

4. Сидорко А. А., Шестаков С. И. Компьютерное моделирование контактного взаимодействия твердосплавных инденторов с разрушающейся горной породой при высоких скоростях соударений // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: – Изд-во ИСМ им. И. Н. Бакуля НАН Украины. – 2015. – С. 89-91.
5. Терентьев В. Ф., Кораблева С. А. Усталость металлов. – М.: Наука, 2015. – 480 с.
6. Семенова Тянь-Шанская А. С. Исследование сопротивления алмаза износу при шлифовании // Новые направления развития алмазной обработки: тр. ВНИИАлмаз. – М.: 1981. – С. 117–122.
7. Пшеничнов Ю. П. Выявление тонкой структуры кристаллов – М.: Металлургия, 1974. – 528 с.

Поступила 26.06.17

УДК 671.152

С. А. Мазанаева, бакалавр<sup>1</sup>, А. В. Ножкина, д-р техн. наук<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, РФ

<sup>2</sup>АО «Научно-исследовательский институт природных, синтетических алмазов и инструмента», г. Москва, РФ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЮВЕЛИРНОЙ ВСТАВКИ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ НРНТ

*В работе представлены результаты исследования процесса механической обработки синтетических кристаллов алмаза с целью изготовления ювелирных вставок. Проанализированы морфологические характеристики кристалла, на основании которых приведен теоретический расчет выхода годного продукта с использованием компьютерного моделирования. Экспериментально определены убыль массы и скорости процесса механической обработки алмаза на различных технологических операциях.*

**Ключевые слова:** алмаз, ювелирная вставка, огранка, морфология.

Целью работы является исследование изготовления ювелирных вставок из ограненных синтетических алмазов, так как изготовление практически не исследовано, хотя объемы производства синтетических алмазов, пригодных для изготовления ювелирных изделий, достигли масштабов промышленного производства. Задачи исследования:

- определить морфологические особенности синтетических алмазов, выращенных методом НРНТ;
- теоретически определить оптимальный выход годного проукта при изготовлении ювелирных вставок ограненных синтетических алмазов;
- экспериментально определить потери массы на каждой технологической операции и выход годного продукта.

Методика исследования морфологии кристаллов синтетических алмазов до механической обработки заключалась в определении формы, дефектности и цвета, в соответствии с требованиями качества, применяемыми к природным алмазам [2]. Результаты исследования качества синтетических алмазов, полученных методом НРНТ и предназначенных для изготовления ювелирной вставки представлены в табл. 1 и 2.

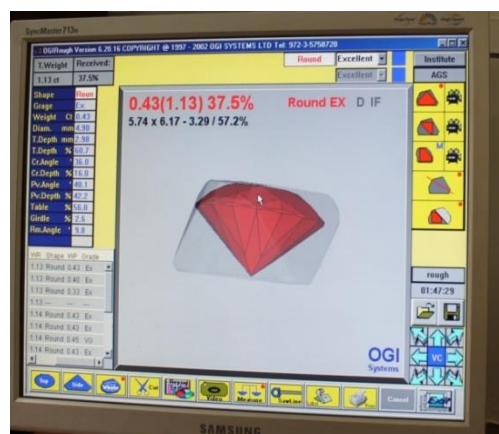
Таблица 1. Показатели качества синтетического алмаза № 1

Характеристика по классификатору	Масса, карат	Размерно-весовая группа	
REJ 3	0,78	3 gr (0,66-0,89)	
Характеристика цвета		Линейные размеры, мм	
Ясно видимый зеленовато-желтый оттенок		Длина	5,60
		Ширина	4,50
		Высота	3,00
Форма		кубо-октаэдр	

