



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СПЛАВОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Арзуманян А.М.

Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал

Аннотация: Приведен анализ литературных источников тонколезвийной и абразивной обработке различными режущими инструментами конструкционных материалов в условиях сухой обработки и обработки с использованием разнообразных СОЖ. Сравнительными исследованиями доказано преимущество сухой обработки как с экологической, так и с экономической точки зрения.

Ключевые слова: цветные сплавы, корунд, абразивные инструменты, СОЖ, сухая обработка, алюминиевый сплав.

Каждый этап обработки металлов сопровождается тем или иным видом загрязняющих выбросов. Чаще всего пылевые загрязнения сопряжены с механической обработкой металлов, а это такие процессы, как резание, фрезерование, сверление, шлифование, полирование. Особенность абразивной обработки состоит в том, что отходы представлены мелкими твердыми частицами как самого металла, так и абразивных инструментов. Собственно, интенсивность образования загрязняющих частиц зависит от представленных факторов:

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) используются не только для охлаждения, но и в какой-то мере для связывания частиц образующейся пыли. Но вместе с тем на выходе вместо пыли образуется тонкодисперсный аэрозоль. В зависимости от основной фазы и физико-химических свойств СОЖ выделяют: масляные, водные и специальные. Соответственно и состав аэрозоля в процессе обработки будет различным. На его количество влияют прежде всего форма и размер изделия, находящегося в обработке, режим расхода и подачи жидкости. Удельные показатели загрязняющих выделений определяются в этом случае массой вещества на единицу мощности станка.

Полировка, шлифовка, зачистка металла сопровождаются наибольшим пылевыведением. При этом большая часть пыли исходит от обрабатываемого изделия, а оставшиеся 30-40 процентов – материала абразивного инструмента. А полировка матерчатými или войлочными головками требуют присутствия дополнительных полирующих материалов (пасты ГОИ), которые также дают примеси пыли (<http://metalurg.su/obrabotka-metallov-i-ekologiya.html>).

В работах Кorna D.[1,2] рассмотрены очевидные преимущества сухого точения перед шлифованием, в частности возможное получение практически такого же качества поверхности ($Ra=2,7$ мкм, не круглость 0,2 мкм и допуск по диаметру ± 5 мкм), возможность обработки закаленных подшипниковых и инструментальных сталей, а также высоколегированных сплавов (Inconel, Hastelloy, Stellite) твердостью от 45 до 60HRC и выше, причем оптимальными являются заготовки, у которых колебания по глубине резания не превышают 2HRC, а отношение длины к диаметру не более 4 для консольно расположенных заготовок и не более 8 – для заготовок, обрабатываемых в центрах или в люнете. Такие же подробные рекомендации даны по конструкции станков, предлагаемых для сухого точения, выбору материалов и

геометрических параметров резцов, проблемам использования СОЖ, предотвращению появления на деталях «белого» слоя. Аналогичные рекомендации, тоже имеющие большое практическое значение, даны для сухого растачивания и резбо нарезания.

В работе [2] сообщается о новой, основанной на этаноле СОЖ, которая может с высокой эффективностью применяться для обработки цветных металлов и пластмасс, с использованием микроинструментов. После того, как такая СОЖ охладит и смажет эти инструменты, этанол испаряется не оставляя каких-либо следов на обрабатываемой детали. Такая СОЖ специально предназначена для применения в процессах обработки с высокими скоростями резания.

В работе Uhly V. рассмотрены результаты широкого использования обработки с минимальным количеством СОЖ и высокопроизводительной обработки на фирме Heidelberg Druckmaschinen. Отмечено, что эти виды обработки позволили увеличить скорость резания при сверлении соответственно в 2 и 4 раза, а скорость подачи сверла в 1,5 и в 3 раза при сокращении вспомогательного времени фрезерованием на 40 ÷ 60 %. Показана эффективность встраивания системы минимальной подачи СОЖ непосредственно в станок, что позволяет оптимизировать процесс обработки. Однако снижение основного времени на 40 % приводит к значительному увеличению доли вспомогательного времени в цикле работы, к необходимости соответствующего резкого повышения уровня автоматизации и удорожанию стоимости обработки одной детали. Приведены меры по соблюдению баланса между основным и вспомогательным временами обработки (www.stankoinform.ru/sozh05-1.htm).

