

УДК 621.9

ПРИМЕНЕНИЕ ОХЛАЖДЕННОГО ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

© 2011 В.Б. Есов¹, К.О. Климочкин¹, К.Р. Муратов², О.Г. Хурматуллин³

¹ Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет

³ ООО «Урал-инструмент-Пумори», г. Пермь

Поступила в редакцию 15.11.2011

Статья посвящена применению технологии охлаждения ионизированным воздухом (ТОИВ) при резании металлов. Исследования были проведены на обрабатывающем центре MCV-450. Результат использования ТОИВ показал, что такой метод охлаждения/смазывания инструмента эффективнее, чем традиционные методы охлаждения.

Ключевые слова: *резание металлов, высокоскоростное фрезерование, шероховатость поверхности*

Современные методы высокоскоростной механической обработки (HSC), такие как твёрдое точение (точение закалённых сталей с твёрдостью >47 HRC), высокоскоростное фрезерование (HSM) применение жидкостных смазывающе-охлаждающих технологических сред (СОТС) не допускают. Применение жидкостных СОТС на подобных операциях приводит к растрескиванию инструмента вследствие термоудара. Для охлаждения инструмента при HSC используют, как правило, воздушный обдув зоны резания, аэрозольную подачу жидких СОТС, масляный туман. На предприятиях электровакуумной промышленности и приборостроения, где следы охлаждающей жидкости и другие загрязнения обработанной поверхности недопустимы, жидкостные СОТС на операциях механической обработки не применяются. В подобных случаях используют воздушное охлаждение зоны резания, как правило, без какой либо обработки воздуха (например, ионизация или охлаждение). Замена жидкостных СОТС на обдув воздухом при любом виде механообработки ведёт к улучшению экологической обстановки вокруг станка, сокращению моечных и сушильных операций, сокращению затрат на обслуживание системы подачи СОТС, но не всегда воздушное охлаждение является достаточно эффективным.

Есов Валерий Балахметович, кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой. E-mail: vales57@mail.ru

Климочкин Кузьма Олегович, ассистент. E-mail: kuzma_k@bk.ru

Муратов Карим Равилович, кандидат технических наук, доцент

Хурматуллин Олег Гаднанович, генеральный директор

С распространением технологии HSC задача повышения эффективности воздушного охлаждения становится всё более и более актуальной. Основным недостатком воздуха в роли СОТС является плохая смазывающая способность. Одним из высокоэффективных методов воздушного охлаждения зоны резания является применение охлаждённого ионизированного воздуха (ОИВ).

Разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана способ охлаждения зоны резания и устройства его реализующие предназначены для повышения производительности оборудования, снижения затрат на его эксплуатацию и ремонт, увеличения стойкости инструмента, создания комфортных санитарно-гигиенических условий в зоне обслуживания. Принцип действия устройства основан на перераспределении энергии сжатого воздуха между двумя потоками, образующимися в вихревой трубе, при его расширении и последующей ионизации холодного потока коронным разрядом. Затем слабо ионизированный воздух под давлением подаётся непосредственно в зону резания, в результате происходит охлаждение режущего инструмента и образование на его контактных поверхностях защитных окисных наноплёнок. Эффективность процесса резания в среде ОИВ обеспечивается за счёт его значительного влияния на контактное взаимодействие инструмента с обрабатываемым материалом и окружающей средой во всём интервале температур. Создание окисных защитных плёнок является эффективным методом повышения износостойкости, что неоднократно доказано в работах, проводимых в МГТУ им. Н.Э.Баумана, Ивановском ГУ, МГТУ СТАНКИН [1-3].

В МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Технологии обработки материалов» создан лабораторный стенд на базе токарно-винторезного станка 16К20 [4]. Проведены опытные работы по определению усадки стружки на различных скоростях резания. В качестве оценочного параметра использовали поперечную усадку стружки K_a (в соответствии с ГОСТ 25762-83 – коэффициент утолщения стружки). Материал заготовки – 30ХГСА, инструмент – сборный резец с пластинами CNMM120408-PR из твёрдого сплава MC1460 (TT7K12). Параметры режима резания: $S=0,2$ мм/об, $t=1,5$ мм, $v=130-290$ м/мин (2,16-4,83 м/с). Сбор образцов стружки проводился после 5-7 секунд после начала обработки, для исключения влияния переходного процесса.

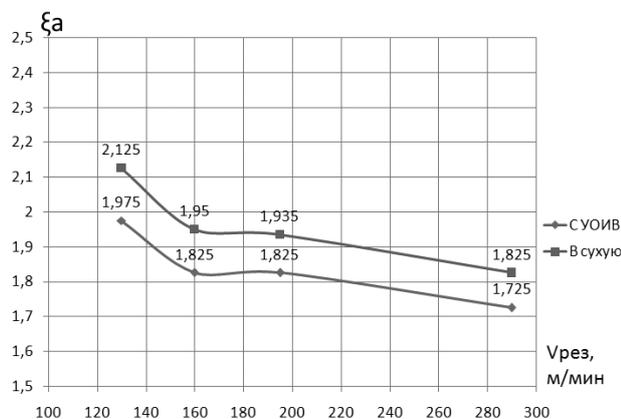


Рис. 1. Коэффициент поперечной усадки стружки при точении в сухую и с УОИВ (заготовка – 30ХГСА, резец – MC1460, $s=0,2$ мм/об, $t=1,5$ мм)

Как видно из рис. 1, применение устройства охлаждения ионизированным воздухом (УОИВ) снижает коэффициент усадки стружки на 5-8% во всём диапазоне исследуемых скоростей, что свидетельствует о лучшем скольжении стружки по передней поверхности инструмента и, как следствие, снижении силы резания. Износ инструмента при обработке в сухую активно начал развиваться при скорости 194 м/мин (3,23 м/с), появилось искрение и задиры на заготовке, тогда как с применением УОИВ аналогичные симптомы появились при 290 м/мин (4,83 м/с). После проведения эксперимента при прочих равных условиях и одинаковой длительности обработки износ пластин по задней поверхности составил 0,2 мм при резании в сухую и 0,1 мм с применением УОИВ. Вышеописанный эксперимент подтверждает повышение смазывающих свойств воздуха путём его ионизации в коронном разряде. Стоит отметить, что эксперимент проводился в

условиях непрерывного резания (токарная обработка), т.е. процесс образования окисных плёнок протекал при установившемся тепловом балансе и имел переходный процесс не менее 5-7 с.

