



Алмазный инструмент



**ИННОВАЦИОННЫЕ
РАЗРАБОТКИ
РОССИИ**



Алмазный инструмент «МонАлиТ»

- инновационный инструмент для лазерно-оптического приборостроения, металлообработки, обработки стекла и керамики, стоматологии и ряде других областей

Содержание

1. Задачи. Алмазный инструмент для автоматизации производства лазерных гироскопов.
2. Суть вопроса.
3. Отечественный алмазно-абразивный инструмент «МонАлиТ». Уровень выше мирового.
4. Области применения.
5. «МонАлиТ» на АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стедьмаха".
6. «МонАлиТ» на предприятиях холдинга «Швабе».
7. Примеры применения инструментов «МонАлиТ».
8. Годовые объёмы производства.
9. Предложения по организации серийного производства инструмента.
10. Таблица результатов внедрения инструмента «МонАлиТ» на предприятиях России.
11. «МонАлиТ» в других областях промышленности и медицины.

1. Задачи. Алмазный инструмент для автоматизации производства лазерных гироскопов

Перед предприятиями холдинга ОАО «НПК «Оптические системы и технологии» и головной организацией АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стедьмаха" РГК «РОСТЕХ» стоят задачи:

- повышение технического уровня и увеличения объёмов выпуска лазерных гироскопов (рис.1);
- создание изделий, обновляемых на основе новых конструкционных материалов, с использованием специальных алмазных инструментов и комплексной автоматизации производства.

Внедрение высоких технологий в производство лазерной техники, оптоэлектроники, лазерно-оптическом приборостроении во многом определяет расширение функциональности и повышение качества навигационного оборудования.

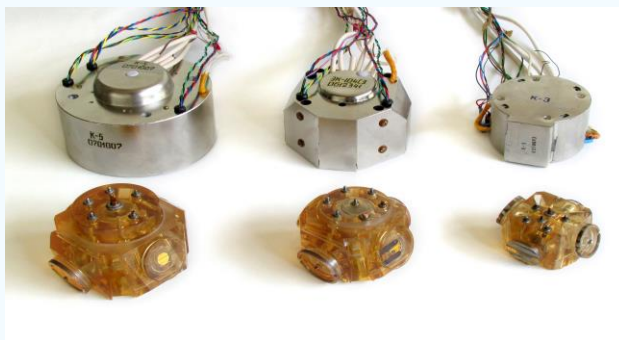


Рис. 1. Образцы датчиков лазерных гироскопов

Проблема может быть эффективно решена только за счёт создания новых автоматизированных, высокорентабельных, малозатратных технологий механической обработки с применением алмазных инструментов нового поколения, обеспечивающих снижение себестоимости и повышение точности, качества и надёжности изделий.

2. Суть вопроса

В качестве конструкционных материалов для изготовления оптических деталей (рис.2, а, б, в) широко применяются хрупкие неметаллические материалы: ситаллы, кварц, стекло, ниобат лития, поликор, пьезокерамика, и т.п. Эти материалы отличаются высокой твердостью, прочностью, износостойкостью, повышенной хрупкостью и плохой обрабатываемостью.

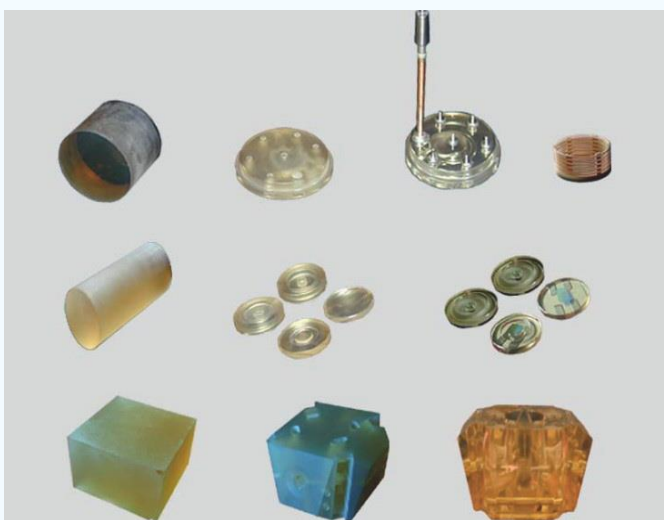


Рис. 2. а) Заготовки и детали из ситалла для резонатора



Рис. 2. б) Высокоточные призмы из оптического стекла и кристаллов

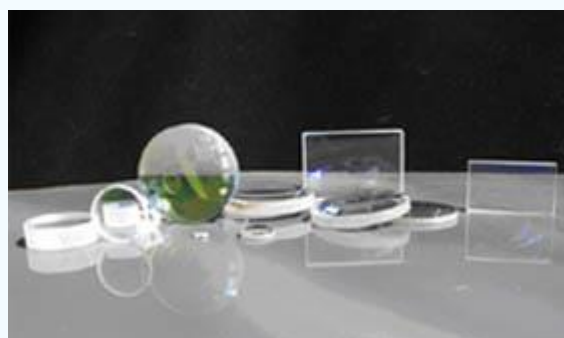


Рис. 2 в) Линзы, окна, свето- и спектро-делители с оптическими покрытиями

Процессы механической алмазной обработки деталей из неметаллических материалов проходят в самых экстремальных условиях, в которых традиционные алмазные инструменты, изготавливаемые методом гальваностегии и методом порошковой металлургии, не решают поставленных задач. Например, сверление отверстий $\varnothing 2,5$ мм и глубиной 100 мм в ситалловых корпусах лазерных гироскопов показало, что гальванического сверла не хватает даже на одно отверстие, что отрицательно сказывается на качестве получаемого изделия.

