

УДК 621.91.01

А.И. СОШКО, В.А. СОШКО, Е.Э. БЕРГЕР
Херсонский национальный технический университет**ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ЭФФЕКТА НА ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ
МЕТАЛЛА**

В данной работе рассмотрен процесс механоплазменной обработки металлов и его влияние на износ металлорежущего инструмента и качество поверхностного слоя материала. Результаты исследований показали, что особенность механоплазменной обработки заключается в том, что материал перед лезвием режущего инструмента, который подлежит съему, приобретает в процессе резания более низкие механические характеристики, чем исходной обрабатываемый металл. Поэтому работа, которую необходимо затратить для образования стружки значительно меньше, чем при обычной технологии.

Ключевые слова: плазма, износ, шероховатость, микротвердость, полимер, водород, деформация.

О.І. СОШКО, В.О. СОШКО, Є.Є. БЕРГЕР
Херсонський національний технічний університет**ВПЛИВ ПЛАЗМОВОГО ЕФЕКТУ НА ОБРОБЛЮВАЄМОСТЬ МЕТАЛУ**

У даній роботі розглянуто процес механоплазменної обробки металів і його вплив на знос металорізального інструменту і якість поверхневого шару матеріалу. Результати досліджень показали, що особливість механоплазменної обробки полягає в тому, що матеріал перед лезом різального інструменту, який підлягає зніманню, набуває в процесі різання нижчі механічні характеристики, ніж вихідної оброблюваний метал. Тому робота, яку необхідно затратити для утворення стружки значно менше, ніж при звичайній технології.

Ключові слова: плазма, знос, шорсткість, микротвердість, полімер, водень, деформація.

A.I. SOSHKO, V.A. SOSHKO, E.E. BERGER
Kherson National Technical University**INFLUENCE OF PLASMA EFFECT ON METAL PROCESSING**

In this paper, the process of mechanoplasma treatment of metals and its effect on the wear of the metal-cutting tool and the quality of the surface layer of the material are considered. The results of the research showed that the feature of mechanoplasma processing is that the material in front of the blade of the cutting tool to be removed acquires lower mechanical characteristics in the process of cutting than the original metal being processed. Therefore, the work that needs to be spent for the formation of chips is much less than with conventional technology.

Keywords: plasma, wear, roughness, microhardness, polymer, hydrogen, deformation.

Постановка проблемы

Принято считать, что твердое тело обладает хорошей обрабатываемостью, если при обработке этого материала резанием износ инструмента и силы резания незначительны, а износостойкость инструмента и качество обработанной поверхности высокие. Следовательно, обрабатываемость является технологической характеристикой не только материала, которая определяется комплексом его физико-механических свойств, но и способа обработки.

Анализ последних исследований и публикаций

Известно, что основные энергетические затраты на резание металлов связаны с осуществлением пластических деформаций [1], а также, что в процессе резания образующийся активный водород из полимерной компоненты смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) взаимодействует с деформируемым металлом. В связи с этим предлагаемый способ механоплазменной обработки (МПО) может найти практическое применение не только в том случае, если все показатели при МПО превышают показатели при обычной механической обработке. В энергетическом балансе процесса резания 90% и более приходится на работу пластической деформации материала обрабатываемой детали [6]. Поэтому принято считать процесс резания - процессом превалирующего пластического деформирования. От пластической деформации зависит тепловой режим и контактные нагрузки на рабочих поверхностях, а следовательно интенсивность и характер их изнашивания [7].

Формулирование цели исследований

Целью работы было изучение влияния механоплазменной обработки на износ режущего инструмента, твердости и шероховатости поверхностного слоя обрабатываемой детали.

Изложение основного материала исследования

Для характеристики МПО были проведены широкие экспериментальные исследования различных конструкционных материалов с различными физико-механическими свойствами, при различных параметрах МПО. Оценивались основные критерии обрабатываемости: износ инструмента, качество обработанной поверхности и энергосиловые параметры обработки.

На интенсивность износа режущего инструмента оказывают влияние следующие основные факторы: скорость резания, подача, материал режущей части инструмента и обрабатываемой детали, геометрия инструмента, а также физико-химические процессы сопровождающие механическую обработку. В связи со значительным объемом исследований здесь приводятся только некоторые усредненные показатели, характеризующие преимущества МПО.

