

2. Храмцов, Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов [и др.]. – Москва, 1991. – 142 с.

3. Кича, Г.П. Полнопоточная комбинированная фильтрацией и центрифугированием тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях / Г.П. Кича, Л.А. Семенюк // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2018. – № 2. – С. 62–69.

УДК 620.3

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студенты – Кучук Д.В., 34 тс, 3 курс, ФТС;
Романюк К.Г., 38 тс, 1 курс, ФТС*

*Научный
руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Описаны перспективные направления разработки новых конструкционных материалов, принципы их создания, для получения деталей различного конструкционного назначения, в частности в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: конструкционные материалы, материаловедение, направления, наноматериалы, интеллектуальные материалы, 3D-печать, экологичные материалы

С развитием технологий к конструкционным материалам предъявляются все более жесткие и часто несовместимые требования. На сегодняшний день достаточно сложно выделить и ограничить перечень направлений исследований, важным этапом которых является совершенствование или создание новых материалов [1].

К *конструкционным* относят материалы, предназначенные для изготовления деталей машин, инженерных конструкций, подвергающиеся механическим нагрузкам. Они работают при статических, циклических и ударных нагрузках, низких и высоких температурах, в контакте с различными средами. Эти факторы определяют требования к конструкционным материалам, основные из которых: эксплуатационные, технологические и экономические. Для того, чтобы обеспечить работоспособность конкретных машин и приборов, материал должен иметь высокую конструкционную прочность, которая представляет собой комплекс механических свойств, обеспечивающий надежную и длительную работу материала в заданных условиях эксплуатации [2].

Условия эксплуатации определяются рабочей средой (жидкая, газообразная, ионизированная, радиационная и др.), которая может оказывать отрица-

тельное влияние на механические свойства материала. В результате химического и теплового воздействия она может вызывать повреждения поверхности вследствие коррозионного растрескивания, образования окалины и др. Во избежание отрицательного воздействия, материал должен обладать не только механическими, но требуемыми физико-химическими свойствами: стойкостью к коррозии, жаростойкостью, хладостойкостью и др.

Температурный диапазон работы современных материалов достаточно широк, поэтому для обеспечения работоспособности при высокой температуре от материала требуется жаропрочность, а при низкой температуре – хладостойкость.

Технологические требования направлены на обеспечение наименьшей трудоемкости и простоты изготовления деталей и конструкций. Они оцениваются технологичностью материала, определяемой хорошей обрабатываемостью резанием, давлением, свариваемостью, способностью к литью, а также требуемой прокаливаемостью и отсутствием деформации и коробления при термической обработке. Технологичность материала определяет, в конечном итоге, производительность и качество изготовления деталей.

Экономические требования – материал должен иметь невысокую стоимость и быть доступным. Например, стали и сплавы должны содержать минимальное количество дорогостоящих легирующих элементов. При этом их использование должно быть обосновано соответствующим повышением эксплуатационных свойств деталей.

В работе приведены наиболее интересные тенденции и разработки в области создания новых конструкционных материалов.

Наноматериалы. К наноматериалам относят материалы, которые характеризуются нанометровыми размерами хотя бы в одном из трех измерений. Данная группа материалов особенно популярна в последнее время, поскольку может проявлять уникальные свойства по сравнению с материалами аналогичного химического состава, не обладающими наноструктурой [2, 3].

Наноструктурная оксидная керамика сейчас используется в военной промышленности для создания бронированной техники. Особенности технологии создания таких материалов является использование ультразвука при прессовании нанопорошков [1, 3].

Одним из наиболее интересных наноструктурных материалов можно назвать nanoцеллюлозу, получаемую из древесины и отходов целлюлозно-бумажных предприятий. Материал представляет собой плотно упакованный массив иглоидных наноразмерных кристаллов целлюлозы и по прочности превосходит такие известные материалы, как кевлар и углеродные нанотрубки.