Отсутствие на отечественном и зарубежном рынках алмазных инструментов необходимых конструкций и с нужными для работ характеристиками создаёт проблемы обработки новых материалов, что препятствует их внедрению.

Технология механической обработки деталей в лазерно-оптическом приборостроении на основе автоматизации находится в зоне высокой санкционной опасности, в том числе и за счёт необходимости применения специального алмазного инструмента, без которого это производство невозможно даже при наличии самого современного оборудования. Оборудование можно купить один раз, а инструменты необходимо закупать постоянно, что ставит сложнейшее производство в перманентную зависимость от санкционных мер со стороны Запада.

3. Отечественный алмазно-абразивный инструмент «МонАлиТ». Уровень выше мирового.

Российскими учёными и инженерами разработано и успешно внедряется третье поколение алмазных инструментов. Новые инструменты на порядки превосходят по многим эксплуатационным характеристикам предыдущие два поколения, изготавливаемые методом гальваностегии и методом порошковой металлургии. Новый инструмент производится только в России и не имеет аналогов за рубежом.

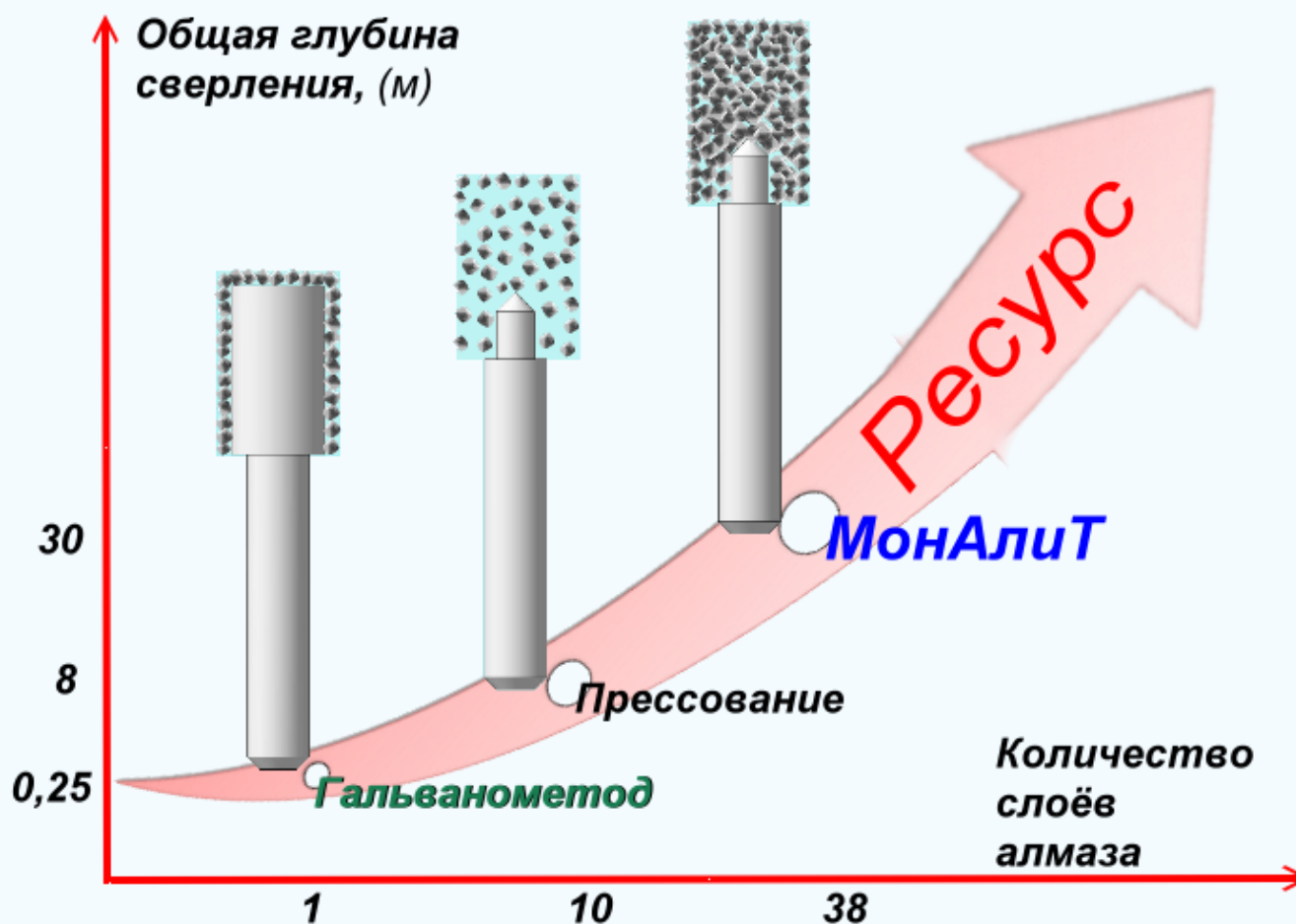


Рис.3. Стойкость инструментов, полученных разными методами изготовления.

