

бокое знание предмета, умение просто и доходчиво донести этот предмет до студентов.

Плотно ведется работа с сотрудниками кафедры. Как показано на рисунке 3 проводятся совместные исследования известными учеными Полетикой М.Ф. и Куфаревым Г.Л.

Список используемых источников:

1. Профессора Томского политехнического университета: Биографический справочник. Т. – III, часть 2/Авторы и составители: Гагарин А. В., Сергеевых Г. П. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 266 с.
2. Полетика М.Ф. Теория резания. Часть I. Механика процесса резания: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – 202с.

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Б.И. Кабилов, студент гр. 10А81

научный руководитель: Сапрыкина Н.А., доцент, к.т.н.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета,

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: kabirov.bekhruz@bk.ru

Аннотация: Растущая потребность в более эффективных инструментах обусловлена использованием новых материалов заготовок, а также повышением производительности производственных процессов. Широкое распространение находит инструмент с покрытием. Покрытие инструмента предотвращает прямой контакт между заготовкой и основанием инструмента, тем самым влияя на температуру резания и производительность обработки по сравнению с инструментами без покрытия. В этой статье представлены исследования влияния покрытия инструмента на температуру резания.

Abstract: The growing need for more efficient tools is driven by the use of new workpiece materials, as well as increased productivity in production processes. A tool with a coating is widely used. The tool coating prevents direct contact between the workpiece and the tool base, thereby affecting the cutting temperature and processing performance compared to uncoated tools. This article presents studies of the effect of tool coating on the cutting temperature.

Ключевые слова: быстрорежущая инструментальная сталь, температура резания, материалы режущего инструмента, покрытия.

Keywords: high-speed tool steel, cutting temperature, cutting tool materials, coatings.

Многие виды инструментальных материалов, от высокоуглеродистой стали до керамики и алмазов, применяются для изготовления металлорежущих инструментов. При выборе и изготовлении инструментов важно знать, что инструментальные материалы имеют разные свойства. Растущая потребность в более эффективных инструментах обусловлена использованием новых материалов заготовок, а также повышением производительности производственных процессов. Для получения качественных и недорогих деталей режущий инструмент должен обладать следующими характеристиками:

Твердость – прочность режущего инструмента должна поддерживаться при повышенных температурах.

Ударная вязкость – ударная вязкость режущего инструмента необходима для того, чтобы инструменты не скололись и не сломались, особенно во время прерывистых операций резания.

Износостойкость – износостойкость означает достижение приемлемого срока службы инструмента до его замены.

Для увеличения износостойкости режущего инструмента на пластины инструмента наносят покрытия. Покрытие инструмента предотвращает прямой контакт между заготовкой и режущей кромкой, тем самым влияя на температуру резания и производительность обработки по сравнению с инструментами без покрытия [1]. Покрытия обладают высокой твердостью, низкой шероховатостью поверхности, низкой теплопроводностью и низким сродством при контакте с заготовкой по сравнению с инструментами без покрытия. Таким образом, были разработаны и нанесены различные покрытия инструмента на подложку из карбида, керамики, стали. Инструменты с покрытием могут улучшить скорость резания на 30–40% (даже на 100–200%), стойкость инструмента на 200% и эффективность резания на 80% по сравнению с инструментами без покрытия, которые стали одним из лучших инструментальных решений в области высокоскоростных режущих инструментов при обычной обработке и обработке на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

Толщина покрытия является важным параметром для оценки равенства осаждения покрытия (когезионная прочность покрытия и подложки), влияя, таким образом, на теплопередачу и температуру во время процесса резания металла. Толщина покрытия и коэффициент температуропроводности покрытия влияют на переходную теплопередачу. Трение между передней поверхностью инструмента и движущейся стружкой в основном определяет тепловыделение в зоне вторичной деформации, влияя, таким образом, на температуру поверхности раздела инструмент-стружка. Покрытие инструмента может избежать прямого контакта между основанием инструмента и движущейся стружкой, тем самым влияя на трение стружки инструмента и температуру резания по сравнению с инструментами без покрытия. Некоторые исследования показывают, что снижение температуры резания при резании металла инструментом с покрытием произошло из-за способности покрытия снижать трение инструмента о стружку по сравнению с инструментами без покрытия.

