



РАЗВИТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ СИНТЕЗА ИСКУССТВЕННЫХ АЛМАЗОВ

Жалилов Рахимжон Равшанбек ўгли¹, Ганижонов Дониёр
Дилижон ўгли²

¹Ассистент кафедры «Материаловедение и технология новых материалов» Андижанского машиностроительного института

²Ассистент кафедры «Материаловедение и технология новых материалов» Андижанского машиностроительного института

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5716602>

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 05 ноября 2021 г.
Утверждено: 10 ноября 2021 г.
Опубликовано: 15 ноября 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

сверхтвердых, гоафит, реакционной камера, пента оксида ванадия, модификация углерода, нанопласт, ковалентный связ, твердых сплавов, матрица, синтетических алмаз, эмусификатор

Известно, одна из важных особенностей современного научно технического прогресса-широкое использование сверхтвердых материалов. Среди них ведущее место принадлежит синтетическому алмазу, учитывая что развития техники и технологии в мире, в том числе и в Узбекистане в XXI веке немислимо без использования синтетических алмазов, мы основное внимание уделили для исследования физико-химических и технологических свойств.

Актуальность постановки данного вопроса диктуется двумя следующими факторами:

АННОТАЦИЯ

В статье объясняется, что производство нетрадиционного технического оборудования требует относительно низких финансовых затрат, а технологический процесс способствует производству синтетических алмазов размером с карат с минимальными ресурсами и затратами энергии. Новая технология, разработанная в этой статье, была выявлена и исследована при изучении плазменных процессов графитовых нанопластов и теории их превращения в кристаллы алмаза.

Во-первых, предварительный сбор и анализ литературных материалов показывает, что мировая научная общественность, аналитики и историки до сих пор неоднозначно оценивают успех и приоритет проф. Т. Холла в технологии синтеза алмаза. В частности, Б. Горобец отмечает, что без фазовой диаграммы системы графит - алмаз проф. О.И. Лейпунского, предложенной им в 1939 г., экспериментальный результат Т. Холла был бы недостижим. Другими словами, вся технология синтеза алмаза до сих пор базируется на принципах теоретического прогноза Р,Т-режимов перехода графита в алмаз, разработанного проф. О.И. Лейпунским.



По теоретическому прогнозу проф. О.И. Лейпунского для превращения графита в алмаз требуются очень высокое давление и температура.

В частности, согласно патенту «General Electric» (US Pat. 2947610 от 10 августа 1960 г. / Х.Т. Холл, Х.М. Стронг, Р.Х. Уэнторф) типичная шихта в реакционной камере представляла собой смесь 5 частей графита, 1 - железа, 1/3 марганца и 1/3 - пентоксида ванадия ее запечатывали и нагревали до 1700°C под давлением 95 тыс. атм. в течение 2 мин, затем охлаждали до 1500 °С за 8 мин. Позднее в качестве растворителя стали использовать смесь никеля и марганца, что позволяло осуществлять синтез алмаза при менее жестких условиях (например, при $P = 50$ тыс. атм. и $T = 1400$ °С).

Алмаз обладает рядом уникальных физических, химических, термических, электрических и механических свойств, чем резко отличается от всех известных человеку материалов. Алмаз является кристаллической модификацией углерода. Алмаз и графит по химическому составу представляют собой чистый углерод и являются лишь разными его модификациями, отличающимися расположением атомов в структурной решетке.

Алмаз имеет кубическую кристаллическую решетку, содержащую 18 атомов углерода из которых 8 расположены в вершинах куба, 6-в центрах граней куба и 6-в центрах граней куба и 4-в центрах четырех из восьми кубов, образованных делением элементарной кубической ячейки тремя

взаимно перпендикулярными плоскостями (рис.4.8.1).

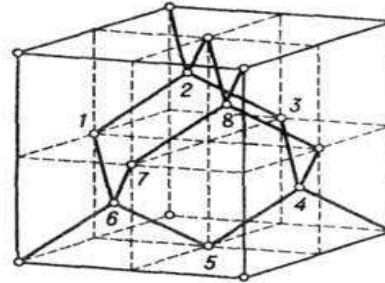


Рис.1. Кристаллическая решетка алмаза.

Постоянная кристаллической решетки алмаза равна 3,57А а кратчайшее расстояние между атомами составляет 1,54 А, т.е. $1,54 \times 10^{-4}$ мкм. Каждый атом углерода в решетке алмаза связан общими электронами с четырьмя эквивалентными атомами, координационное число структурной решетки равно четырем. Силы связи в четырех направлениях образуют друг с другом углы, равные $109^{\circ}30'$. Атомы углерода в алмазе обладают чрезвычайно прочными ковалентными связями, которые и обуславливают его исключительно высокую твердость и другие особенности.

