

ЛИТЕРАТУРА

1. Чобанян К.С. Напряжения в составных упругих телах. - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1987. - 338 с.
2. Саргсян А.М., Хачикян А.С. Поведение некоторых физических полей в окрестности края поверхности контакта кусочно-однородного тела // Докл. АН АрмССР. - 1988. - № 4. - С. 161-165.
3. Аксентян О.К., Луцник О.Н. Об условиях ограниченности напряжений у ребра составного клина // Изв. АН СССР. МТТ. - 1978. № 5. С. 102-108.
4. Партон В.З., Кудрявцев Б.А. Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел. - М.: Наука, 1988. - 472 с.
5. Уфлянд Я.С. Интегральные преобразования в задачах теории упругости. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 367 с.
6. Акустические кристаллы /Под ред. М.П. Шаскольской. - М.: Наука, 1982. - 632 с.
7. Агаларзаде П.С. и др. Основы конструирования и технологии обработки поверхности р - п - перехода. -М.: Советское радио, 1978, -224 с.
8. Бугославский А.М. Дорожные асфальто-бетонные покрытия. - М.: Высшая школа, 1965. - 115 с.
9. Прусов И.А. Двумерные краевые задачи фильтрации. - Минск: Изд-во "Университетское", 1987. - 182 с.
10. Давидян Д.Б., Ширинян Р.А. Прочность клеевых наклепочных соединений и явление малонапряженности // Изв. АН Армении. Механика. - 1992. - № 1-2. - С. 69-73.

И-т механики НАН Армении

9. VI.1994

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. XLIX, № 3, 1995, с. 156-161

УДК 621.937

МАШИНОСТРОЕНИЕ

М.В. КАСЬЯН, Ф.А. ПАРИКЯН

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ГАЗОВЫХ СРЕД НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Նետազոտված է զազային միջավայրի ազդեցությունը կտրման գործընթացի որոշ բնութագրերի, հատկապես մշակված մակերևույթի անհարթությունների, մակերևութային շերտի ամրացման և դիսլոկացիաների խտության վրա: Դիտարկված են մետաղների կտրման ժամանակ զազային միջավայրի ազդեցության և ներթափանցման մեխանիզմները պլաստիկ դեֆորմացման տեղամասում:

Проведено исследование влияния газовых сред на некоторые характеристики процесса резания: на шероховатость обработанной поверхности, упрочнение поверхностного слоя и плотность дислокаций. Рассмотрены механизмы проникновения и влияния газовых сред на процесс пластической деформации при резании металлов.

Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

A study of gas medium effect on the cutting process characteristics: roughness of machined surface, hardening of surface layer and dislocation of density has been carried out. Penetration mechanisms and gas medium effect on the plastic deformation process during metal cutting are considered.

Ил. 2. Tables 2. Ref. 3.

В процессе резания в результате воздействия высоких температур, упруго-пластических деформаций, а также физико-химического взаимодействия газовой среды с пластически деформируемыми слоями

происходят значительные изменения структуры и свойства тонких поверхностных слоев.

Газовая среда является одним из факторов, определяющих закономерности развития процессов, протекающих на поверхностях трения, и во многих случаях оказывающих существенное влияние как на динамику процесса и качество обработанной поверхности, так и на процесс изнашивания рабочих граней инструмента [1].

Отсутствие единого мнения относительно влияния газовых сред на характеристики процесса резания, а также комплексных исследований в этой области предопределило направление данной работы. Эксперименты проводились в специальной вакуумной камере с установленным внутри динамометром.

