

УДК 621.9.079.621.7.079(031)

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ  
ТКАНЕПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ПУТЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
В СРЕДЕ СОТС С АКТИВНЫМИ ПРИСАДКАМИ**

*В.А. ГОДЛЕВСКИЙ, В.В. МАРКОВ*

**(Ивановский государственный университет, Ивановский государственный энергетический университет)**

Шероховатость поверхности таких деталей текстильного оборудования, как сушильные барабаны, тканенаправители, тканепроводящие ролики является важным технологическим фактором, который влияет на энергозатраты, состояние поверхности ткани, динамику прохождения ткани по технологической линии.

Обычно обработка таких поверхностей включает в себя черновую и чистовую операции (например, точение и последующая полировка). Достижение нужной

степени шероховатости для такого рода деталей и поверхностей осложняется тем, что для их изготовления используются высоколегированные труднообрабатываемые стали и сплавы, чаще всего – коррозионно-стойкая хромоникелевая сталь.

Принято считать, что на первом этапе процесс нужно оптимизировать по производительности, а на втором – по качеству поверхности. Мы полагаем, что процесс предварительной лезвийной обработки имеет дополнительные возможности по

повышению качества поверхности, которые связаны с применением специальных смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС).

Так, если существенно снизить с помощью СОТС шероховатость поверхности на этапе предварительной обработки, то этим можно существенно ускорить и удешевить процесс финишной обработки (например, полирования абразивной лентой или лепестковыми кругами).

Обычно в случае обработки металлов повышенной твердости и вязкости рекомендуется применять СОТС с химически-активными присадками, содержащими хлор, фосфор или серу. Такие компоненты могут отрицательно влиять на свойства обработанной поверхности (например, окрупчивать ее или образовывать загрязняющие пленки). Однако в последнее время они становятся все более неприемлемыми в связи с ужесточением требований экологии и промсанитарии.

В связи с этим для обработки названного класса поверхностей было бы весьма полезно применять СОТС, которые разрешали бы указанное противоречие, и, с одной стороны, были бы трибологически эффективными, а с другой — безвредными для окружающей среды и операторов.

В качестве таких СОТС нами предлагается использование смазочных составов с пакетом присадок комбинированного трибологического действия. В их составе в качестве трибоактивных компонентов должны быть использованы поверхностно-активное вещество (ПАВ) коллоидного типа и кислородсодержащая химически-активная присадка перекисного типа.

Эти два компонента несут определенные взаимодополняющие функции: ПАВ служит для создания адсорбционного смазочного слоя и обеспечения агрегативной устойчивости дисперсной системы, а перекисная присадка является источником кислорода, образующего химические смазочные пленки [1].

Из всех трибоактивных элементов VI и VII групп периодической таблицы кислород является наиболее безвредным. При разложении перекисей кислород выделяет-

ся в активной атомарной форме и поэтому оказывает более существенное воздействие на трибологические процессы, чем молекулярный кислород воздуха.

Наиболее доступный вид перекиси — перекись водорода  $H_2O_2$  оказывается наименее приемлемым в качестве присадки к СОТС. При комнатной температуре она находится в жидкой форме, хорошо растворяется в воде. Ее, казалось бы, положительное качество — малая стабильность молекулы играет тем не менее отрицательную роль в процессе металлообработки, поскольку перекись водорода начинает разлагаться непосредственно после введения в смазочный материал. При этом повышается коррозионная активность СОТС, что делает ее неприемлемой для процесса обработки.

Описанное обстоятельство привело к необходимости использования в наших исследованиях перекисных соединений другого типа — твердых перекисей щелочных металлов [2], [3].

Твердые перекиси, в отличие от перекиси водорода, представляют собой мелкодисперсные порошки, которые в водном растворе ПАВ соответствующей концентрации образуют устойчивую суспензию.

Главное преимущество таких коллоидных систем перед перекисью водорода состоит в том, что перекись как активный компонент СОТС выделяет кислород только при нагреве, то есть непосредственно вблизи зоны резания и в небольших количествах, достаточных для реализации химического смазочного действия, но в то же время не вызывающих повышения коррозионной активности смазочного материала.