Алмаз обладает самой высокой твердостью из всех известных в природе минералов и созданных человеком материалов. По шкале алмаз занимает наивысшее, десятое место.

Параллельно с уникальной твердостью алмаз обладает непревзойденной износостойкостью и абразивной способностью, которые тем выше, чем больше твердость и хрупкость



обрабатываемого материала. Так, износостойкость превосходит износостойкость обычных абразивных материалов при обработке закаленных сталей в 100–200 раз, самой твердой и прочной высокоглиноземистой керамики – в 250 тыс. раз и более раз.

Модуль упругости алмаза превышает модуль упругости всех известных в природе твердых веществ. Он в 2,5–3,0 раза больше, чем у карбида кремния и карбида бора, и значительно больше, чем у твердых сплавов.

Одним из важных свойств алмаза является самый низкий коэффициент трения. На воздухе при скольжении алмаза по алмазу или алмаза по стали коэффициент трения практически не зависит от наличия смазки и составляет всего лишь 0,03. Такое низкое значение коэффициента трения объясняется наличием на поверхности алмазов адсорбированных тонких пленок окислов и гидроокислов, очень прочно удерживаемых ими и сохраняющих характерную структуру алмазной решетки. Однако в вакууме, когда образование пленок окислов исключено, коэффициент трения резко возрастает.

Алмазы используются в технике главным образом для изготовления инструментов, а также как конструкционный материал для изготовления быстро изнашивающихся элементов высокоточных приборов (наконечников к прибором активного контроля, подшипников для хронометров, инденторов твердомеров и др.) В настоящее время около 80 всех добываемых в мире алмазов используется для технических целей.

Синтез искусственных технических алмазов и кубического нитрида бора осуществляется в аппаратах высокого давления. Для синтеза используются различные аппараты высокого давления:

- плоские наковальни с углублениями различной формы;
- аппараты с движущимся в цилиндрической обойме коническими пуансонами;
- аппараты типа цилиндр-поршень;
- много пуансонные аппараты и другие.

Из них аппараты высокого давления типа наковальни с углублениями обеспечивают наивысшую производительность и экономичность получения порошков искусственных алмазов, позволяет производить монокристаллы наивысшего качества, конкурентоспособные с лучшими зарубежными образцами.

Аппараты высокого давления типа наковальни с углублениями состоит из двух матриц с углублениями на смыкающихся поверхностях, контейнера с реакционным составом, муфты из упругопластического материала (рис.4.8.2).

Матрицы для синтеза алмазов работают в экстремальных условиях, под действием высоких давлений (4–12 ГПа) и температурах (1200–2000°C). Эти аппараты размещают в рабочем пространстве мощных гидравлических прессов с усилием от 5 до 100 МН.

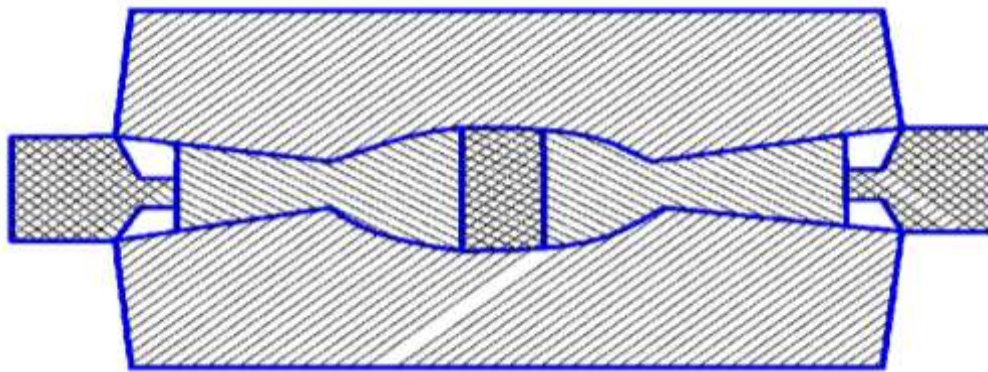


Рис.2. Аппараты высокого давления типа наковальни с углублениями.

Разработанная технология изготовления матрицы для синтеза алмазов применялись в двух вариантах: со вставками из спеченного сплава Мо–Тi С (рис.4.8.3, а) и быстрорежущей стали Р6М5 (рис.4.8.3,б).