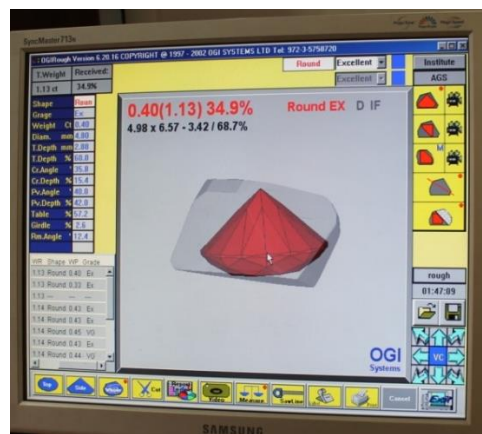
Таблица 2. Показатели качества синтетического алмаза № 2

Характеристика по классификатору	Масса, карат	Размерно-весовая группа	
4BLKZ	1,13	4–6 г	
Характеристика цвета		Линейные размеры, мм	
Ясно видимый желтый цвет		Длина	6,26
		Ширина	5,77
		Высота	3,19
Форма		кубооктаэдр	

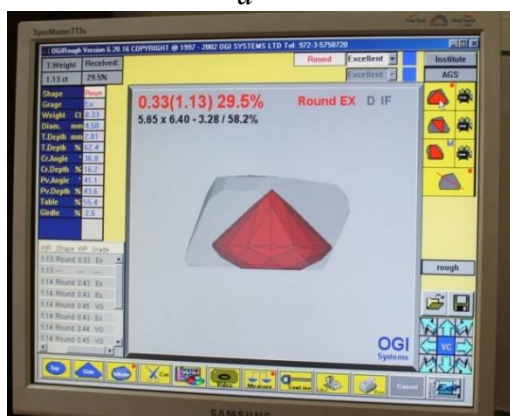
Прогнозирование будущей ограненной вставки проводили на установке OGI Systems. На рис. 1 изображены варианты прогнозирования алмазного сырья, выполненные на установке OGI Systems.



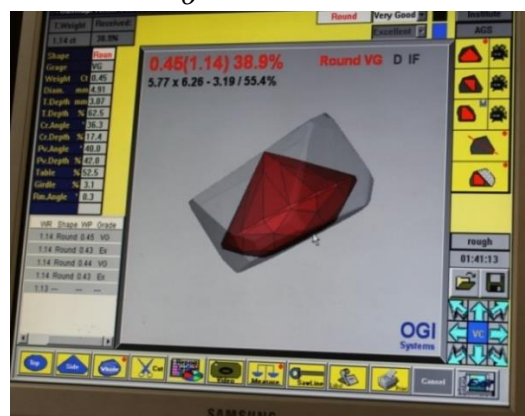
а



б



в



г

Рис. 1. Варианты разметки синтетического кристалла алмаза для изготовления ювелирной вставки (выход годного продукта: а – 37,5%; б – 34,9%; в – 29,5%; г – 38,9%)

В результате планирования был определен общий выход годного продукта. Главная цель прогнозирования бриллианта – получить бриллиант или сочетание бриллиантов с максимальной стоимостью [1]. Нередко в процессе обработки удаляются дефекты в алмазах, что повышает стоимость будущих бриллиантов.

Для изготовления второй ювелирной вставки был использован кристалл синтетического алмаза, полученный методом НРНТ, массой 1,13 кар. Прогнозирование ювелирной вставки на установке OGI Systems из этого кристалла показало, что масса ограненной ювелирной вставки будет составлять 0,43 ct (общий выход годного продукта 37,5%).

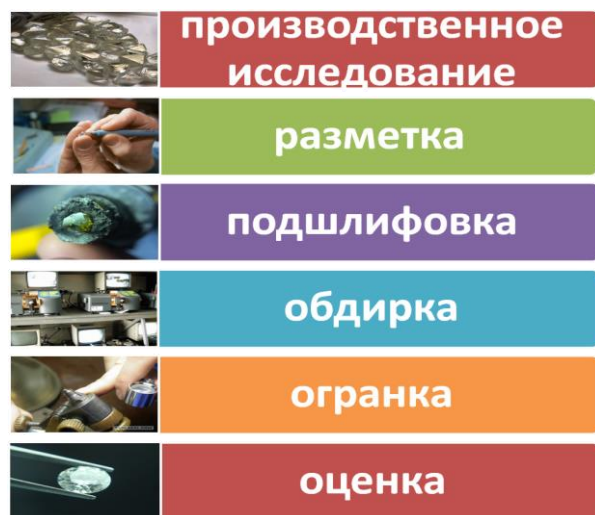


Рисунок 2 – Схема производственного процесса

На рис. 2 представлена схема производственного процесса изготовления ювелирной вставки из кристалла синтетического алмаза.

