

Выполнение каждой из полос покрытия путем многократного последовательного нанесения слоев из ИМ и АМ значительно снижает скорость изнашивания по сравнению с монослойным полосчатым покрытием, а сочетание такого чередования с тем, что из двух любых соседних полос нанесение одной полосы начинают со слоя АМ, а второй – со слоя ИМ, обеспечивает формирование ступенчато-полосчатой конструкции покрытия, которая обладает свойством самовосстанавливаться после изнашивания каждого слоя покрытия.

Свойство самовосстановления заключается в том, что после изнашивания первого слоя покрытия (слои из ИМ и АМ изнашиваются практически одновременно, так как их толщина равна одинаковому числу величин часового износа) конструкция покрытия остается такой же, как и до изнашивания, только на месте износостойкого слоя будет антифрикционный слой и наоборот.

В целом, благодаря стабильному поступлению твердой смазки в пару трения и формированию регулярного микрорельефа на поверхности упрочненной детали, мультислойное ступенчато-полосчатое покрытие, в частности предложенное покрытие (Cu/TiN-TiN/Cu)_x, обеспечивает существенное увеличение износостойкости в условиях трения без смазочного материала или при ограниченном поступлении смазки в пару трения. Кроме того, данное покрытие обеспечивает повышение износостойкости и при трении со смазочным материалом за счет формирования масляных карманов, образующихся при более быстром изнашивании антифрикционных слоев и удерживающих смазку в паре трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. — М.: Машиностроение, 1986. — 192 с.
2. Фролов И.С., Мрочек Ж.А., Иващенко С.А. Повышение триботехнических характеристик деталей из немагнитных материалов нанесением композиционных вакуумно-плазменных покрытий // Материалы международной 53-й науч.-техн. конф. проф., препод., научн. работн. и аспирантов Белорус. госуд. политехн. академии: В 4-х ч. - Минск, 1999. - Ч. 1 - С. 179.
3. Ройх И.Л., Колтунова Л.Н., Федосов С.Н. Нанесение защитных покрытий в вакууме. - М.: Машиностроение, 1976. — 368 с.

УДК 621.91

Чарторийский А. В., Шагун В.И., Руцкий Я.С., Алтунин С.В., Душутин А.В.

ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ РУПП «БЕЛАЗ»

*ООО «ИТЦ Технополис» Минск, Беларусь
РУПП «Белорусский автомобильный завод», Жодино, Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

На территории Республики Беларусь на сегодняшний день представлено достаточно большое количество мировых производителей металлорежущего инструмента.

На наш взгляд, ведущие мировые производители режущего инструмента подошли к некоему пределу качества. И теперь все большее значение приобретает техническая поддержка, то есть способность компании-продавца произвести оптимальный подбор инструмента под конкретные технологические потребности заказчика.

При обработке закаленных материалов лучше подходят пластины наибольшего размера с большим радиусом при вершине. В случае малой жесткости технологической системы подходят шлифованные пластины. Для прерывистого резания или перерезания стружки используют тяжелые пластины из более прочного сплава. При нестабильных условиях работы рекомендуются фрезы с крупным и средним шагом.

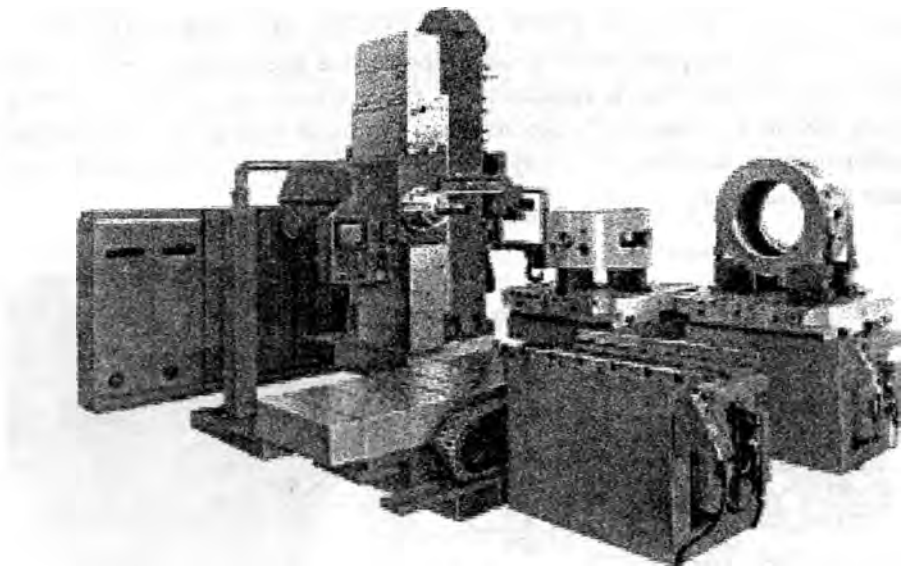


Рис. 1. Горизонтально-расточной станок «Tos Varnsdorf» (Чехия). Модель WHN 110/МС

Наиболее высокое качество может быть достигнуто при скорости резания 300–400 м/мин (что соответствует высокоскоростному фрезерованию), и подаче на оборот, составляющей 70% от длины зачистной кромки фрезы.

