

# ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СОТС

Ваниев Э.Р.<sup>1</sup>, Скакун В.В.<sup>2</sup>, Осипчук В.А.<sup>3</sup>, Перов К.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ваниев Эльдар Рустемович – кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Скакун Владимир Владимирович – преподаватель;

<sup>3</sup>Осипчук Виктор Александрович – магистрант;

<sup>4</sup>Перов Константин Андреевич – магистрант,

Крымский инженерно-педагогический университет им. Февзи Якубова,  
г. Симферополь

**Аннотация:** в данной статье рассмотрена возможность повышения работоспособности быстрорежущего инструмента из быстрорежущей стали, путем применения различных смазывающих технологических сред (СОТС). Установлено, что применение ионизированного воздуха для образования воздушно-масляной смеси значительно влияет на контактные характеристики процесса резания, в частности на стойкость инструмента при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

**Ключевые слова:** животный жир, растительное масло, стойкость, смазывающая технологическая среда, ионизация воздуха, быстрорежущий инструмент.

## Постановка проблемы.

Металлообработка является одним из самых распространенных методов получения готового изделия, и занимает ведущую роль в машиностроении. Неотъемлемой частью металлообрабатывающей операции являются режущие инструменты, которые имеют различные конструктивные и геометрические параметры. От выбора инструментального материала, геометрии, а также методов производительности инструмента напрямую зависит качество получаемых деталей и себестоимость изготовления [1].

Наиболее распространенным методом повышения производительности и качества обработки, является применение различных по составу смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС), которые обладают охлаждающими, смазывающими, режущими и пластифицирующими, моющими, защитными и упрочняющими свойствами [2-4].

На машиностроительных предприятиях широко применяют минеральные масла, и СОТС на их основе, однако рентабельность применения таких масел значительно снижается, за счет увеличения вспомогательных расходов, связанных с транспортировкой, хранением, регенерацией и утилизацией, в свою очередь, широко применяемые индустриальные масла и эмульсии на их основе, негативно влияют на здоровье производственного персонала, а также являются одним из основных загрязнителей окружающей среды [4-6].

На данный момент, в мировой практике металлообработки определились пути по применению в качестве СОТС экологически чистых, безвредных масел, которые в большинстве случаев растительного происхождения, а также животного происхождения, состоящих главным образом на основе сложных эфиров [6].

**Анализ литературы.** Переход на экологически чистые, биоразлагаемые СОТС, к которым относятся масла растительного и животного происхождения, влечет за собой определенные затруднения, связанные с высокой стоимостью сырья. Одним из путей решения данной задачи является применение экологически ориентированной стратегии минимального смазывания, позволяющей порционно (дозировано) подавать смазочный материал в зону резания, в необходимом количестве, который практически без остатка расходуется при сохранении положительного смазывающего эффекта [4-7].

Применение экологически чистых масел в качестве СОТС, является актуальной производственной задачей, в особенности их модификация, в результате чего правомочно ожидать повышение смазывающих свойств за счет явлений адсорбции и хемосорбции, однако несмотря на все положительные качества экологически чистых масел, наряду с ними, одним из эффективных способов повышения производительности процесса резания является охлаждение контактной зоны инструмента со стружкой ионизированным воздухом, реализация которого в основном происходит при сухом резании.

Изучение процессов, протекающих при ионизации СОТС, показало, что одновременно с заряженными частицами в струе ионизированного воздуха присутствует озон, который образуется из кислорода воздуха в коронном разряде. Озон является очень реакционноспособным соединением и как сильный окислитель наряду с ионами участвует в образовании оксидных пленок. Кроме того, продукты окисления, содержащиеся в растительных маслах, становятся более активными в присутствии кислорода, что позволяет смягчить процессы трения на поверхностях режущего инструмента.

Использование ионизированного воздуха в сочетании с растительными маслами позволит повысить смазывающее действие СОТС, благодаря дополнительному образованию окисных пленок на поверхности

режущего инструмента. Подача СОТС в зону резания при помощи дозирующей установки, обеспечит воздушно-масляную смесь, воздух которой будет насыщен активированным кислородом (ионами кислорода, озоном и атомарным кислородом).

**Цель статьи** – выявление возможностей повышения стойкости инструмента из быстрорежущей стали путем применения ионизированного воздуха в сочетании с растительными маслами.

