

УДК 004.65:621.921.34

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

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

## **ОНТОЛОГО-ТЕЗАУРУСНОЕ ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПРО «СТМ» «КРУПНЫЕ МОНОКРИСТАЛЛЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ СТАТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ НА ЗАТРАВКЕ МЕТОДОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА»**

*На основе онтолого-тезаурусного анализа разработана многоуровневая подсистема предметной области «Сверхтвердые материалы», в которой представлены крупные монокристаллы синтетических алмазов статического синтеза, получаемые при их выращивании на затравке методом температурного градиента.*

**Ключевые слова:** онтология, тезаурус, статический синтез, метод температурного градиента, крупные монокристаллы синтетических алмазов.

Институту сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля (ИСМ) НАН Украины 6 июня 2016 г. исполнилось 55 лет со дня создания. За это время ИСМ НАН Украины достиг важных результатов в области создания сверхтвердых материалов (СТМ), инструментов и изделий функционального назначения на основе СТМ, в разработке эффективных технологий их производства и внедрения в различных областях применения на отечественном и мировом уровнях.

Сравнительно новым и развивающимся направлением деятельности ИСМ НАН Украины является использование информационных технологий в создании перспективных и совершенствовании существующих направлений в предметной области «Сверхтвердые материалы» (Про «СТМ») [1, 2].

В настоящее время перспективной научно-технической информацией по любой предметной области являются онтологии, тезаурусы и онтолого-тезаурусные системы [3, 4].

Построение онтолого-тезаурусной системы Про «СТМ» и заполнение ее конкретными подсистемами [5–8] дает возможность: получения взаимосвязи между чисто справочной (марки, характеристики материала, применение), технической (способы и методы получения материалов, оборудование, оснастка, исходные материалы) и научной информацией (физико-механические и физико-химические свойства, патенты и научно-технические публикации), что позволяет вносить дополнения и корректировать любой фрагмент онтолого-тезаурусной системы.

В настоящее время во многих странах особенно актуальны работы в области создания и применения крупных монокристаллов алмазов. Об этом свидетельствуют результаты научных исследований последних десятилетий, выполненных в ИСМ НАН Украины. Изучение роста монокристаллов алмаза на затравке в области термодинамической стабильности позволило разработать технологические процессы по выращиванию крупных монокристаллов алмаза различных типов, создать технологическую базу для развития

производства крупных структурно совершенных монокристаллов алмаза различных типов, освоить высокопроизводительные технологии изготовления высококачественного суперпрецизионного инструмента, оптики, различных конструкций элементов электроники [9, 10].

Приведен фрагмент подсистемы онтолого-тезаурусной системы Про «СТМ» «Крупные монокристаллы синтетических алмазов статического синтеза, получаемые выращиванием их на затравке методом температурного градиента (в области термодинамической стабильности)», где представлена справочная и техническая информация подсистемы (тезаурус и рисунок).

***Тезаурусное представление подсистемы онтологии «Крупные монокристаллы синтетических алмазов статического синтеза, получаемые выращиванием их на затравке методом температурного градиента»***

|  |   |     |
|--|---|-----|
|  |   | –В– |
| В – НИЗКАЯ КАТЕГОРИЯ КАЧЕСТВА  |   |     |
| В  | Категория качества                        |     |
|  |   | –Н– |
| Н – ВЫСШАЯ КАТЕГОРИЯ КАЧЕСТВА  |   |     |
| В  | Категория качества                        |     |
|  |   | –М– |
| М – СРЕДНЯЯ КАТЕГОРИЯ КАЧЕСТВА   |   |     |
| В  | Категория качества                        |     |
|  |   | –S– |
| S – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ КАТЕГОРИЯ КАЧЕСТВА  |   |     |
| В  | Категория качества                        |     |
|  |   | –А– |
| АВД ТИПА «ТОРОИД»  |   |     |
| В  | Статический синтез (НРНТ)                 |     |
|  |   | –В– |
| ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ АЛМАЗОВ НА ЗАТРАВКЕ МЕТОДОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА (рост кристаллов от затравки в металле-растворителе, находящемся в области термодинамической стабильности алмаза и насыщенном углеродом от специального источника) |   |     |
| В  | Метод получения                           |     |
| Н  | Продукты синтеза                          |     |
|  |   | –К– |
| КАТЕГОРИИ КАЧЕСТВА   |   |     |
| В  | Характеристики крупных монокристаллов АС  |     |
| Н  | Н – высшая категория качества             |     |
| Н  | М – средняя категория качества            |     |
| Н  | S – удовлетворительная категория качества |     |
| Н  | В – низкая категория качества             |     |

#### КЛАССИФИКАЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО МАССЕ

В Характеристики крупных монокристаллов АС

#### КРУПНЫЕ МОНОКРИСТАЛЛЫ АЛМАЗОВ (максимальное расстояние между двумя точками на поверхности монокристалла – не менее 1,0 мм)

В Продукты синтеза

Н Типы крупных монокристаллов

#### КРИСТАЛЛЫ ТИПА Iб

В Типы крупных монокристаллов

В Применение крупных монокристаллов

Н Кристаллы, выращенные на растворителях на основе сплавов Fe–Ni, Fe–Ni–Co

Н Цвета кристаллов: желтый, желто-зеленый, зеленый, оранжевый

Н Резцы для суперпрецизионной обработки различных металлических и керамических материалов

Н Элементы для правки профильных абразивных кругов (иглы, карандаши, алмазы в оправе)

Н Лезвия медицинских скальпелей

Н Буровой инструмент

#### КРИСТАЛЛЫ ТИПА IIa

В Типы крупных монокристаллов

В Применение крупных монокристаллов

Н Кристаллы, выращенные на растворителях на основе сплавов Fe–Al, Fe–Co–Zr

Н Цвет кристаллов: бесцветные

Н Оптические окна с широким диапазоном пропускания света

Н Специальные алмазные наковальни для научных исследований, позволяющие достигать давления 100 ГПа и при этом проводить оптическую спектроскопию

#### КРИСТАЛЛЫ ТИПА IIб

В Типы крупных монокристаллов

В Применение крупных монокристаллов

Н Кристаллы, выращенные на растворителях на основе сплавов Fe–Al, Fe–Co–Zr, легированных бором

Н Цвет кристаллов: от светло-голубого до темно-синего и черного

Н Полупроводниковые алмазы в электронике: терморезисторы – полупроводниковые термометры сопротивления

Н Зонды атомно-силовых туннельных микроскопов

–М–

#### МАКСИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА НЕ МЕНЕЕ 1,0 мм

В Характеристики крупных монокристаллов АС

#### МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ

В Статический синтез (НРНТ)

Н Выращивание монокристаллов алмазов на затравке методом температурного градиента (рост кристаллов от затравки в металле-растворителе, находящемся в области термодинамической стабильности алмаза и насыщенном углеродом от специального источника)

–П–

#### ПРИМЕНЕНИЕ КРУПНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ

- В Типы крупных монокристаллов
- Н Кристаллы типа *Ib*
- Н Кристаллы типа *IIa*
- Н Кристаллы типа *IIb*

#### ПРОДУКТЫ СИНТЕЗА

В Выращивание монокристаллов алмазов на затравке методом температурного градиента (рост кристаллов от затравки в металле-растворителе, находящемся в области термодинамической стабильности алмаза и насыщенном углеродом от специального источника)

Н Крупные монокристаллы алмазов (максимальное расстояние между двумя точками на поверхности монокристалла – не менее 1,0 мм)

–С–

#### СТАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ (НРНТ)

- В Способ получения
- Н АД типа «тороид»
- Н Метод получения

–Т–

#### ТИПЫ КРУПНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ

В Крупные монокристаллы алмазов (максимальное расстояние между двумя точками на поверхности монокристалла – не менее 1,0 мм)

- Н Кристаллы типа *Ib*
- Н Кристаллы типа *IIa*
- Н Кристаллы типа *IIb*
- Н Характеристики
- Н Применение

–Ф–

#### КЛАССИФИКАЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО ФОРМЕ

- В Характеристики крупных монокристаллов АС

–Х–

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУПНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ АС

