

- Контроль выбросов. Внедрение чистых технологий, таких как перечисленные выше устойчивые источники энергии, а также переход от традиционных транспортных средств с бензиновым двигателем к биотопливу и электромобилям - это лишь некоторые из предлагаемых способов ограничения выбросов.
- Мониторинг загрязнителей. Станции мониторинга воздуха предоставляет ежегодные отчеты об объеме загрязняющих веществ.

- Восстановление загрязненных участков – включает в себя очистку почвы, грунтовых вод, поверхностных вод или отложений путем удаления загрязняющих веществ и загрязнений.

Переработка и переработка отходов:

- Переработка потребительских товаров. Большинство потребительских товаров на современном рынке имеют много частей или компонентов, которые могут быть переработаны. Как только продукт достигает стадии «постпотребителя», его следует правильно отсортировать, чтобы он не попал на свалки.

- Сокращение и обработка токсичных отходов. Большинство правительств имеют планы по сокращению, сбору, обработке и регулированию токсичных и опасных отходов.

В основе развития чистых технологий лежат разработки в области информационных и коммуникационных технологий, материаловедения, нанотехнологий, полупроводников и электроники.

Таким образом, хочется отметить, что внедрению чистых технологий должна способствовать заинтересованность большого количества людей: потребителей, которые получают товар лучшего качества за меньшие деньги, инвесторов и производителей, которые получают прибыль от освоения нового и (потенциально) огромного рынка сбыта, а также всех людей, которые смогут сохранить в чистоте нашу планету – единственное место, где возможна жизнь. Внедрение чистых технологий- это важный шаг в решении экологических проблем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, 6—8 апреля 2016 г., [г. Брест : в 2 ч. / редкол.: А. А. Волчек (председ.) и др.]. — Ч. 1. — Брест : БрГТУ, 2016. — 339 с. : ил., табл.

2. "Зеленая" экономика: проблемы и пути развития : материалы международной научно-практической конференции (Минск, 5 апреля 2017 г.). — Минск : АЖУР Групп, 2017. — 117 с.

3. Проблемы экологии и экологической безопасности : сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции, Минск, 14 июня 2016 г / отв. за вып. И. С. Жаворонков. — Минск : КИИ, 2016. — 78 с.

УДК 678.747.2

### МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА

*М.С. Пристромова, студентка гр. 10505117,*

*научный руководитель – д-р техн. наук, профессор, Н.М. Чигринова*

*Резюме - В статье представлена информация о самых современных материалах, позволяющих, благодаря своим свойствам, повысить качество и конкурентоспособность создаваемых изделий.*

*Summary - The article provides information about the most modern materials that allow, due to their properties, to improve the quality and competitiveness of created products.*

**Основная часть.** Ещё в глубокой древности древесный уголь (углерод) применялся для плавки металлов. Примерно с того же времени людям были известны две аллотропные модификации углерода, а именно алмаз и графит. Углерод, как ни один другой известный на данный момент элемент, обладает уникальнейшим спектром порой противоречащих друг другу свойств: диэлектрик и металл, полупроводник и полуметалл, теплоизолятор и лучший проводник тепла, сверхмягкий и сверхтвердый, эталон прозрачности и абсолютно черное тело. А еще – сверхпрочный, архитектурно разнообразный и др. Именно такими уникальными структурой и свойствами объясняется тот факт, что человечество с каждым годом перерабатывает и потребляет всё больше и больше углеродных материалов [1].

Сегодня углеродные материалы являются важнейшим компонентом ракетно-космического и авиационного материаловедения, а также нового поколения энергоисточников. На данный момент углеродные материалы опять в центре внимания, а всё благодаря открытию таких наночастиц как фуллерены, графены и нанотрубки.

В современных условиях для двигателей ракет, наконечников и кромок крыльев в слабоокислительной атмосфере необходимы материалы с прочностью до 200 МПа, рабочей температурой до 4000°С и с плотностью не более 2 г/см<sup>3</sup>, что не допускает применение жаропрочных сплавов, которые неспособны отвечать современным требованиям в целом ряде отраслей промышленности. Для развития такой техники необходимо использование композиционных материалов (КМ) на основе углеродных волокон (УВ), углеродных и карбидо-углеродных матриц.