**Изложение основного материала.** Исследования влияния ионизированного воздуха на стойкость режущего инструмента при токарной обработке в сочетании с маслами (животный жир, растительное рапсовое и минеральное И-20) проводились на токарно-винторезном станке модели SAMAT 400M повышенной точности, также, для корректировки скорости резания по мере уменьшения диаметра обрабатываемой заготовки, применен частотный преобразователь Altivar 71. Общий вид станда для проведения экспериментальных исследований представлен на рисунке 1.

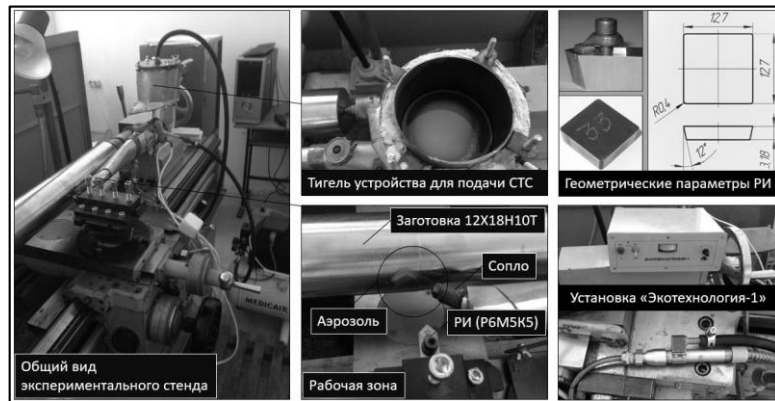


Рис. 1. Общий вид станда для проведения экспериментальных исследований

В качестве обрабатываемой заготовки был использован кругляк из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. В качестве режущего инструмента использован токарный резец с поворотными режущими пластинками ISO SPUN120308 из быстрорежущей стали Р6М5К5 (Рисунок 2), также применялось устройство для подачи смазывающих технологических сред [10], позволяющее подавать в зону резания животный жир в виде аэрозоли в сочетании с ионизированным воздухом. (Рисунок 1). Ионизация воздуха производилась при помощи установки для электростатического охлаждения «Экотехнология-1», подключенной к устройству для подачи смазывающих технологических сред.

Опыты проводились при постоянной глубине резания  $t=0,5$  мм и подаче  $S=0,2$  мм/об. Скорость резания составляла  $V=27$  м/мин. Измерения величины износа производились по задней поверхности на микроскопе МБС-9. За критерий износа режущей пластины принималась величина  $h_z = 0,35$  мм, в зоне нормального износа по задней поверхности инструмента (Рисунок 2).



Рис. 2. Измерение износа режущего инструмента при помощи микроскопа МБС-9

Известно, что применение СОТС с позиции снижения износа инструмента, связывают прежде всего со снижением работы трения и температуры, которые стремятся сохранить исходные свойства инструментального материала и условия контактного взаимодействия. На рисунке 3 представлен график влияния ионизированного воздуха в сочетании с масляными СТС на стойкость режущего инструмента,

из которых следует, что ионизированный воздух в сочетании с животным жиром, значительно превосходит по показателям стойкости результаты сухого резания, резания в среде ионизированного воздуха, а также, резания в среде растительного (рапсового) масла.

Полученные экспериментальные данные можно связать со следующими обстоятельствами. Ионизированные газы и ионизировано-масляные смеси на животной основе существенно влияют на контактное взаимодействие, снижая протекание адгезионных явлений и коэффициент трения, что обуславливается по сравнению с действием СТС на минеральной основе 1,5...2,0-х кратное снижение объема заторможенных слоев и наростов, а также длины контакта режущего инструмента со стружкой.

Установлено, что электростатическое охлаждение воздуха способствует формированию оксидных и нитридных пленок на контактной поверхности режущего инструмента, снижая при этом площадь контакта сходящей стружки по передней поверхности. При использовании комбинированного способа подачи СТС в зону резания, наблюдается существенное повышение стойкости режущего инструмента по сравнению с сухим резанием (рисунок 3).