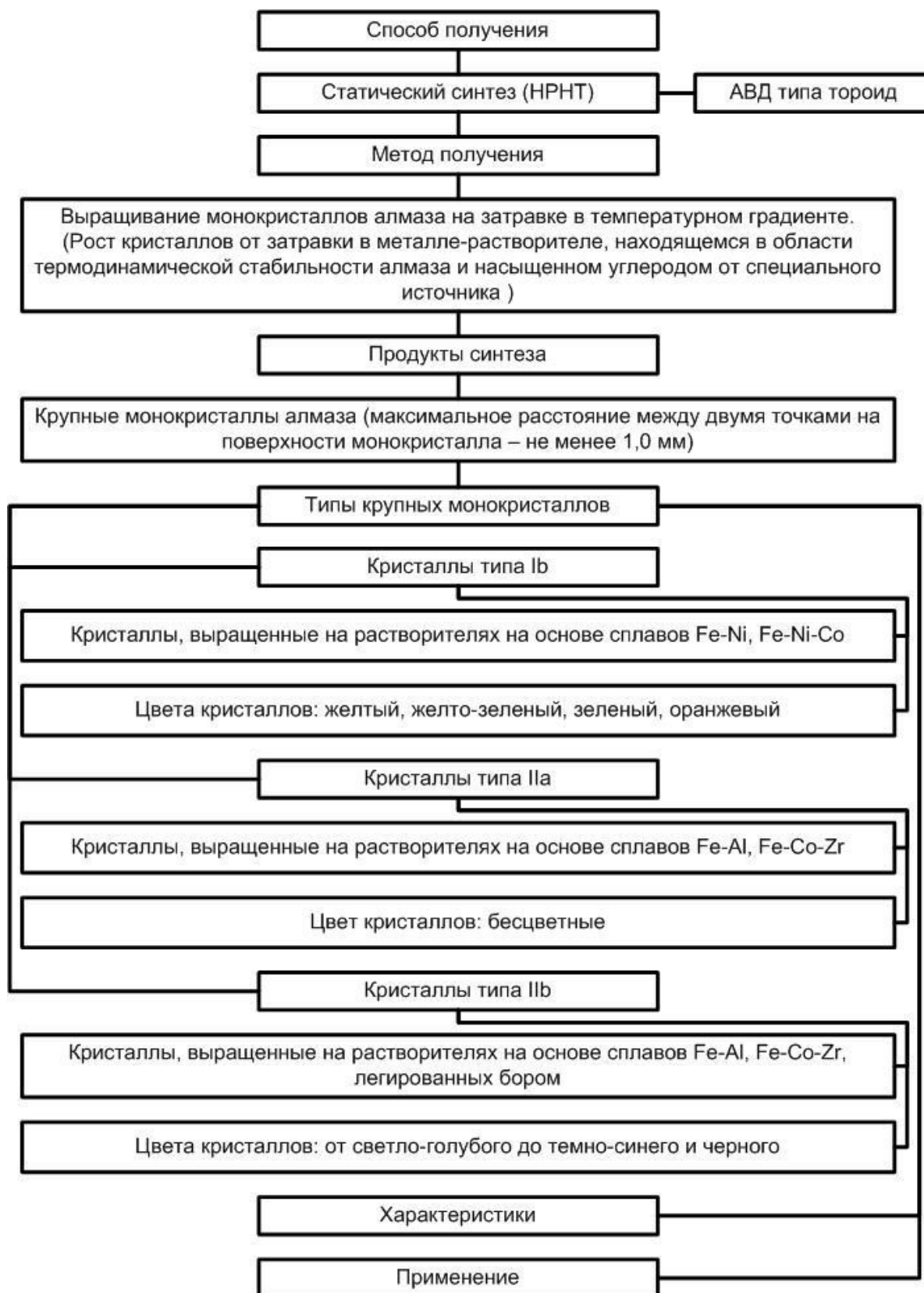
Н Максимальное расстояние между двумя точками на поверхности монокристалла не менее 1,0 мм

