

## РАЗВИТИЕ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ЭЛАСТИЧНОЙ ОСНОВЕ

**А.С. Кириенко, П.Н. Рогов**

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

*Представлен краткий обзор последних достижений абразивной промышленности, а также создания новых видов и типов инструментов. Обсуждается роль и развитие инновационных технологий процессов шлифования и правки, приведен ряд примеров высокоэкономичной инженерной практики лидеров производства данного инструмента в области упомянутых технологий.*

Шлифование – одна из старейших операций обработки в истории человечества. Уже в каменном веке люди использовали шлифовальные абразивные материалы – шлифовали камень для создания оружия и инструментов. В то время шлифовальным абразивным материалом служила каменная пыль, которую растирали палкой или отрезком кожи на поверхности обрабатываемого предмета. В более поздние времена на камнях из песчаника затачивали стальные лезвия. Такие шлифовальные абразивные инструменты как алмаз и наждак превращали алмазы в бриллианты. С развитием промышленности, особенно в конце XIX века, очень сильно выросла потребность в шлифовальных абразивных материалах. Каменщики Англии, Франции, Швеции и Америки быстро обогащались, ведь в этих странах были найдены наиболее удачные по структуре шлифовальные точильные камни, которые продавались во всем мире. Рост спроса быстро поднял цены на природные абразивы: искусственных еще не изобрели. Высокие цены стимулировали поиск заменителей. В этом деле успех постиг американского изобретателя Ачесона, который в 1890 году, расплавив в дуговой электропечи смесь кварцевого песка, каменного угля и каменной соли, получил кристаллы карбида кремния – в то время второго после алмазов по твердости вещества. С того времени, фактически, стали развиваться современные шлифовальные абразивные инструменты (рис.).

Сейчас абразивная обработка стремительно завоевывает все новые и новые позиции: она уже не просто способ «доведения деталей», получения определенной шероховатости поверхности, а серьезный конкурент операций, выполняемых на металлорежущих станках. На многих предприятиях заготовки из литейного цеха не идут на станки для точения, строгания и фрезерования, а подвергаются лишь абразивной обработке.



Рис. Примеры эластичного шлифовального инструмента

Существует несколько методов нанесения абразивного покрытия: традиционный механический метод [2], электростатический метод [3], способ строго ориентированного электростатического формообразования рабочей поверхности гибкого абразивного инструмента [3], Нанесение абразивного порошка с помощью технологий 3D – печати. В настоящее время данный способ не используется в производстве данного инструмента, но находится в стадии разработки. Целью всех разработок в области шлифовальных инструментов является интенсификация процесса резания.

Основываясь на данных, полученных в результате анализа литературы, представим перечень инновационных методов, направленных на достижение высокой производительности и точности шлифования.

1. Скоростное и сверхскоростное шлифование [4].
2. Применение систем контроля скорости вращения шпинделя шлифовального станка [4].
3. Использование воздушных и гидростатических шпинделей шлифовальных станков [5]. Высокоточная установка прецизионных станков, исключающая их вибрацию, и применение высокопрочных материалов для фундамента станков [4].
4. Применение специальных конструкций сопел для подачи охлаждающей жидкости. В настоящее время широко используются сопла Coherent Jet Nozzles [6] с лазерной системой управления и подачей охлаждения, а также комбинации нескольких сопел, называемых “игольчатыми” или “многоточечными” [5].
5. Применение рефрактометров и рН-контрольных систем для мониторинга смазочно-охлаждающей жидкости в процессе обработки [4].
6. Использование в охлаждающей системе фильтров.
7. 100%-ная автоматическая динамическая балансировка шлифовального инструмента [6].
8. Применение новых методов правки и шлифования, в частности, обеспечивающего наноточность ELID – метода, ультразвукового и лазерного шлифования (SLC) [5].
9. Применение шлифовального инструмента, оснащенного температурными и иными сенсорами, контролирующими процесс шлифования [5].

10. Применение различных основ (на бумажной либо на тканевой основе) для нанесения абразивного порошка.

11. Использование технологии 3D-печати в производстве шлифовального инструмента.

