

УДК 621.74

Применение углерода в литейном производстве

К.К. Халикова

Студент, кафедры «Литейные технологии»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва, Россия

Научный руководитель: Рыбкин В.А., д.т.н., профессор кафедры «Литейные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва, Россия

МГТУ им. Н.Э. Баумана

kamilakk@yandex.ru

В литейном производстве углерод в различных формах начал использоваться с появления литья как метода обработки металлов. Углерод в виде древесного угля применялся в глубокой древности для выплавки металлов. В настоящее время углерод не теряет своей роли в литейном производстве. В данной работе рассматриваются различные формы углерода и способы их применения в литейном производстве.

Формы углерода.

Известны аллотропные модификации углерода — алмаз и графит.[1]

Как видно на рис.1 и рис.2, в настоящее время аллотропные формы углерода классифицируют на кристаллические, аморфные и кластерные.

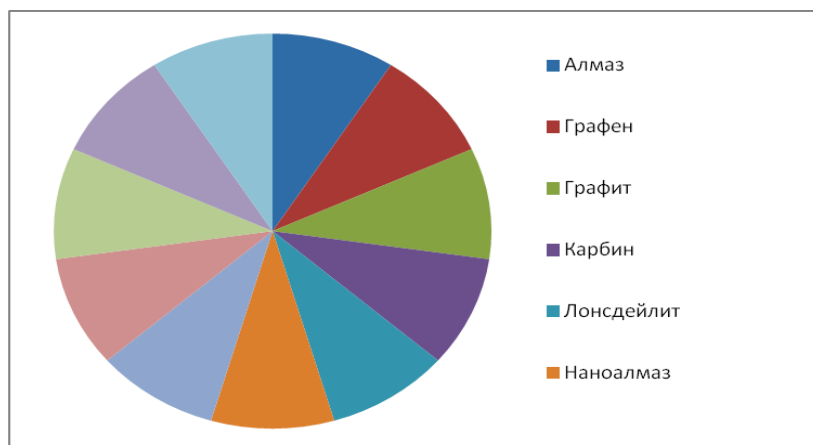


Рис. 1. Виды кристаллического углерода

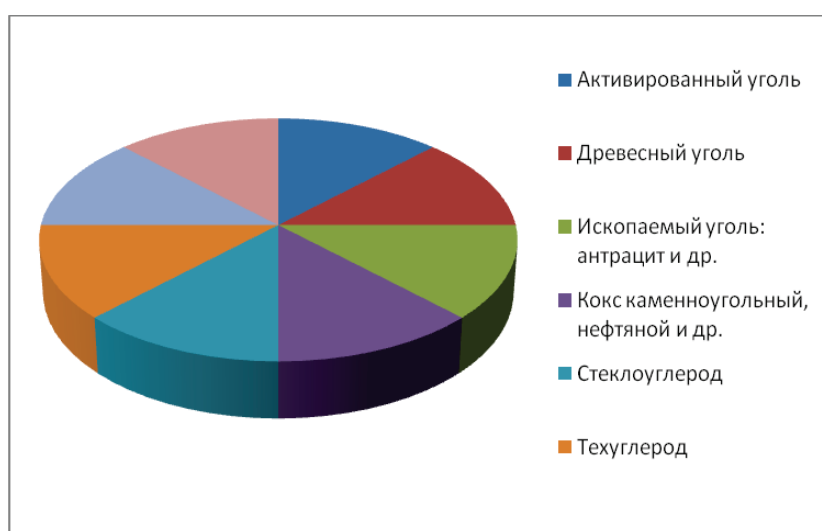


Рис. 2. Виды аморфного углерода

Кластерные формы

- Астралены
- Диуглерод

На рис.3 показаны модели, на которых видно различие кристаллического строения форм углерода.[1]

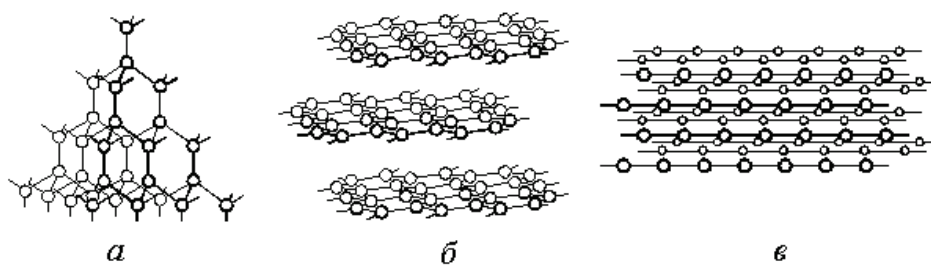


Рис. 3 Шаростержневые модели аллотропных модификаций углерода
а) алмаз, б) графит, в) карбин

