

УДК 621.9(07)

Ф.А. Парикян, канд. техн. наук, доц., **А.С. Бабаян** канд. техн. наук, доц.
Армянский Национальный политехнический университет, фонд
Тел./факс: 01052-46-29; E-mail: parfel@rambler.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫХ СРЕД НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

В статье приведены данные эффективности влияния газовых сред на характеристики качества обработанной поверхности. Показана возможность реального и целенаправленного воздействия газовых сред на процесс резания, путем подачи в зону обработки кислорода, являющегося наиболее эффективной средой, улучшающей все показатели качества поверхности.

Ключевые слова: качество поверхности, газовая среда, кислород.

1. Введение

Изучение закономерностей влияния среды на механические характеристики различных материалов и природы физико-химических явлений на межфазных границах позволяет отыскать эффективные методы управления процессами деформирования твёрдых тел при обработке резанием, а также для формирования обработанных поверхностей с заранее заданными механическими свойствами.

В процессе резания в результате физико-химического взаимодействия тонких поверхностных слоёв обрабатываемого и инструментального материалов с технологической средой, в частности газовой, происходят значительные изменения в контактных процессах, существенно влияющих на выходные показатели процесса резания [1].

Влияние среды на контактные процессы исследованы подробно и фундаментально в теории и практике трения и износа, но отождествлять влияние газовых сред на трение при резании металлов не совсем корректно, особенно если учесть, что при резании на контактных поверхностях развиваются иные физико-механические явления.

Известно, что при резании металлов образуются чрезвычайно активные, напряженно-деформированные ювенильные поверхности с высокой свободной поверхностной энергией, способствующие протеканию термодинамически маловероятных химических реакций с компонентами среды в обычных условиях.

Это особенно важно при эксплуатации деталей когда на первый план выдвигаются физико-механические характеристики поверхностного слоя, ввиду того, что хорошо известное явление наследственности после финишных операций, может стать определяющим и в процессах трения и износа этих поверхностей. Естественно, что формирование составляющих наследственных характеристик можно обеспечить уже в процессе резания, путем целенаправленного выбора параметров резания, и, не в последнюю очередь, рабочая среда.

Многочисленные исследования подтверждают эффективность влияния газовых сред, особенно кислорода, на процесс формирования физических свойств поверхностей обработанных резанием [2,4,5]. При этом установлено, что кислород окружающего воздуха играет очень важную роль в процессе обработки металлов, а эффективность

смазочных и охлаждающих жидкостей (СОЖ) зависит от количества растворённого в ней кислорода.

В практике металлообработки успешно применяются методы обработки металлов резанием с использованием различных смазочно-охлаждающих технологических сред или их комбинаций с газами. В последнее время все большее внимание уделяется экологическому аспекту достижения качества поверхности [1,2] с применением различных СОЖ и масел, которые, однако, опасны при высоких давлениях и температурах, сопутствующих процессу резания и, зачастую, становятся определяющим фактором при выборе того или иного метода обработки.

2. Методика исследования

Исследования проведены на кафедре АиКММ АНИУ на токарно-винторезном станке фирмы "TOS". В качестве среды использовались воздух, кислород, азот, аргон и эмульсия с кислородом. Обработки проводились в вакуумной камере, позволяющей исследовать влияние чистых газовых сред на процесс резания и использованием метода принудительной подачи газа в зону резания, под избыточным давлением 0,015МПа, что с достаточной точностью позволило обнаружить влияние среды на исследуемые параметры процесса. Подача СОЖ в распыленном состоянии осуществлялся путем смешивания СОЖ и кислорода в виде аэрозоли направляемой в зону резания. Влияние рабочих сред на параметры качества обработанных инструментом из Т5К10 и Т15К6 ($\gamma=0^\circ, \varphi=90^\circ$) поверхностей исследовалось при условиях обработки - $t=1\text{мм}$, $S=0,1\text{мм/об}$, $\gamma=6^\circ$, $\varphi=75^\circ$, $r=0,8\text{мм}$ в диапазоне скоростей резания 10-100м/мин. Профилографом типа АБРИС-ПМ7 измерялись шероховатость обработанных поверхностей, а их микродвёрдость и глубина наклёпа микротвёрдомером ПМТ-3.

3. Результаты исследования

Комплексные исследования процесса резания, полученные результаты позволяют однозначно утверждать значимость влияния окислительных и нейтральных сред на изменение практически всех показателей процесса в сторону увеличения в следующей последовательности: кислород, воздух, азот и аргон. Физико-химическое воздействие газовых сред оказывает значительное влияние и на показатели качества обработанной поверхности, такие как: шероховатость и микротвердость, глубина и степень наклёпа, а также плотность дислокаций обработанной поверхности.

