

3. Деклараційний патент № 59207, Україна, кл. F 04 F 5/24. Спосіб стиснення парорідинного середовища і пароструминна компресорна установка для його здійснення. Опубл. 2002.
4. Марченко В.Н., Жиленко Н.А. Струйная термокомпрессорная установка: назначение, принцип действия, термодинамическая модель и результаты расчетных исследований рабочего процесса // Вісник Сумського державного університету, 2004, №13(72), с. 50 – 60.
5. Дейч М. Е., Филиппов Г. А. Газодинамика двухфазных сред. – М.: Энергоиздат, 1981. – 472 с.
6. Фисенко В. В. Критические двухфазные потоки. – М.: Атомиздат, 1978. – 160 с.
7. Истечение теплоносителя при потере герметичности реакторного контура / В. В. Арсентьев, Ю. А. Калайда, В. В. Фисенко, Б. М. Цизин – М.: Атомиздат, 1977. – 123 с.
8. Лабунцов Д. А., Авдеев А. А. Обобщение опытных данных по критическому истечению вскипающих жидкостей. – Теплоэнергетика, 1978, № 9, с. 71 – 75.
9. Мамедов И. С. Определение пропускной способности сопла при истечении воды, частично меняющей агрегатное состояние // Водоснабжение и санитарная техника, 1970, № 2, с. 32 – 36.
10. Соколов Е. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
11. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1969. – 824 с.
12. Марченко В.Н., Жиленко Н.А. Струйная термокомпрессорная установка: назначение, принцип действия, термодинамическая модель и результаты расчетных исследований рабочего процесса.// Вісник Сумського державного університету, 2004, №13(72), с. 50 – 60.
13. Зысин В. А., Китанин Э. Л. Гидравлика парожидкостных потоков: Учебное пособие. – Л.: ЛПИ, 1973. – 76 с.
14. Вскипающие адиабатные потоки / В. А. Зысин, Г. А. Баранов, Б. А. Барилевич, Т. Н. Парфенова. – М.: Атомиздат, 1976. – 152 с.
15. Марченко В.Н., Жиленко Н.А. О закономерностях критического истечения вскипающей воды через цилиндрические каналы // Вісник Сумського державного університету, 2006, №5(89), с. 53 – 60.
16. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справочное пособие.– М.: Энергоатомиздат, 1990.– 367 с.
17. Вайсман М.Д. и Поляков К.С. К вопросу об адиабатическом истечении испаряющейся жидкости // Инженерно-физический журнал, 1964, № 8

УДК 621.923.6

**В.И.Лавриненко, д-р.техн.наук, О.О.Пасичный, канд.техн.наук,
Б.В.Сытник., вед.инж.
ИСМ НАН Украины, г. Киев**

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СПЕЧЕННОГО КОМПОЗИТА С УПОРЯДОЧЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

У статті розглянуті питання доцільності вивчення структурної орієнтації робочого шару шліфувального інструменту з НТМ. Розглянуто особливості шліфувального композита з упорядкованим розташуванням зерен алмазу і виявлені характерні для процесу обробки таким композитів закономірності.

The problem on importance of the count of structural orientation in a working layer of abrasive wheels from SHM surveyed. Technological aspects with reference to requirements of a molding and sintering of a working layer of circles are shown at which it is possible to implement requirements of change of structural orientation of such layer. Features of a grinding composite with diamond around surveyed.

Для современного инструментального производства характерно постоянное обновление технологического процесса изготовления инструмента с целью повышения его конкурентоспособности. В настоящее время доля использования инструмента из

сверхтвердых материалов (СТМ) непрерывно повышается. При этом реализация, временами уникальных, свойств СТМ в инструменте, определение области и способа их эффективного использования во многом зависит от технологии изготовления инструмента. Ориентация на традиционные, даже высокоэффективные, решения, которые с самого начала не учитывают всех нюансов использования СТМ, способны нивелировать преимущества использования последних, а иногда и создать видимость нерациональности их применения в отдельных случаях.