Российская фирма «РусАтлант» создала уникальную запатентованную (рис.4) технологию изготовления высокопроизводительного и износостойкого алмазно-абразивного инструмента нового поколения «МонАлиТ», имеющего оптимальное соотношение цена-ресурс.



Рис. 4. Патент на инструмент третьего поколения.

Суть технологии (см. рис.5) в не имеющем аналогов отлаженном, контролируемом процессе от подготовительных операций (1 → 2 → 3) до получения готового изделия (4→5). Специальные формы с порошками помещаются в вакуум, в результате диффузионного процесса жидкостного спекания металлизированных порошков при $t \sim 1000^{\circ}\text{C}$ и получается инструмент нового поколения. Предельная концентрация и плотная упаковка алмазов, жидкостное спекание в вакууме обеспечивают одинаковую работоспособность инструмента "МонАлиТ" по всему объёму режущей части.

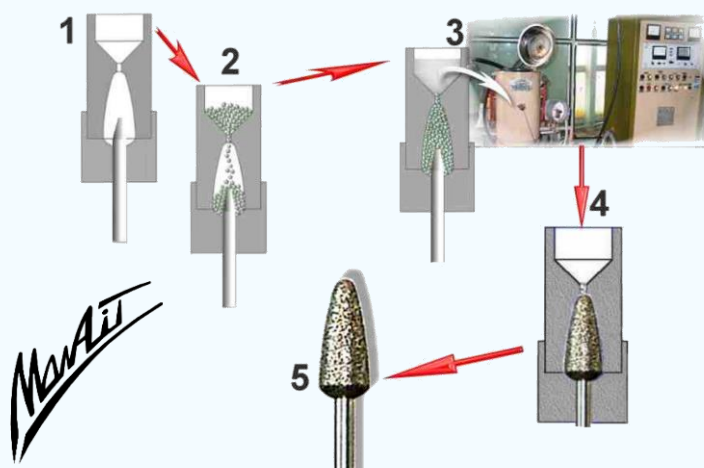


Рис. 5. Технологическая схема изготовления алмазного инструмента «МонАлиТ»

Главные свойства инструмента «МонАлиТ»:

- надёжные связи между алмазными зёрнами;
- предельная концентрация алмазных зёрен;
- монолитная **многоярусная** упаковка;
- инструменты любой формы с рабочим диаметром от $\varnothing 0,8$ до $\varnothing 80$ мм

Технология вакуумного диффузионного спекания порошков обеспечивает новые возможности:

- комплексная автоматизация производства;
- повышение ресурса (стойкости) до 30-50 раз;
- повышение производительности до 6 раз;
- улучшение качества (гладкости) поверхности;
- повышение эксплуатационных параметров;
- лучшее соотношение цена/ресурс.

4. Области применения инструментов «МонАлиТ»

- В лазерно-оптическом приборостроении, опто- и акусто-электронике - лазерные гироскопы, прицелы, линии задержек, резонаторы, фильтры, датчики давления, вибрации, ускорения и др. из ситалла, кварца, стекла, ниобата лития, поликора, пьезокерамики, ферритов, лейкосапфира.
- В оптической и очковой промышленности – детали оптических приборов, (линзы, призмы, зеркала, плоскопараллельные пластины) из стекла, лейкосапфира, силицированного кремния.
- В машиностроении – на металлообрабатывающих предприятиях – штампы и пресс-формы на операциях внутреннего и координатного шлифования; правка абразивных инструментов; станины из мрамора и гранита, эталоны из керамики и мрамора, подшипники, гильзы и поршни из керамики, рубина, композитов.
- В авиационно-космической и ракетной технике - головные антенные обтекатели из кварцевой керамики. турбинные лопатки из жаропрочных сплавов.
- В стекольной промышленности: стеклофурнитура (двери, столешницы, лестницы) и зеркала.
- В медицине - биосовместимые элементы (клапаны сердца и др.) из углеситалла, в стоматологии - алмазные головки и боры для ортопедов, терапевтов и зубных техников.
- В радиоэлектронике – пассивные и активные подложки полупроводниковых и функциональных микросхем из ситалла, поликора, кварца, германия, кремния, ниобата лития.
- В нефтегазовом машиностроении подшипники, уплотнители насосов распределительных станций из силицированного графита и кремния реакционного.
- В строительстве, строительно-монтажных, скульптурных и реставрационных работах и быту: облицовочные плиты из стекла, гранита, мрамора и керамогранита, бетона и кирпича; гравирование, фигурная обработка мрамора и гранита
- В часовой промышленности и ювелирном производстве – изделия из рубина, кварца, сапфира, агата, яшмы, чароита, лазурита, топаза, самоцветов, огранка бриллиантов.

- В производстве изделий из хрусталя, полудрагоценных и поделочных камней – люстр, подсвечников, письменных приборов, столешниц, декоративных и строительных конструкций.
- В производстве сантехнической и запорной арматуры из керамики.
- В промышленности связи – волоконно-оптические разъемы из стекла и керамики.

5. «МонАлиТ» на АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха"

Предприятие ООО «РусАтлант», начиная с 2006 года проводит с АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха» совместные работы по разработке и внедрению новых инструментов «МонАлиТ».

Изучены конструкции лазерных гироскопов и основных деталей из ситалла (рис.6) типа корпус, диск, пластина, призма, подложка.

Проведён конструкторско-технологический анализ этих деталей.

