

Недавно появился новый тип соединений, сочетающие в себе два принципа работы: диагностика и лечения в одной частице. Такой механизм получил название тераностика. Сейчас тераностики также могут быть получены на основе эндофуллеренов, но пока основной способ получения – это комбинация полимеров и углеродных наноструктур. Фуллерен может быть вспомогательным элементом при создании тераностиков. В то же время, благодаря фуллеренам, тераностики могут представлять собой отдельные молекулы, а не наночастицы, как обычно считается.

Важнейшим направлением в современной медицине является изучение уникальных сочетаний свойств фармацевтических наноматериалов и их биологической активности. Эта активность способствует повышению эффективности действия препарата за счет оптимизации биологического распределения. Фармацевтические наноструктуры могут быть использованы для адресной доставки вакцин в центральную нервную систему. Это может быть использовано для борьбы с онкологическими, кардиологическими и другими заболеваниями.

В настоящее время фуллерены и все возможные их модификации находят все больше областей для применения. Исследование биологических особенностей фуллеренов показывает, что они обладают противоопухолевыми, антиоксидантными, радиационно-защитными антибактериальными и др. свойствами. При исследовании лекарств можно вносить точные «ухищрения» в структуру, чтобы получить лекарство с определенными результатами, или создать панацею, чтобы доставить лекарство к месту действия, не вызывая побочных эффектов в мышцах, органах и других тканях.

Литература

1. Думпис, М. А. Биологическая активность фуллеренов – реальность и перспективы / М. А. Думпис, В. В. Ильин. – Научные обзоры. – 2018. – № 5. – С. 1–20.

УДК 621

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ

Студент гр. 11310119 Венскевич Н. Н.

Кандидат техн. наук Лапицкая В. А.^{1,2}, д-р техн. наук Гринчук П. С.²

¹Белорусский национальный технический университет,

²Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Карбид кремния благодаря одновременному сочетанию высоких физико-механических и электропроводящих свойств [1, 2], низкой теплопроводности, отличной износо- и коррозионной стойкости [2] является наиболее перспективным и предпочтительным материалом, как в космической отрасли [3], так и в твердотельной микроэлектронике [4].

Цель работы – определение трещиностойкости композиционной карбидокремниевой керамики методом индентирования. Исследования проводились на двух образцах. Первый образец был с 86 об.% SiC, второй – с 92 об.% SiC. Отпечатки микротвердости на образцах выполнялись с помощью микротвердомера ПМТ-3М (ЛОМО, Россия). Исследования поверхности образцов керамики и морфологии отпечатков на них проводились на атомно-силовом микроскопе Dimension FastScan (Bruker, США) в режиме PeakForce QNM. Микротвердость H и модуль упругости E образцов определяли при помощи наноиндентора (НИ) Hysitron 750 Ubi (Bruker, США) при постоянной нагрузке 10 мН. Расчет трещиностойкости (вязкости разрушения) проводили по формулам, приведенным в [5].

Методом наноиндентирования получены значения микротвердости H и модуля упругости E на каждом из образцов. При исследовании фазы кремния Si на образце с 86 об.% SiC были получены значения E и H , характерные для чистого кремния – 149 и 12,3 ГПа. У образца с 92 об.% SiC значения E увеличивается до 155 ГПа, а H незначительно уменьшается до 11,8 ГПа.

При исследовании фазы Si+SiC M5 получены, как и значения, характерные для кремния, так и значения, характерные для SiC. На образце с 86 vol.% SiC среднее значение E и H для этой фазы составило 217 и 22,4 ГПа соответственно, а для образца с 92 vol.% SiC – 232 и 24,3 ГПа. Значения E и H для фазы SiC на образце с 86 об. % SiC составили 285 и 32,5 ГПа, а на образце с 92 об. % SiC увеличиваются до 310 и 36,8 ГПа соответственно. Вязкость разрушения K_{IC} исследуемых образцов керамики определена для каждой фазы отдельно. Образец с 92 об. % SiC показал значения (K_{IC}) по всем фазам выше по сравнению с образцом 86 об. % SiC. У обоих образцов

фаза с самыми низкими значениями K_{IC} оказалась фаза кремния Si: у образца 86 об. % SiC – $1,3 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$, у образца 92 об. % SiC – $1,5 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$. Значения K_{IC} у фазы SiC для у образца 86 об. % SiC – $3,0 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$, для образца 92 об. % SiC – $3,6 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