При этом наиболее эффективной является кислород, в среде которого устраняется значительная часть дискретного металлического контакта между трущимися поверхностями, за счёт мгновенного возникновения на ювенильных, сильно деформированных поверхностях окисных плёнок, снижающих адгезионную составляющую силы трения, в результате чего устанавливается несколько "мягкая" схема деформирования. Сказанное подтверждается микрофотографиями корней стружек (рис.1), где весьма чётко видны периодически возникшие вакуумные полости между передней поверхностью нароста и контактной поверхностью стружки с одной стороны, и наростом и формируемой поверхностью с другой, которые мгновенно заполняются окружающей средой, тем самым способствуя образованию на поверхностях физико-химических пленок с вытекающими отсюда положительными последствиями.

Воздействие нароста на стружкообразование проявляется в повороте по часовой стрелке зоны текстурирования и её сужении, с другой стороны, с увеличением радиуса при вершине нароста, растет длина криволинейной части “режущей кромки”, что приводит к ухудшению условий трения, что приводит к возрастанию степени и глубины распространения в поверхностных слоях пластической деформации. В среде нейтрального аргона, адсорбцией которого ввиду её незначительности можно пренебречь, диффузионные процессы реализуются за счет взаимной диффузии между активизированными контактными поверхностями, приводящей к развитию процесса схватывания. Экспериментами также установлено, что интенсивность влияния газовых сред на показатели качества поверхности в большей степени проявляется при обработке пластичных металлов, имеющих большее сродство к кислороду, что в равной степени относится и к инструментальному материалу. При этом, исходя из зависимостей Ra , $H100$; $h = f(V)$ можно установить интенсивность изменения (i) каждого параметра качества (X) в любой точке для всех сред: $i = dX/dV$.

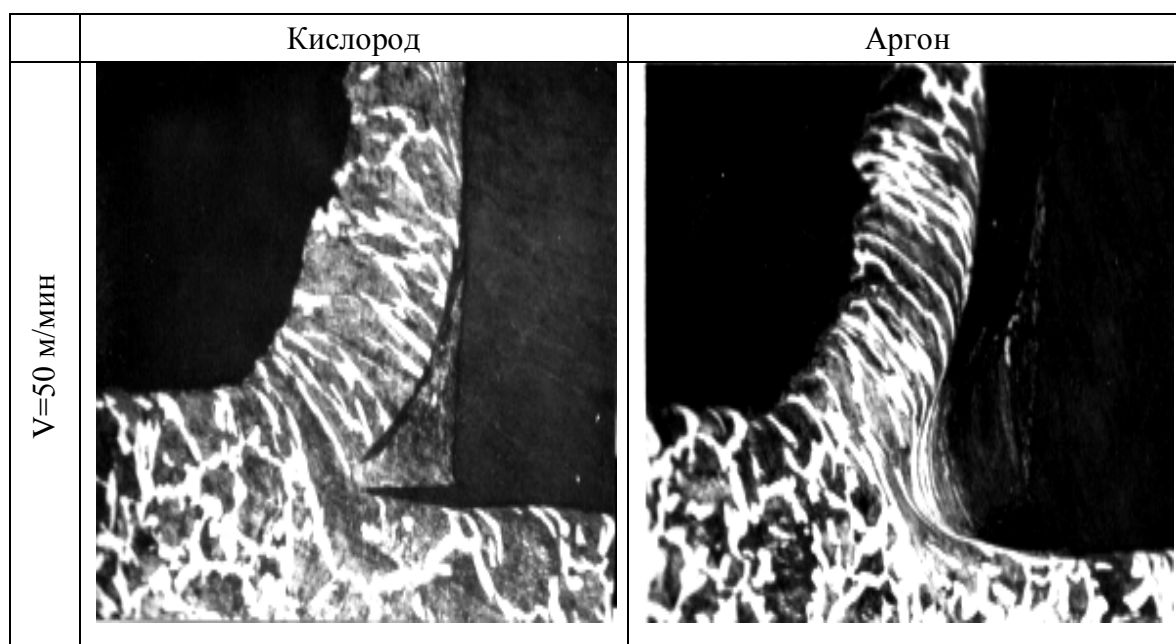


Рис.1. Микрофотографии корней стружек, полученных при резании стали 45 инструментом из Т5К10 в различных газовых средах. х 83

Шероховатость поверхности является одним из основных её геометрических параметров, характеризующая качество обработанной поверхности, более того, этот параметр приобретает совершенно новую интерпретацию при создании современных нетрадиционных технологий обработки, особенно в связи с развитием нанотехнологий, когда шероховатость поверхности становится свойством структуры самой поверхности.