В литейном производстве используют различные формы углерода для различных целей. Для футеровки тиглей, для изготовления форм, для получения чугуна. Различными формами углерода модифицируют сплавы для получения необходимых свойств.

В настоящее время существует возможность применения синтетических форм углерода, открываются новые перспективы использования углерода в литейном производстве.

Алмаз.

Алмаз — минерал, кубическая аллотропная форма углерода. При нормальных условиях метастабилен т.е. может существовать неограниченно долго. В вакууме или в инертном газе при повышенных температурах постепенно переходит в графит.

Алмаз используется в литейном производстве на финишных операциях в качестве абразивного материала на шлифовальных кругах. На рис. 4 и рис.5 показан объем производства алмазов по странам. [1]

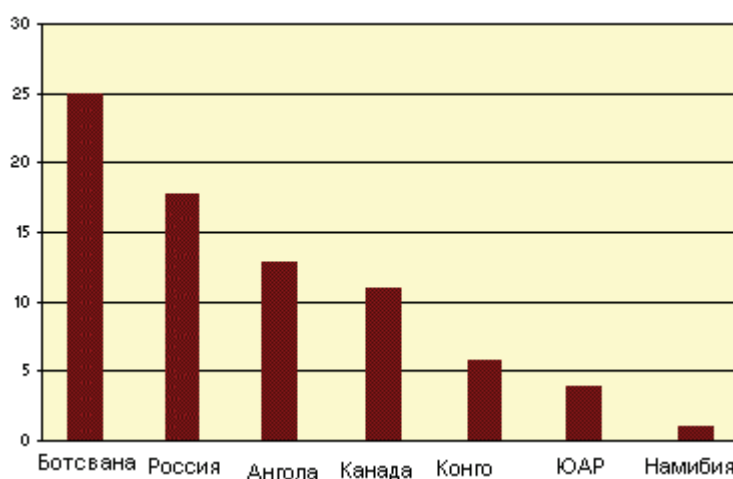


Рис. 4. Производство алмазов в мире (миллионы карат) [1]

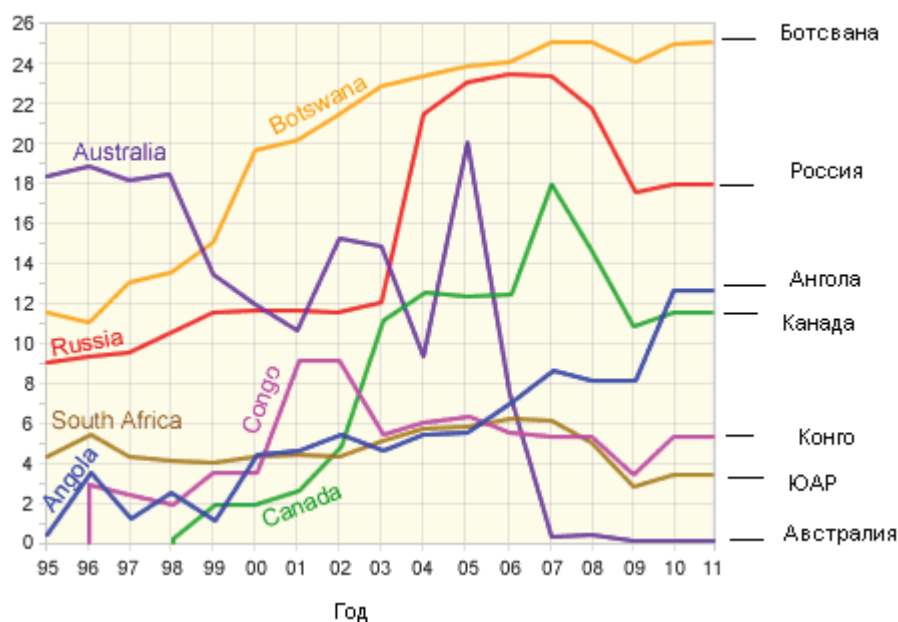


Рис. 5. Производство алмазов в ведущих странах с 1995 -2011 г.г.
(млн. карат) [1]

В настоящее время используется синтетические алмазы. В основном, производство синтетических алмазов сконцентрировано в Китае. В общей сумме китайские производители получают до 7 миллиардов карат синтетических алмазов.