В статье Селая А. И др. [3] отмечено значительное сокращение расхода СОЖ и уменьшение нароста на режущих кромках инструментов при фрезеровании. Однако незначительный слой СОЖ между режущей кромкой инструмента и заготовки вызывает большее трение и, следовательно, ускоренное затупление инструмента, аналогично, затуплению при фрезеровании титановых сплавов. Несмотря на ряд недостатков высокоскоростного фрезерования с минимальным количеством СОЖ, сделан вывод о целесообразности его применения, прежде всего в автомобильной и авиационной промышленности.

Со стороны испанских исследователей кратко описаны такие направления и области применения технического прогресса в металлообработке как высокоскоростное, полусухое и сухое резание, обработка сверхтвердыми абразивами. Проанализированы появившиеся в последние несколько лет инструментальные материалы, покрытия и геометрии инструментов, цель разработки которых – увеличение скоростей резания и подач при одновременном увеличении стойкости инструмента. Описаны новейшие разработки ведущих инструментальных фирм (www.stankoinform.ru/journal/imhe.htm).

Koerfer Ch. показал, что при обработке медицинских деталей, постоянно находящихся в человеческом теле (имплантанты) и контактирующих с ним временно (хирургические инструменты), нужно тщательно выбирать СОЖ и обязательно удалять ее с деталей после обработки. Это особенно важно для имплантантов, которые изготавливают преимущественно из нержавеющей сталей и титановых сплавов, последние должны быть совместимы с человеческими тканями. Приведены подробные и полезные для технологов рекомендации по выбору СОЖ при обработке сталей, алюминиевых, цветных, жаропрочных и титановых сплавов (www.stankoinform.ru/sozh05-1.htm).

Опыт фирмы Franklin Сообщает о полном переходе фирмы на обработку алюминиевых панелей с минимальным количеством СОЖ, с применением системы Assu-Lube на всех ее станках. Это позволило при сохранении, а иногда и при улучшении качества обработки сократить расход СОЖ более чем в 15 раз (www.stankoinform.ru/.../modern_machine_shop.2003-04.htm).

Чтобы более подробно охарактеризовать влияние режимов резания на шероховатость обработанной поверхности серии опытов по традиционному методу[4]. Геометрия режущей части пластины составляла $\gamma = -6^\circ$, $\lambda = 6^\circ$, $\phi = 45^\circ$ и $r = 0,4$ мм. Эксперименты проводились с применением СОЖ и без нее. Для определения зависимости шероховатости обработанной поверхности от глубины резания. Опыты проводились при следующих значениях $t = 0,01 \dots 0,4$ мм. Исследования показали, что при тонком фрезеровании рубиновыми фрезами, когда глубина резания принимает значение от $0,01 \dots 0,05$ мм для медных сплавов, шероховатость обработанной поверхности улучшается и при дальнейшем увеличении остается почти неизменной.

Высокий класс шероховатости обработанной поверхности получается при значениях глубины резания от $t = 0,005 \dots 0,15$ мм для медных сплавов и от $t = 0,07 \dots 0,15$ мм для алюминиевых сплавов и меди МЗ.

При обработке с СОЖ дуралюминия Д16 рубиновыми пластинами в диапазоне $v = 350 \dots 600$ м/мин шероховатость обработанной поверхности улучшается.

При дальнейшем увеличении скорости фрезерования наблюдается уменьшение наростообразования. При обработке того же сплава с применением СОЖ шероховатость обработанной поверхности улучшается, а нарост почти исчезает. Применение СОЖ для обработки медных сплавов нецелесообразно, потому что шероховатость обработанной поверхности не изменяется. Высокий класс шероховатости получается при скоростях фрезерования $v = 250 \dots 500$ м/мин при фрезеровании медных сплавов и $v = 350 \dots 600$ м/мин – для алюминиевых сплавов.

При опытах были использованы в качестве СОЖ керосин и веретенное масло. Полученная шероховатость высокого класса при обработке с применением керосина, когда обрабатываются алюминиевые сплавы.