Если микротвердости обработанных в различных газовых средах поверхности сохраняют закономерности влияния окислительных и нейтральных сред во всем исследованном диапазоне скоростей резания, то величина шероховатости и глубина упрочнения резко снижаются с увеличением скорости резания. Так например: величина Ra в аргоне при малых скоростях резания до 6 раз больше чем в кислороде, а с увеличением скорости резания до 90 м/мин, этот показатель снижается до 1,7 раза. В

то же время, глубина упрочненного слоя при тех же условиях меняется от 1,3 до 1,1 раза.

Согласно современным представлениям, пластическая деформация и разрушение твердых тел в обычных условиях, в том числе и в газовых средах, связаны с процессом зарождения и развития различных дефектов структуры и характерных дислокационных конфигураций. В этом контексте наклеп приводит к образованию и накоплению большого количества новых дислокаций, сложных дислокационных сеток, препятствующих их взаимному перемещению. С ростом степени деформации непрерывно генерируются новые дислокации и в локальных объемах их плотность достигает своего критического значения порядка $10^{12} - 10^{14} \text{ см}^{-2}$ [3]. Нами установлена непосредственная связь между микротвердостью и плотностью дислокаций поверхности (рис.2): увеличение микротвердости поверхности 1,25 раза (от 3100 до 3850 МПа) при обработке стали 45 приводит к возрастанию плотности дислокаций (таблица1) от $1,46 \cdot 10^{11}$ до $1,82 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ (т.е. в 1,25 раза).

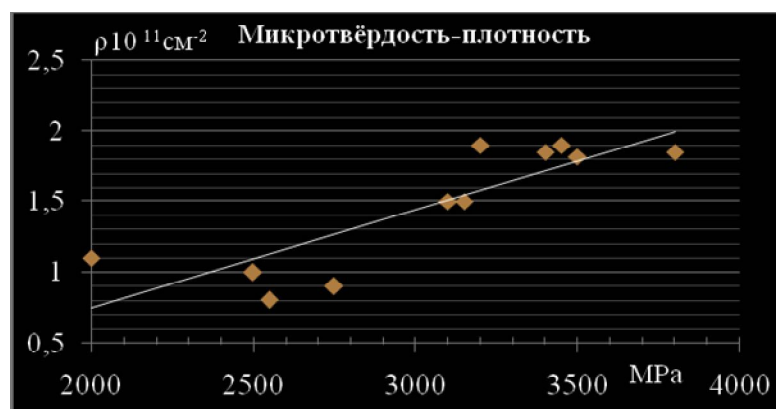


Рис.2. Зависимость плотности дислокаций от микротвердости поверхности.

Интересные результаты получены в среде кислорода, где плотность дислокаций выше в сравнении с резанием в воздухе и аргоне, несмотря на значительно меньшую микротвердость поверхности (таблица 1).

Таблица1. Плотность дислокаций обработанной поверхности.

матер.	инстр.	t, мм	V, м/мин	Плотность дислокаций $\rho \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$		
				кислород	азот	аргон
сталь 45	Т5К10	0,8	50	2,47	1,9	1,82
			100	1,82	1,75	—

При резании в среде кислорода в результате физической адсорбции, резко снижается свободная поверхностная энергия, что облегчает процесс выхода дислокаций на поверхность раздела металл-среда. Одновременно под действием химической адсорбции кислорода на обработанной поверхности образуется тонкая плёнка окисла, которая оказывает экранирующее действие, препятствует выходу дислокаций и согласно [3] способствует их скоплению непосредственно под окисной плёнкой.

По-видимому, указанными явлениями можно объяснить наблюдаемые в наших экспериментах повышение плотности дислокаций обработанной поверхности в среде кислорода по сравнению с воздухом и аргоном.

Приведённые на (рис.3) данные показывают, что при малых скоростях резания воздействие эмульсий распыленной кислородом несколько меньше по сравнению с кислородом вследствие вытеснения кислорода эмульсионным слоем с зоны раздела инструмент- стружка. Однако, такая среда легко вступает в физическое, химическое и физико-химическое взаимодействие с активированными поверхностями контактной зоны и образует на них физические и химические смазочные пленки, а присутствие влаги и кислорода ускоряет процессы хемосорбции и образования хемосорбированной оксидной плёнки, для чего требуется кислорода $0,144 \cdot 10^{24}$ мол/сек.см², что легко обеспечивается при применении эмульсий распыленной кислородом и тем более при чистом кислороде.