Применение алмазных резцов и сверл на обработке цветных и черных металлов, твердых и сверхтвердых сплавов, стекла, каучука, пластмасс и других синтетических веществ дает огромный экономический эффект по сравнению с использованием твердосплавного инструмента. Чрезвычайно важно, что при этом не только в десятки раз повышается производительность труда (при токарной обработке пластмасс даже в сотни раз!), по одновременно значительно улучшается качество продукции. Обработанные алмазным резцом поверхности не требуют шлифовки, на них практически отсутствуют микротрещины, в результате чего многократно увеличивается срок службы получаемых деталей [2].

Алмазные инструменты в машиностроительной промышленности можно разделить на две основные группы:

- 1) инструменты из порошков алмаза;
- 2) инструменты из кристаллов технических алмазов.

К первой группе инструментов относятся круги шлифовальные на металлической и органической связках, круги отрезные, хонинговальные брусочки, надфили, пасты и порошки алмазные. Ко второй группе относятся резцы, волокна, карандаши, иглы и ролики для правки абразивных кругов, а также стеклорезы. Инструменты второй группы

Молодежный научно-технический вестник ФС77-51038

изготавливаются из кристаллов алмаза путем шлифования и доводки (огранки). Для отдельных типов правящего инструмента и стеклорезов используются неграненые алмазы. Сырьем для инструментов из кристаллов алмаза служат технические алмазы, причем более высокого качества по сравнению с алмазным бортом, предназначенным для дробления в порошки. Типы и размеры алмазного инструмента регламентированы ГОСТом.

Потребителями алмазного инструмента являются предприятия различных отраслей промышленности: стройиндустрии и строительных материалов (20%), предприятия по производству хрустальной посуды, зеркал, автомобильного и оптического стекла (30%), предприятия машиностроения (30%), электронной и оборонной промышленности.[3] Структура потребления приводится на диаграмме (Рис.6):

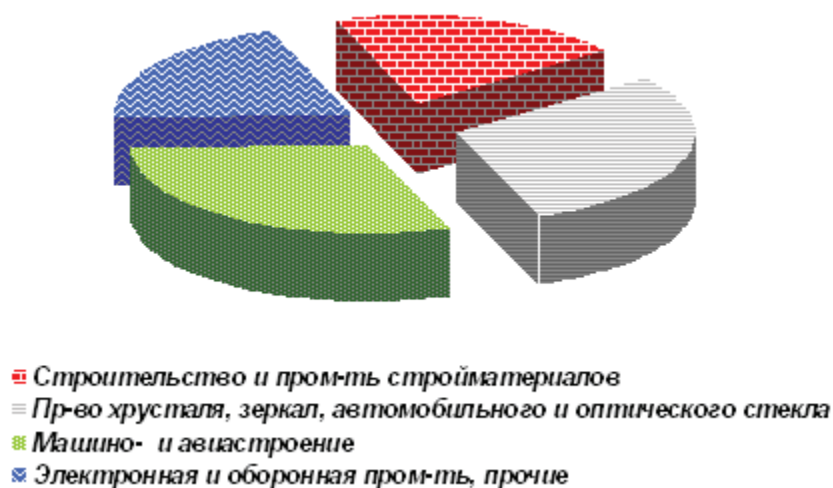


Рис. 6. Распределение потребления алмазного инструмента по отраслям (в % от общего объема) [3]

Графит

Графит — один из самых обычных аллотропов углерода. Характеризуется гексагональной слоистой структурой. Встречается в природе. Твердость по шкале Мооса 1. Его плотность — 2,3, она меньше чем у алмаза. Приблизительно при 700 °С горит в кислороде, образуя углекислый газ. По химической активности более реактивен чем алмаз. Это связано с проникновением реагентов между гексагональными слоями атомов углерода в графите. Не взаимодействует с обычными растворителями, кислотами или расплавленными щелочами. Однако, хромовая кислота окисляет его до углекислого газа. Получают нагреванием смеси пека и кокса при 2800 °С; из газообразных углеводородов при 1400—1500 °С при пониженных давлениях с последующим нагреванием образовавшегося пироуглерода при 2500 °С и давлении около 50 МПа с