Литература

1. Lim, K. Y. Mechanical properties of electrically conductive silicon carbide ceramics / K. Y. Lim, Y. W. Kim, K. Joo Kim // Ceram. Int. – 2014. – Vol. 40. – P. 10577–10582.
2. Effects of carbon and silicon on electrical, thermal, and mechanical properties of porous silicon carbide ceramics / G. D. Kim [et al.] // Ceram. Int. – 2020. – Vol. 46. – P. 15594–15603.
3. Characterization of thermal sprayed Si on sintered SiC for space optical applications / T. D. P. V. Jalluri [et al.] // Surf. Eng. – 2021. – Vol. 37. – P. 558–571.
4. Recent progress in synthesis, properties and potential applications of SiC nanomaterials / R. Wu [et al.] Prog. Mater. Sci. – 2015. – Vol. 72. – P. 1–60.
5. Methods for accuracy increasing of determining the fracture toughness of solid brittle materials / V. A. Lapitskaya [et al.] // Приборы и методы измерений. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 40–49.

УДК 621

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАУТИНЫ

Студент гр. 11310119 Венскевич Н. Н.

Ст. преподаватель Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Паутина, которую формируют разные виды паукообразных – это самое поразительное научно-техническое открытие природы. Материал паутины (2/3 ее состава) представляет собой нерастворимый в воде белок фиброин (фибрилярный белок). Присутствие фибриллярного белка в паутине объясняет высокую прочность данного материала. Химический состав данной субстанции представляет собой комплекс простых белков (альбуминов), d-аланина (теонин), глутаминовой, а также аминокислоты. Клейкость паутине гарантирует серицин (шелковый клей). Также в состав химической структуры паутины, кроме того, всего перечисленного вступает нитрат, а также гидрофосфат калия, обеспечивающие защиту от микроорганизмов, а также грибов.

Структура нити не имеет однородный вид, т. к. она составлена из жестких белковых кристаллов, прочно соединенных между собой гибкими связками. Согласно химическому составу, а также по различным свойствам паутина схожа на шелк тутового шелкопряда, однако паутина намного прочнее. Нить сохраняет надежность при отсутствии растяжения, никак не перекручивается, в том числе и при продолжительном вращении. Заключительное особенность называется «шарнирность». Солнечный свет, низкая влажность, а также сверхвысокие температуры – все это ухудшает качество нити.

Нити паутины неповторимы, поскольку их механические свойства превышают по многочисленным критериям другие используемые материалы. К примеру, предел прочности на разрыв паутины у обычного крестовика является $1,1\text{--}2,7 \text{ ГПа}$, у человеческого волоса – $0,25 \text{ ГПа}$, а у стали $0,4\text{--}1,5 \text{ ГПа}$. Плотность паутины составляет 1/6 плотности стали ($1,3 \text{ г/см}^3$). В таком случае получается, если обойти Землю паутиной, в таком случае ее масса составит в целом только 500 грамм. Кроме того, шелк пауков весьма пластичный, т.е. способен растягиваться в 5 раз от первоначальной длины (в расслабленном состоянии) без каких-либо разрывов. Результативная вязкость паутины сравнима вместе с полиарамидными нитями. Паутина способна перенести жар от $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ до $220 \text{ }^\circ\text{C}$. Помимо этого, биоразлагаемые, а также биосовместимые качества шелка делают его подходящей целью использования в медицинских целях.

В основе нити паутины находится особенная белковая структура. Ее первичный циклический «мотив» – аминокислотная цепочка. Эксперты обнаружили 394 подобных мотивов. Последовательности цепочек на втором уровне формируются в что-то на подобное «кассет» (уникальные виды, повторяемые с двух вплоть до четырех раз), а на основании этого на третьем уровне эксперты обнаружили целые ансамблевые повторы. Подобная трехуровневая организация белков паутины вместе с циклическими компонентами, как оказалось, тесно связана с предназначением разных типов нитей.

В процессе последующего рассмотрения было определено, то, что 78 % первичных мотивов попадают в большинстве белков-спиндроинов. Но структуры второго порядка – «кассеты» –