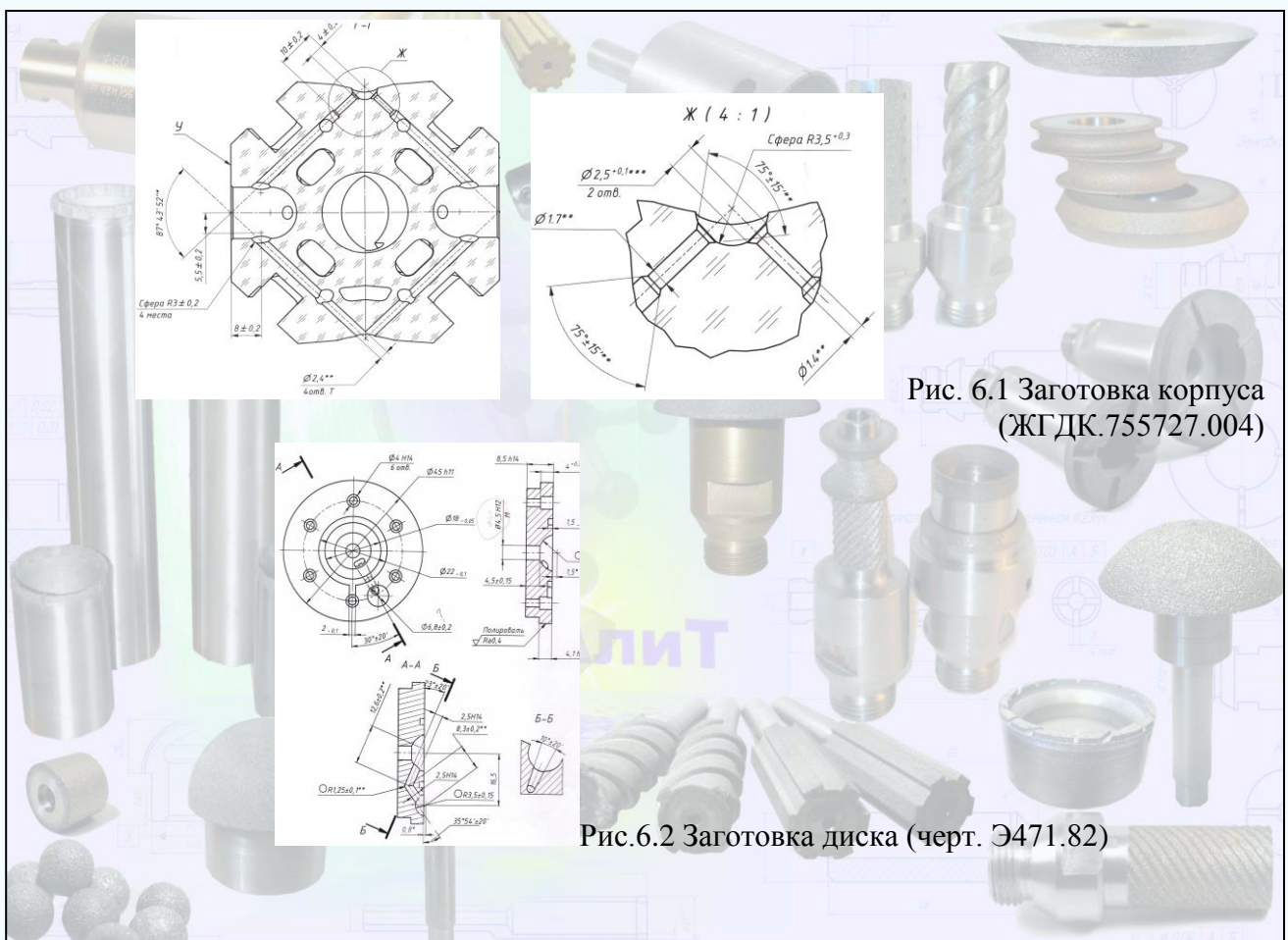


Рис. 6.1 Заготовка корпуса (ЖГДК.755727.004)

Рис.6.2 Заготовка диска (черт. Э471.82)

Рис.6. Конструкции ситалловых деталей

Разработан типовой ряд (рис.7) специальных инструментов для обработки деталей из ситалла: свёрл для глубоких отверстий малых диаметров, тонкостенных свёрл, конических наружных и внутренних зенковок, сферических торцевых фрез, плоских радиальных и торцевых планетарных фрез, чашек, отрезных и профильных кругов.



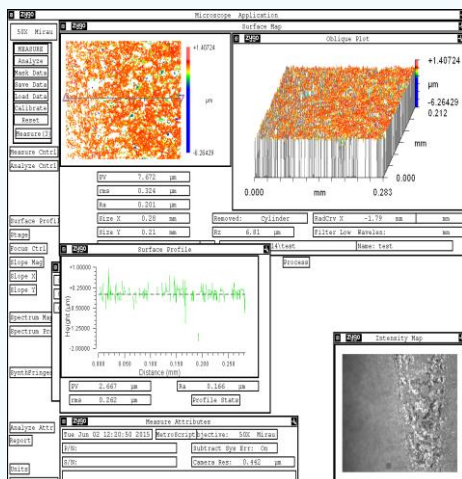
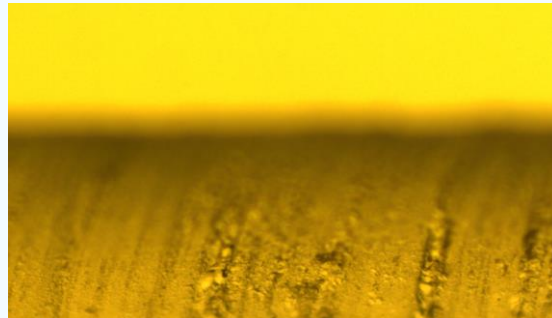
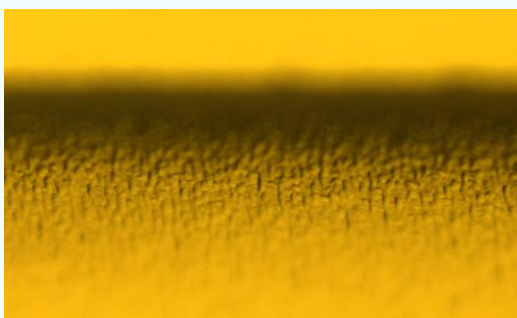
Рис.7. Типовой ряд алмазных инструментов для обработки деталей из ситалла.