образованием пирографита. В отличие от алмаза, графит обладает электропроводностью и широко применяется в электротехнике. Графит является самой устойчивой формой углерода при стандартных условиях. Поэтому в термохимии он принят за стандартное состояние углерода. Применяется для изготовления плавильных тиглей, футеровочных плит, электродов, нагревательных элементов, твердых смазочных материалов, наполнителя пластмасс, замедлителя нейтронов в ядерных реакторах, стержней карандашей, при высоких температурах и давлениях (более 2000 °С и 5 ГПа) для получения синтетического алмаза [4].

Порошок графита используется как сухая смазка. Однако в вакууме он заметно теряет смазочные свойства, это связано с тем, что смазочные свойства графита связаны с адсорбцией воздуха и воды между слоями в графите, в отличие от других слоистых сухих смазок, типа дисульфида молибдена. При большом количестве кристаллографических дефектов, которые связывают слои в структуре, графита, он также теряет смазывающие свойства и становится подобным пиролитическому графиту.

Природные и кристаллические графиты редко используются в чистой форме из-за их скалываемости, хрупкости и противоречивых механических свойств. [5] В таблице 1 приведены данные по производству графита в мире по странам в тысячах тонн. Видно, что лидером по производству графита остается Китай.

Таблица 1

Производство графита в мире (тысяч тонн)

	2005	2006	2007	2008	2009
Китай	720	720	800	810	800
Индия	130	120	130	140	130
Бразилия	77,5	76,2	77,2	76,2	76,2
Корея	32	30	30	30	30
Канада	28	28	28	27	25
Шри Ланка	3	5,6	9,5	10	11
Украина	10,4	5,8	5,8	5,8	5,8
Мексика	12,3	12,5	12,5	7,2	5,011
Мадагаскар	6,4	4,9	5	5	5
Зимбабве	4,3	6,5	6	5	2,5

В большом объеме графит используется в литейном производстве.

Сухие и жидкостные смазки, припылы, облицовка тиглей, формы для изготовления титановых отливок могут быть изготовлены из графита.

В литейном производстве используются разные марки графита для различных целей (см. табл. 2).[6]

Таблица 2

Применение графита в литейном производстве

Вид потребления	Марка графита	Основная область применения
1	2	3
Графит литейный	Г Л С -1 Г Л С -2	для изготовления противопригарных покрытий
	Г Л С -3 Г Л С -4	Металлургические цели (Получение чугуна и стали, модифицирование сплавов)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Графит тигельный	ГТ-1 ГТ-2 Г Т-3	Изготовление форм Футеровка тиглей
	ГЛ-1	Для припыла рабочих поверхностей при получении отливок сложной конфигурации, требующих особо чистой поверхности.
Графит литейный	ГЛ-2	Для припыла рабочих поверхностей при получении отливок средней сложности.

	ГЛ-3	Для припыла отливок не требующих высокой чистоты поверхности
--	------	--

Графен

Графен представляет собой двумерную модификацию углерода толщиной в один атом. Еще в 1947 году теорией графена занимался физик Ф. Воллас, воспринимая его как отправную точку для исследования трехмерного аллотропа углерода. Однако термин «графен» появился лишь спустя 40 лет – так были названы мономолекулярные слои графита. Исследование графена как самостоятельной единицы началось в 2004 году – именно тогда была открыта двумерная модификация углерода. Ученые Андрей Гейм и Константин Новоселов, совершившие открытие графена, в 2010 году были удостоены Нобелевской премии по физике. На рис.7 показана модель графена.[7]