В качестве возможных перекисных присадок для такого образа применения СОТС были выбраны следующие перекиси:  $MgO_2$ ,  $CaO_2$  и  $ZnO_2$ . В сравнительных модельных опытах использовали также и перекись водорода.

Было изучено влияние названных типов активных присадок к водным СОТС, в частности, на шероховатость обработанной поверхности. Изучали влияние на шероховатость концентрации ПАВ, а также концентрации и вида присадок перекиси на

операциях получистового и чистового точения коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т.

Резание проводили резцами постоянной геометрии при следующем режиме резания:  $v = 1,5 \dots 1,85$  м/с; подача  $s = 0,074$  мм/об; глубина резания  $t = 0,1 \dots 0,3$  мм. В качестве режущего инструмента использовали упорные отогнутые резцы с углом  $\varphi = 90^\circ$  формы 2103 с пластинками из твердых сплавов ВК8 и Т5К10 формы 07 по ГОСТу 2209–69.

Геометрия резцов была постоянной:  $\gamma = 9^\circ$ ;  $\alpha = 9^\circ$ ;  $\delta = 81^\circ$ ;  $\varphi = 90^\circ$ ;  $\varphi_1 = 9^\circ$ ;  $\alpha_1 = 7,5^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$ . Переходное лезвие выполнялось по дуге радиусом  $0,5 \pm 0,05$  мм. СОТС подавалась к зоне резания в виде свободно падающей струи. Расход жидкости составлял 300...500 мл/мин.

Составы жидкостей готовили на основе дистиллированной воды. В качестве поверхностно-активного компонента в результате цикла предварительных экспериментов было выбрано неионогенное коллоидное ПАВ марки синтаמיד-5 (далее обозначается как С-5).

Прежде всего представляло интерес выяснить, какой вклад в снижение шероховатости обработанной поверхности вносят два различных компонента СОТС: ПАВ и перекись, для чего выполнили опыты при изменении концентрации в СОТС присадок ПАВ.

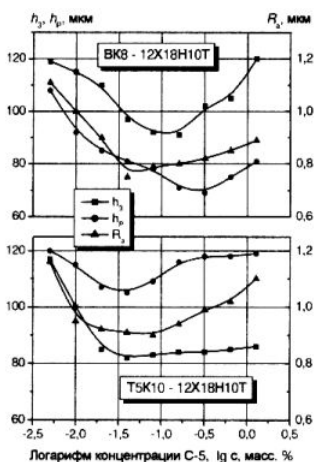


Рис. 2

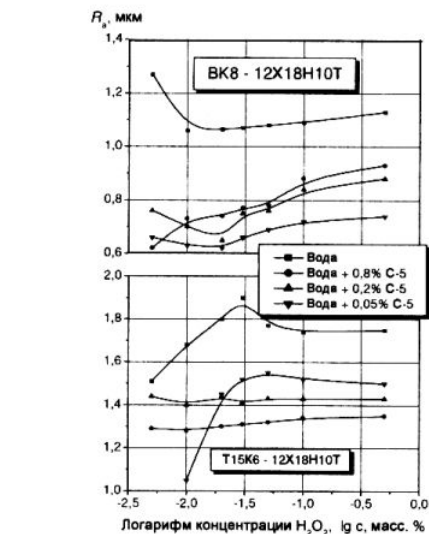


Рис. 1

На рис. 1 представлены зависимости влияния концентрации ПАВ С-5 на параметр  $R_a$  при точении стали 12Х18Н10Т твердосплавными резцами ВК8 и Т5К10, из которых следует, что введение ПАВ значительно улучшает качество обработанной поверхности.