Одним из наиболее востребованных видов инструмента на основе СТМ являются алмазно-абразивные инструменты. Так, в машиностроении на нее приходится четверть всех операций, а во многих отраслях, таких как, подшипниковое, инструментальное и оптическое производство — более 50%. При этом в настоящее время характерно существенным возрастанием требований, как к показателям процесса шлифования, так и к характеристикам шлифовального инструмента. И определяющим этого являются основные концепции построения современного обрабатывающего оборудования, которое становится все более универсальным, это:

- принцип комплексности, а именно многошпиндельные многокоординатные станки, с несколькими инструментами на каждом шпинделе;

- принцип развития *CNC*-систем, в том числе с использованием параллельной кинематики.

В обоих случаях суть обработки смещается к формированию поверхности детали, в лучшем случае, сопряженными и весьма короткими дугами контакта поверхности детали и инструмента, а во многих случаях и к точечной обработке. Поэтому к инструменту, помимо возможности высокопроизводительной обработки, чрезвычайно высокие требования предъявляются к точности положения режущего профиля и размерной стойкости. При этом, в силу специфики формирования обработанной поверхности, условия резания на различных участках режущего профиля отличаются в десятки раз, и их распределение вдоль профиля изменяется непрерывно. Отсюда и высочайшие требования к размерной стойкости, и невозможность применения традиционных способов ее обеспечения.

Поэтому если проанализировать структуру инструмента, применяющегося на современном оборудовании, то можно увидеть, что доля шлифовального инструмента чрезвычайно мала, по сравнению с обработкой на традиционном оборудовании. Везде, где возможно, шлифование заменяют микроточением и микрофрезированием. В тоже время целый ряд материалов, например керамика, высоколегированные закаленные стали, другие материалы, иначе как шлифованием обработать нельзя.

В следствие выше изложенного в последнее время наблюдается повышенный интерес к исследованию структуры абразивного инструмента: расположения, ориентации, распределения и формирование режущего рельефа абразивными зёрнами. Из литературы известно, что основные преимущества и недостатки шлифования связаны со спецификой шлифовального инструмента — большим количеством абразивных частиц, которые равномерно распределены в рабочем слое [1]. Это одновременно определяет и высокое качество обработки, и, сравнительно, низкие производительность и стойкость инструмента.

Расположение зерен СТМ в спеченном рабочем слое является случайным, а их выступание неравномерным. Если рассматривать положение зерен по высоте, то наиболее выступающие зерна из-за высоких нагрузок либо ломаются, либо вырываются из связки, при этом они не только не принимают участия в процессе резания, но зачастую и портят обрабатываемую поверхность, оставляя на ней глубокие царапины и сколы. Из-за этого приходится уменьшать зернистость используемых абразивов, что в общем случае, уменьшает производительность. Зерна, выступающие из связки меньше определенной высоты, также не способствуют повышению эффективности процесса шлифования — из-за очень незначительной толщины срезаемого слоя они интенсивно изнашиваются по задней поверхности и быстро затупляются, участвуя, таким образом, не столько в процессе резания-царапания, сколько в процессе трения с обрабатываемой поверхностью, дополнительно повышая интенсивность тепловыделения в зоне обработки. В определенных случаях, для повышения степени самозатачивающихся таких зерен выбирают абразивы с меньшими прочностными характеристиками, что в общем случае, увеличивает удельный расход инструмента. Аналогичная ситуация и с точностью положения режущего профиля. Если для прецизионных фрез и резцов положения режущей кромки задается с точностью до 20 мкм, то для традиционного абразивного инструмента измерить с точностью 200 мкм положение режущего профиля — задача не тривиальная.

Известные пути повышения этих характеристик для шлифовального инструмента в данном случае не позволяют достичь требуемого уровня. Таким образом, эволюция обрабатывающего оборудования требует разработки и использования принципиально нового шлифовального инструмента. Таким инструментом нового поколения является инструмент с упорядоченной структурой, что позволяет достичь необходимых физико-механических и функциональных показателей конкретных зон рабочего слоя шлифовального инструмента и таким образом обеспечить указанные выше требования.