Таблица 1

Ма- те- риал	Сталь 20								
	Кислород			Воздух			Аргон		
Среда	Т5К1 0								
Инс- тру- мент									
V , м/мин	30,0	49,0	97,0	30,0	49,0	97,0	30,0	49,0	97,0
γ_d , град	21°30'	17°	7°	23°	11°45'	9°	25°	14°30'	11°30'
$h_{нар}$, мм	0,28	0,25	0,08	0,31	0,28	0,16	0,40	0,39	0,18
S , мм	0,65	0,66	0,58	0,92	1,05	0,70	1,50	1,60	0,98
$\mu_{усл}$	1,05	0,92	0,72	1,20	1,05	0,93	1,35	1,20	1,09
β , град	29°30'	30°30'	27°	28°	24°30'	22°30'	23°30'	22°	20°30'
Q_N , кг мм ²	300	310	575	250	260	515	203	190	415
A , кН мм ²	2,65	2,54	3,62	3,35	3,07	4,10	4,60	3,86	4,92

Влияние газовых сред на процесс резания проявляется в различной степени в зависимости от диапазона изменения скорости резания (табл. 1). При низких скоростях резания (6...15 м/мин) отмечается тенденция к снижению влияния газовой среды, поскольку напряженное состояние контактных поверхностей и сравнительно низкая температура резания не благоприятствуют протеканию химической реакции со средой. В диапазоне скоростей 15...97 м/мин напряженно-деформированное состояние контактных поверхностей и достаточно высокая температура приводят к

повышению поверхностной свободной энергии и резкому усилению диффузионных процессов, которые способствуют значительному увеличению скорости химической реакции между чрезвычайно активными поверхностями трения и окружающей газовой средой.

В случае, когда окружающей средой является нейтральный газ аргон, диффузионные процессы реализуются за счет взаимной диффузии между активизированными контактными поверхностями, приводящей к ускорению процесса схватывания и соответственно увеличению длины контакта стружки с резцом. В кислороде, химическая активность которого чрезвычайно высока, в результате физико-химической адсорбции, а также реакции окисления происходят качественные изменения во взаимодействии между контактными поверхностями. При этом устраняется значительная часть дискретного металлического контакта между стружкой и передней поверхностью резца, снижается адгезионная составляющая сил трения, в результате чего и процессе стружкообразования устанавливается сравнительно "мягкая" схема деформирования.

Рассчитанный с учетом действительного переднего угла γ_n условный коэффициент трения в интервале скоростей 30...97 м/мин в среде кислорода в 1,3...1,5 раза меньше, чем в аргоне. Одновременно с этим кислородная среда оказывает значительное влияние на длину контакта стружки с резцом S и контактные нагрузки q_c , а при изменении контактных процессов - на направление действия максимальных сдвигающих напряжений, а также увеличивает угол сдвига β , тем самым снижая работу стружкообразования A_s .

С увеличением скорости резания до 153 м/мин влияние окислительных и нейтральных газовых сред на все без исключения параметры процесса снижается, при этом можно считать, что выше $V = 153$ м/мин оно практически отсутствует.

Шероховатость обработанной поверхности остается одной из важнейших характеристик для сравнительной оценки эффективности действия различных газовых сред при неизменных условиях проведения экспериментов. Анализ экспериментальных данных показал, что наиболее эффективной средой, уменьшающей шероховатость обработанной поверхности, является кислород, в среде которого, независимо от скорости резания, сочетаний обрабатываемого и инструментального материалов, величина R_a минимальна. Установлено, что максимальное влияние газовых сред на шероховатость обработанной поверхности проявляется в диапазоне невысоких скоростей резания, когда отмечается интенсивное наростообразование. При резании стали 20 инструментом из Т5К10 шероховатость обработанной поверхности при переходе от кислорода к аргону увеличивается в 3,5 раза - от 4,0 до 14,2 мкм. С увеличением скорости резания за пределы зоны интенсивного наростообразования эта разница резко снижается, выше определенной скорости резания кривые $R_n = f(v)$ для различных газовых сред сливаются с кривой, полученной при резании в воздухе.

Существует почти прямо пропорциональная зависимость между микротвердостью поверхностного слоя и глубиной наклепа h (рис. 1), что особенно хорошо видно при резании в воздухе и аргоне, однако прямой зависимости между силой резания и характеристиками упрочнения поверхности не наблюдается. С другой стороны, плотность дислокаций

обработанной поверхности изменяется идентично значениям микротвердости [1] и с увеличением скорости резания уменьшается (табл. 2).