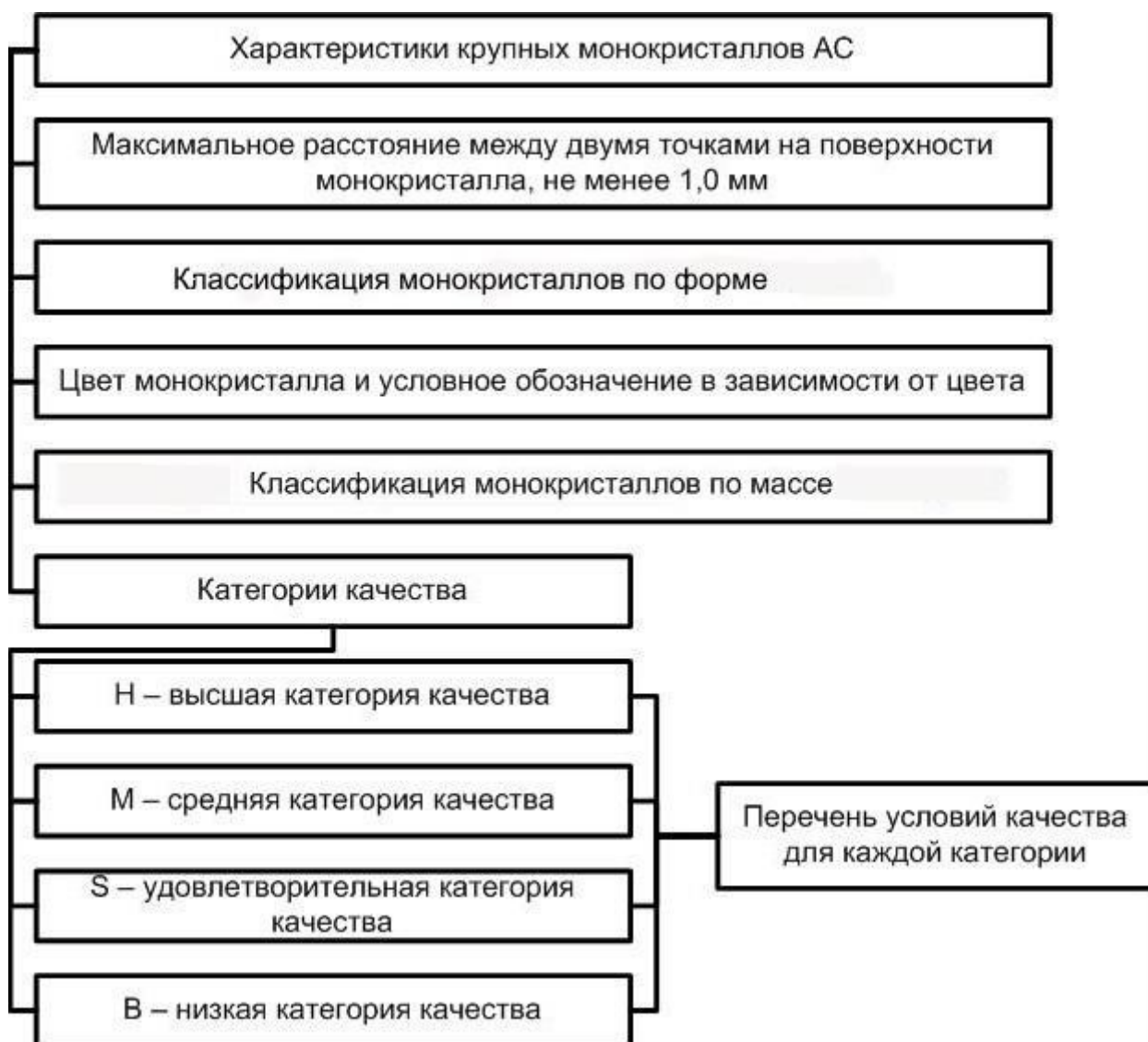
- Н Классификация монокристаллов по форме
- Н Цвет монокристалла и условное обозначение в зависимости от цвета
- Н Классификация монокристаллов по массе
- Н Категории качества

–Ц–

#### ЦВЕТ МОНОКРИСТАЛЛОВ И УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦВЕТА

- В Характеристики крупных монокристаллов АС





**Примечание.** Классификация монокристаллов по форме, цвет монокристаллов и условное обозначение в зависимости от цвета, классификация монокристаллов по массе и категории качества приведены в ТУ У 26.8–05417377-202:2009 [9].



6

*Подсистема онтологии крупных монокристаллов синтетических алмазов статического синтеза, получаемых выращиванием их на затравке методом температурного градиента: а – справочная и техническая информация; б – характеристики; в – применение.*

## Выводы

Представлен обобщенный фрагмент онтолого-тезаурусной системы о крупных монокристаллах синтетических алмазов, получаемых статическим синтезом в АД типа «тороид» при выращивании их на затравке методом температурного градиента в области термодинамической стабильности. Приведены составы основы сплавов растворителей, на которых выращиваются крупные монокристаллы синтетических алмазов, определяющие их типы; перечислены основные характеристики, области применения по типам кристаллов.

Результаты научно-исследовательских работ ИСМ НАН Украины в рассматриваемом направлении обеспечивают изготовление высококачественного суперпрецизионного инструмента, оптики, конструкционных элементов электроники, что подтверждается крупными контрактами с фирмами Германии, Швейцарии, Нидерландов, США, Южной Кореи, Индии, Китая, Бразилии, России и др. [9].