На РУПП «БелАЗ» совместно с ООО «ИТЦ Технополис» проведено испытание фрез со сменными неперетачиваемыми пластинами (СНП) фирмы «Pramet» (Чехия) и фирмы «Kennametal» (США-Германия) на изготовленном компанией «Tos Varnsdorf» (Чехия) горизонтально-расточном станке модели WHN 110/МС (рис. 1). Обрабатываемая деталь серийная – крышка шестерен привода, изготовленная из чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85 с твердостью по Бринеллю (НВ) 217...241.

На рубеже 1980-1990 г.г. работники РУПП «БелАЗ» освоили изготовление корпусов торцовых фрез R265.2-160М-10 диаметром 160 мм по чертежам, предоставленным компанией Sandvik. Даная фреза применяется и в настоящее время для обработки крышки шестерен привода на одной из операций. Крепление пластин в корпусе выполнено по типу С (крепление прихватом). Твердосплавную пластину SPKN 1203EDR из сплава 8016, производства фирмы «Pramet» (рис. 2), устанавливают в закрытый паз и базируют по опорной и боковым поверхностям. Таким образом обеспечивается надежность крепления.

Сплав 8016 имеет наноструктурное покрытие TiCN/Al₂O₃/TiN нанесенное методом PVD (физическое осаждение из паровой фазы). Сплав обладает высокой теплостойкостью, что позволяет использовать его для обработки различных материалов без применения СОЖ.



Рис. 2. Фотография сменной неперетачиваемой пластины SPKN 1203EDR

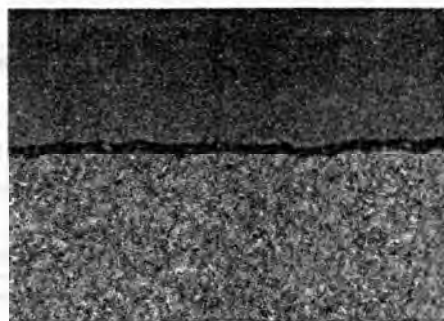


Рис. 3. Микроструктура твердого сплава 8016

Для проведения эксперимента, как альтернатива используемой фрезе, была предложена торцовая фреза диаметром 160 мм

160C12RS450F07A с 12-ю пластинами OFPT 07L6AFSNHB со сплавом KC915M компании «Kennametal» (рис. 4). Данная фреза имеет комбинированное крепление пластин: крепление S (крепление винтом через отверстие) и крепление C (крепление прихватом). Такое крепление позволяет достигать высокой точности базирования и высокой надежности крепления, тем самым позволяет производить высокоскоростную обработку деталей с большими подачами не опасаясь смещения пластин и вибрации.

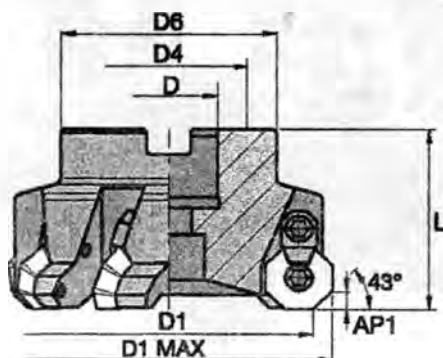


Рис. 4. Фреза компании «Kennametal» 160C12RS450F07A с пластинами OFPT 07L6AFSNHB со сплавом KC915M

Твердый сплав KC915M с многослойным покрытием CVD (химическое осаждение из паровой фазы) TiN/MT TiCN/Al₂O₃ применяется для фрезерования чугуна без применения СОЖ (рис.5).

