

БИБЛИОГРАФИЯ

Фуллереновый журнал

Fullerene Science and Technology (An International and Interdisciplinary Journal) Marcell Dekker Inc.

Под фуллеренами понимают новую аллотропную форму углерода, в которой атомы углерода образуют замкнутые поверхности. К этому классу соединений относятся как замкнутые молекулы сферической или сфероидальной формы типа C_{60} , C_{70} и др., так и протяженные образования углерода, имеющие поверхностную структуру (нанотрубки). Хотя фуллерены имеют небогатую историю, это направление науки быстро развивается, привлекая к себе все новых исследователей. Эта область науки включает три направления — физика фуллеренов, химия фуллеренов и технология фуллеренов.

Физика фуллеренов занимается исследованием структурных, механических, электрических, магнитных, оптических свойств фуллеренов и их соединений в различных фазовых состояниях. Сюда относится также изучение характера взаимодействия между атомами углерода в этих соединениях, спектроскопия молекул фуллеренов, свойства и структура систем, состоящих из молекул фуллеренов. Физика фуллеренов является наиболее продвинутой ветвью исследований в области фуллеренов. Химия фуллеренов связана с созданием и изучением новых химических соединений, основу которых составляют замкнутые молекулы углерода, а также изучает химические процессы, в которых они участвуют. Следует отметить, что по концепциям и методам исследования это направление химии во многом принципиально отличается от традиционной химии.

Технология фуллеренов включает в себя как методы производства фуллеренов, так и различные их приложения. Прикладные аспекты этой науки требуют особого внимания. С одной стороны, имеется большой список перспективных приложений фуллеренов. С другой стороны, трудно ожидать, что в ближайшее время какое-то из приложений фуллеренов окупит затраты на их исследование. Тем самым прикладные аспекты проблемы фуллеренов представляют собой долговременные исследования и испытания, где успех достигается кропотливой и упорной работой.

Еще одна особенность приложений фуллеренов состоит в высокой наукоемкости этого направления не только на стадии подготовки решения, но и при его выполнении. Например, допустим, создается некоторое лекарство, для которого фуллерен используется как удобная нейтральная основа. Тогда на стадии производства этого соединения необходимо использовать те же методы детектирования фуллеренов, что и при их исследованиях. Тем самым, прикладная часть проблемы фуллеренов оказывается высоконаукоемкой. По этой

причине последовательное развитие прикладных аспектов проблемы фуллеренов будет тем более успешным, чем в большей степени оно опирается на другие ветви этой науки — физику и химию фуллеренов. Поэтому несмотря на разницу в подходах и вопросах исследования, наиболее благоприятным с точки зрения приложений является совместное развитие физики, химии и технологии фуллеренов.

Этой цели способствует создание нового международного междисциплинарного журнала *Fullerene Science and Technology*, организованного в 1993 г. и выпускаемого издательством Marcell Dekker, Inc. Его внештатным редактором является профессор W. Krätschmer, один из основателей технологии производства фуллеренов в макроскопических количествах, а редактором — профессор Т. Браун (Венгрия). Журнал рассматривает проблему фуллеренов в целом и публикует статьи по таким направлениям этой науки, как геометрия, синтез, структура, образование связей, химическая активность, термодинамика, спектроскопия. Он рассматривает разные экспериментальные методы детектирования, получения и изучения фуллеренов. В настоящее время журнал выпускается 6 раз в год. Поскольку издание продолжается уже третий год, можно подвести некоторые итоги.

Следует отметить, что бурный рост исследований в области фуллеренов выражается, в частности, в лавинообразном увеличении числа научных публикаций на эту тему. Если в 1993 г. фуллеренам было посвящено около 500 публикаций, то в 1994 г. этот показатель превысил 1500, и уже за первую половину 1995 г. по фуллереновой тематике опубликовано около 1000 статей и докладов. В такой ситуации трудно рассчитывать, что один небольшой журнал (объем одной книжки журнала не превышает 10 печатных листов) окажется в состоянии отразить наиболее важные тенденции в исследованиях и прикладных разработках в данной области. Тем более, что круг журналов, публикующих работы по фуллереновой тематике, сформировался еще до появления рецензируемого издания и включает в себя такие авторитетные и широко распространенные названия, как *Nature*, *J. Physical Chemistry*, *J. Chemical Physics*, *Chemical Physics Letters*, *Physical Review B*, *J. Physics and Chemistry of Solids* и др. Наиболее яркие достижения в области исследований фуллеренов были опубликованы в этих журналах и современному читателю, интересующемуся дальнейшим прогрессом в данной области, трудно выйти за привычный круг указанных журналов.

Однако журнал *Fullerene Science and Technology* имеет несомненное преимущество перед изданиями, перечисленными выше. Это преимущество связано с многопро-

фильной ориентацией журнала, которая позволяет привлечь к нему специалистов различных направлений науки, объединенных интересом к единому объекту — фуллеренам. И хотя в настоящее время публикации в данном журнале пока не оказывают на развитие исследований в области фуллеренов того влияния, которое чувствуется со стороны ведущих физических и физико-химических изданий, перечисленных выше, можно говорить о заметной тенденции к росту этого влияния за сравнительно небольшой срок существования журнала.