Эффективность влияния присадки ПАВ на снижение шероховатости обработанной поверхности при резании двумя видами твердого сплава показана в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Инструментальный материал	Коэффициент эффективности
$R_a$	ВК8	1,45
	Т5К10	1,70

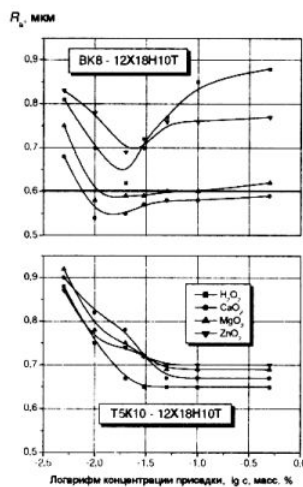


Рис. 3

На рис. 2 показано влияние концентрации ПАВ С-5 на размерный износ  $h_p$ , износ по задней поверхности  $h_3$ , а также и на шероховатость обработанной поверхности  $R_a$  при точении стали 12Х18Н10Т резцами ВК8 и Т5К10.

Влияние концентрации присадок различных перекисей, добавляемых в 0,2%-ный раствор С-5, на параметр шероховатости  $R_a$  поверхности нержавеющей стали 12Х18Н10Т, обработанной с применением разных марок твердого сплава, показано на рис. 3.

Анализ различий параметра шероховатости  $R_a$  для условий рассматриваемого эксперимента показал, что они составляют: 1) для резцов с пластинками твердого сплава ВК8 для растворов  $H_2O_2 + PAВ С-5$  20...25%; для твердых перекисей  $CaO_2$  10...20%, перекисей  $MgO_2$  и  $ZnO_2$  15...25%; 2) для резцов с пластинками из Т5К10 при поливе раствором ПАВ С-5 15...20%; для растворов  $H_2O_2 + PAВ С-5$  20...25%; для перекисей  $CaO_2$  и  $ZnO_2$  5...10%, для перекиси  $MgO_2$  10...15%.

Отклонения средних значений величины шероховатости поверхности, полученной при обработке с СОЖ одинакового состава, не превышали 10%.

Оптимальный диапазон концентрации ПАВ С-5 в воде по параметру шероховатости составляет 0,1...0,3%. С учетом этого все дальнейшие исследования проводились при 0,2% растворе ПАВ С-5, а также при четырехкратном увеличении и уменьшении этой концентрации (0,8 и 0,05% соответственно).

Как видно из графиков, введение ПАВ и перекисей в СОТС приводит к существенному снижению шероховатости.

Введение перекисей в раствор ПАВ в еще большей степени, чем индивидуальная присадка ПАВ, влияет на качество обработанной поверхности. Так, введение очень незначительных добавок перекиси водорода в 0,05; 0,2 и 0,8%-ные растворы ПАВ С-5 значительно улучшает качество обработанной поверхности (рис. 1).

Положительный эффект от совместного действия ПАВ и перекиси водорода дости-

гает насыщения при таком соотношении концентраций, которое, вероятно, определяется кинетическими ограничениями в процессе формирования смазочного слоя [4].

Более чувствителен к избытку окислителя в зоне резания твердый сплав ВК8, у которого при увеличении концентрации кислорода выше оптимальных значений ухудшается качество обработанной поверхности.

Из рис. 1 также видно, что для получения максимального положительного эффекта с увеличением концентраций ПАВ требуется меньшее количество перекиси водорода. Однако зона, где наблюдается значительное улучшение качества обработанной поверхности, существенно сужается. Это затрудняет составление рецептов эффективных СОЖ.

Введение в растворы ПАВ перекисей металлов  $MgO_2$ ,  $CaO_2$  и  $ZnO_2$  оказывает существенное влияние на изменение качества обработанной поверхности (рис. 3). Лучшие результаты дает введение в 0,2%-ный раствор ПАВ С-5 перекисей  $MgO_2$  и  $CaO_2$ .

Мы предполагаем, что это улучшение качества обработанной поверхности при концентрации ПАВ более 0,3% происходит за счет уменьшения величины нароста: уменьшается его высота и ширина подошвы. Заметно улучшается стабильность наростообразования, что можно было наблюдать на фотографиях сечения корня стружки.

Введение перекисей способствует значительному уменьшению величины нароста, особенно – у вершины резца. Это обусловлено действием активного кислорода, выделившегося при термическом распаде перекисей. Перекисный кислород активно участвует в образовании окисных пленок, уменьшая адгезионное и диффузионное взаимодействие обрабатываемого и инструментального материалов, экранирует в зоне резания действие ПАВ.