Рисунок 1 – Космический лифт

Источник: разработка авторов на основе [3]

Сейчас, чтобы побывать в космосе, необходимо совершить довольно рискованное путешествие на ракете, что, к тому же, требует значительных затрат. Учеными предложена инновационная идея решения данной проблемы – «космический лифт» (рис.1), что еще совсем недавно казалось фантастикой. Это сооружение условно является лентой, нижний конец которой крепится к поверхности планеты, а верхний находится на геосинхронизированной орбите в космосе на расстоянии сто тысяч километров. Данная лента всё время пребывает в натянутом состоянии. Это объясняется тем, что притяжение, созданное гравитацией на одном конце, уравнивается силой, вызванной центростремительным ускорением другого. Следовательно, от троса требуется чрезвычайно большая прочность на разрыв в сочетании с низкой плотностью.

Но какой же из современных материалов способен удовлетворить все эти требования? После теоретических расчётов подходящим материалом были признаны углеродные нанотрубки. Это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей, обычно заканчивающихся полусферической головкой (рис. 2).

Если допустить, что они действительно являются пригодными для изготовления троса, то создание «космического лифта» представляет собой решаемую инженерную задачу, хоть и требует огромных материальных вложений и использования передовых разработок [1, 3].

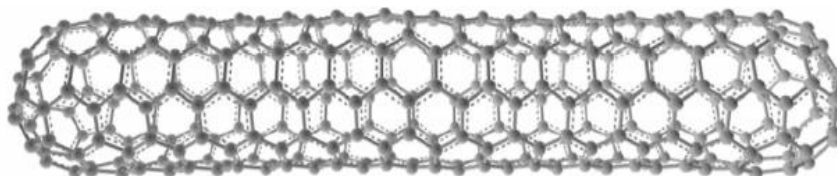


Рисунок 2 – Строение углеродной нанотрубки

Источник: разработка авторов на основе [2, 3]

Еще одним материалом нового поколения является пенографит или, так называемый, терморасширенный графит. Основные его характеристики – поры размером 2–5 нанометров (их насчитывается довольно большое количество), и малая толщина пачек графеновых слоев (20–70 нанометров). Этот материал имеет ряд уникальнейших свойств: малый объемный вес, способность к прессованию без связующего материала, химическая инертность, анизотропия электрических и тепловых свойств, способность поглощать нейтроны и др. Из этого материала разработаны и созданы новые КМ: графитовая фольга, армированный графитовый лист, плетёный сальниковый жгут и пр. В них сохранены все свойства, присущие графиту, и добавлены новые потребительские качества, которые не присущи графиту и другим углеродным материалам – упругость и пластичность. Новые направления использования пенографита и углеродных КМ связаны с получением трубопроводов агрессивных сред, высокотемпературных нагревателей сложной формы (в том числе гибких), высокотемпературных теплозащитных экранов и щитов и т.д. [2].

Создание процессов изготовления углеродных материалов, для которых характерна химическая инертность, малая плотность, хорошие электрофизические свойства, возможность регулирования теплопроводности и электрического сопротивления в широких пределах, относят к одному из наиболее важных достижений в материаловедении и технологии неметаллических материалов за последнее время.

Применение современных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) позволило ощутимо уменьшить массу ракет, автомобильной техники, авиационных и морских судов, увеличить их дальность следования, повысить мощность двигателей, произвести новые конструкции. В основном УУКМ применяются, если изделию необходимо работать при температурах выше 1200 °С. Оценка свойств углеродных волокон и пластиков, созданных на их основе, указывает на то, что, вместе с авиационной промышленностью, к наиболее перспективным областям использования углепластиков относятся химическое, нефтяное, автомобильное, текстильное, сельскохозяйственное машиностроение.

Новая эра в материаловедении связывается мировым ученым сообществом с открытием и получением графена. Графен – это аллотропная модификация углерода, в которой атомы образуют двухмерную гексагональную кристаллическую решетку толщиной всего лишь один атом. Простыми словами, это один слой материала, взятый из трёхмерного кристалла, то есть слой, у которого отсутствует третье измерение. Он имеет удивительные свойства, в которые также входят отличные электро- и теплопроводность, оптическая чистота и механическая прочность, и превосходит любой другой материал (рис. 3).