При изучении износа режущего инструмента в процессе обработки металлов, главное внимание уделяется трению и тепловым явлениями существенная особенность процесса трения при резании металлов - высокая химическая активность поверхностей трения к внешней среде. Это объясняется тем, что одна из поверхностей стружки и заготовки является свежееобразованной (ювенильной), а другая - передняя и задняя грань резца - непрерывно очищается поверхностью стружки или свежееобразованной поверхностью заготовки. Эти поверхности характеризуются значительным запасом свободной энергии и высокой адсорбционной и хемосорбционной способностью. В общем случае, температура на площадке трения при резании металлов может достигать температуры плавления обрабатываемого материала. Режущий инструмент постоянно контактирует с чистой поверхностью металла, интенсивно деформируемой при значительных нормальных и касательных напряжениях и высоких температурах; в результате появляются островки сваривания (схватывания) трущихся поверхностей и происходит износ инструмента. Нагрев инструмента вреден еще и потому, что в результате вызванных термическими напряжениями деформаций, нарушается его настройка и точность обработки.

Опыты показали, что стойкость режущего инструмента, работающего в среде с полимерной присадкой во всем диапазоне скоростей точения конструкционных углеродистых, легированных и нержавеющей сталей значительно выше, чем при обработке в эмульсии ЭТ-2 (рис. 1). Газообразный водород по эффективности занимает промежуточное положение между ЭТ-2 и технологической средой с добавкой полимера.

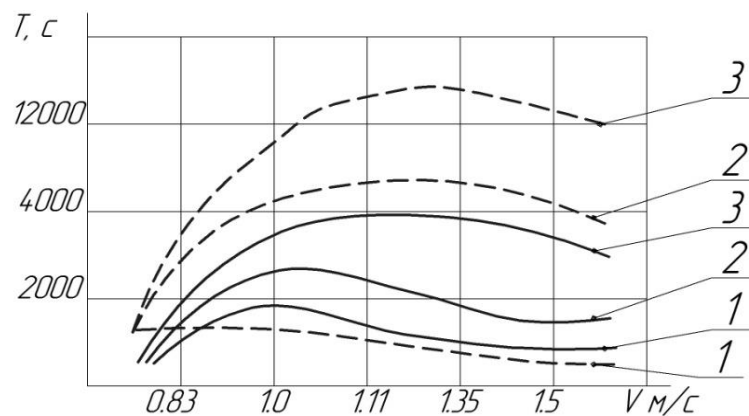


Рис. 1. Изменение стойкости резца (Т) в зависимости от скорости точения (V) стали 45 (НВ 170...180) – сплошные линии и X18H9T (НВ 210...230) – пунктирные линии в различных СОТС: 1 – точение в эмульсии ЭТ – 2; 2 – в газообразном водороде; 3 – в эмульсии ЭТ – 2 с добавкой поливинилхлорида (1,5%). Режим резания: $t=4\text{мкм}$, $S=0,3\text{мм/об}$; резец оснащен неперетачиваемой пластиной T15K6

С увеличением скорости резания преимущества высокомолекулярной полимерсодержащей смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС), как правило, возрастают по сравнению с СОТС на низкомолекулярной основе (рис. 2). Здесь коэффициент влияния полимерной присадки K_T выражает отношение стойкости резца в полимерсодержащей жидкости и в той же среде без полимерной добавки [10, 11].

Сформированная в процессе резания поверхность, в направлении подачи имеет закономерный геометрический рельеф. Поскольку чистота обработанной поверхности при прочих равных условиях зависит от твердости металла, проводились испытания трех партий образцов термообработанных по НРС

36...37, 57...58 и 63...64, испытания проводились при различной подаче, т.к. шероховатость возрастает с увеличением подачи.

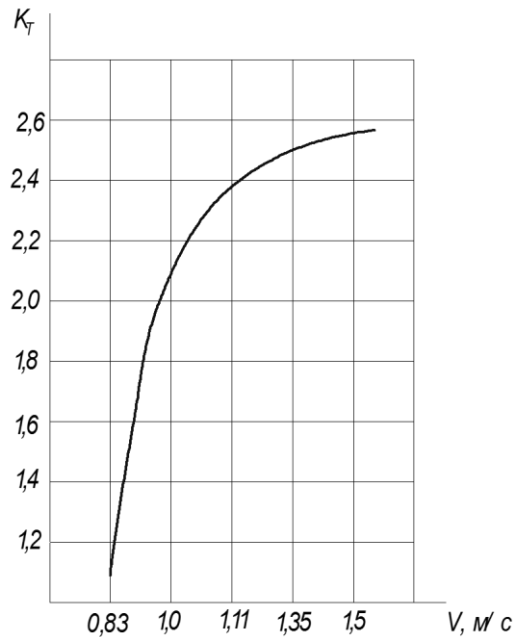


Рис. 2. Изменение K_T (коэффициента влияния полимерной присадки на стойкость инструмента) в зависимости от скорости резания (V) стали 35ХНЗМФА (НВ 220...240). Режим резания: $t=4$ мкм, $S=0,3$ мм/об; резец Т15К6

На рис. 3 представлена микрогеометрия поверхности стали, обработанной двумя способами: с применением плазменного эффекта в процессе деформации и разрушения и обычной механической обработкой с применением СОТС. Здесь также наблюдается значительное преимущество МПО.

