциональные добавки. Каркасная структура такого матричного материала задается конструкцией предварительно изготовленной основы либо формируется непосредственно при полусодержании включения другого. Материалы на основе полимерной матрицы называют наполненными, или дисперсноупрочненными, на основе металлической каркасными. В наполненных металлополимерных материалах полимер образует дисперсионную среду, в которой равномерно или по определенному закону распределен металлический наполнитель с заданной конфигурацией частиц. Металл наполнителя используют как в «чистом» виде, так и в виде его соединений с другими веществами, которые могут образовываться и непосредственно при получении материала в ходе кристаллизационных, диффузионных, адсорбционных и других процессов. Примером каркасного материала может служить металлокерамика, поры которой заполнены полимером.

Слоистые металлополимерные материалы состоят из чередующихся непрерывных (фольга, пленка) или волокнистых, тканеобразных, перфорированных и т. п. слоев полимера и металла. Как слои полимера, так и слои металла в подобных многослойных материалах могут отличаться от слоя к слою по природе, структуре, составу и т. д. К слоистым металлополимерным материалам относятся плакированные * пленками металла полимеры, фольгированные диэлектрики, а также системы, представляющие протяженную (фольга, лист, полоса, лента) металлическую основу с тонким слоем полимерного покрытия.

Дисперсные металлополимерные материалы — это смеси тонкоизмельченных полимеров, металлов, покрытых пленкой полимера, дисперсных металлов либо металлизированных дисперсных полимеров. Подобные порошкообразные композиции могут использоваться самостоятельно, например, как сорбенты или фильтры для очистки газов и жидкостей, как катализаторы химических реакций, либо в качестве полуфабрикатов для получения матричных металлополимерных материалов.

Все металлополимеры, о которых шла речь выше, можно объединить в единый класс композиционных материалов, содержащих в качестве двух основных компонентов металл и полимер. Наука о металлополимерах и способах их создания, методах переработки и принципах прогнозирования поведения при эксплуатации составляет самостоятельный раздел современного материаловедения.

Металлополимерные детали — условное название изготовленных из полимера элементарных частей различных сооружений, приборов, машин и т. п. Они изготавливаются из металлополимерных материалов (о них мы уже рассказывали) либо содержат внутри или вне тела полимера конструктивные, достаточно протяженные металлические элементы, которые избирательно армируют данную деталь, создают внутри или на поверхности ее тепло-, магнито- или токопроводы и др. Полимер и металл при этом неподвижно соединены между собой и совместно выполняют функции детали. Примерами деталей, изготовленных из металлополимеров, могут служить: армированное металлическими пластинами полимерное зубчатое колесо, металлополимерная контактная щетка электродвигателя, изготовленный из каркасного металлополимерного материала подшипник скольжения (втулка), слоистый металлополимерный элемент кровли, покрытая слоем полимера металлическая звездочка цепной передачи, склеенный полимером многопластинчатый магнитопровод и т. д.

Металлополимерные узлы состоят из нескольких функционально связанных, динамически или статически контактирующих металлических и полимерных или металлополимерных деталей. Металлополимерным является узел, состоящий по меньшей мере из двух совместно работающих полимерной и металлической, полимерной и металлополимерной, металлополимерной и металлической или металлополимерных деталей. К металлополимерным узлам можно отнести полимерный подшипник скольжения, несущий металлический вал; находящиеся в зацеплении металлополимерное и металлическое зубчатые колеса; различные изготовленные из металла герметизирующие узлы, содержащие полимерные уплотнительные прокладки, и т. д.

Металлополимерные детали и металлополимерные узлы составляют комплексный раздел науки о деталях машин.

Приведенная классификация металлополимерных систем осуществлена для облегчения изложения и восприятия основного материала брошюры и, как уже отмечалось, является условной. Данная классификация в будущем будет совершенствоваться, поскольку очевидно, что она не охватывает всего многообразия возможных сочетаний полимеров с металлами. Например, можно говорить о каркасно-наполненных материалах, у которых вещество меж каркасного пространства само является наполненным металлополимерным материалом. Отдельные слои многослойных металлополимерных материалов могут быть наполненными, каркасными либо каркасно-наполненными. В этих случаях реализуются матрично-слоистые, каркасно-наполненные слоистые и другие типы металлополимерных материалов.

Металлополимерные материалы, образующиеся в результате взаимодействия макромолекул полимеров с высокоактивными металлами коллоидной степени дисперсности, полученными непосредственно в растворе полимера, формально в соответствии с вышеприведенной классификацией необходимо отнести к дисперсным металлополимерным материалам. По-видимому, формируемые из подобных материалов двухфазные агрегатно устойчивые системы, отличающиеся рядом специфических свойств, следует называть микрогетерогенными (коллоидными) металлополимерными материалами, а вышеописанные матричные, слоистые и дисперсные материалы — макрогетерогенными.

Металлополимерные детали можно рассматривать как наполненные, каркасные либо слоистые в зависимости от того, из какого материала они сделаны. Лишь традиционный в технике факт, что материал — это полуфабрикат, из которого изготавливают различные детали (конструкции), имеющие самостоятельное функциональное назначение, послужил основанием для выделения деталей в отдельный класс металлополимерных систем.

Матричный металлополимерный материал, состоящий из двух взаимопроникающих металлической и полимерной сеток, можно рассматривать как своего рода металлополимерную конструкцию.

Плакированный пленкой полимера металлический прокат классифицируется как слоистый материал, а изготовленная из аналогичного металла какая-либо деталь с той же пленкой полимерного покрытия должна быть отнесена к металлополимерным деталям.

Все это свидетельствует, с одной стороны, о практически неисчерпаемом количестве возможных вариантов сочетания полимеров с металлами, с другой стороны — о сложности систематического изложения теоретических и экспериментальных данных о всем уже известном многообразии металлополимерных систем.