

## АЛМАЗНЫЙ ИНСТРУМЕНТ: ПРОИЗВЕДЕНО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.

*Зайцев В.А., гл. инженер РАУП ПО «Кристалл»,*

*Кузей А.М., зав. лабораторией физики поверхностных взаимодействий ФТИ НАН Беларуси*

Основными, массовыми производителями синтетических алмазов и инструмента в СССР являлись заводы, расположенные на территории Украины (г.г. Полтава, Львов, Киев) и России (г.г. Томилино, Венев, Рославль, Терек), которые выпускали инструмент в массовых количествах.

В то же время предприятия республики потребляли около 16 млн. карат алмазных порошков, паст и инструмента весьма широкого ассортимента. Новые межгосударственные отношения привели к тому, что потребности предприятий в синтетических порошках кубического нитрида бора, алмазных порошках, инструмента на их основе удовлетворялись за счет импорта. На эти цели ежегодно затрачивалось около 5 миллионов долларов США. В мировой экономике с 90-х годов существует постоянный рост потребления синтетических алмазов, изделий на их основе, инструмента. К 1991 году в развитых промышленных странах потребление алмазной продукции составляло около 300 млн. карат в год. Это количество удвоилось к 2000 г. Анализ тенденций развития микроэлектроники, медицины, машиностроения, оптики показывает повышение доли продукции в которой используются алмазы, алмазобразивные материалы. Поэтому создание на территории РБ производств по выпуску синтетических алмазных порошков, порошков кубического нитрида бора, инструмента, является не только необходимым с точки зрения экономической безопасности, но и экономически целесообразным. Сложные наукоемкие

производства обеспечивают в развитых промышленных странах до 80% прироста валового внутреннего продукта.

Решение этой задачи стало возможным благодаря государственной научно-технической программе «Алмазы», созданию и освоению на РАУП «Гомельское ПО «Кристалл» мощностей по производству синтетического алмазного порошка и инструмента. В сравнительно короткие сроки был проведен комплекс НИ-ОТР, приобретено, модернизировано и изготовлено специализированное оборудование. Адаптированы к условиям создающегося производства существующие и разработаны новые технологии синтеза микропорошков алмаза и кубического нитрида бора, технологии изготовления новых алмазосодержащих композиционных материалов, инструмента, которые обеспечивают производство до 16,1 млн. карат порошков синтетического алмаза, кубического нитрида бора и алмазного инструмента в объеме 3,8 млн. карат/год.

В 1996-2001 г.г. выпущено 5,7 млн. карат алмазных порошков и сырья; 170 тыс. единиц алмазного инструмента различного назначения; 1,5 млн. карат алмазных паст, всего на сумму 3,5 миллиарда рублей. Значительная часть продукции (56,8%) экспортирована в Россию, Болгарию (рис. 1, 2, 3).

Анализ рынков алмазной продукции показывает, что потребление инструмента, паст, порошков в Республике увеличивается (табл. 1).

Табл.1

(тыс. карат)

	Факт						Прогноз			
	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Алмазный порошок	9550	9874	10840	12450	13813	14500	15250	15980	16650	17400
Алмазный инструмент	6800	7200	7700	8000	8000	8100	8300	8600	9100	9300

Динамика экспорта порошков СТМ

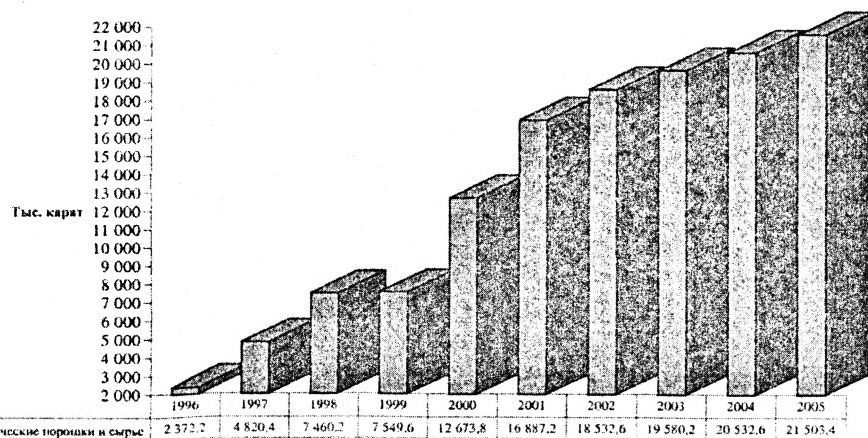


Рис. 1.