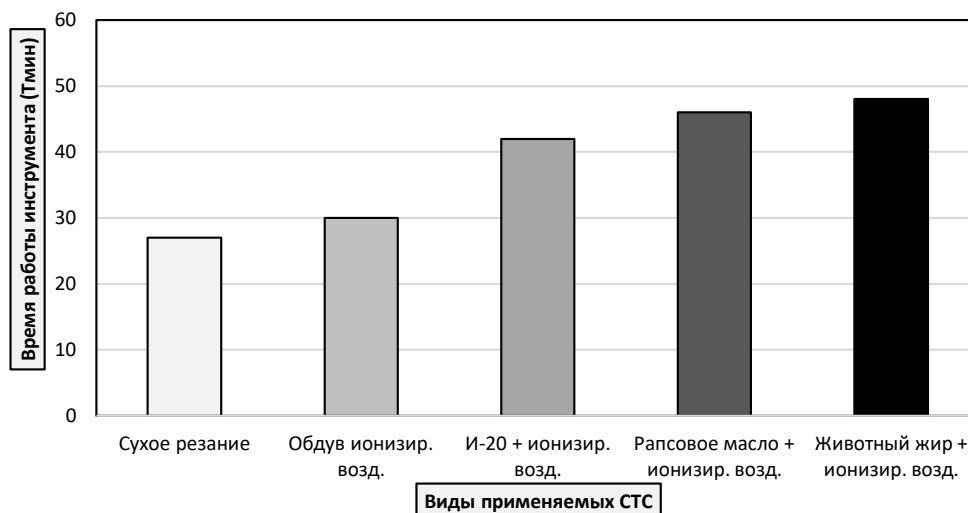


Рис. 3. Износ реза Р6М5К5 при точении стали 12Х18Н10Т в различных средах

**Выводы.** На основании экспериментальных данных установлено, что механизм действия ионизированной воздушно-масляной среды на процесс резания заключается в изменении условий трения, в контактной зоне инструмента и обрабатываемого материала.

Полученные экспериментальные данные отображают наличие достаточно сложных параллельно происходящих физико-химических процессов как в самой внешней среде, так и контактной зоне инструмента со стружкой.

Экологически чистые масляные СТС в сочетании с ионизированным газом создают очаги конденсации и способствуют повышению энтропии процесса. Из чего следует, что ионизированный воздушно-масляный поток способствует повышению работоспособности режущего инструмента, в свою очередь животный жир также влияет на стойкость, посредством снижения коэффициента трения между режущим инструментом и обрабатываемым материалом, в результате чего, на передней поверхности инструмента формируются локальные участки с повышенной твердостью, по сравнению с инструментальной основой, посредством снижения площади контакта и повышения удельного давления.

#### Список литературы

1. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов: справочник / Е.Г. Бердичевский. М.: Машиностроение, 1984. 224 с.
2. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: справочник/ под ред. С.Г. Энтелеса., Э.М. Берлинера. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
3. Якубов Ч.Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием. Симферополь: ОАО «Симферопольская городская типография» (СГТ), 2008. 156 с.
4. Ваниев Э.Р. Упрочняющее действие СОТС при фрезеровании сталей аустенитного класса. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук. Тернополь, 2014. 169 с.
5. Алиев А.И. Повышение работоспособности сложнопрофильного режущего инструмента за счет применения технологических сред растительного происхождения. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук. Харьков, 2011. 139 с.

6. *Есов В.Б.* Применение охлажденного ионизированного воздуха при высокоскоростном фрезеровании / В.Б. Есов, К.О. Климочкин, К.Р. Муратов, О.Г. Хурматуллин // Известия Самарского научного центра российской академии наук. Современные технологии в промышленности, строительстве и на транспорте, 2011. Том 13, № 4-4. С. 957-959.
7. *Курносов Н.Е.* Вихревая ионизация как средство совершенствования технологии механической обработки деталей / Н.Е. Курносов, А.С. Асосков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2012. Вып. 1. С. 157-165.
8. *Подураев В.Н.* Механическая обработка с охлаждением ионизированным воздухом / В.Н. Подураев // Вестник машиностроения, 1991. № 11. С. 27-31.
9. *Лебединский К.В.* Система подачи охлажденного ионизированного воздуха «InAir» для охлаждения режущего инструмента / К.В. Лебединский, И.Я. Юнкин, А.В. Никишин // Разработка и внедрение ресурсосберегающих и импортозамещающих технологий и устройств. Пенза, 2016. С. 80–83.
10. Патент 202624. Российская Федерация, МПК В05В 1/00. Устройство для подачи смазывающих технологических сред: № 2020127167: заявл. 12.08.2020: опубл. 01.03.2021 / В.А. Ким, Ч.Ф. Якубов, Э.Ш. Джемилов, В.В. Скакун. 6 с.