Наноматериалы используют в авиа – и автомобилестроении: создано покрытие лобового стекла из полистирола, предотвращающее запотевание. Американские ученые создали материал, меняющий цвет при деформации, что достигается формированием поверхностной структуры в наномасштабах, определяющей, какую длину волны падающего света поглощать, а какую отражать [1].

Для изготовления деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники стали должны обладать высоким комплексом механических свойств, а не высоким значением какого-либо одного свойства. Применяемые технологии упрочнения стальных деталей достигли своего предела в получении конструкционной прочности и износостойкости и требуют дальнейшего совершенствования. Наличие повышенного износа, значительных ударных нагрузок, высоких напряжений, обусловили поиск новых подходов к повышению свойств конструкционных сталей путём формирования в них объёмного микро- и наноструктурного состояний [4]. Характерным свойством фрагментированной структуры в конструкционных сталях является формирование мельчайших объёмов размером до 100–200 нм, практически свободных от дислокаций, при этом прочность, по-видимому, меняется по более сложному закону и может быть существенно повышена. Изменяется механизм пластической деформации, проявляются эффекты сверхпластичности за счёт зернограничного проскальзывания.

Для получения оптимального сочетания прочности и сопротивления хрупкому разрушению стальных деталей необходимо формирование в процессе термической обработки объёмной ультрадисперсной структуры с высокой плотностью дислокаций и мельчайшими карбидными включениями путём рационального выбора технологических режимов. Эффективное формирование нанодисперсных структур может быть достигнуто при закалке конструкционных сталей в процессе интенсивного охлаждения.

Материалы, полученные 3D-печатью. В настоящее время детали, напечатанные на 3D-принтере, используются в авиационной, в медицине, машиностроении, есть возможность печатать керамические и металлическое изделия и в ремонтных целях – агропромышленном комплексе.

С помощью аддитивных технологий, в последнее время ставших очень распространенными, получают не только изделия сложной формы, но и новые материалы с уникальными свойствами. Американские ученые получили методом 3D-печати материал, не уступающий по свойствам дереву, с возможностью контролировать в широких пределах его прочностные характеристики. Для таких целей разрабатывают специальные чернила, в составе которых эпоксидная смола, микропластинки глины, диметилфосфат, карбид кремния и углеродные волокна [1].

Одним из направлений 3D-печати является структурная архитектурауправление атомным и молекулярным строением материалов с целью корректирования свойств. С помощью таких методов создают сверхлегкие материалы. Аэрогели – кремниевые, графеновые и на пластиковой основе. Последний называют «твердый дым», и он является одним из самых легких твердых тел в мире. В основе материала – пластик низкой плотности, содержащий 85–95% воздуха. Такие материалы используют в космосе, для электро- и теплоизоляции, в тормозных системах.

Самым легким материалом на земле, сделанным, кстати, из металла, является сверхлегкая металлическая микрорешетка, на 99,99 % состоящая из воздуха. Особенность такого материала в его строении: он состоит из девяносто-процентного никеля, образующего полую сотовую решетку. Его можно использовать в создании теплоизоляционных материалов, в авиакосмической, автотракторной промышленности, производстве поглотителей звука, вибрации и ударов, а также батареек нового поколения [1].

Применение аддитивных технологий с использованием 3D-печати, изучено при изготовлении распылителей сложной формы: полевых опрыскивателей из различных конструкционных материалов (керамики, пластмассы и др.) и показало их перспективность использования в АПК [5].

С развитием технологий традиционные методы получения пористых изделий отходят на второй план, а на смену им приходят более производительные аддитивные металлургические технологии 3D-печати изготовления изделий самой различной конфигурации. Проведенные исследования показали возможность применения для получения пористых изделий конкретного назначения на основе алюминия при производстве, эксплуатации и ремонте деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники (сложные корпусные изделия, фильтры, шумопоглотители и др.) [6].