Таблица 2

Матер.	Инстр.	t, мм	V, м/мин	Плотность дислокаций, $\rho \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$			Примечание
				кислород	воздух	аргон	
Сталь 45	Т5К10	0,8	49	2,47	1,90	1,82	Поверхностный слой
			97	1,82	1,75	5,75	
Сталь 20	Т5К10	1,45	49	1,20	0,85	0,78	Прирезцовая поверхность стружки
			97	1,08	0,78	0,72	

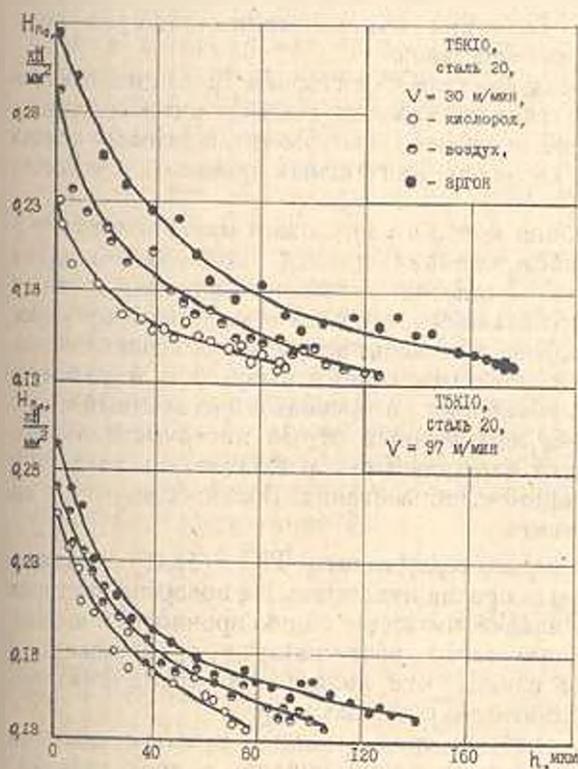


Рис. 1. Влияние газовых сред на закономерность изменения "микротвердость - расстояние от поверхности"

дислокаций $(1,46 \dots 1,82) \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ (рис. 2).

Упрочнение при пластической деформации объясняется прежде всего накоплением дислокаций, образованием сложных дислокационных сеток, которые в большинстве случаев не выходят наружу, а закрепляются внутри металла и препятствуют движению других, еще подвижных дислокаций. С увеличением степени деформаций в связи с появлением сетки дислокации степень упрочнения возрастает. При этом непрерывно генерируются новые дислокации, количество их возрастает, в локальных объемах плотность их достигает критического значения $10^{12} \dots 10^{14} \text{ см}^{-2}$.

Увеличение микротвердости поверхности в 1,25 раза при обработке стали 45 приводит к возрастанию плотности

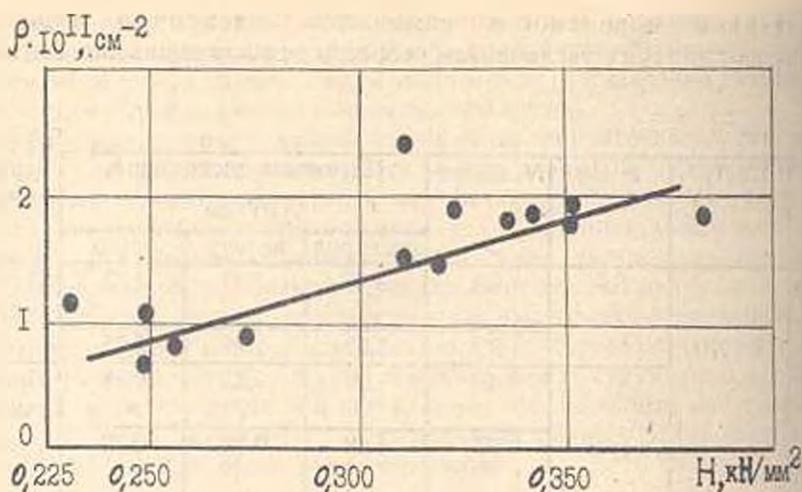


Рис. 2. Зависимость "микротвердость - плотность дислокаций"

Исследования показали также, что кислород является наиболее эффективной средой, где величина износа минимальна во всем исследованном диапазоне скоростей резания.