Разработана методика и проведены сравнительные испытания работоспособности и износостойкости алмазного инструмента «МонАлиТ» и гальванических инструментов при обработке рабочих каналов (рис.8) корпусов лазерных датчиков.

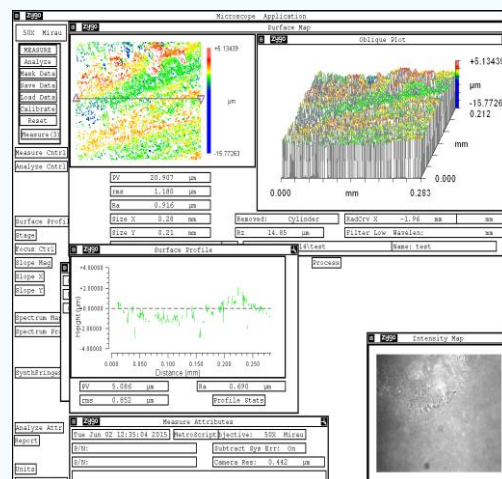


Рис.8. Сверление отверстий каналов кольцевым сверлом Ø2,4мм.

Исследованы нарушения поверхностного слоя (рис.9) рабочих каналов корпусов из ситалла лазерных датчиков, изготовленных алмазным инструментом «МонАлиТ» и гальваническим.



«МонАлиТ» 40x без травления



Гальваника 40x без травления

Рис. 9. Микрофотографии поверхности: параметры шероховатости и профилограммы поверхностей осевого сечения оптических контактов, обработанных «МонАлиТ» и гальваническими сверлами.

Установлено, что шероховатость поверхности главных отверстий в корпусе из ситалла, обработанных свёрлами «МонАлиТ», в среднем по показателям Ra и Rz в среднем два раза ниже, чем на образцах, обработанных гальваническими свёрлами.

Составлено заключение по работоспособности и точности лазерных датчиков ЭК-104 и К-5 по результатам их изготовления и сравнительных испытаний.

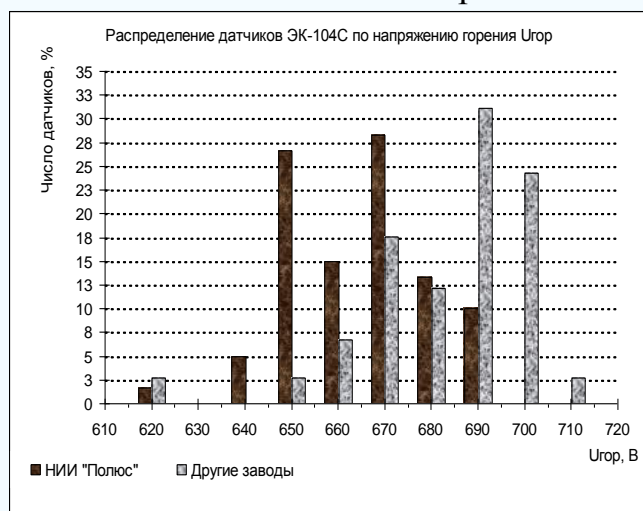


Рис.10. Гистограмма распределения датчиков по напряжению горения

Большая часть датчиков (83%) изготовленных в НИИ "Полюс" с применением инструмента «МонАлиТ» укладываются в диапазоне от 650 до 680 В, а большая часть датчиков 81% изготовленные на других заводах в диапазоне от 670 до 700 В.

6. «МонАлиТ» на предприятиях холдинга «Швабе»

В настоящее время инструменты «МонАлиТ» поставляются на многие заводы холдинга Швабе, в частности на АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха» г. Москва, ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла», г.Лыткарино, ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», г.Красногорск, ОАО «Вологодский оптико-механический завод», г.Вологда, ОАО «Тамбовский завод «Электроприбор»».

Наиболее успешно комплексно внедрены новые инструменты «МонАлиТ» из алмазов при обработке деталей из неметаллических материалов на Раменском приборостроительном заводе (рис.11 и рис.12).

Для обработки деталей из ситалла лазерных гироскопов типа корпус, моноблок, пластина, призма, подложка разработан комплект в составе 60 специальных алмазных инструментов специальных алмазных инструментов. Применение нового инструмента «МонАлиТ» по сравнению с гальваническим инструментом в среднем обеспечило повышение стойкости в 8-20 раз, производительности обработки в 2-3 раза, при высоком качестве выпускаемых изделий.