Проявляя адсорбционно-пластифицирующее воздействие (эффект Ребиндера), ПАВ влияет на прочность и пластичность

обрабатываемого материала, что, в свою очередь, изменяет условия формирования нароста.

Эксперименты по рентгеноспектральному анализу прирезцовой поверхности стружки показали, что введение не только перекисей, но и одного ПАВ способствует насыщению поверхностных слоев инструментального материала и стружки кислородом. Особенно возрастает количество кислорода в поверхностных слоях прирезцовой стороны стружки – распределение его становится более равномерным.

Окисленный слой прирезцовой стороны стружки имеет плавный переход к основному металлу с постепенным уменьшением содержания кислорода. Это обеспечивает плавность изменения свойств поверхностного слоя, прочность сцепления его с материалом основы и надежность удержания его на поверхности при возникновении знакопеременных нагрузок и деформации при относительном перемещении по поверхности инструмента.

При рассмотрении изображения поверхности резца в лунке износа в рентгеновских лучах  $OK_{\alpha}$ ,  $WK_{\alpha}$  и  $CoK_{\alpha}$  для оптимальных концентраций перекиси водорода в 0,2%-ном растворе ПАВ не замечено увеличения количества кислорода в поверхностном слое. Кислород равномерно распределен по всей поверхности.

Значительно уменьшается диффузия из инструментального материала вольфрама и кобальта. Окисные пленки, образующиеся на прирезцовой поверхности стружки, имеют малую толщину, высокую плотность и однородность.

## ВЫВОДЫ

1. Введение в дистиллированную воду ПАВ при обработке коррозионно-стойкой стали 12С18Н10Т твердосплавными резцами способствует уменьшению интенсивности процесса наростообразования и стабилизации размеров нароста.

2. Добавка перекиси водорода к водным растворам ПАВ еще в большей степени способствует уменьшению величины нароста, особенно его высоты у вершины

резца, это подтверждает улучшение проникающей способности охлаждающей среды и увеличение скоростей химических реакций на поверхности твердого тела, приводящих к образованию экранирующих защитных пленок.

3. Наличие большого температурного градиента в зоне резания и участках, к ней примыкающих, предопределяет избирательность действия ПАВ.

ПАВ способствуют формированию более плотных и сплошных окисных и других химических пленок, увеличивают однородность распределения кислорода в поверхностных слоях прирезцовой стороны стружки и режущего инструмента.

4. Твердые перекиси способствуют формированию более плотных и однородных окисных пленок, экранирующих адгезионное и диффузионное взаимодействие обрабатываемого и инструментального материалов.

Перекиси кальция и магния являются наиболее предпочтительными присадками химического действия для обеспечения снижения шероховатости обработанной поверхности при обработке точением хромоникелевой стали.

5. СОТС предлагаемого состава (ПАВ + твердая перекись) являются экологически безвредными и безопасными в санитарно-гигиеническом отношении по сравнению с традиционными трибоактивными присадками, содержащими серу, фосфор и хлор.

6. Применение СОТС комбинированного действия, включающих в оптимальном соотношении поверхностно-активную и перекисную присадки позволит существенно (до 70%) снизить шероховатость обработанной поверхности хромоникелевой стали и оптимизировать технологический процесс обработки деталей вращения, в частности, деталей текстильного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОТС. – М.: Машиностроение, 1985.
2. Марков В.В., Латышев В.Н. Химическая активация СОЖ перекисью водорода при точении нержавеющей стали // Физико-химическая механика



ка процесса трения. – Иваново: ИвГУ, 1977. С.65...70.

3. *Марков В.В.* Исследование влияния перекисных соединений и поверхностно-активных веществ на эффективность действия смазочно-охлаждающих жидкостей при резании нержавеющей стали: Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1981.

4. *Годлевский В.А., Волков А.В., Латышев В.Н., Маурин Л.Н.* Модель смазочного действия растворов ПАВ при резании // Трение и износ. – 1996. Т.17, № 3. С. 345...351.

Рекомендована кафедрой технологии автоматизированного машиностроения ИГЭУ. Поступила 02.04.04.

---