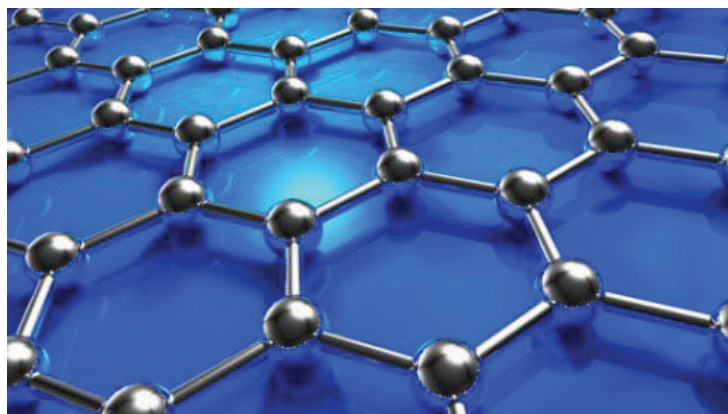


Рис.7 Модель графена

Первооткрыватели графена получили уникальный материал простым способом - механическим воздействием на графит, в котором слои углерода ориентированы определенным образом. Плоские куски графита помещались между специальными липкими лентами, при отделении которых на них оставался тонкий слой графена.

В последнее время ученые разрабатывают методики применения графена не только как материала с превосходными электронными характеристиками, но и как высокоэффективного теплоотводчика. Недавние эксперименты ученых показали, что графен, подвешенный на двух опорах, имеет теплопроводность, в 2,5 раза выше, чем у алмаза.

Потенциальные области применения, включают замену углеродных волокон в композитных материалах, с целью создания более легковесных самолетов и спутников;

замена кремния в транзисторах; внедрение в пластмассу, с целью придания ей электропроводности; датчики на основе графена могут обнаруживать опасные молекулы; использование графеновой пудры в электрических аккумуляторах, с целью увеличения их эффективности; оптоэлектроника; более крепкий, прочный и легкий пластик; герметичные пластиковые контейнеры, которые позволят неделями хранить в нем еду, и она будет оставаться свежей; прозрачное токопроводящее покрытие для солнечных панелей и для мониторов; более крепкие ветряные двигатели; более устойчивые к механическому воздействию медицинские имплантаты; лучшее спортивное снаряжение; суперконденсаторы; улучшение проводимости материалов; высокомошные высокочастотные электронные устройства; искусственные мембраны для разделения двух жидкостей в резервуаре; улучшение тачскринов; ЖКД (жидкокристаллические дисплеи); дисплей на органических светодиодах; графеновые наноленты позволят создать баллистические транзисторы; нанобрешки в графене могут позволить создать новые техники скоростного секвенирования ДНК.

Таким образом, в силу своих уникальных свойств графен может быть применен и в литейном производстве. В качестве материала для улучшения теплоотвода при формировании кристаллической структуры оливок.

Пироуглерод

Пироуглерод - пленки углерода, образующиеся на нагретых поверхностях в результате термодеструкции углеродсодержащих веществ. Процесс образования пироуглерода можно рассматривать как кристаллизацию из газовой фазы на твердой поверхности (подложке). При $t \sim 1700^\circ\text{C}$ получается двумерно упорядоченный пироуглерод, при $t > 1800^\circ\text{C}$ образуется упорядоченный трехмерно пирографит. Размер кристаллита определяется числом зародышей, а оно тем больше, чем выше температура, соответственно, при более высокой температуре кристаллиты мельче.

Пироуглерод может использоваться как добавка к формовочным смесям для уменьшения пригара отливок.

Таким образом, практически все формы углерода могут быть применены в производстве в целом и в литейном производстве в частности.

Список литературы

1. Искусственный графит/ Островский В.С. ,Виргильев В.И., М.: "Металлургия", 1986, 272 с.

2. Углерод. Углеродные волокна. Углеродные композиты/ А. И. Мелешко, С. П. Половников, М.: САЙНС-ПРЕСС, 2007 ,192 с.
3. Юрий Ерин Подтверждено существование новой аллотропной формы углерода// Электронный журнал «Элементы». URL <http://www.elementy.ru/news/431105> (дата обращения 12.12.2012).
4. Хобарт Кинг Какие страны добывают алмазы? Карты добычи алмазов// Новости и информация геологии. URL <http://www.geology.com/articles/gem-diamond-map/> (дата обращения 12.12.2012).
5. Дональд Олсон Алмазы (Промышленные)//U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2012. URL :<http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/diamond/mcs-2012-diamo.pdf> (дата обращения 12.12.2012).
6. Индекс Мунди. URL :<http://www.indexmundi.com> (дата обращения 12.12.2012).
7. ГОСТ 17022-81.