Как видно из рисунка, геометрический рельеф поверхности образцов после механической обработки в жидкости с полимером значительно менее ярко выражен, чем в жидкости без полимера. Это дает основание полагать, что водород, даже при таких высоких скоростях деформирования и разрушения, при которых происходит резание металла (несколько метров в секунду) успевает проникать в зону пластической деформации, опережающей зону образования новых поверхностей на несколько и более миллиметров [8] и оказывает влияние на весь процесс разрушения.



Рис. 3. Профилограммы поверхности образцов из стали 9ХС (HRC 32...64), обработанных точением: 1 – МПО; 2 – в СОТС. Режим обработки: $V=1$ м/с; $S=0,21$ мм/об; $t=4$ мм. Резец Т15К6

Поскольку при МПО водород снижает усилие резания и облегчает протекание процесса деформирования и разрушения, то в результате этого происходит улучшение качества поверхности (Рис.3,4) и снижение микротвердости (Рис. 5, табл.1).

Характерным для полученных данных является то, что хотя введение полимера в жидкость приводит к снижению микротвердости на поверхности стали после механической обработки, однако уже

на глубине, примерно, 10 мкм микротвердость после обработки с полимером становится больше, чем в среде без полимера.

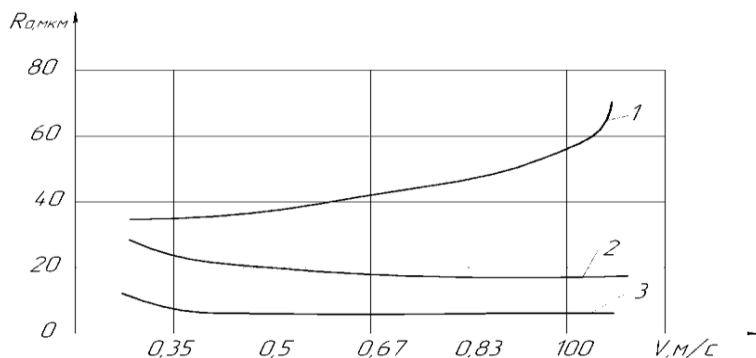


Рис. 4. Изменение шероховатости (Ra) обработанных образцов из стали 9ХС (HRC 32...46) от скорости точения (V): 1 – в СО2С; 2 – в газообразном водороде; 3 – МПО. Режимы резания: S=0,25 мм/об, t=1 мм: резец Т15К6

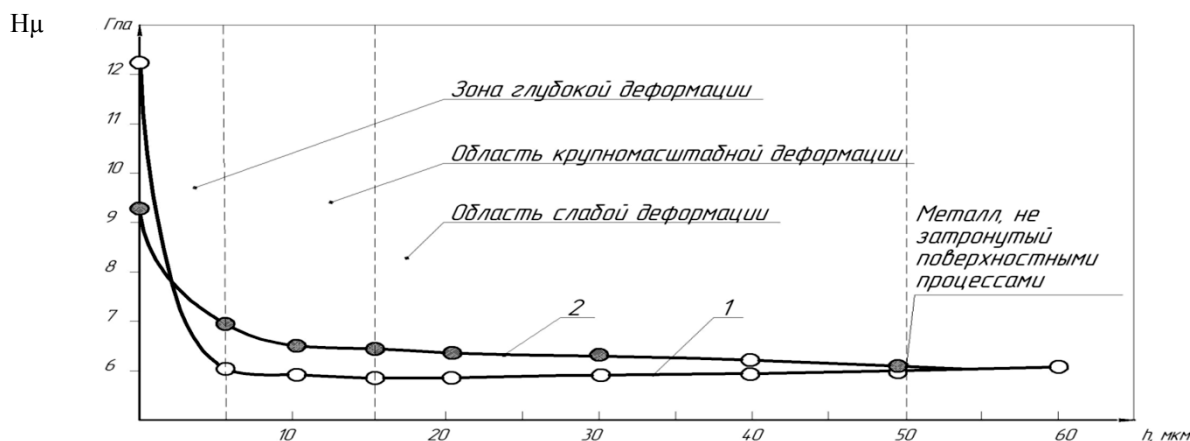


Рис. 5. Микротвердость Hц, после механической обработки стали (точения): 1 – в СО2С; 2 – МПО

Причем повышение микротвердости сохраняется на сравнительно большом расстоянии от поверхности (35 мкм). Аналогичный характер распределения Hц, имеет место и для других структур, хотя по величине микротвердости наблюдается большое различие.

