

УДК 621.9.02

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Ивашченко А.П.

Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: ivaschenko@kti.ru

В статье рассмотрены различные работы авторов в области лезвийной обработки режущим инструментом материалов, причем больший акцент проводился на работы, в которых было уделено внимание методам повышения стойкости режущего инструмента. Учитывались работы, в которых авторы предлагают способы повышения износостойкости режущего инструмента либо с помощью создания новых видов инструмента из керамики или сверхтвердых материалов, либо с помощью нанесения на инструмент покрытия, либо за счет изменения структуры сплава. Применение износостойких покрытий и новых инструментальных материалов повышает стойкость инструмента в два и более раз, что положительно сказывается на производительности и себестоимости лезвийной обработки на автоматизированном станочном оборудовании. Назначая расчетным методом период стойкости инструмента можно определять соответствующую этому периоду скорость резания при заданных глубине резания и подаче, а применяя это на производстве можно снизить до 10% общих затрат на инструмент.

Ключевые слова: размерная стойкость, твердосплавный режущий инструмент

ANALYSIS OF METHODS INCREASE DURABILITY OF MATERIALS CUTTING TOOLS

Ivashchenko A.P.

Kamyshin Tecnological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: ivaschenko@kti.ru

In article various works of authors in the field of lezviyny processing by the cutting tool of materials are considered, and the bigger accent was carried out for works in which the attention methods of increase durability of materials cutting tools. Accepted into account the works in which the authors suggest methods of increase durability of materials cutting tools or by creating new types of tools made of ceramics or super-hard materials, or by coating the coating tool, or by changing the structure of the alloy. The use of wear-resistant coatings and new tool materials increases tool durability in two or more times, which positively affects the productivity of automated equipment. When Calculating tool life we can determine the appropriate cutting speed at a given depth of cut and feed, and applying in producing its can be reduced to 10% of the total cost of the tool.

Keywords: dimensional passive hardness, carbide-tipped single-point the cutting tool

В современном машиностроении происходит постоянное усложнение конструкций, увеличение номенклатуры, сокращение сроков и снижение затрат на изготовление изделий. На практике часто оказывается так, что назначенная стойкость инструмента может отличаться от действительной стойкости от 5% до 60% и более процентов, а это в свою очередь приводит к вынужденным простоям при замене изношенного инструмента, а при отсутствии активного размерного контроля к появлению брака в обработке.

Для снижения интенсивности изнашивания режущего инструмента, в разное время ученые разрабатывали новые инструментальные материалы, инструмент, способы повышения стойкости инструмента, а так же постоянно производили усовершенствование существующих технологий обработки резанием. Рассмотрим существующие способы повышения стойкости режущего инструмента и современные инструментальные материалы, которые позволяют повысить его стойкость.

В патенте № 2186670 РФ запатентован способ повышения износостойкости инструмента, где в материале инструмента формируются магнитоэлектрические напряжения сжатия с помощью магнитного поля, величину напряженности которого устанавливают выше состояния магнитного насыщения инструментального материала. При этом вектор магнитоэлектрических напряжений сжатия ориентируют нормально плоскости распространения трещин, соответствующих виду деформации режущей части инструмента. Воздействие магнитного поля обеспечивается непрерывно. Износостойкость инструмента при формировании в нем регламентированного уровня магнитоэлектрических напряжений сжатия возрастает в среднем на 15–25% по сравнению с другими способами повышения износостойкости [10].

В источнике [13] предложен способ обработки инструмента в жидком азоте и его использование, что приводило к максимальной стойкости инструмента. Ударное

охлаждение инструмента в жидком азоте выполняют пятикратно, после этого инструмент используют за время не позднее двух суток, когда эффект повышенной стойкости максимален. Также используют инструмент после однократной обработки в жидком азоте и после перезаточки и ударного охлаждения.

В патенте № 2319607 РФ изобретен инструмент имеющий канавку с режущей кромкой. Технический результат направлен на повышение стойкости инструмента и качества обработки. Суть в том, что инструмент содержит основание, изготовленное из металла, и элемент кромки, имеющий множество режущих зубьев, причем элемент кромки соединен с основанием вдоль кромки основания. При этом режущий зуб изготовлен из композита, который содержит, по меньшей мере, первый и второй металлы, причем первый металл мягче, чем второй. При этом первый более мягкий металл фланкирован вторым более твердым металлом. Канавка образована во время использования инструмента за счет избирательного истирания первого более мягкого металла [8].

В источнике [12] предлагается управлять автоколебаниями при токарной обработке. Способ включает изменение частоты вращения заготовки. Для повышения качества обработанной поверхности и стойкости инструмента изменяют частоту вращения заготовки по синусоидальному закону со случайным изменением амплитуды и частоты.

М.Б. Гатовский изобрел резец для станочной обработки повышенной стойкости, у которого главная и вспомогательная задние поверхности выполнены под углом к оси резца, который определен значением заднего угла главной режущей кромки, причем дополнительные задние поверхности выполнены под меньшим углом к оси резца, а его рабочая часть снабжена, по меньшей мере, двумя фасками, выполненными с равным наклоном к оси резца [11].