■ Алмазные синтетические порошки и сырье

Динамика экспорта алмазного инструмента

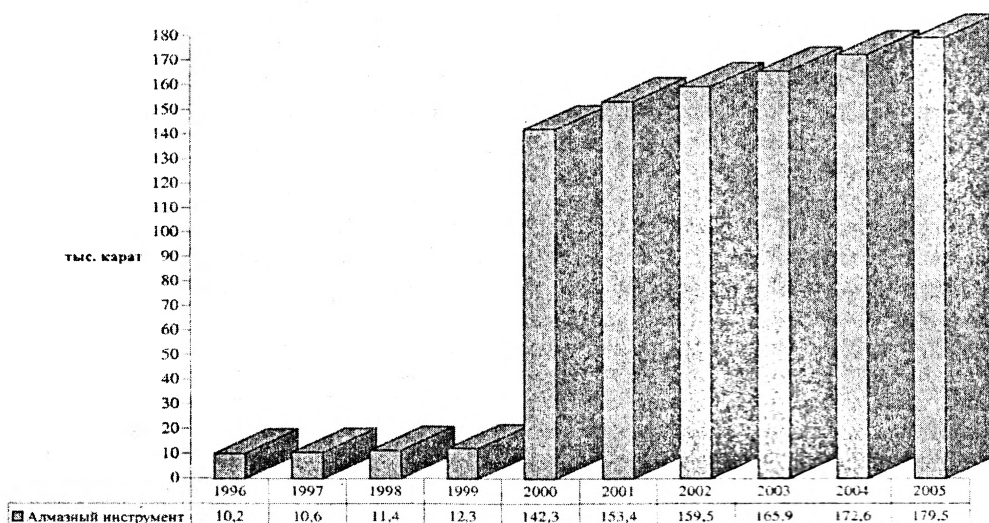


Рис. 2.

На ЗАИ РАУП «Гомельское ПО «Кристалл» выпускается широкая гамма алмазного инструмента для обработки твердого сплава, стекла, керамики, камня, бетона и т.д. и другого специализированного инструмента. Выпускаемый ассортимент в настоящее время на 30% обеспечивает потребности Республики в инструменте и полностью в алмазных пастах и порошках.

Для успешной конкуренции с предприятиями, десятилетиями выпускающими в массовых количествах дешевый и качественный инструмент известных потребителю марок, необходимы технологии и материалы, обеспечивающие стабильное качество инструмента и новые специализированные эффективные композиционные алмазосодержащие материалы на металлических, органических, керамических связках.

Наиболее широко используется инструмент с композиционным материалом на органической связке. Алмазоабразивный инструмент на органической связке обладает высокой режущей способностью, эффектом самозатачивания при обработке твердых сплавов и сталей, способен работать как с охлаждением, так и без него [1, 2]. Эксплуатационные характеристики инструмента определяются составом связки и процессом получения. Исследования структуры композиционных алмазосодержащих материалов с органическим связующим (матрицей), влияния параметров процессов изготовления показали, что эксплуатационные характеристики (удельный расход алмазного порошка) варьируются в широких пределах (2 – 8 мг/см<sup>3</sup>), несмотря на равные условия получения и определяют структурой матрицы, ее пористостью. Пористость матрицы достигает 6-15%, размеры пор 1-2 мкм. В закрытых порах давление газа превышает атмосферное на 15-20%. Микропористая структура матрицы снижает алмазодержание, твердость, прочность и в итоге эксплуатационные характеристики инструмента. Технологические параметры традиционного процесса двухстадийного горячего прессования не обеспечивает формирования плотной беспористой структуры ком-

позиционного алмазоабразивного материала, дополнительные термообработки хотя и улучшают прочностные характеристики, но не снижают пористости материала [1, 2].

Разработанные более эффективные технологические процессы изготовления алмазоабразивного инструмента, позволяют снизить пористость до 3% [3, 4], адаптируются к новым материалам, к оснастке, режимам, позволяют изготавливать инструмент с различными по составу матрицами, в том числе с высоким содержанием наполнителей, например на керамико-органической связке для обработки алмаза и СТМ.. Удельный расход алмаза достигает 1,5 – 0,9 мг/см<sup>3</sup>, что соответствует характеристикам наиболее высококачественного инструмента, выпускаемого в Украине и в России.

Реализация продукции

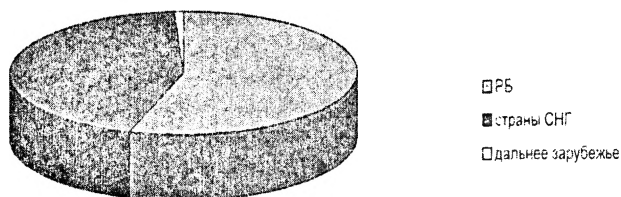


Рис. 3.

Особенностью алмазного шлифования алмаза, СТМ на его основе является большая твердость обрабатываемого материала по сравнению с инструментом – алмазным зерном. Восстановление режущей способности инструмента, применяемого для обработки алмаза, СТМ достигается электрохимическим растворением связки. Для обработки алмаза, СТМ применяют алмазометаллические композиционные материалы на основе систем Cu-Sn-Al-Zn-Cu (M2-01, M3-10, M1-01).