На каждой технологической операции мы определяли убыль массы алмаза для анализа процесса изготовления ювелирной вставки. Результаты исследования убыли массы на каждой технологической операции представлены в табл. 3.

Для шлифования и полирования плоских поверхностей бриллианта применяли станки ОАБ-4, в которых рабочим инструментом является чугунный диск, шаржированный алмазным порошком.

Таблица 3. Результаты исследования изменения массы синтетического кристалла

№ технологической операции	Технологический процесс		Время, сек	Общее время, с	Масса, ct		$\Delta m$ (общ), ct
					$m$	$\Delta m$	
1	2		3	4	5	6	7
1	До начала обработки		0,0	0,0	0,781	0,00	0,00
2	Шлифовка окон	1-е окно	54,0	202,0	0,776	0,005	0,016
		2-е окно	81,0		0,769	0,007	
		3-е окно	67,0		0,765	0,004	
3	Черновая подшлифовка площадки		432,0	432,0	0,747	0,018	0,018
4	Первая черновая подшлифовка граней низа	1-я грань	786,0	2126,0	0,697	0,05	0,112
		2-я грань	1340,0		0,635	0,062	

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Первая черновая подшлифовка граней верха	1-я грань	506,0	1719,0	0,615	0,02	0,048
		2-я грань	318,0		0,603	0,012	
		3-я грань	349,0		0,598	0,005	
		4-я грань	96,0		0,594	0,004	
		5-я грань	75,0		0,592	0,002	
		6-я грань	63,0		0,589	0,003	
		7-я грань	312,0		0,587	0,002	
6	Черновая обдирка		862,0	862,0	0,514	0,073	0,073
7	Вторая черновая подшлифовка граней низа	1–4 грани	3600,0	6393,0	0,409	0,105	0,105
		5–8 грани	2793,0				
8	Вторая черновая подшлифовка граней верха		2829,0	2829,0	0,382	0,027	0,027
9	Чистовая подшлифовка площадки		2508,0	2508,0	0,361	0,021	0,021
На этапе "Чистовая обдирка" кристалл раскололся на 2 части. Ниже приведены данные, которые удалось зафиксировать.							
10	Чистовая обдирка		797,0	797,0	0,337	0,024	0,024

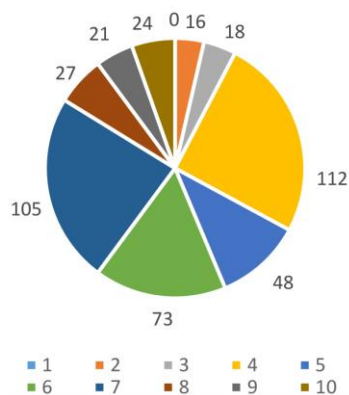


Рис. 3. Круговая диаграмма изменения массы (потерь)

Анализ полученных данных показывает, что основная убыль массы алмаза происходит при подшлифовках граней низа ювелирной вставки на операциях 4 и 7, как это показано на рис. 1, а, демонстрирующем варианты разметки синтетического кристалла алмаза для изготовления ювелирной вставки, выполненной на аппарате OGI. Значительно меньшие убыли массы происходят при обработке короны (операции №№ 2, 3), как это показано на рис. 3. Максимальная скорость съема соответствует операциям 2 и 6, что объясняется примерно равными размерами обрабатываемых площадей (рундиста и окон).