Ю.Г. Кабалдин и др. предложили способ обработки инструмента преимущественно из твердых сплавов на основе кобальта и карбида вольфрама, включающий азотирование и нанесение методом конденсационно-ионной бомбардировки покрытия из нитрида тугоплавкого металла, отличающийся тем, что, с целью повышения эксплуатационной стойкости инструмента, после азотирования осуществляют виброабразивную обработку, после чего методом конденсационно-ионной бомбардировки наносят слой молибдена, а в качестве нитрида тугоплавкого металла используют нитрид циркония [4].

В Алтайском государственном техническом университете создали новый резец. Техническим результатом является повышение стойкости резца и расширение диапазонов режимов резания вследствие существенного снижения тепловой нагрузки, как на режущую пластину, так и на бетонную державку. Кроме державки резец содержит режущую пластину и узел ее крепления, приспособление для отвода избыточного тепла, предназначенное также для выполнения функции опорной пластины, и термоизолятор, установленный между упомянутыми приспособлением и державкой [9].

В авторском свидетельстве № 1788786 предлагается способ упрочнения инструмента, включающий ионное азотирование и нанесение износостойкого покрытия, отличающийся тем, что, с целью повышения стойкости и надежности инструмента, в качестве износостойкого покрытия наносят слой из оксида алюминия толщиной 2–3 мкм, который формируют в процессе термического разложения на поверхности алкоголята алюминия [7].

В авторском свидетельстве № 1614519 предложили новое износостойкое покрытие инструмента, содержащее сложный нитрид титана с равномерно распределенными по его объему дополнительными компонентами железа, никеля, хрома, отличающееся тем, что, с целью повышения стойкости инструмента, дополнительные компоненты введены в следующем соотношении, мас. %: железо 4–20, никель 0,5–3, хром 1–5 [3].

Как видно многие авторы предлагают способы повышения износостойкости режущего инструмента либо с помощью создания новых видов инструмента, либо с помощью нанесения на инструмент покрытия. Покрытие позволяет не только повысить износостойкость инструмента, но и восстановить его геометрические размеры. Инструмент с покрытием имеет меньший разброс значений стойкости, что позволяет более точно определить норму его принудительной замены.

Обширные исследования [16] показали, что оптимальная толщина покрытия на инструменте, изготовленных из быстрорежущей стали составляет 4 мкм, при этом период стойкости инструмента достигает 120 мин, а износ в основном происходит по задней грани.

Таким образом, видно, что покрытия влияют на износостойкость инструмента, но влиять на износостойкость также можно режимами резания, от которых напрямую зависят силы, действующие при резании материалов. Уровень режимов резания, высокая размерная стойкость инструмента на

автоматизированном станочном оборудовании непосредственно зависят от качества инструментальных материалов, используемых для оснащения режущей части инструментов. Большое разнообразие условий обработки деталей на станочном оборудовании объясняет возможность и необходимость использования широкой гаммы инструментальных материалов: быстрорежущих сталей, твердых сплавов, режущей керамики и сверхтвердых материалов (СТМ). Быстрорежущие стали применяются в основном для изготовления инструментов сложной формы, работающих с малыми скоростями резания. Твердые сплавы составляют основную группу инструментальных материалов для автоматизированного станочного оборудования. Повышение их эксплуатационных свойств достигается уменьшением зернистости, легированием ниобием, гафнием, рением. Большинство твердых сплавов обладает широким диапазоном применимости, что облегчает их автоматизированный выбор на станочном оборудовании и позволяет сократить их номенклатуру.

В частности, компания *Sandvik Coromant*, которая одна из первых в мире освоила в 1970 году серийный выпуск сменных многогранных пластин (СМП) с покрытием TiC (серия GC, метод нанесения CVD), разработала новое композиционно-многослойное покрытие TiN-TiN/Al₂O₃-TiCN для пластин серии GC 2025, в котором слой TiN/Al₂O₃ состоит из субслоев наноразмерной толщины с нанокристаллическими зёрнами. Пластины GC 2025 имеют период стойкости до 2–2,5 раз выше периода стойкости пластин со стандартным многослойным покрытием [17].

Фирма *Krupp Widia* разработала метод химического осаждения покрытия на твердые сплавы с применением плазменного разряда. Метод основан на использовании низкопотенциального разряда в реактивном газе, что позволяет осуществлять химические реакции при температуре 500 град., вместо положенных 1000 град., при этом сохраняется исходная вязкость после нанесения покрытия и твердый сплав имеет более равномерную структуру, что снижает его износ [15].

Наряду с твердыми сплавами применяются инструменты, изготовленные из керамики и сверхтвердых материалов (СТМ), позволяющие увеличить производительность 1,5–3 раза и стойкость резцов в 4–7 раз, по сравнению с другими твердыми сплавами. Однако для эффективного использования свойств керамики и СТМ необходимы высокоскоростное оборудование и повышенная жесткость системы СПИД [14].