Исследования процессов электрохимического шлифования кристаллов алмаза, СТМ (АСПК, АСБ) показало образование на поверхности алмазоабразивного инструмента грубого рельефа с глубиной микровпадин

до 100 – 150 мкм, что обусловлено неравномерным растворением металлической матрицы из-за локальных различий в составе [5, 6].

Исследования процессов износа алмаза, (СТМ) алмазоабразивными композиционными материалами показали, что непрерывное восстановление режущей способности алмазоабразивного материала может быть достигнуто в два этапа: внешним воздействием на связку (растворением) и воздействием (износом) на связку обрабатываемого сверхтвёрдого материала. Этот принцип был реализован в алмазоабразивном композиционном материале с керамико-органической матрицей [7].

По своим эксплуатационным характеристикам алмазоабразивный инструмент для обработки алмаза и СТМ на керамико-органической связке превосходит аналогичный на связках систем Cu-Sn (Табл.2). Для изготовления алмазоабразивного инструмента на керамико-органической связке не требуются высокие температуры спекания (700 – 760°C), давления и горячего прессования (100 – 150 МПа), дорогостоящие оснастка из жаропрочных жаростойких сталей, что позволяет снизить стоимость инструмента на 15 – 20% по сравнению с инструментом на металлической связке (М3-10).

Табл.2

Эксплуатационные характеристики инструмента (форма 1А1; 150x5x6; АС-6, 80/63; 150%) на металлической и керамико-органической связках).  
(Шлифование природного алмаза размерно-весовой группы +11)

Тип связки.	Эксплуатационные показатели инструмента.	
	Удельный расход алмаза Карат/карат	Производительность шлифования Карат/час
Керамико-органическая	1,3 1,9 – 1,3	0,9
Металлическая (М3-10)	2,1 - 1,6	0,6

Эксплуатационные характеристики инструмента на органической, керамико-органической связке и сравнимый уровень цен позволяют успешно конкурировать с инструментом, выпускаемым предприятиями Украины и России на рынках России и Беларуси, об этом свидетельствует динамика производства и экспорта инструмента, производимого на ЗАИ РАУП Гомельского ПО «Кристалл» (рис.1,2,3). Анализ динамики экспорта алмазного сырья, инструмента и динамики их производства показывает преимущественный рост экспорта алмазного сырья перед экспортом инструмента (рис. 2,3). Подобные закономерности указывают на жесткую конкуренцию со стороны производителей инструмента России и особенно Украины.

Таким образом для расширения своей доли на рынках алмазного инструмента необходимо постоянное расширение ассортимента, выпуск специализированного высококачественного инструмента, адаптированного как для различных видов обработки, так и отдельных материалов, либо групп материалов на базе новых алмазоабразивных материалов и технологий.

*Литература*

1. Захаренко И.П. Основы алмазной обработки твердосплавного инструмента. – К.: Наукова думка, 1981. – 298 С.

2. Галицкий В.Н., Курищук А.В., Муравский В.А. Алмазоабразивный инструмент на металлических связках для обработки твердого сплава и стали. – Киев: Наукова думка, 1986. – 144 С.

3. Барановский А.А., Гайдаленко Г.М., Горлач А.Г., Зайцев В.А., Кузей А.М., Моисеенко П.В. Способ изготовления алмазоабразивного инструмента на органическом связующем. Пат. РБ № 2592

4. Горлач А.Г., Зайцев В.А., Кузей А.М., Кузнецов В.В., Моисеенко П.В. Способ изготовления алмазоабразивного инструмента с органическим связующим. Пат. РБ № 19980796;

5. Кузей А.М., Марцинкевич Э.А. Алмазоабразивный инструмент для шлифования алмаза. XV конф. «Перспективы развития алмазо-бриллиантового комплекса России», Смоленск, 1998, 28 С.

6. Кизиков Э.Д., Верник Е.Б., Кошевой И.С. Алмазометаллические композиции. – Киев: Техника, 1988. – 135 С.

7. Горлач А.Г., Кузей А.М., Кузнецов В.В., Марцинкевич Э.А., Зайцев В.А. Связка для изготовления алмазоабразивного инструмента. Пат РБ № 19980795.

*На четвертой странице обложки представлены технологические линии изготовления синтетических алмазов и инструмента и виды выпускаемых изделий.*

*Работа "Разработка и внедрение прогрессивных технологий получения микро- и шлифпорошков алмаза, кубического нитрида бора и инструмента на их основе. Создание и освоение мощностей по выпуску алмазной продукции для нужд Республики Беларусь и экспорта" допущена к участию в конкурсе на соискание Государственной премии Республики Беларусь 2002 года.*