Анализ скоростей обработки операций 4 и 7 (рис. 4) показывает, что при примерно равной массе сошлифованного алмаза (0,105 ст и 0,112 ст) время обработки (2126 сек. и 6393 сек.), и, следовательно, скорость обработки, на операции 4 в 3 раза выше по сравнению с операцией 7. Учитывая, что в операции 7 ориентация восьми

граней низа непрерывно изменяется при прохождении всей окружности рундиста, а в операции 4 обрабатываются только две грани низа, занимающие половину окружности, очевидно, что уменьшение скорости обработки связано с влиянием кристаллографической ориентации плоскостей на этот процесс и, следовательно, с величиной их поверхностной энергии.

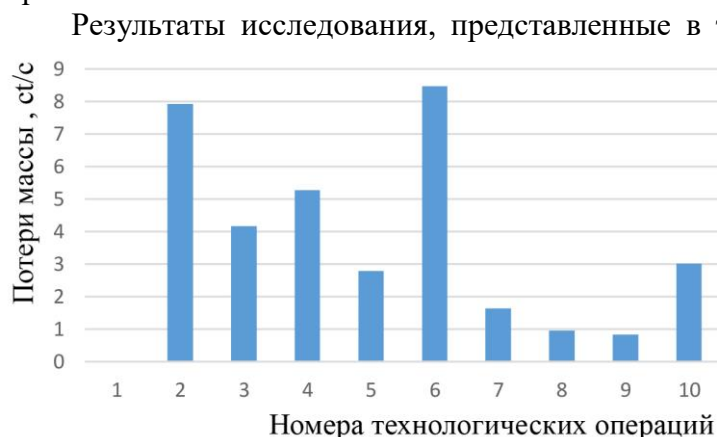


Рис. 4. Диаграмма скорости обработки синтетического кристалла

В табл. 4 и на рис. 5 представлены результаты убыли массы алмаза с разных обрабатываемых граней при черновой обработке граней верха, имеющих одинаковые площади поверхности, но различную кристаллографическую ориентацию, следовательно, различную величину поверхностной энергии обрабатываемой плоскости.

Поэтому полученные данные также, как и для граней низа, характеризуют влияние анизотропии поверхностной энергии обрабатываемых плоскостей алмаза на скорость убыли массы алмаза с этих плоскостей.

Поэтому полученные данные также, как и для граней низа, характеризуют влияние анизотропии поверхностной энергии обрабатываемых плоскостей алмаза на скорость убыли массы алмаза с этих плоскостей.

Таблица 4. Скорость убыли массы алмаза с разных обрабатываемых граней при черновой обработке граней верха

№ грани на операции 5	Время обработки, с	$\Delta m \cdot 10^3$ , ct	$(\Delta m/t) \cdot 10^5$ , ct/c
1	506,0	20,0	3,95
2	318,0	12,0	3,77
3	349,0	5,0	1,43
4	96,0	4,0	4,17
5	75,0	2,0	2,70
6	63,0	3,0	4,76
7	312,0	2,0	0,64

По разработанной схеме технологического процесса была изготовлена ювелирная вставка из кристалла синтетического алмаза массой 0,42 ct (общий выход годного продукта 36,8 %), что соответствует результатам прогнозирования на установке OGI Systems (см. табл. 5 и рис. 6).



Рис. 5. Диаграмма скорости обработки синтетического кристалла

Таблица 5. Оценка качества ювелирной вставки

Масса бриллианта, ct	Огранка	Цвет	Чистота
0,42	A	Z	I2



Рис. 6. Фото готового изделия

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований процессов изготовления ювелирной вставки из кристаллов синтетических алмазов получены основные показатели по убыли массы и скорости механической обработки алмаза на различных технологических операциях. Получены экспериментальные данные по влиянию кристаллографической ориентации на скорость механической обработки синтетических алмазов. Разработана схема производственного процесса и изготовлена ювелирная вставка из синтетического алмаза.