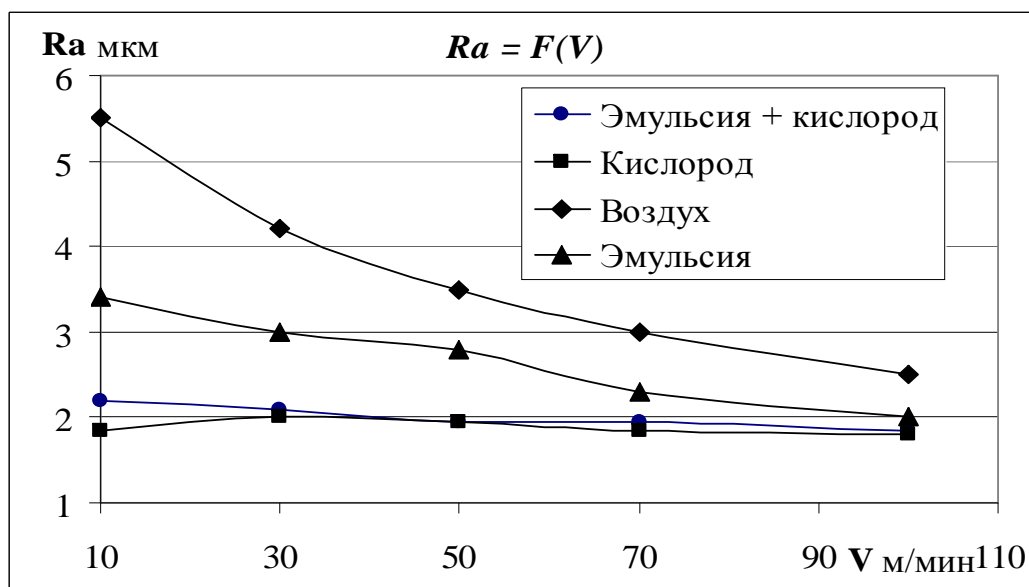


Рис.3. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от скорости резания в различных СОТС. Сталь 40Х, инструмент Т15К6

4. Выводы

Таким образом результаты исследований влияния газовых сред на характеристики качества обработанной поверхности, позволяют утверждать, что

применение газовых сред допускает возможность реально и целенаправленно воздействовать на процесс резания, путем подачи в зону обработки кислорода, являющегося наиболее эффективной средой, улучшающей все показатели качества поверхности.

Полученные результаты в среде эмульсии, эмульсии распыленной кислородом, показывают идентичность полученных результатов в указанных средах в сравнении с данными, полученными в среде кислорода. Иными словами, если эти данные практически не отличаются, то появляется возможность в некоторых случаях заменить жидкую окружающую среду на кислород, тем самым решая очень важный вопрос экологической безопасности обработки.

Список литературы:

1. Латышев В.Н., Наумов А.Г. Об эффективности использования кислорода в процессе резания. Высокие технологии в машиностроении. – Харьков: Сб.науч.трудов НТУ „ХПИ”, вып.1(4).- 2001. Электронная версия.
2. Парикян Ф.А., Бабаян А.С. Влияние газовых сред на процесс изнашивания режущего инструмента. Вестник ГИУА, серия Механика, машиноведение, машиностроение. Вып 17, №1, 2014. С 86-93. ISBN 978-9939-55-777-9
3. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М.: Мир, 1972.-408с.
4. Парикян Ф.А., Бабаян А.С. Износостойкость режущего инструмента при резании в среде кислорода. Вестник ГИУА, Сб. научных статей. Часть II, -Ереван: 2014. С 340-343. ISBN 978-9939-72-086-9
5. Стакян М.Г., Парикян Ф.А., Систани Ш.Т., Бабаян А.С. Повышение качества рабочих поверхностей деталей машин применением упрочняющих технологий. Вестник Инженерной Академии Армении (на арм.). Том 10, №1-Ереван: 2013. С 94-99. ISSN 1829-0043

Надійшла до редколегії 24.12.2014.

F.A. PARIKYAN, A.S. BABAYAN

EFFECTIVE INFLUENCE OF THE GASEOUS MEDIUM ON THE PROCESS OF CUTTING METAL

The paper presents the performance data of gaseous media influence on the characteristics of surface quality. The possibility of realistic and purposeful influence of the gaseous media on the cutting, by submitting to the treatment zone of oxygen, is the most effective medium, which improves the surface quality of all indicators.

Key words: *quality of a surface, gas environment, oxygen.*

Ф.А. ПАРИКЯН, А.С. БАБАЯН

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫХ СРЕД НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

В статье приведены данные эффективности влияния газовых сред на характеристики качества обработанной поверхности. Показана возможность реального и целенаправленного воздействия газовых сред на процесс резания, путем подачи в зону обработки кислорода, являющегося наиболее эффективной средой, улучшающей все показатели качества поверхности.

Ключевые слова: *качество поверхности, газовая среда, кислород.*