Анализ литературы и данных Интернет показывает, что на рынке алмазного инструмента начинают появляться алмазные круги нового поколения. Такие круги кардинально изменяют процесс резания. Более того, сам инструмент перестает быть шлифовальным в классическом определении - как инструмент с множеством режущих зерен произвольно расположенных в цементирующей связке. В настоящее время на рынке такой инструмент еще только начинает появляться. Однако производители такого инструмента заявляют, что доля нового инструмента уже в ближайшее будущее составит более 10%. Фактически мы стоим на пороге такого изменения в структуре шлифовального инструмента, которое в свое время произошло в резальном инструменте в связи с распространением сменных режущих пластинок.

В последнее время появился целый ряд работ ведущих специалистов и организаций [2, 3] посвященный разработке многорядных шлифовальных инструментов со спеченным рабочим слоем и упорядоченным расположением зерен СТМ (рис. 1.).

Учитывая, что такие инструменты кардинально меняют процесс резания (рис. 2) важными и актуальными являются работы направленные на его изучение и

организацию производства инструмента на основе спеченного композита с упорядоченной структурой.

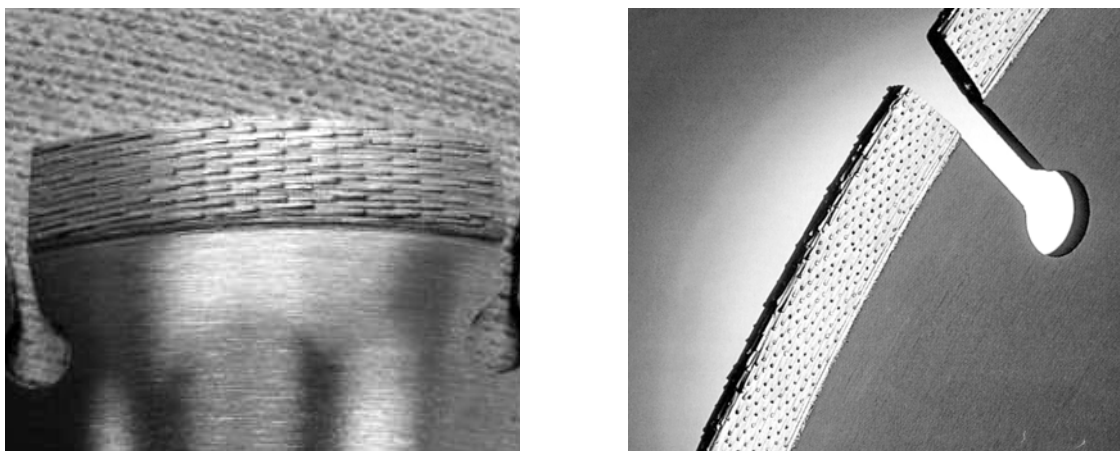


Рис. 1. Инструмент с упорядоченным размещением алмазных зерен

Нашим институтом уже проводятся исследования в этом направлении. Исследования этой тематики являются комплексной работой, выполнение ее требует решения ряда вопросов и задач:

- Разработка вопросов теории шлифования кругами с упорядоченными и ориентированными зернами;
- Установление как показателей непосредственно процесса обработки, так и показателей формирования самого рабочего слоя;
- Разработка спеченных многослойных композитов с упорядоченным расположением алмазных зерен;
- Определение характеристик упорядоченного алмазоносного слоя;
- Разработка гаммы инструментом с упорядоченными и ориентированными зернами.