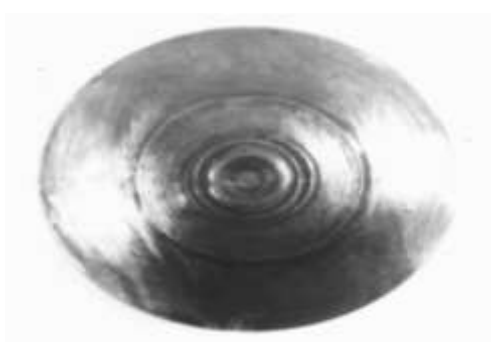
а)

б)

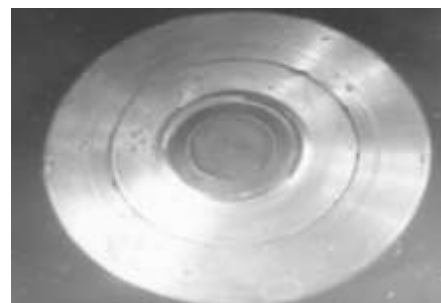
Рис.4.8.3. Рабочие элементы матрицы:

а) молибденовый сплав Мо–Тi С, б) быстрорежущей сталь Р6М5

Для силовой поддержки вставки осуществленные бандаж стальным корпусом. Общий диаметр матриц с вставкой Мо–Тi С (рис.4.8.4,а) 150 мм и с быстрорежущей стали Р6М5 (рис.4.8.4,б) 184 мм.



а)

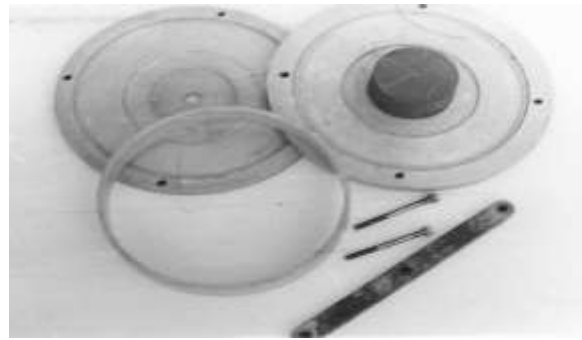


б)

Рис.3.Отливки: а) молибденовый сплав Мо–ТiС диаметром корпуса 150 мм, б)быстрорежущей сталь Р6М5 диаметром корпуса 184 мм.

Вставки обезжиривались в лабораторных условиях раствором каустической соды и ацетоном, а в производственных в ультразвуковой ванне в течение 8–10 мин в хладоне, затем выдерживались 8–10 мин в воде с добавкой эмульгатора проходили сушку. В качестве промежуточного слоя использовали медную и никелевую проволоки. Диаметр проволок (0,1–0,6) мм. Проволока в виде бандажа надевалась на рабочий элемент перед

его установкой в пресс – формы. Пресс-формы (рис.4.8.5) выполнялись из алюминиевых сплавов. Форма и размеры их соответствовали форме и размерам будущих отливок с припусками на усадку стали при кристаллизации и охлаждении, а также на окончательные операции механической обработки. В пресс – форме предусматривались специальные выступы для установки фиксации вставки.



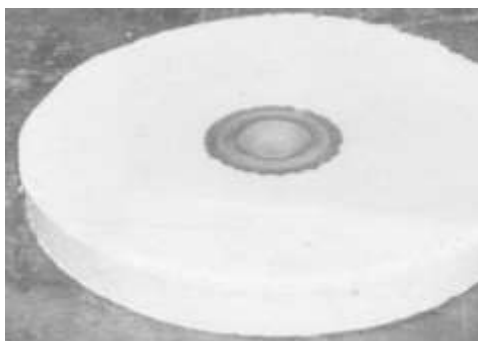
а)

б)

Рис.4 Пресс-формы для пенно модели: а) молибденовый сплав Мо–Ті С диаметром корпуса 150 мм, б) быстрорежущей сталь Р6М5 диаметром корпуса 184 мм.

Модели (рис.4.8.6) получали из предварительно вспененного гранулированного полистирола. Полистирол марки ПСВЛ–0,315(0,5)

проходил предварительное вспенивание в водяной или паровой ванне в течение 4...6 минут с последующей сушкой в потоке теплого воздуха (30...40°).



а)



б)

Рис.5 Пеномодели: а) молибденовый сплав Mo-TiC диаметром корпуса 150 мм б)быстрорежущей сталь P6M5 диаметром корпуса 184 мм.