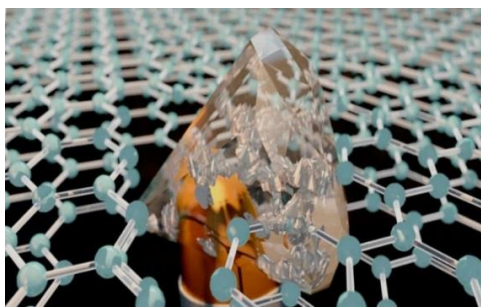


Рисунок 3 – Графен

Источник: разработка авторов на основе [3]

В 1986 году Ханс-Питер Бём предложил называть данный материал графеном, в следствии чего стал его «крестным отцом». К концу девяностых годов прошлого века учёный Йошико Охашаи начал изучение электрических свойств тонких пленок, созданных из графита, с толщиной всего в несколько десятков атомарных слоев. Графен по своему химическому составу совсем не отличим от графита или алмаза. Единственное отличие – особое пространственное расположение, благодаря которому наблюдается довольно большое различие физических свойств.

Первый раз графен получили два британских ученых из России – Андрей Гейми Константин Новоселов, за что им была присуждена

Нобелевская премия в области физики. Для этого им понадобились всего лишь кусочек графита, самый обычный скотч ну и, конечно же, знаменитая русская смекалка. Два друга нанесли на липкую сторону скотча немного графита, после этого его много раз склеивали и расклеивали, в следствии чего после каждого раза вещество разделялось надвое. Когда пятно становилось совсем прозрачным, полученный графен переносили на подложку. Немного позже данный способ прозвали «методом отшелушивания». Список возможных применений графена воистину очень велик. В электронной промышленности он варьируется от складных дисплеев компьютеров и диодов, излучающих свет, до ультрабыстрых транзисторов. Он подразумевает более действенные фотодетекторы и лазеры, также он может преобразовать электрические хранилища и изделия от батарей до солнечных батарей. КМ, в состав которых входит графен, могут увеличить прочность крыльям самолетов, а в биомедицине улучшить тканевую инженерию и доставку лекарств. Представители всего промышленного мира вкладывают свои средства, чтобы принять участие в графеновой революции. Отчеты Lux Research показывают, что рынок графена в долларах вырос с 9 (2018г.) до 126 миллионов (2020г.) [3].

В нашей стране разработкам в области получения и производства новых материалов также уделяется большое внимание. Белорусские ученые активно сотрудничают с российскими и китайскими коллегами, надеясь добиться в этом направлении значительных успехов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Г.М. Машиностроительные материалы нового поколения : учеб. пособие / Г.М Волков. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 319с.
2. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: Учебное пособие / А.Н. Ковшов. - М.: Academia, 2015. - 168 с.
3. Генрих Эрлих Малые объекты — большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Генрих Эрлих. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 254 с. : ил.

УДК 662. 668

#### МОДИФИЦИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЁРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА НАНЕСЕНИЕМ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА ИЗЛУЧЕНИЕМ ЛАЗЕРА

*А.С. Ранцевич, магистрант МСФ БНТУ, А. А. Савченя, магистрант ФММП БНТУ, г. Минск, научный руководитель - д-р техн. наук, профессор О.Г. Девойно*

*Резюме - В научной статье проводится выявление влияния технологических параметров нанесения регулярного микро рельефа лазером, то есть режимов обработки, на его геометрические параметры (размеры получаемых лунок) с последующим установлением влияния нанесенного микро рельефа на механические свойства режущего твердосплавного неперетачиваемого инструмента.*

*Summary - The scientific article reveals the influence of the technological parameters of applying a regular microrelief with a laser, that is, the processing modes, on its geometric parameters (dimensions of the obtained holes), followed by establishing the effect of the applied microrelief on the mechanical properties of a cutting carbide non-grindable tool.*

**Введение.** Характер износа режущего инструмента имеет большое значение при механической обработке металлических заготовок. Это связано с тем, что параметры качества поверхности обрабатываемой заготовки сильно зависят от износа инструмента, а от качества поверхности зависят такие факторы, как износостойкость, коррозионная стойкость и усталостные свойства.

В связи с этим состояние режущего инструмента, в том числе геометрия его поверхностей и величина износа, является важным фактором для правильного прогнозирования свойств обрабатываемой поверхности. Механическая обработка металлических заготовок должна рассматриваться в соответствии с системным подходом,