А.Ю. Козлюк предлагает повышение износостойкости инструмента путем применения магнитно-импульсной обработки с предварительным индукционным нагревом. Что, приводит к увеличению износостойкости сверл, метчиков, токарных резцов из инструментальных сталей в 1,4–2,0 раза [5].

Частично можно повысить износостойкость инструментального материала за счет изменения структуры сплава (равномерности распределения его компонентов по объему изделия, однородности зерен WC, входящих в его состав, по размеру, форме и т.д.). Одним из возможных средств решения этой задачи является использование при получении твердых сплавов на карбидной основе высокопрочных и жаростойких связок, содержащих, кроме кобальта, тугоплавкие металлы, не образующие устойчивых карбидов. Другое возможное средство – нанесение на его рабочие поверхности покрытия с высокой износо- и теплостойкостью, пассивного по отношению к обрабатываемому материалу. Такое покрытие должно способствовать уменьшению контактных нагрузок, благоприятному перераспределению тепловых потоков и повышать сопротивляемость материала микро- и макро-разрушению [2].

М.Ш. Мигранов в работе занимался повышением износостойкости инструментов путем прогнозирования процессов адаптации поверхностей трения при резании материалов на основе разработки с использованием методов неравновесной термодинамики принципов выбора и применения инструментальных материалов и износостойких покрытий [6].

М.Ш. Мигранов провел достаточно трудоемкую работу итогом, которой являлась разработка информационной базы по технологическим параметрам и износостойким покрытиям для решения различных производственных задач.

Проанализировав вышеизложенный материал, можно сделать вывод, что применение износостойких покрытий и новых инструментальных материалов повышает стойкость инструмента в два и более раз, что положительно сказывается на производительности и себестоимости лезвийной обработки на автоматизированном станочном оборудовании.

Однако нормативно-технической документацией на изготовление твердосплавного инструмента, а также на изготовление углеродистых и легированных сталей устанавливаются допуски на отклонение химического состава и физико-механических свойств, при этом реальный диапазон изме-

нения режущих свойств инструментов одной марки, как внутри партии, так и между партиями спекания достигает двукратного уровня и более [1]. Для автоматизированного станочного оборудования неоднородность режущих свойств твердосплавного инструмента приводит к изменению в широких пределах стойкости этого инструмента и производительности обработки. Причем важнейшим требованиям при эксплуатации инструментальных материалов в автоматизированном производстве является стабильность физико-механических свойств.

Изменение химического состава и физико-механических свойств современных инструментов влияет на силы, действующие между контактирующей парой «сталь – твердый сплав».

Следовательно, обладая оперативной информацией: о свойствах контактирующей пары, об условиях резания, о величинах сил и отношении этих сил между собой, о величине размерного износа инструмента, можно значительно повысить точность расчета периода размерной стойкости инструмента, приблизив расчетный период стойкости к действительному периоду стойкости. Назначая расчетным методом период стойкости инструмента можно определять соответствующую этому периоду скорость резания при заданных глубине резания и подаче.

Список литературы

1. Бржозовский Б.М. Обеспечение надежности определения режимов лезвийной обработки для автоматизированного станочного оборудования / Б.М. Бржозовский, А.Л. Плотиных. Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2001. – 88 с.
2. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойким покрытием / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 368 с.
3. Езерский В.И. Износостойкое покрытие режущего инструмента // А.с. 1614519 СССР, С23С14/32. 1999.
4. Кабалдин Ю.Г. Способ обработки режущего инструмента // А.с. 1351154 СССР, С23С8/00. 2010.
5. Козлюк А.Ю. Повышение стойкости режущего инструмента путем комбинированной магнитно-импульсной обработки: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Барнаул, 2007.
6. Мигранов М.Ш. Повышение износостойкости инструментов на основе процессов адаптации поверхностей трения при резании металлов: Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Москва, 2007.
7. Нестеренко В.П. Способ упрочнения режущего инструмента // А.с. 1788786 СССР, С23С8/36. 2000.
8. Патент РФ № 2319607, В27В33/02, 2008.
9. Патент РФ № 2107588, В23В27/16, 1998.
10. Патент РФ № 2186670, В23Р18/28, С21Д9/22, 2002.
11. Патент РФ № 2262420, В23Д13/00, 2005.
12. Патент РФ № 2267381, В23В21/00, 2006.
13. Патент РФ № 23151116, С21Д9/22, 2008.
14. Федоров В.Л. Инструментальные материалы и вопросы стружкодробления в гибких производственных системах / В.Л. Федоров, Э.Н. Дымова // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Резание металлов. Станки и инструменты. – 1991. – Т. 10. – С. 1–136.
15. MACH 88 // Metalwork. Prod, 1988. – № 5. – P. 101, 115.
16. Posti E., Nieminen I. Coating thickness effects on the life of titanium nitride PVD coated tools // Mater. and Manuf. Process, 1989. – № 2. – P. 239–252.
17. Scherbarth S. Moderne Schneidstoffe und Werkzeugwege zur gesteigerten Produktivität // Sandvik Coromant GmbH. 7. Schmalkalder Werkzeugtagung, 2005.