Предварительно вспененный гранулированный пенополистрол загружался в пресс – форму, окончательно вспенивался в автоклаве установке по изготовлению моделей. Готовые модели со вставками извлекались из пресс – формы, сушились и покрывались слоем противопригарной краски. После этого модели крепились на коллеторе, собирались на стояка (рис.4.8.7), устанавливались в опоку, засыпались кварцевым песком, который виброуплотнялся.

Расчёт литниковой системы (сечение, питателя, шлакоуловителя, стояка, прибили) выполнялся в

соответствии и по правилам установленным для стальных отливок. Способ подвода расплава к модели сифонный.

Расплав конструкционной стали перегретый до 1600–1650° С заливался через литниковую систему. Плавка проводилась в индукционных печах ИСТ-0,16. Выбивка отливок проводилась после полного охлаждения. Очистка отливок осуществлялась в дробеструйной камере. После удаления припусков на механическую обработку, заготовки подвергались термической обработке.

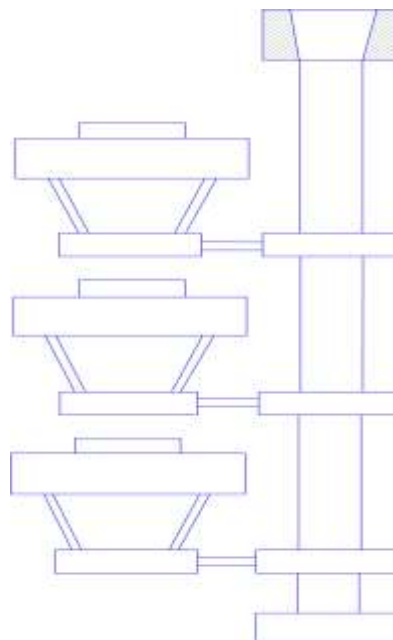


Рис.6 Сбор пеномодели в стояке.

Термообработанный инструмент доводился до кондиционных размеров шлифованием.

В целом, до сих пор мировая научная теория, конструкторское мышление и основополагающие идеи специалистов синтеза алмазов



опираются на высоком давлении и температуры. Для производства традиционных технических аппаратур необходимы большие финансовые затраты, технологический процесс их требуют больших ресурсных и энергетических затрат, а результат способствуют производить в основном мелкозернистых синтетических алмазов размером 0,1—0,5 мм.

Во-вторых, в настоящее время членами кружка «Техник-эколог», функционирующий на факультете геологии и горного дела Таш ГТУ, создан аппарат, позволяющая синтеза алмазов без высокого давления. Принцип работы новой конструкции — это превращение твердого nano порошка графита методом электродуговой установки, без

давления, плазменное состояние углерода. Далее, специальная конструкция способствует сохранить углерода в плазменном состоянии и использовать его для выращивание алмаза.

Следует отметить, для производства нетрадиционного технического аппарата требуются относительно не большие финансовые затраты, технологический процесс способствуют минимальными ресурсами и затратами энергии получить синтетические алмазы размером карата и более.

Разработанная новая технология работает на теории плазменных процессов nano порошков графита и превращении их в кристалл алмазов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Rasulov Alisher Khakimovich, Nurmurod Salohiddin Dusmuratovich, & Jalilov Rahimjon Ravshanbek o'gli. (2021). DEVELOPMENT OF THERMAL TREATMENT WITH DOUBLE - PHASE RECRYSTALLIZATION OF THE COMPOSITE OF HIGH - CUTTING STEEL P6M5 WITH CONSTRUCTION STEEL 35ГЛ. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES, 2(5), 101-107. Retrieved from <http://cajotas.centralasianstudies.org/index.php/CAJOTAS/article/view/161>
2. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ Н.З. МАДАМИНОВ¹, ТЯНЬ ДЕФАН¹, Х.Т. ЭРГАШЕВ², А.А. КОНДРАТЮК¹ 1Томский политехнический университет 2000 «Уз-Донг Янг Компани» E-mail: nzm1@tpu.ru
3. MN Umarova, AT To'ychiev - Theoretical & Applied Science, 2020 - elibrary.ru STRUCTURAL CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF CORROSION OF METALS.
4. Tojiboyev, B. M., Muhiddinov, N. Z., Karimov, R. I., & Jalilov, R. R. O. G. L. (2021). IKKILAMCHI TERMOPLAST POLIMERLAR ASOSIDA QURILISH SANOATI UCHUN POLIMERKERAMIK KOMPOZITSION MATERIALLARNI OLISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(9), 386-392.
5. Atakhanova, S. K., et al. "IMPROVING THE WEAR RESISTANCE OF MINING EXCAVATOR." Web of Scientist: International Scientific Research Journal 2.05 (2021): 417-421.