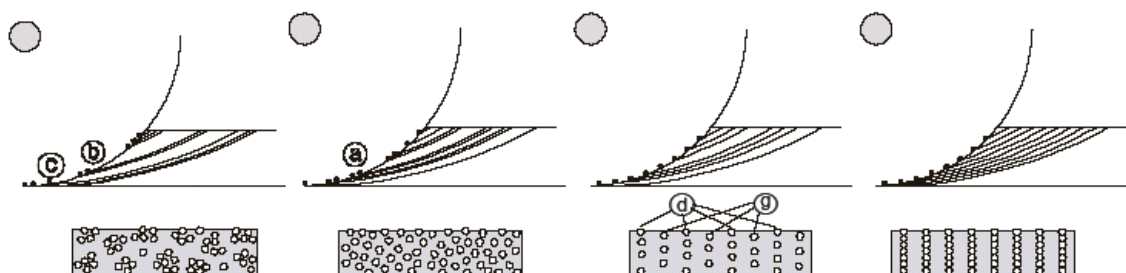


Рис. 2. Изменение условий микрорезания отдельными зернами, в зависимости от упорядоченности их расположения

В настоящее время проведено ряд работ [4, 5, 6] в результате которых была установлена ярко выраженная зависимость формируемого на поверхности стального образца профиля поверхности от величины износа композита с упорядоченным размещением алмазных зерен. Это поставило ряд вопросов о работе многослойных

абразивных композитов с упорядоченным размещением алмазных зерен, особенно в условиях обработки таким композитом при смене слоев.

Для выявления и исследования характерных закономерностей при обработке шлифовальным композитом с упорядоченными алмазными зёрнами в условиях смены слоев были изготовлены образцы многослойных металлических композитов с упорядоченным расположением алмазов, как по рабочей поверхности, так и толщине слоя.

Исследуемый композит спекался из предварительно холодно-брикетированных «таблеток» толщиной 0,5 мм с внедренными с определенным шагом зёрнами алмазов. Поскольку важным является не только положение зёрен в связке, но и их ориентация, использовались отсортированные адгезионно-магнитным способом алмазы, с ярко выраженной эллиптической формой.

Шлифы образцов полученного композита были исследованы на растровом электронном микроскопе DC-34 «Тесла» с системой анализа изображений и энергодисперсионным анализатором рентгеновского спектра. При этом было установлено, что в процессе спекания, не смотря на высокие температуры и значительное изменение объема композита, изменение положения зёрен составило менее 60 мкм (15% размера зёрна), а слои композита сохранили состав соответствующих исходным с незначительной по глубине диффузией в смежных зонах.