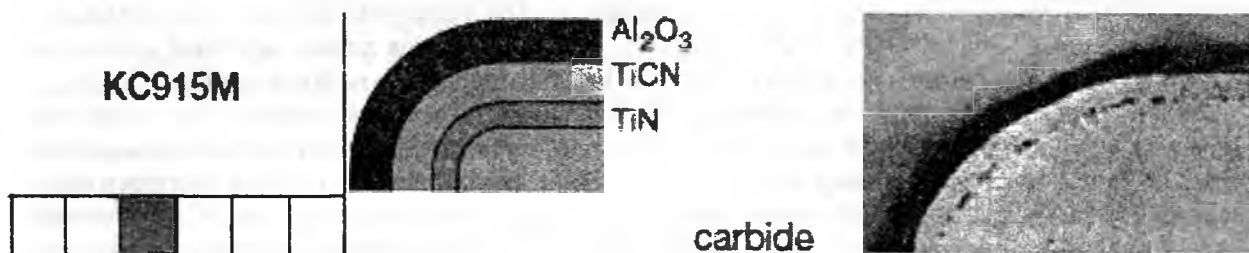


Рис. 5. Микроструктура твердого сплава KC915M. Состав покрытия

Режимы резания были установлены согласно рекомендациям производителей металло-режущего инструмента компаниями «Kennametal» и «Pramet». В зависимости обрабатываемого материала, марки применяемого твердого сплава, условий резания, используемого оборудования и ряду других факторов режимы резания были следующими (табл.1):

Таблица 1 – Первоначальные режимы резания при обработке детали «Крышка шестерен привода»

Наименование исходных данных	«Pramet»	«Kennametal»
Количество проходов	2	2
Скорость резания, V	≈ 150 м/мин	≈ 250 м/мин
Глубина резания, t	по 4,5 мм на каждом проходе	по 4,5 мм на каждом проходе
Подача на зуб, S _z	≈ 0,11 мм/зуб на каждом проходе	≈ 0,14 мм/зуб на каждом проходе

Как видно из таблицы 1, в процессе обработки детали скорость резания фрезами «Kennametal» была почти в 2 раза выше скорости резания фрезами фирмы «Pramet». После об-

работки фрезами «Kennametal» определенного количества деталей высокого качества обработанной поверхности не достигнуто и на пластине было видно разрушение (выкрошивание).

Причиной плохого качества поверхности является износ режущей кромки, а также выкрошивание режущей кромки от несоответствующей подачи или глубины резания для данного материала и условий обработки. Было принято решение прибегнуть к принципам высокоскоростной обработки (ВСО), в частности:

- изменить схему обработки детали на данной операции;
- изменить подачу на каждом проходе;
- увеличить скорость резания.

Окончательно установлены следующие режимы резания (табл. 2).

Таблица 2 – Окончательно установленные режимы резания при обработке детали «Крышка шестерен привода»

Наименование исходных данных	«Pramet»	«Kennametal»
Количество проходов	2	2
Скорость резания, V	≈ 150 м/мин	1-ый проход: ≈ 300 м/мин 2-ой проход: ≈ 350 м/мин
Глубина резания, t	по 4,5 мм на каждом проходе	1-ый проход: 6 мм 2-ой проход: 3 мм
Подача на зуб, Sz	0,12 мм/зуб на каждом проходе	1-ый проход: 0,15 мм/зуб 2-ой проход: 0,08 мм/зуб

Использование фрезы 160C12RS450F07A обеспечило шероховатость обработанной поверхности около Ra 0,63 мкм. Время обработки снижено на данной операции более чем в два раза. При применении фрезы «Pramet» время обработки составило 26 мин, при применении фрезы «Kennametal» – 12 мин.

Увеличение скорости резания и износостойкости фрезы «Kennametal» можно объяснить, вероятно, свойствами покрытий на твердосплавных пластинах. Так как внешним слоем износостойкого покрытия на режущей пластине SPKN 1203EDR из сплава 8016 производства «Pramet» является TiN (нитрид титана). Теплостойкость такого покрытия составляет около 600°C. Пластина OFPT 07L6AFSNHB со сплавом KC915M фирмы «Kennametal» имеет покрытие Al₂O₃ (оксид алюминия), что является оксидной керамикой и имеет температурную стойкость около 1000°C, что позволяет использовать ее при высоких скоростях резания для обработки серого чугуна без применения СОЖ с высокой эффективностью.

По данным РУПП «БелАЗ» эффективность использования фрезы «Kennametal» 160C12RS450F07A с пластинами OFPT 07L6AFSNHB со сплавом KC915M выше, чем применение фрезы «Pramet» R265.2-160M-10 с пластинами SPKN 1203EDR из сплава 8016 при фрезеровании крышки шестерен привода. Годовой доход предприятия РУПП «БелАЗ» от использования фрез фирмы «Kennametal» составляет около 500 млн. рублей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безупречная надежность закрепления сменных пластин для фрезерования. – <http://engine.aviaport.ru/issues/56/page06.html/>.
2. К. Литвиненко. Как выбрать фрезу. // В журнале: «ТехСовет. Путеводитель по эффективным техническим решениям». № 10 (52) – Екатеринбург: 2007.
3. Каталог «Pramet – Фрезерование» – 2006.
4. Каталог «Kennametal – Milling tooling» - 2008.
5. Г.П. Фетисов. Материаловедение и технология металлов/ Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин// М.: Высшая школа, 2002.