Заводы холдинга Швабе, использующие инструмент:

АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха"	с 2001 г.
РПЗ (г.Раменское)	с 2008 г.
ЛЗОС (г. Лыткарино)	с 2008 г.

«Красногорский завод им. С.А.Зверева»	с 2010 г.
«Вологодский оптико-механический завод»	с 2010 г.
Тамбовский завод «Электроприбор»	с 2011 г.
ОАО «Серпуховский завод «Металлист»	с 2015 г.



Рис.11. Алмазное сверление отверстий в корпусе из ситалла.



Рис.12. Участок обрабатывающих центров фирмы Haas.

В направлении лазерно-оптического приборостроения активно функционируют 20 предприятий во главе с холдингом «Швабе», производящих датчики лазерных гироскопов. По статистической оценке, каждое предприятие должно применять инструмент «МонАлиТ» на сумму 2,0 млн. руб. в год. Общий объем направления - 40 млн/год.

7. Примеры применения инструмента «МонАлиТ»

Одним из важнейших элементов современных скоростных ракет, управляемых методом радиолокационного наведения на цель, является головной радиопрозрачный антенный обтекатель из кварцевой керамики, имеющий форму сложно-профильной оболочки вращения двойной кривизны.

Пеленгационные ошибки антенны-обтекателя обусловлены влиянием точности формы, разнотолщинности стенок, стабильности номинальных размеров, качества поверхности обтекателя. При механической обработке обтекателя на ФГУП «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология», возникал ряд проблем:

- быстрый износ алмазных кругов и, особенно, «головных» алмазных головок с радиусом сферы R 4,5 мм;
- низкая производительность шлифования;
- появление магистральных трещин на поверхности оболочки;

- неравномерность сил резания в процессе обработки, что являлось причиной разрушения заготовки при механической обработке.

Основной причиной являлась низкая износостойкость и кромкостойкость алмазных кругов и головок.

Для решения этих проблем коллективом ООО «РусАтлант» разработаны специальные алмазные круги и головки (рис.13), освоено их серийное производство. Проведены совместные исследования по определению максимально-допустимых сил резания с учётом режимов шлифования для разных зон работы инструмента при шлифовании керамических сложно профильных оболочек двойной кривизны без разрушения.



Рис. 13. Алмазные головки для внутреннего шлифования обтекателей ракет.

Разработан научно-обоснованный процесс изготовления кварцевокерамических обтекателей с применением алмазного шлифования без разрушения и образования микротрещин. Повышена производительность обработки в 5,5 раза.

Уникальный инструмент «МонАлиТ» нашёл применение в медицине для шлифования и доводки основных элементов искусственных клапанов сердца из нанопластика (углеситалла). На предприятии ЗАО НПП «МедИнж» г. Пенза применяются новые специальные алмазные прецизионные инструменты (рис.14) «МонАлиТ», разработанные и изготавливаемые ООО «РусАтлант».



Рис. 14. Алмазные прецизионные инструменты для обработки клапанов сердца.

Применение нового инструмента «МонАлиТ» по сравнению с ранее применявшимся инструментом в среднем обеспечило повышение стойкости в 14 раз, производительности обработки в 3-4 раза, при высоком качестве выпускаемых изделий и обеспечило высокую надёжность работы клапана сердца.

На ООО «Александр» г.Рязань при обработке деталей из стекла, кварца, лейкосапфира на станках мод. «Macro-100 CNC», фирмы «Opto Tech» применяются (рис.15) специальные фрезы: от $\varnothing 20$ до $\varnothing 71$; специальные подковообразные свёрла; специальные свёрла с планетарно расположенным отверстием; свёрла-вставки: $\varnothing 1,42$; зенковки и др.

Разработка новой конструкции и характеристик кольцевых алмазных фрез «МонАлиТ» на переходах грубого и тонкого шлифования линз позволила высокопроизводительно проводить их обработку без видимого износа режущих кромок фрез. Внедрение нового инструмента «МонАлиТ» по сравнению с ранее применявшимся инструментом в среднем обеспечило повышение стойкости в 10 раз, производительности обработки в 2.5 раза, при высоком качестве выпускаемых изделий.



Рис. 15. Алмазные фрезы «МонАлиТ» для станка мод. «Macro-100 CNC», фирмы «Opto Tech»

ОАО «Гжельский завод «Электроизолятор» изготавливает для нефтегазового машиностроения пары трения для перекачивания агрессивных абразиво-содержащих сред; осевые и радиальные опоры для погруженных центробежных насосов и др. Материал обладает высокой механической прочностью и микротвёрдостью 2300-2500 кгс/мм и плохо обрабатываются алмазными кругами на известных металлических связках. Проблемы технологии были решены с применением инструмента «МонАлиТ» (рис.16) на девяти операциях. Разработаны и внедрены специальные алмазные головки разных диаметров; круги цилиндрические формы $\varnothing 16 \div 70$ мм; круги «МонАлиТ» для обработки сквозных прямоугольных пазов.



Рис. 16. Алмазный инструмент «МонАлиТ» для обработки деталей нефтяного машиностроения из РКК (SiSiC).