Например, при точении стали 9ХС различной твердости в различных средах, в поверхностном слое образцов образуются упрочненные слои различной глубины (табл.1). На стали сорбитной (HRC 38-37), и тростинной структуры (HRC 38-37) глубина упрочненного слоя достигается 35-40 мкм и в микроструктуре обнаруживаются пластически деформированные слои более высокой микротвердости по сравнению с сердцевиной образца. В образцах из стали мартенситной структуры (HRC 57...64), образуются нетравящиеся белые слои глубиной до 10 мкм. Глубина упрочненных слоев при точении с увеличением подачи возрастает от 3 до 10 мкм. Они представляют собой карбиды, остаточный аустенит, размер частиц которого на порядок меньше по сравнению с обычной закалкой, и сильно дисперсный мартенсит [1]. Механизм воздействия водорода и других активных низкомолекулярных углеводородов, образующихся в результате деструкции полимерной составляющей, на формирование белых слоев пока неясен и требует отдельных исследований.

Таблица 1

Микротвердости Hц (ГПа) на поверхности стали 9 ХС после точения в различных средах

Твердость	Среда			
HRC	Вода	Масло и-12	Вода + 1,5% латекс ПВХ	И – 12+1.5% ПЭ
63...64	14.1	10.8	12.4	8.3
57...58	12.1	7.5	9.7	5.3
36...37	7.5	5.9	5.1	4.8
10...32	4.8	4.6	4.5	4.2

В связи с большим объемом экспериментальных работ необходимых для оценки обрабатываемости при МПО, испытания проводили только на отдельных представителях углеродистых и легированных сталей. Для этого испытуемые стали условно были разделены на три группы: 1 – углеродистые качественные конструкционные стали; 2 – конструкционные легированные и 3 – инструментальные легированные стали. В качестве представителей первой группы испытывались стали Ст.10, 20 и 45; второй – Ст. 40Х, 40ХН и третьей – Ст. ХВГ и Ст. Х12М. Стали первой группы обладали твердостью 160–180НВ, второй – 180–200НВ и третьей группы – 220–240НВ.

Выводы

Технологическую эффективность МПО оценивали на операциях точения, сверления и торцевого фрезерования.

1. Приведенные результаты и их анализ показывают, что введение в СОТС полимера определенного химического состава, не изменяя в целом химическую активность среды, в результате реакции деполимеризации в зоне обработки превращают ограниченный объем СОТС в чрезвычайно химическую активную среду.

2. Специфическое поведение полимерной присадки в зоне повышенных температур и контакт давлений качественно меняет механизм влияния МПО.

Список используемой литературы

1. Г.В.Карпенко, Р.И.Крипякевич. Влияние наводороживания в процессе деформации стали на ее механические свойства. // ФХММ,-Киев.-Наук.думка-№5, -1977-с.75
2. I.I.Trillat., CR 224,1102 (1947)
3. W.J.Dunning, in Adhesion, Eley D.D., ed, Oxford University Press, 1961
4. A.W.Adamson, American Society of testing and materials, Special Technical Publication №340, 1962, p.32
5. J.E.Bailey, P.V.Hirsch, Phil.Mag.,5 , 485 (1960)
6. В.И.Лихтман, Е.Д.Щукин, П.А.Ребиндер. Физико-химическая механика
7. материалов, изд. Ан СССР, М., 1962, с.303
8. Е.Д.Щукин, Л.С.Брюханова, З.М.Полукарова, Н.В.Перцов, ФХММ, Киев, Научна Думка, 12, № 4, 1976, с.43
9. А.И.Сошко, В.А.Сошко. Смазочно-охлаждающие средства в механической обработке металлов. Изд. Олди-плюс, Херсон, 2008, 2, с.388
10. Справочник. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием, под ред. Энтелиса С.Г. – Машиностроение. М. – 1986, с. 352
11. Е.Д.Щукин. Понижение поверхностных энергий и изменения механических свойств твердых тел под влиянием окружающей среды, ФХММ, Киев, Изд. Наукова Думка, № 3, 1986, с.19
12. А.И.Сошко. Механохимическая обработка металлов. Полимеры в технологических процессах обработки металлов.- Киев, 1977, с.16