*На основі онтолого-тезаурусного аналізу розроблено багаторівневу підсистему предметної області «Надтверді матеріали», в якій представлені крупні монокристали синтетичних алмазів статичного синтезу, що одержують вирощуванням на затравці методом температурного градієнта.*

*Ключові слова: онтологія, тезаурус, статичний синтез, метод температурного градієнта, крупні монокристали синтетичних алмазів.*

## ONTOLOGY AND THESAURUS DESCRIPTION OF SUBSYSTEM OF THE «SUPERHARD MATERIALS» SUBJECT AREA «LARGE SINGLE CRYSTALS OF SYNTHETIC DIAMONDS OF STATIC SYNTHESIS OBTAINED AT THEIR GROWING ON THE SEED CRYSTAL BY A TEMPERATURE GRADIENT»

*On the basis of the ontology and thesaurus analysis a multilevel subsystem of the «Superhard materials» subject area has been developed, which presents large single crystals of synthetic diamond static synthesis obtained when grown by a temperature gradient method.*

*Key words: ontology, thesaurus, static synthesis, temperature gradient method, large single crystals of synthetic diamonds.*

## Литература

1. Лебедева А. А. Формы представления знаний и алгоритмы принятия решений в информационных экспертных системах в производстве и применении сверхтвердых материалов и инструментов из них / А. А. Лебедева, И. В. Скворцов, Т. З. Фидаров // Материалы Седьмой ежегодной Международной Промышленной конференции «Эффективность реализации научного ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях». – Славское, Карпаты, 2007. – С. 125–128.
2. Лебедева А. А. Подход к построению предметной онтологии для экспертной системы «Сверхтвердые материалы» / А. А. Лебедева, Т. З. Фидаров, И. В. Скворцов // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2007. – Вып. 10. – С. 370–374.
3. Соловьев В. Д. Онтологии и тезаурусы : Учеб. пособие / В. Д. Соловьев, Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич. – Казань, Москва, 2006. – 157 с.
4. Застосування інформаційних технологій для координації наукових досліджень / Р. Р. Даревич, Д. Г. Досин, В. В. Литвин, Л. С. Мельничок. – Львів, 2006. – 145 с.



5. Онтологический подход к построению базы знаний «Сверхтвердые материалы» / В. Н. Кулаковский, А. А. Лебедева, К. З. Гордашник и др. // Штучний інтелект. – 2008. – № 4. – С. 91–102.
6. Построение автоматизированной онтолого-тезаурусной системы управления знаниями в предметной области «Сверхтвердые материалы»: Отчет по теме 2204 / Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – № ГР 0111U000634. – К.: 2013. – 207 с.
7. Представление и аналитическая обработка данных в предметной области «СТМ» на основе онтолого-тезаурусного анализа / А. А. Лебедева, К. З. Гордашник, В. Н. Колодницкий и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2014. – Вып. 17. – С. 370–379.
8. Аппараты высокого давления статического синтеза как многоуровневая подсистема предметной области «СТМ», разработанная на основе онтолого-тезаурусного анализа / К. З. Гордашник, В. Н. Колодницкий, Е. М. Чистяков и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2015. – Вып. 18. – С. 211–220.
9. Основные достижения Института сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины в области синтеза и спекания сверхтвердых материалов / Н. В. Новиков, А. А. Шульженко, С. А. Ивахненко, А. И. Боримский // Синтез, спекание и свойства сверхтвердых материалов : сб. науч. тр. / Отв. ред. Н. В. Новиков, А. А. Шульженко; НАН Украины. Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля. – К., 2011. – С. 6–13.
10. Ивахненко С. А. Выращивание крупных монокристаллов алмаза в области термодинамической стабильности / С. А. Ивахненко, О. А. Заневский // Синтез, спекание и свойства сверхтвердых материалов : сб. науч. тр. / Отв. ред. Н. В. Новиков, А. А. Шульженко; НАН Украины. Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля – К., 2011. – С. 44–51. (Сер. Материаловедение).
11. ТУ У 28.5-05417377-202–2009. Монокристаллы алмаза синтетические.

*Поступила 30.06.16*

УДК 621.921.34-492.2:620.22-419

**Е. М. Луцак**

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України*

**ВПЛИВ ДОМІШКИ БОРУ НА МІГРАЦІЮ РОЗПЛАВУ НІКЕЛЮ ЧЕРЕЗ ПОРИСТУ СИСТЕМУ, УТВОРЕНУ АЛМАЗНИМ ПОРОШКОМ АСМ 40/28 В УМОВАХ ВИСОКИХ ТИСКУ І ТЕМПЕРАТУРИ**

*Наведено результати дослідження міграції розплавів: нікель, нікель-бор в середовищі, утвореному в результаті дії тиску 8 ГПа на алмазний мікропорошок АСМ 40/28.*

*Ключові слова: алмазний порошок, спікання, високий тиск, коефіцієнт просочення.*