Для операции двухстороннего плоского шлифования торцов колец применяются притиры, оснащенные таблетками «МонАлиТ» размером $\varnothing 10 \times 10$ мм, при числе оборотов притира $n = 150$ об/мин. Ресурс работы притиров увеличился в три раза. Обработка глухих отверстий и радиальных пазов $\varnothing 6$ мм на вертикально-сверлильном станке мод. НС1263 стала возможной с разработкой специальной, уникальной фрезы «МонАлиТ» с шестью пазами и отверстием на торце. Разработаны и внедрены конические зенковки МЗК50/20 и МЗК70/35 и полусферическая головка с радиусом 25 мм, позволившие заменить обработку фасок вручную на машинную. Применение инструмента «МонАлиТ» позволяет расширить выпуск импортозамещающей продукции.

Массовым потребителем алмазного инструмента «МонАлиТ» является стекольная промышленность.

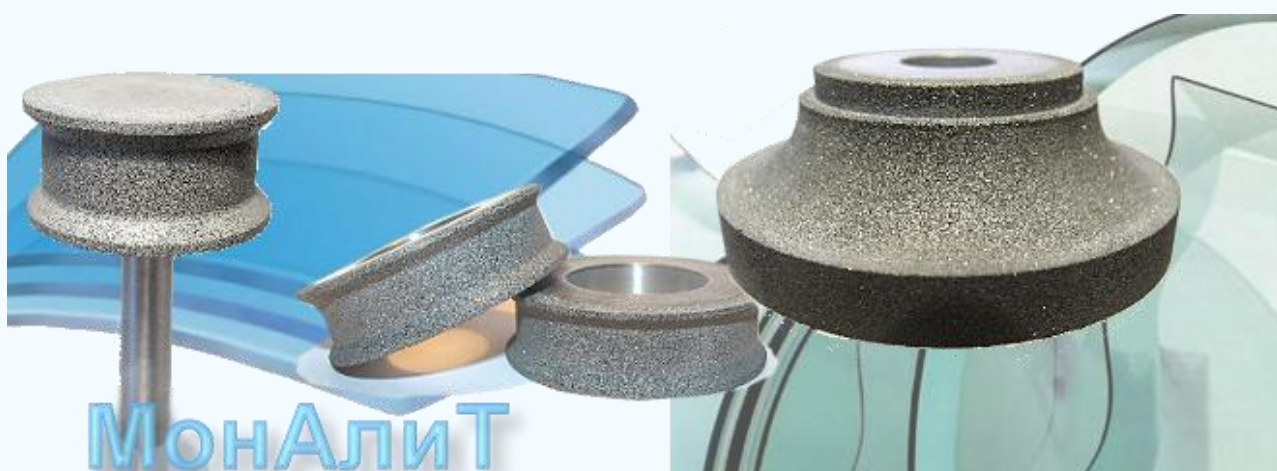


Рис. 17. Алмазные инструменты для обработки стекла.

Созданы оригинальные конструкции (рис.17) специального алмазного инструмента «МонАлиТ» для обработки стекла:

- алмазные фрезы с винтовыми режущими элементами для чистовой обработки;
- тонкостенные кольцевые сверла диаметром от 3 до 70 мм с шириной режущей кромки 0,6–1,2 мм, обеспечивающие повышение производительности в 1,5 раза;
- профильные круги и головки для станков с ЧПУ, обеспечивающие высокое качество обработки стекла

8. Годовые объёмы производства

В направлении лазерно-оптического приборостроения активно функционируют 20 предприятий во главе с холдингом «Швабе», производящих датчики лазерных гироскопов. По статистической оценке, каждое предприятие должно применять инструмент «МонАлиТ» на сумму 2,0 млн. руб. в год. Общий объём направления 40 млн/год. Подобные расчёты были сделаны по другим значимым направлениям.

1. Лазерно-оптическое приборостроение – 40 млн/год.

2. Медицина: стоматология и искусственные клапаны сердца - 20 млн/год.
3. Машиностроение – на металлообрабатывающих предприятиях – 40 млн/год.
4. Стекольные заводы - 20 млн/год.
5. Строительный рынок - 30 млн. /год.
6. Авиационно-космическая и ракетная техника – 25 млн. /год.
7. Нефтегазовое машиностроение - 10 млн. /год.
8. Ювелирная обработка и косметология - 10 млн. /год.

Таким образом годовые объёмы производства алмазного инструмента «МонАлиТ» только по выборочным направлениям могут составить не менее 180 - 200 млн/год.



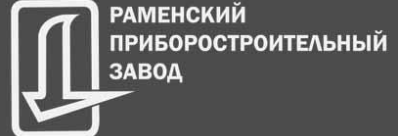




Стало бесспорным, что алмазные инструменты «МонАлиТ» на металлической связке могут быть эффективно применены там, где алмазно-абразивные инструменты, изготавливаемые гальваническим закреплением алмазных зёрен и методом порошковой металлургии, не решают поставленных задач.

В связи с этим алмазный инструмент «МонАлиТ» найдёт монопольное применение при производстве лазерных гироскопов, искусственных клапанов сердца, подложек микросхем, обтекателей ракет, стеклофурнитуры, агрегатов нефтегазового машиностроения, плитки из керамогранита, правящих роликов, резьбошлифовальных головок и многого другого. Это важное обстоятельство должно обеспечить надёжный сбыт продукции центра разработки и изготовления алмазного инструмента «МонАлиТ».