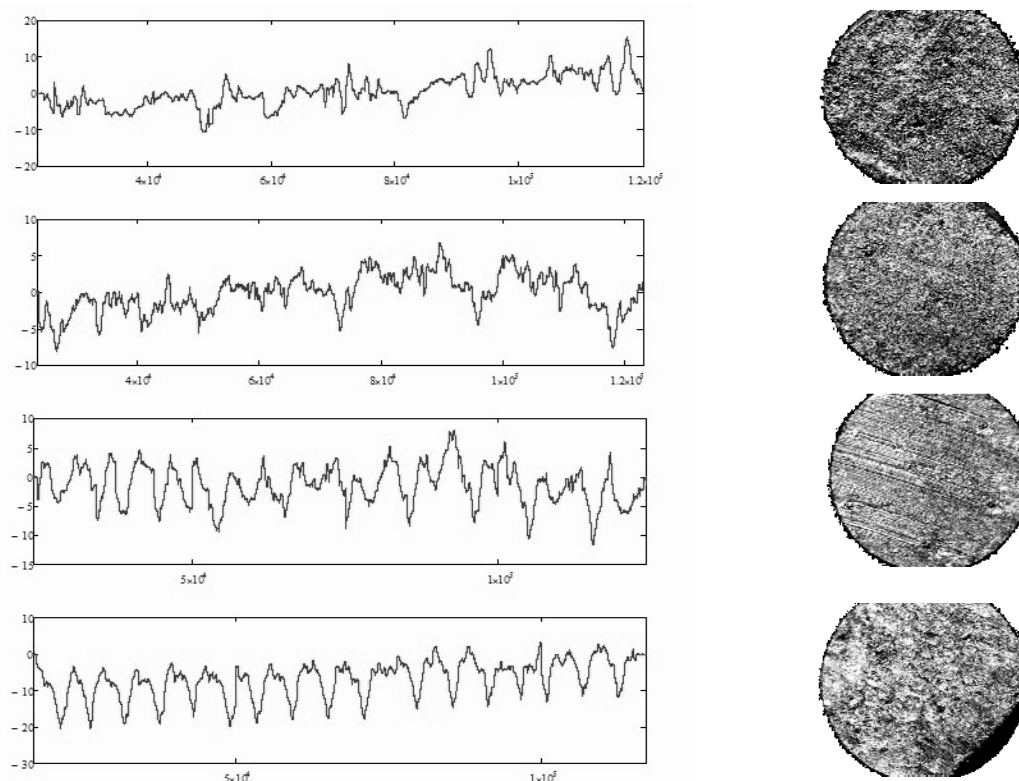


Рис. 3. Профилограммы поверхности образцов в зависимости от износа инструментального композита с упорядоченным расположением зёрен алмазов

Для исследования особенностей шлифования полученным композитом 4 образца этого композита были припаяны к торцу металлического корпуса круга 12A2-

45° 150x20x2x32. Также там были размещены два абразивных композита со значительно более высокой концентрацией алмазов, выполненных по традиционной технологии – с равномерным размещением алмазных зерен в материале композита. Полученным инструментом на электроэрозионном станке шлифовался образец из стали.

Выбор материала образца и введение дополнительной энергии в зону обработки (электроискровое шлифование) обусловлены малым количеством алмазных зерен в композите и целью эксперимента — исследовать закономерность формирования обработанной поверхности детали непосредственно режущим профилем, образованным упорядоченными алмазными зернами.

Периодически, по мере изнашивания инструмента, поверхность стального образца исследовалась на профилографе «Taylor-Hobson / Surtronic 3».

В результате проведенных исследований было установлено, что производительность обработки комбинированным инструментом, по сравнению с обработкой только упорядоченным композитом повысилась примерно в 1,5 раза, а микропрофиль формируемый на поверхности детали преимущественно определяется величиной износа композита с упорядоченным размещением алмазных зерен, как и в случае обработки только упорядоченным композитом (рис. 3).

Таким образом, было экспериментально установлено, что при обработке комбинированным инструментом, не смотря на меньшее количество алмазных зерен размещенных упорядоченно, микропрофиль поверхности обрабатываемой детали, а значит, и условия шлифования определяется именно этими алмазами. Указанная закономерность должна учитываться при разработке инструмента на основе многослойного спеченного композита с упорядоченным расположением алмазных зерен и выборе как закономерности распределения зерен в алмазосодержащем слое инструмента так и взаимного расположения этих слоев.

Список литературы

1. Маслов Е. Н., Постникова Н. В., Основные направления в развитии теории резания абразивным, алмазным и эльборовым инструментом., М., «Машиностроение», 1975. 48 с. с ил.
2. Study for cutting performance in arrayed diamond saw blade / S.P.Pyun ,H.W.Lee Lee, J.H.Park // 1st International Industrial Diamond Conference 20-21 October 2005 Barcelona Spain
3. G. Weber and C. Weiss. DIAMIX – A family of bonds based on DIABASE-V21// Industrial diamond review. –2005, № 6. – P. 27-28
4. Исследование возможностей формирования спеченного композита с упорядоченной структурой. Лавриненко В. И., Пасичный О. О., Сытник Б. В., Ткач В. Н., Ильницкая Г. Д., Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях, Материалы Шестой ежегодной конференции с международным участием, 20–24 февраля 2006 г., п. Славское — Киев: УИЦ "НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ", 2006 г., С. 420–422
5. К вопросу шлифования спеченным композитом с упорядоченными зернами алмаза. Лавриненко В. И., Пасичный О. О., Сытник Б. В., Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях: Материалы Седьмой ежегодной международной конференции, 12 –16 февраля 2007 г., п. Славское—Киев: УИЦ «НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ», 2007, 512 с.
6. К вопросу о формировании структурной ориентации в рабочем слое шлифовальных кругов из СТМ. Лавриненко, Ткач В.Н., Сытник Б.В., Пасичный О.О., Лещук И.В., Скрыбин В.А. Резание и инструмент в технологических системах. – 2007. – Вып. 73. – С. 147 – 153.