Интеллектуальные материалы. Интеллектуальные материалы (с памятью формы или материалы с самосборными структурами). С середины прошлого века существует понятие «металлы с памятью формы», которые после деформации возвращаются к первоначальной форме, если их нагреть. Такой эффект на настоящее время обнаружен более чем у 20 сплавов. Такие материалы широко используются в медицине для различного рода имплантатов и протезов, в тепловой сигнализации, машиностроении и электронике [2].

Еще одно направление перспективных интеллектуальных материалов – электроактивные пластмассы, способные менять геометрические размеры и форму (сокращаться, удлиняться, изменяться в объеме) под воздействием электрического разряда. На их основе разрабатывается искусственная мышца, рассматриваются возможности изменения конфигурации летательных аппаратов и т.д. [1].

Материалы, способные к самовосстановлению, например, самостоятельно бороться с микротрещинами, стали известны относительно недавно [7]. Как правило, это композиционные материалы: полимерные, содержащие в составе микрокапсулы с эпоксидной смолой; керамические на основе бетона, включающего микроволокно с воздухоотверждаемым герметиком. Когда образуется микротрещина, капсула или волокно разрушается, реагент вытекает и «залечивает» образовавшийся дефект. Ученые Иллинойского Университета (США) предложили новый полимер, способный к регенерации: внутри материала сформирована капиллярная сеть, подобно кровеносной системе. Парные капилляры несут две жидкости, которые при разрушении материала вытекают и смешиваются, образуя гель, тот через некоторое время, заполнив

трещины и дыры, застывает. Такие материалы удобно применять в авиакосмической отрасли, в автомобильной промышленности для изготовления бамперов автомобилей, агропромышленном комплексе при ремонте сельскохозяйственной техники [1].

Экологические материалы. Создание уникальных экологических материалов является одной из важнейших тенденций развития мирового технического прогресса. Существует уникальный материал, на 95 % состоящий из воды, добавлением глины и органических веществ, который может применяться в медицине [1].

Ученые из Дании создали конструкционный материал в виде кристаллической соли на основе кобальта, способный многократно связывать, удерживать и выделять (при нагреве или снижении атмосферного давления) большое количество кислорода для применения в аэрокосмической технике [7].

Заключение. Современные направления развития материаловедения и анализ применения новейших материалов в промышленности показывают, что разработка новых конструкционных материалов является основной движущей силой инновационных исследований, в частности, в сельскохозяйственном машиностроении.

Список использованных источников

1. Пантеленко Е.Ф., Якимович Е.Б. Мировые тенденции в области создания конструкционных материалов. // Сб. материалов научно-технической конференции «Информационные технологии в технических и социально-экономических системах». Минск, БНТУ, 22.04.2016/ Минск – 388с. С. 130–132.
2. Капцевич В.М., Новые материалы и технологии: пособие / В.М. Капцевич, В.Р. Калиновский, В.К. Корнеева. – Минск: БГАТУ, 2010. – 284 с.
3. Анищик, В.М. и др. Наноматериалы и нанотехнологии. Минск: Изд.центр БГУ, 2008 – 375 с.
4. Бетень Г.Ф., Объёмные нанокристаллические износостойкие детали рабочих органов сельскохозяйственной техники // Г.Ф. Бетень [и др.]. – Вестник Полоцкого гос. ун-та. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2012г., № 3. С. 46–51.
5. Протьюко В.А., Андрушевич А.А., Вашула А.В. Применение аддитивных технологий для изготовления распылителей полевых опрыскивателей. /Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: Материалы «Белагро-2018», Минск: БГАТУ, 2018. – 452 с. С. 190–193.
6. Андрушевич А.А., Кучук Д.В. Металлическая 3 D-печать для получения пористых деталей. Материалы МНТК «Наука – образованию, производству, экономике»: Сб. материалов 15-й МНТК в 4-х т., Минск, БНТУ, 2017 г., Том 1. – 504с. – С. 468.
7. Новые материалы / В.Н. Анциферов [и др.]; под науч. ред. Ю.С. Карабасова. Москва: «МИСИС», 2002. – 736 с.