*В роботі наведено результати дослідження процесу механічної обробки синтетичних кристалів алмазу з метою виготовлення ювелірних вставок. Проаналізовано морфологічні характеристики кристала, на підставі яких наведено теоретичний розрахунок виходу придатного продукту з використанням комп'ютерного моделювання. Експериментально визначені втрата маси і швидкості процесу механічної обробки алмазу на різних технологічних операціях.*

**Ключові слова:** алмаз, ювелірна вставка, ограновування, морфологія.

### INVESTIGATION OF THE PROCESS OF MANUFACTURING A JEWELRY INSERT FROM A SYNTHETIC DIAMOND OBTAINED BY THE HPHT-METHOD

*The paper presents the results of a study of the process of machining the synthetic diamond crystals to manufacture jewelry inserts. Morphological characteristics are analyzed on the basis of which the Crystal is an exit from the rough theoretical calculation using computer simulation. Experimentally determined the decline of mass and speed the process of machining of diamond by various technological operations.*

**Key words:** diamond, jewelry inserts, cut, morphology.

### Литература

1. Епифанов В. И., Песина А. Я., Зыков Л. В. Технология обработки алмазов в бриллианты. – М: Высшая школа, 1987. – 335 с.
2. Солодова Ю. П., Николаев М. В., Курбатов К. К. Геммология алмаза: учебник для вузов. М.: 2008. – 416 с.

Поступила 10.07.17

УДК 004.65:621.921.34

**К. З. Гордашник**, канд. техн. наук, **В. Н. Колодницкий**, канд. физ.-мат. наук,  
**В. Н. Кулаковский**, канд. техн. наук, **Т. А. Сороченко**, **М. В. Дубенко**

*Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев*

### **ОНТОЛОГО-ТЕЗАУРУСНОЕ ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ» ПО ШЛИФПОРОШКАМ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ ЭЛИТНЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ СТАТИЧЕСКИМ СИНТЕЗОМ, ДЛЯ БУРОВОГО И КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

*На основе онтолого-тезаурусного анализа разработана многоуровневая подсистема предметной области «Сверхтвердые материалы», где представлены получаемые статическим синтезом шлифпорошки из элитных синтетических алмазов для бурового и камнеобрабатывающего инструмента.*

**Ключевые слова:** онтология, тезаурус, статический синтез, шлифпорошки из элитных синтетических алмазов, буровой инструмент, камнеобрабатывающий инструмент.

В настоящее время необходимость увеличения объема добычи полезных ископаемых предполагает разработку инструментов для высокопроизводительного бурения скважин различного назначения. Этим обуславливается интенсивность научных исследований в области создания и использования режущих материалов для бурового инструмента, в том числе из сверхтвердых материалов (СТМ), с наперед заданными физико-механическими и физико-химическими свойствами, способными обеспечить высокие характеристики работоспособности современного бурового инструмента [1; 2].

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины (ИСМ) выполнен комплекс научно-исследовательских и технологических работ по сортировке алмазных синтетических (АС) шлифпорошков, изготавливаемых по ДСТУ, – элитных шлифпорошков синтетических алмазов. Установлено, что при дополнительной классификации с выделением узкой фракции шлифпорошка содержание основной фракции порошков повышается на 14–34%, коэффициент однородности по линейным размерам этих порошков увеличивается более чем в 2,5 раза по сравнению с исходным. Оснащение буровых коронок такими шлифпорошками позволит повысить износостойкость коронок при бурении крепких горных пород. В настоящее время такие элитные порошки изготавливают в соответствии с разработанными в ИСМ технологиями [1; 3; 4].

Это особенно важно в нынешних условиях при необходимости активного развития стратегии минерально-сырьевой базы Украины. В целях эффективного решения создавшейся проблемы следует увеличить объем геологоразведочных работ и разработать специальный породоразрушающий инструмент (буровые коронки), адаптированный к конкретным условиям бурения скважин, в том числе для геологоразведочного бурения особо твердых пород. Следует также повышать свойства режущих материалов, используемых для изготовления инструмента, предназначенного для резания и сверления природного камня, стекла и керамики, а также правки кругов из сверхтвердых материалов.

В настоящее время в ИСМ ведутся работы по созданию автоматизированной онтолого-тезаурусной системы управления знаниями в предметной области (ПрО) «Сверхтвердые материалы» («СТМ»). В результате моделирования ПрО «СТМ» разработали систему