Интенсивность адгезионного износа снижается с уменьшением скорости и подачи резания и применением СОЖ при обработке алюминиевых сплавов, уменьшая схватывание между корундом и сплавом. Увеличение адгезии с увеличением режимов резания можно объяснить увеличением температуры резания, способствующей возникновению и движению дислокаций.

В работе [5] рассмотрены характер и степень износа резцов, максимальная температура на их режущих кромках, в зависимости от вида точения, типа резцов и скоростей резания (до 1000 м/мин), а также наличия или отсутствия СОЖ и способы уменьшения этих отрицательных характеристик.

В работе Dellmann S.[6] отмечено, что хотя инструменты из поликристаллического КНБ цене в 10 - 20 раз дороже обычных, они в 10 - 300 раз производительней и имеют во столько же раз больший период стойкости, а также обеспечивают достаточно высокие качества поверхности, включая микроструктуру и точность обработки. Приведен ряд режимов резания характерных деталей (инструментами фирмы Carboly) (www.stankoinform.ru/10.steel.htm).

На ряде производственных примеров в работе [5] показана возможность замены шлифования твердым точением инструментом из смешанной керамики, более эффективной при непрерывном точении и из поликристаллического КНБ, более эффективного в случае прерывистого точения. Приведены параметры обработанной детали, которые практически не отличаются от полученных шлифованием, в том числе и по структуре ее поверхности, хотя возможен вариант «твердое точение перед окончательным шлифованием».

В работе [7] проанализированы проблемы выбора СОЖ при обработке резанием различных материалов - сталей, сплавов, различного чугуна, алюминия, различных цветных металлов. На выбор СОЖ для каждого из этих материалов может влиять также операция, которая должна выполняться на этих материалах. Необходимо учитывать охлаждающие и смазочные характеристики каждой выбираемой СОЖ, применительно к этому приводятся

некоторые рекомендации, в частности, рассмотрено значение водных СОЖ и применяемых в них концентратов. Приведены сведения о комбинированных СОЖ и их применении в процессах обработки. Изложены данные о некоторых СОЖ, созданных в последнее время.

В работе Schtifidwen Н.-J. Идр.[8] показано, что с точки зрения экологии и снижения издержек изготовления желательнее при их механической обработке обходиться без использования СОЖ, однако на практике в обозримой перспективе — это применение СОЖ в минимальных количествах. Над разработкой новых и совершенствованием применяемых специализированных СОЖ работает, в частности, фирма Rhenus Lub GmbH 4 Co. KG (Германия). Рассмотрены технологические особенности названных групп металлов и даны общие рекомендации по применению необходимых СОЖ, причем новинкой среди них являются водорастворимость эмульсии.

В исследовании Li К.-М. И др. разработана модель распределения температуры в зоне резания при минимальном применении СОЖ и проанализировано влияние источников тепла на повышение температуры стружки, инструмента, потере тепла вследствие охлаждения. Результаты экспериментов подтвердили совпадение данных, полученных при обработке и данных, полученных посредством модели (www.stankoinform.ru/sozh05-2.htm).

В работе [9] установлена, что при применении в качестве СОЖ веретенного масла при обработке алюминиевых сплавов Д16 и Д1, длина пути резания значительно увеличивается (до 50 км). При обработке медных сплавов применение СОЖ не оказывает существенных влияний на износостойкость.

В дальнейшем при обработке цветных металлов СОЖ не были применены, поскольку при декоративной обработке деталей внешнего оформления усложняется технологический процесс изготовления деталей, шероховатость обработанных поверхностей меняется незначительно (в пределах одного класса), фрезерование в данном случае является окончательной операцией. Опыты показывают, что при обработке алюминиевого сплава АЛ9, режущая пластина изнашивается более интенсивно, чем при обработке других обрабатываемых материалов, что объясняется наличием твердых частиц и других веществ в этом сплаве, способствующих износу инструмента.

В основном при тонкой прерывистой обработке цветных металлов и сплавов рубиновыми режущими пластинами длина пути резания составляет от 200 до 260 км и 300 км, с применением СОЖ при обработке алюминиевых сплавов Д16 и Д1.