Совсем другие условия резания при высокоскоростном фрезеровании. При прерывистом резании режущая кромка испытывает ударные нагрузки, оказываясь попеременно то в материале заготовки, то в смазывающе-охлаждающей среде. Прерывистое резание обеспечивает стабильное попадание СОТС на режущие кромки, а стружечные канавки подобно центробежному насосу прокачивают через инструмент всё новые и новые порции СОТС.

Для определения эффективности охлаждённого ионизированного воздуха при высокоскоростном фрезеровании в Учебно-демонстрационном центре ООО «Урал-инструмент-Пумори» и Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) модернизирован фрезерный обрабатывающий центр MCV-450. На обрабатываемом центре смонтировано устройство охлаждения ионизированным воздухом. Проведены поисковые эксперименты по применению системы охлаждения зоны резания ОИВ при высокоскоростной фрезерной обработке. Измерения параметров полученных в результате экспериментов проведены в ПНИПУ.

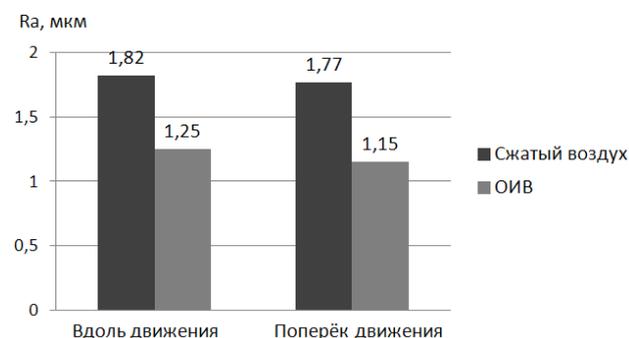


Рис. 2. Замеры шероховатости при фрезеровании (сталь 40X)

Производилось высокоскоростное фрезерование заготовки из стали 40X с обдувом инструмента ОИВ и стандартной системой обдува воздухом. Инструмент – фреза концевая твёрдосплавная TuffCut XR 4 FL End Mill 10ммx22x72 AL tima фирмы M.A. FORD (диаметр – 10 мм, количество зубьев – 4 шт.). Режимы обработки: частота вращения шпинделя $n=8000$ мин⁻¹, продольная подача $S_p=5000$ м/мин, глубина фрезерования $t=1$ мм, ширина фрезерования $b=10$ мм. Сравнительные испытания проводились между стандартной системой подачи воздуха в зону резания и системы

подачи ОИВ. Производилась обработка двух заготовок двумя одинаковыми фрезами. Замеры шероховатости производились вдоль и поперёк движения подачи. Результаты представлены на рис. 2. В результате испытаний установлено, что применение системы охлаждения зоны резания ОИВ по сравнению с базовой системой обдува воздухом при данных режимах обработки снижает шероховатость поверхности по показателю Ra на 10-30%.

Выводы: вследствие распространения высокоскоростных методов обработки применение обработки «в сухую» неуклонно растёт. Одним из эффективных способов повышения производительности (или стойкости инструмента) при обработке в сухую является охлаждение зоны резания ионизированным воздухом. Ионизация воздуха восполняет смазывающую функцию газообразных СОТС за счёт ускорения образования окисных плёнок на поверхностях инструмента. Простота подготовки

и подачи в зону резания ОИВ, эффективность метода в области высоких скоростей обуславливают перспективность данной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Татаринов, А.С.* Возможности и перспективы применения газообразного охлаждения при обработке резанием / *А.С. Татаринов, В.Д. Петрова* // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. 1995. №4. С. 1-8.
2. *Латышев, В.Н.* Трибология и проблемы СОТС / *В.Н. Латышев, А.Г. Наумов* // Инструмент и технологии. 2004. №18. С. 117-129.
3. *Кириллов, А.К.* Новый подход к повышению экологической чистоты технологических процессов механообработки // Вестник МГТУ «Станкин». 2008. №4 (4). С. 172-179.
4. *Есов, В.Б.* Модернизация системы охлаждения металлорежущих станков с применением устройств охлаждения ионизированным воздухом (УОИВ) / *В.Б. Есов, К.О. Климошкин* // Ремонт, восстановление, модернизация. 2011. №1. С.10-13.

APPLICATION OF THE COOLED IONIZED AIR AT HIGH SPEED MILLING

© 2011 V.B. Esov¹, K.O. Klimochkin¹, K.R. Muratov², O.G. Hurmatullin³

¹ Moscow State Technical University named after N.E. Bauman

² Perm National Research Polytechnical University

³ JSC "Ural-Instument-Pumori", Perm

Article is devoted to the application the technology of cooling by ionization air (TCIA) at cutting of metals. Researches have been led on processing center MCV-450. The result of usage TCIA has shown that such method of cooling/smearing of the tool is more effective, than traditional methods of cooling.

Key words: *cutting of metals, high speed milling, surface roughness*