Существуют разные способы нанесения покрытий. Многослойное покрытие образуется совокупностью слоев. Каждый слой покрытия с отдельной толщиной и тепловыми свойствами наносится на основу инструмента в соответствии с последовательностью нанесения без взаимного влияния между каждым слоем покрытия. Физический смысл метода отдельных слоев аналогичен фактическому инструменту с покрытием, но толщина слоя покрытия неодинакова по передней и боковой сторонам инструмента. Между каждым слоем покрытия может существовать взаимодиффузионный слой, влияющий на тепловые свойства покрытия и прогноз температуры резания. В этом методе не учитывались неоднородная толщина покрытия и взаимодиффузионные слои покрытия. Нанесение покрытия методом эквивалентного слоя характеризуется тем, что несколько слоев заменяются одним слоем с той же толщиной покрытия и эффективными тепловыми свойствами.

Изменение температуры всего процесса резания металла делится на переходное состояние (начальное состояние) и установившееся состояние, особенно при непрерывном резании. Распределение температуры резания устанавливает устойчивое состояние через 5–6 с при токарной обработке металла инструментами с покрытием. Изменение температуры резания можно рассматривать как переходное состояние для прерванного процесса резания, включая фрезерование. Влияние покрытия на температуру резания следует анализировать и обсуждать в переходном и установившемся состояниях соответственно.

Несколько факторов влияют на тепловыделение, распределение тепла и теплопередачу во время резания металла инструментами с покрытием. Обычно покрытия инструмента уменьшают трение стружки инструмента, тем самым снижая температуру резания. Геометрические факторы, включающие толщину покрытия и слои покрытия влияют на температуру резания, изменяя распределение тепла и теплопередачу в процессе резания металла.

Покрытие инструмента демонстрирует эффект теплового барьера, предотвращая рассеивание тепла в подложке инструмента из-за его более низкой теплопроводности по сравнению с теплопроводностью подложки инструмента. Различие возникает во влиянии одного и того же покрытия инструмента на теплопередачу и температуру резания при обработке легко обрабатываемого материала заготовки (с высокой теплопроводностью) и труднообрабатываемого материала заготовки (с низкой теплопроводностью). Кроме того, диффузионный слой покрытие-подложка изменяет тепловые свойства инструмента с покрытием, тем самым влияя на температуру во время процесса резания металла.

Нет разницы при измерении температурного поля резания инструментами с покрытием и без покрытия с помощью ИК-камеры. На точность измерений ИК-камеры в основном влияет коэффициент теплового излучения материала. Двухцветный пирометр исключает влияние коэффициента теплового излучения на точность измерения температуры резания по сравнению с одноцветным пирометром. Встроенная термopара обычно использовалась для проверки аналитических прогнозов и результатов моделирования. Термopара инструмент-заготовка может получить среднюю температуру границы раздела инструмент-стружка в процессе резания металла с помощью инструмента с покрытием путем необходимой калибровки.

Новые разработки интеллектуальных режущих инструментов в основном сосредоточены на внедрении существующих технологий в новые приложения для измерения физических сигналов, включая силу резания и температуру резания. Режущие инструменты с интеллектуальным охлаждением - это полезный способ измерения и контроля температуры во время процесса резки, чтобы избежать быстрого повышения температуры резки и улучшить производительность резки.

Температура резания инструментов. Примерно 90% всей механической энергии в процессе резания металла преобразуется в тепловой поток, вызывая тем самым резкое повышение температуры в зоне резания. Повышение температуры резания приводит к чрезмерному износу режущей кромки инструмента и боковых граней, что сокращает срок службы инструмента. Кроме того, термическое размягчение инструмента и заготовки ухудшает диффузию химических элементов и влияет на качество поверхности, точ-

ность размеров и функциональность обрабатываемой детали. Поэтому температура резания является ключевым показателем для оценки износа инструмента и производительности резания.