Установлено, что при резании стали 45 в газовых средах изменяется как величина износа по задней грани инструмента, так и физическая природа износа. Механизм изнашивания режущего инструмента в газовых средах можно объяснить, исходя из характера контактных процессов и условий стружкообразования.

В среде аргона, адсорбция которого ничтожно мала, возникает в основном физически адсорбированная пленка, которая обладает наименьшей эффективностью в смысле понижения адгезии, поэтому условия контактирования приближаются к таковым в вакууме. В процессе стружкообразования в среде аргона происходит непрерывное возникновение и срезание адгезионных связей, способствующих отрыву, срезу и удалению частиц твердого сплава и вызывающих интенсивный адгезионный износ инструмента. В среде аргона адгезионный отрыв инструментального материала настолько возрастает, что приводит к выкрашиванию главной и вспомогательной режущих кромок, образованию больших вырывов на передней поверхности инструмента.

Известно, что сплавы с малым содержанием TiC (Т5К10) обладают сравнительно низкой стойкостью против окисления. На поверхности таких сплавов образуются окисные пленки, имеющие малую прочность и низкое сопротивление сдвигу - они легко разрушаются, превращаясь в мелкодисперсные продукты износа, что является хорошей смазкой, снижающей трение между контактными поверхностями.

В вопросе о влиянии газовых сред наиболее важным является определение возможных механизмов проникновения в зону резания. Высокие скорости резания (деформации), большие удельные давления и высокая температура, образование химически чистых, активных поверхностей и другие явления, сопутствующие процессу резания, предопределяют существенные особенности проникновения среды в зону резания.

Предположение, что в режимах наростообразования создаются благоприятные условия для проникновения газов (кислорода) в зону резания из-за периодических срывов нароста и возникновения мгновенного вакуума в этой зоне, является наиболее вероятным. Такое вакуумное пространство легко заполняется рабочими газами, которые адсорбируются химически активными контактными поверхностями или вступают в реакцию, образуя различные пленки.

При допущении, что кислород имеет свободный доступ к контактным поверхностям, а также учитывая, что молекулы кислорода занимают площадь 10\AA^2 и номинальная площадь контакта значительно больше фактической, количество молекул, необходимых для образования хемisorбционного слоя на $S_{\text{факт}}$, будет

$$P_{\text{хем}} = \frac{S_{\text{факт}}}{S_{\text{мол}}} \approx 1,0 \cdot 10^{11} \text{ мол.}$$

В реальных условиях, когда доступ кислорода к контактным поверхностям несвободен, $P_{\text{факт}}$ резко снижается и на контактной поверхности сбегавшей стружки не образуется даже мономолекулярный слой, в то время как на деформированной и нагретой поверхности неподвижного инструмента существуют самые благоприятные условия для адсорбции и химической реакции и образования весьма тонких пленок окислов [2]. Наличие даже таких тонких пленок способствует подавлению сил молекулярного взаимодействия трущихся ювенильных поверхностей, заменяя их значительно слабыми силами вандерваальсовского взаимодействия.

При увеличении скорости резания средняя температура в зоне резания повышается, контактные слои размягчаются, исчезает нарост, уменьшаются размеры щелей-капилляров и колебание системы "стружка-инструмент-обрабатываемый материал", что в итоге ухудшает условия проникновения кислорода в зону стружкообразования. Кроме того, из-за сравнительно низкой скорости химической адсорбции кислорода по сравнению со скоростью резания адсорбированные на поверхностях инструмента пленки окислов, вследствие сокращения времени контакта, не успевают возобновиться, в результате чего условия резания приближаются к условиям трения в воздухе и аргоне [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Pankian F., Iost A., Hadi Sassi B. Influence de la nature de l'atmosphère sur la coupe de métaux. Propriétés des matériaux métalliques. - Tunis, 1980. - P.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. - М.: Мир, 1970. - с.
3. Францевич И. П. и др. Высокотемпературное окисление металлов и сплавов. - Киев. Техника, 1963. - с.