В работе Yallese М. И др. отмечено, что у инструмента из КНБ (кубический нитрид бора) наблюдается меньший износ, чем у инструмента из керамики, и в целом КНБ превосходит керамику по скоростному диапазону и получаемой шероховатости детали (до 1 мкм). Основная область применения в условиях мелкосерийного и единичного производства более дешевой керамики — непрерывное точение закаленных до твердости 52, 55 HRC деталей (www.stankoinform.ru/journal/Journal%20of%20Engineering%20).

После длительных исследований на ряде примеров в работе Steidle Н.[16] показана возможность сухой механической обработки (или с минимальным расходом СОЖ) деталей из алюминия с помощью инструмента на основе поликристаллических алмазов. Обращается внимание на преимущества алмазной обработки. Приведены режимы резания (www.stankoinform.ru/.../Industrial%20Diamond%20Review.ht).

ВЫВОДЫ

1. Синтетический корунд используется в качестве режущего материала для лезвийного инструмента при тонколезвийной сухой обработке (точение) цветных металлов и сплавов, а также неметаллических материалов, в широком диапазоне скоростей резания от 250 до 1000 м/мин.

2. При тонколезвийной обработке алюминиевых сплавов шероховатость обработанных поверхностей колеблется от $R_a = 0,63$ до $0,08$ мкм при геометрии режущей части инструмента $\gamma = -5...10^0$, $\alpha = 5...10^0$, $\varphi = 40...60^0$, $\varphi_1 = 5...10^0$, $r = 0,5...2,5$ мм.
3. Полученные результаты по шероховатости обработанной поверхности резами из алмазов по сравнению с более дешевыми, простыми и доступными режущими пластинами из синтетического корунда аналогичны, поэтому применение последних взамен алмазных инструментов является не только экономичным, но и экологическим.
4. Применение в качестве СОЖ керосина при тонком фрезеровании дюралюминия Д1 и Д16 длина пути резания увеличивается до 50 км при износе по задней грани $h_3 = 0,1$ мм.
5. Средство корунда с алюминиевыми сплавами является причиной появления стабильного нароста, который не исчезает при варировании скорости резания и при применении различных СОЖ.

Литература

1. Korn D. Сухое точение как заменитель шлифования – где и почему? // Modern Machine Shop.(N. 4 (сентябрь), Vol. 77, 2004, США)с. 72 – 76.
2. Korn D. Повышение эффективности процессов обработки с применением новой СОЖ // Modern Machine Shop. 2006. 79. №. 2 с. 56, 58.
3. Celaya A. et al. Теоретический и экспериментальный анализ влияния минимального количества СОЖ на процесс высокоскоростного фрезерования алюминиевых сплавов при различных скоростях // ИМНЕ. 2003. №. 293 (октябрь)с. 94 – 98, 101, 103, 104, 107.
4. Арзуманян А.М. Комплексное исследование тонколезвийной обработки цветных металлов и сплавов режущими пластинами из синтетического корунда // Вестник машиностроения. М., 2012, № 2. С. 70-75.
5. Donschoff H. et al. Износ режущих инструментов при высоких скоростях точения с СОЖ и без СОЖ // MASCHINENMARKT, 2001, № 15с. 64 – 69.
6. Dellmann S. Оптимальная комбинация поликристаллического КНБ со смешанной керамикой как условие эффективного точения деталей твердостью до 65 HRC //Werkstatt und Betrieb. 2002. №. 6с. 106, 108, 109.
7. Webzell S. Применение СОЖ в процессах обработки резанием // Metalworking Production. 2006. V. 150. №. 5с. 101, 102.
8. Schtifidwein H.-J. et al. Применение СОЖ при обработке легких сплавов // Werkstatt und Betrieb. 2005. V. 138, №. 12с 73 -77.
9. Арзуманян А.М. Манукян О.С. Моделирование процесса резания бронзы БрАЖ9-4 и дюралюминия Д1 корундовыми режущими пластинами // Вестник Инженерной академии Армении. Том 9, №4. Ереван. 2012. С. 802...806.

ENVIRONMENTAL PROCESSING OF ALLOYS FROM NON-FERROUS METALS

Arzumanyan A.M.

Summary: The results of the analysis of thin blade processing of various combinations of cutting and processed materials during dry processing and processing using a variety of coolant are presented. Comparative studies have shown the advantage of dry processing from an ecological and economic point of view.