В заключение отметим, что проблема фуллеренов достаточно глубока и обширна. Она и далее будет

развиваться и не исчерпает себя после решения определенных практических задач. Для ее успешного развития необходим периодический журнал, который бы объединял участников этой проблемы и способствовал обмену информацией между ними. В настоящее время эту задачу способен успешно выполнить журнал *Fullerene Science and Technology*. Пожелаем ему дальнейшего процветания.

А.В. Елецкий, Б.М. Смирнов

Свойства алмазов и алмазных пленок

The Properties of Diamond and Diamond Films (Ed. G Davies) (London: Inst. of Electrical Engineers, 1994) 437 pp.

Около двух лет тому назад в УФН [1] была опубликована рецензия на книгу "Свойства природного и синтетического алмаза", изданную Дж. Филдом [2]. В 1994 г. известный своими исследованиями оптических явлений в алмазе Г. Дэвис издал новую книгу [3], содержание которой, как и труды нескольких конференций (см., например, [4]), свидетельствует о продолжающемся развитии исследований процессов роста алмаза и физических явлений в нем. По-прежнему, как и в годы до издания книги [2], особенно большие усилия технологов устремлены на усовершенствование методов роста алмазов в метастабильных условиях из газовой плазмы. Многие из оптимистических предсказаний прошлого десятилетия относительно падения стоимости алмазных пленок оправдались, но, к сожалению, это относится лишь к поликристаллическим пленкам, нашедшим ценные применения как покрытия, стойкие относительно механических повреждений и воздействия химически агрессивных сред, но пока практически не применяемые для активных элементов твердотельной электроники.

Книга Г. Дэвиса состоит из 12 глав и начинается с краткого предисловия сэра У. Митчелла, автора ставших классическими работ по оптике алмазов и идентификации сильно локализованных состояний в этом веществе. В каждой главе обычно не одна, а несколько коротких статей, очень лаконично написанных и содержащих подробные и прекрасно оформленные таблицы основных физических параметров алмазов. Каждая из статей заканчивается списком цитируемой литературы, включая ссылки на работы, опубликованные в 1993 г. В составе авторов, главным образом, специалисты из Великобритании, Голландии и Франции. Первая глава посвящена основным физическим параметрам объемных кристаллов алмазов естественного изотопного состава. С точки зрения рецензента, она, в основном, повторяет аналогичные разделы книги [2], как и 3-я глава, посвященная очень подробно изученным и разнообразным состояниям примеси азота в алмазах. Значительно больше новых данных во 2-й главе (свойства поверхности алмазов), где приведены данные о микроскопической структуре, явлении графитизации поверхности, механизмах трения и износа, а также о методиках полировки алмазов и явлении эрозии. Около половины разделов этой главы подготовил Дж. Филд — издатель книги [2].

Новые данные относительно роли примеси элементов Ni, Si, H и O в алмазе содержатся в 4-й главе. Особенно интересны данные, относящиеся к водороду и кремнию, подготовленные Г. Дэвисом. Содержание главы 5 (радиационные нарушения в алмазе) в определенной мере подводит итоги вопросам, уже достаточно подробно изученным и связанным с "точечными" дефектами, в первую очередь вакансиями и их комплексами с химическими примесями. Некоторое сожаление вызывает практическое отсутствие данных об особенностях воздействия на алмазы быстрых нейтронов (как известно, дозиметры на основе алмазов имеют максимальную устойчивость к воздействию проникающей радиации). Правда, в 6-й главе, посвященной проблемам легирования алмазов путем ионной имплантации (автор Р. Калиш), близким по существу дела вопросам уделено должное внимание. В настоящее время проблема легирования алмазов электрически активными примесями еще далека от разрешения, и ионная имплантация уже достаточно долго считается одним из перспективных направлений [5]. Седьмая глава содержит подробный анализ процессов люминесценции алмазов, включая вопросы миграции энергии возбуждения и характеристических времен затухания свечения. Привлекает внимание важный вопрос о возможности создания лазеров на основе алмазов.

Весьма экзотично, в хорошем смысле этого слова, содержание 8-й главы — "Изотопические эффекты в алмазах". Действительно, совсем недавно удалось вырастить изотопно чистые кристаллы алмаза, так как изотоп ^{13}C существует в достаточном для этой цели количестве. Замечательно, что при изучении теплопроводности столь редкостного кристалла были обнаружены давно предсказанные Р. Берманом аномалии.

Близко к практически важным проблемам содержание главы 9 (автор А.Т. Коллинз), где проанализировано современное состояние задачи легирования алмазов электрически активными примесями, в первую очередь бором. Один из важных выводов Коллинза, который был им высказан уже несколько лет назад, состоит в том, что алмаз как материал для активных элементов электроники найдет (или уже нашел) лишь достаточно узкие области применений; в частности, до настоящего времени не решен вопрос о введении в алмазы устойчивых донорных примесей с достаточно мелкими энергетическими уровнями. В то же время, после достижения