К 1995 г. средняя скорость шлифования эластичными лентами на предприятиях США составляла 120 м/с, а к 2000 г. уже 160 м/с. В настоящее время сообщается о создании и внедрении в производство станков, обрабатывающих высокопрочный чугун со скоростью 200 м/с. Эксперименты со скоростью шлифования до 500 м/с проводились с 1991 г. [7], однако применение столь высоких скоростей в действующем производстве сдерживается требованиями безопасности.

В связи с этим возникают вопросы обеспечения прочности шлифовального инструмента. В работах [4] представлены новые расчетные методы оценки прочности высокоскоростных инструментов. Не останавливаясь подробно на различных конструкциях высокоскоростных шлифовальных инструментов [5], отметим, что очень серьезно стоит вопрос выбора основы для нанесения абразивного порошка. В настоящее время компания *Erwin Junker Maschinenfabrik* проводят исследования по данной разработке. Для достижения наноточности обработки *Rollomatic* предлагает использовать выпускаемые компанией специальные ленточные круги *Fluss Line*. Эта линия кругов имеет инновационные физико-механические свойства. К примеру, корпус круга состоит частично из алюминия, а частично из каучука. Каучуковая подложка, расположенная под алмазоносным слоем, гасит микровибрации, отслеживает изгиб и микроповорот заготовки в процессе обработки [7].

В заключение хотелось бы отметить, что данный доклад не претендует на всеобщий охват современных инструментов и технологий шлифования, и тем, кто интересуется процессами абразивной обработки, рекомендуем посетить сайты *Abrasives Mall* и *ASME*, где дана обширная информация обо всех аспектах процессов шлифования.

### Литература

1. Завистовский, С.Э. Конструкторско-технологическое обеспечение качества отделочно-абразивной обработки сложно-профильных изделий / С.Э. Завистовский // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: материалы междунар. науч.-техн. конф. "Упрочнение, восстановление и ремонт на рубеже веков". – Новополюцк, 2001. – С. 657 – 660.

2. Завистовский, С.Э. Технология изготовления специального ленточного абразивного инструмента / С.Э. Завистовский, А.С. Кириенко // Прогрессивные технологии, технологические процессы и оборудование: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Могилев, 2003. – С. 156 – 158.

3. Завистовский, С.Э. Особенности формообразования мелкодисперсных порошков абразивных материалов в электростатическом поле / С.Э. Завистовский [и др.] //

Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия: 6-я междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2004. – С. 308 – 309.

4. Левко, В.А. Интенсификация процессов абразивной обработки деталей: автореф. дис... канд. техн. наук / В.А. Левко. – Красноярск: САА, 1998. – 20 с.

5. Лубинин, М.А. разработка и внедрение технологии экструзионного шлифования труднодоступных поверхностей деталей: автореф. дис... канд. техн. наук / М.А. Лубинин. – М.: НИИТМ, 1987. – 18 с.

6. Суслов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

7. Сысоев, А.С. Абразивная обработка деталей / А.С. Сысоев, С.К. Сысоев, М.А. Лубин // Технология машиностроения. – 2002. – №4. – 28 – 32 с.

**УДК 621.9.04**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**

**А.С. Кириенко, П.Н. Рогов**

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

*Рассмотрены основные технологии 3D-печати и адаптация способа 3D-печати для создания эластичного шлифовального инструмента с ориентированными зёрнами периодического действия.*

«Трёхмерная печать» – звучит довольно необычно, но с точки зрения технологии сам процесс довольно прозаичен. Трёхмерный объект формируется слой за слоем, «строительным» материалом служат полимеры, которые накладываются друг на друга, образуя монолитную структуру. Переоценить значение 3D-печати практически невозможно! Ведь в наше время продукция, созданная посредством трёхмерной печати, задействована во всех сферах от стоматологии до инженерии. Что уж говорить о том, как помогают такие устройства изготовителям авторских украшений? В домашних же условиях родители смогут обеспечить ребенку владение уникальными игрушками, второго экземпляра которых не найдется на всей планете [1].

В процессе создания трёхмерного объекта может быть использовано несколько видов технологий. Самыми известными видами считаются такие методы, как лазерная стереолитография, лазерное спекание, наплавление, электронно-лучевая плавка и ламинирование. Однако разработки в этой области не останавливаются. Есть вероятность, что в ближайшем будущем технологии, которые используются сейчас, будут заменены на более усовершенствованные. О главном назначении всех технологий 3D-печати недвусмысленно говорит их часто употребляемое общее название – быстрое