Список используемых источников:

1. N.A. Abukhshim, P.T. Mativenga, M.A. Sheikh, Heat generation and temperature prediction in metal cutting: a review and implications for high speed machining, *Int. J. Mach. Tool. Manfu.* 46 (7–8) (2006) 782–800.
2. J.J. Ji, Y. Huang, K.-M. Lee, Cutting tool temperature field reconstruction using hybrid macro/micro scale modeling for machining of titanium alloy, 2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM). IEEE (2016) 1265–1270.
3. M. Nouari, G. List, F. Girot, D. Coupard, Experimental analysis and optimisation of tool wear in dry machining of aluminium alloys, *Wear* 255 (7–12) (2003) 1359–1368.
4. G.K. Dosbaeva, M.A. El-Hakim, M.A. Shalaby, J.E. Krzanowski, S.C. Veldhuis, Cutting temperature effect on PCBN and CVD coated carbide tools in hard turning of D2 tool steel, *Int. J. Refract. Metal. Hard. Mater.* 50 (2015) 1–8.
5. M.A. Shalaby, S.C. Veldhuis, Wear and tribological performance of different ceramic tools in dry high speed machining of Ni-Co-Cr precipitation hardenable aerospace superalloy, *Tribol. Technol.* 62 (1) (2019) 62–77.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ТИПА AA ДЛЯ ПИТАНИЯ КОДОВОГО ЗАМКА НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO NANO

*Д.С. Прохоров, студент гр КС-18, научный руководитель: Прилепский С.Э., к.п.н.
Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий,
652050, Кемеровская обл., г.Юрга, ул. Ленинградская, 10
prokhorov.dmitry2002@gmail.com*

Аннотация: Батарейки и аккумуляторы, это весьма востребованный продукт. Разобраться во всём многообразии элементов питания сложно, поскольку существует множество стандартов, общепринятых названий и других сложностей. В большинстве случаев используются популярные пальчиковые батарейки, которые также называют AA и AAA. Для проведения эксперимента по анализу нагрузочной способности и построения графиков напряжение – время использовались элементы R6 – AA..

Abstract: Batteries and accumulators, this is a very popular product. It is difficult to understand all the variety of batteries, because there are many standards, common names and other complexities. In most cases, popular finger batteries are used, which are also called AA and AAA. The R6 – AA elements were used to conduct the load capacity analysis experiment and to plot the voltage – time graphs.

Ключевые слова: химические элементы, нагрузочная характеристика, элементы питания

Keyword: Chemical elements, Load characteristic, Batteries

Батарейки и аккумуляторы, это весьма востребованный продукт. Разобраться во всём многообразии элементов питания не представляется возможным, поскольку существует множество стандартов, общепринятых названий и других сложностей. В большинстве случаев используются популярные пальчиковые и мизинчиковые батарейки, которые также называют AA и AAA. Неизменная часть названия батареек по стандарту ИЕС, это химический состав, форма и размеры (диаметр или код размера). В таблице 1 представлены типы и состав некоторых химических источников питания AA. Исследованию подвергались элементы L и Z (щелочные элементы)

Таблица 1

Типы и состав некоторых химических источников питания AA

L	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Диоксид марганца	1.5 В	1.85 В	Алкалиновые батарейки, щёлочно-марганцевые, щелочные батарейки
M (в настоящее время не используется)	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Оксид ртути	1.35 В		Ртутные батарейки, ртутно-цинковые (Mercury battery)
N (в настоящее время не используется)	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Оксид ртути, Диоксид марганца	1.4 В		
P	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Кислород	1.4 В	1.88 В	Воздушно-цинковые батарейки, щелочные батарейки (Zinc-Air battery)
S	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Оксид серебра	1.55 В	1.83 В	Оксид-серебряные батарейки, щелочные батарейки
Z	Цинк	Гидроксид щелочного металла	Диоксид марганца, Никель оксигидроксид	1.5 В	1.78 В	Никель-цинковые, окси-алкалиновые, никель-оксигидроксидные батарейки

Для проведения эксперимента по анализу нагрузочной способности и построения графиков напряжение – время использовались элементы R6 – AA, диаметром 14.5 мм и высотой 50.5 мм. Измерения