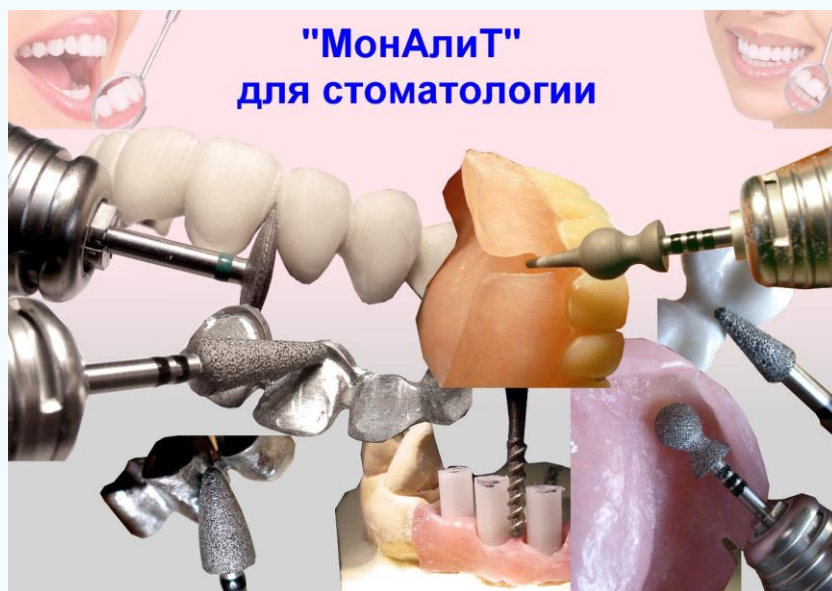


Рис. 18. Производство алмазных инструментов нового поколения



Предприятие	Результат от внедрения алмазного инструмента «МонАлиТ»	Акт, письмо
 <p>ОАО «ММП им. В. В. Чернышева»</p>	<p>Стойкость шлифовальных головок «МонАлиТ» по сравнению с головками, изготовленными в Томилино выше в 17 раз, а по сравнению с головками фирмы «PFERD» выше в 10,2 раза. Применение головок «МонАлиТ» позволяет снизить затраты на инструмент в 6,2 раза, а взамен головок «PFERD» в 33,5 раза.</p> <p>Снижение трудоёмкости слесарной обработки в 6 раз Снижение затрат на инструмент в 4 раза Снижение шума и вибраций</p> <p>Испытания шлифовальных головок показали: снижение трудоёмкости в 1,8 раза; многократное снижение затрат на инструмент</p> <p>Правящий ролик фирмы «РусАтлант» показал по сравнению с аналогичным роликом фирмы «DIAMETAL» в 2 раза более высокую скорость правки, высочайшую стойкость формы и размеров, высокую точность правки круга</p>	<p>№ЛР-023-08 от 28.10.08</p> <p>№ЛР-004-09 от 16.03.09</p> <p>№ЛР-003-02 от 27.02.09</p> <p>№036-001-10 19.05.2010</p>
 <p>ФГУП ММП «Салют»</p>	<p>Испытания алмазных шлифовальных головок МГАкз ф1,6; ф6,3; ф10,0 на слесарном участке показали: износостойкость по сравнению с имеющимся инструментом (фирма «МАЗ») превышает в 45 раз, чистота обработки достигает 0,63, при минимальном износе инструмента</p> <p>Ролик правящий «МонАлиТ» показал стойкость выше в 2 раза ролика фирмы «Dr. KAISER»</p>	<p>№ 722 22.07.2010</p> <p>№ 09.65.218 От 19.05.11</p>
 <p>РАМЕНСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД</p>	<p>По сравнению с гальваническим инструментом: повышение стойкости в 8 раз; производительности в 2 раза</p>	<p>Акт от 13.03.12</p>
 <p>МедИнж НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ г. Пенза</p>	<p>Стойкость инструмента в 20 раз выше, производительность в 6-7 раз по сравнению с ранее применявшимся</p>	<p>Акт внедрения от 15.04.13</p>
 <p>МПО им. И. РУМЯНЦЕВА ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО</p>	<p>Испытания шлифовальных головок показали, что по сравнению с головкой-конкурентом (фирма «Diametal») стойкость головки «МонАлиТ» на порядок выше</p>	<p>Письмо от 21 мая 2012</p>
 <p>РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ ЭНЕРГИЯ ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА г. Королев</p>	<p>Головки для координатной шлифовки по сравнению с ранее используемыми показали стойкость геометрической формы выше в 50 раз, а ресурс – минимум в 100 раз</p>	<p>Письмо от 07.09.2008</p>
 <p>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина (г. Обнинск)</p>	<p>Применение алмазных кругов Ø32 мм формы 1А1, сферических головок R4,5 мм, специальные торцевые круги Ø 16 мм достигнуто увеличение производительности обработки по сравнению с традиционными инструментами в 1,5...4,0 раза, при одновременном улучшении качества обрабатываемых поверхностей</p>	<p>Письмо от 21.11.2010</p>

10. «МонАлиТ» в других областях промышленности, строительства, камнеобработки в том числе художественной и медицины



**Россия, г. Москва,
ул. Клары Цеткин,
д.33, к.29, оф.310
телефон: (+7) 499 745 09 12
факс: (+7) 499 745 09 11
www.monalit.ru
www.rusatlant.com
e-mail: rusatlant@inbox.ru**



Производство:
**Россия, Тверская обл.,
Конаковский р-он., с. Селихово, ул. Новая, 24
телефон /факс: (+7) 48242 61110
e-mail: kmonalit@rambler.ru**