

9. Зинина И.Н., Пиманов М.В. Влияние поверхностной энергии металлических образцов на прочность клеевых соединений. / Известия МГТУ "МАМИ". Научный рецензируемый журнал. М., МГТУ "МАМИ", 2011. № 2. с. 127-130.
10. Петров М.А., Петров П.А., Калпин Ю.Г. Численное исследование трения при высадке с радиальным выдавливанием деталей типа «стержень с утолщением» из алюминиевого сплава АД1. / Известия МГТУ «МАМИ», № 1 (13), 2012, с. 200-210.

### **Механическая обработка с применением активированного воздуха**

к.т.н. доц. Чекалова Е.А., Чекалов П.Д.  
Университет машиностроения, МГТУ «Станкин»  
[Melou666@mail.ru](mailto:Melou666@mail.ru) (916) 102-22-94

*Аннотация.* Предложен метод повышения износостойкости металлорежущих инструментов путем применения активированного воздушного потока. Представлены результаты исследований влияния озонированного воздуха на интенсивность износа быстрорежущего и твердосплавного инструмента.

*Ключевые слова:* металлорежущий инструмент, метод повышения износостойкости, применение активированного воздушного потока

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) играют важную роль как в повышении срока службы инструментов, так и в повышении качества обработанных поверхностей изделий [6, 7]. Несмотря на то что к настоящему времени существует большое количество СОТС в металлообработке, механизм их действия до сих пор остается под вопросом. Наши знания ограничены проявлением эффекта пластифицирования и охрупчивания, сформулированного академиком Ребиндером, гипотезой каталитического распада СОЖ, предложенной профессором Епифановым и теорией радикально-цепных реакций, сформулированной профессором Латышевым. В соответствии с этим выявление механизмов функционирования СОТС при резании металлов является актуальной научной проблемой. Вместе с тем ужесточение экологических требований при использовании СОТС заставляет применять экологически безопасные составы. Так, в качестве СОТС использовали воздушный поток, который подвергается коронному разряду, проходя через внутренний воздуховод [1, 2, 3, 4, 5].

В результате воздушный поток, получив дополнительную энергию, переходит в метастабильное состояние. Данное состояние характеризуется ослаблением или частичным нарушением внутримолекулярных связей, т.е. стимулирует деструкцию с образованием активных атомов, радикалов и групп, поскольку воздух состоит из азота, кислорода и инертных газов. Именно активные элементы образуют в зоне контакта оксидные пленки, которые, в свою очередь, экранируют адгезионное взаимодействие поверхностей инструмента и обрабатываемого материала.

Для получения активированного воздуха была разработана установка и технология, которая позволяет решить задачу повышения износостойкости режущего инструмента.

Данное устройство позволяет изменять количество заряженных частиц за счет управляемого датчика напряжения и давления воздуха.

Для оценки эффективности процесса упрочнения режущего инструмента были проведены производственные испытания. Экспериментальные исследования по выявлению эффективности проводили на станке Liechti с ЧПУ.

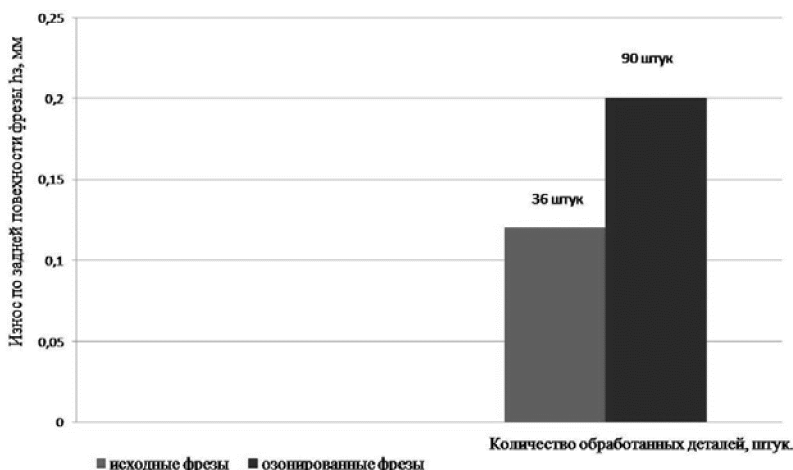
Производственные испытания проводились на заводе ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» с использованием современной контрольно-измерительной аппаратуры.

В качестве объекта исследований использовали твердосплавные фрезы ВК10ХОМ ( $R < 1^\circ$ ;  $Z=6$ ) для черного фрезерования титановых лопаток ВТ6. Критерием затупления является износ по задней поверхности зуба.

Результат исследований показан на рисунок 1.

В результате исследований установлено, что износостойкость активированных возду-

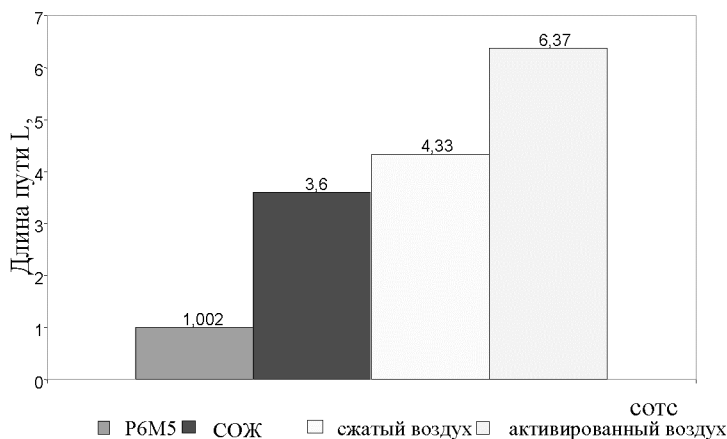
хом (озонированных) твердосплавных фрез ВК10ХОМ в 2 - 2,5 раза выше относительно исходных фрез.



**Рисунок 1 – Износостойкость твердосплавных фрез ВК10ХОМ при черновом фрезеровании титановых лопаток ВТ6:  
 $n = 1020$  об/мин,  $S_m = 490$  мм/мин,  $S_z = 0,08$  мм/об**

Кроме фрез в качестве объекта исследований использовали также квадратные пластины из быстрорежущей стали Р6М5 для чистового точения стали 45. Особое внимание в исследованиях уделяли исходной аттестации пластин. Пластины подбирали таким образом, чтобы разброс их микротвердости составлял не более (5-7)% от стандартного значения микротвердости пластин, прошедших полную термообработку и заточку.

Для более объективной картины была получена износостойкость быстрорежущих резцов как с СОТС, так и без, которую оценивали по предельному изнашиванию главной задней поверхности  $h_3 = 0,5$  мм (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Работоспособность быстрорежущего инструмента Р6М5 при работе с СОЖ и с воздухом при точении стали 45(180 НВ):  $V = 65$  м/мин;  $S = 0,175$  мм/об;  $t = 1,0$  мм**

Анализ результатов исследований показал, что износостойкость быстрорежущего инструмента с применением активированного воздуха в 4 - 5 раз выше исходных пластин, выше в 3-4 раза, чем при обработке с СОЖ и в 1,5-2 раза выше «сжатого воздуха».

При этом было также отмечено, что при точении стали 45 быстрорежущим инструментом стружка из дисперсного состояния переходит в сплошную (рисунок 3), что опасно для человека, а при использовании активированного воздушного потока стружка имеет дисперсное состояние, что безопасно для человека.

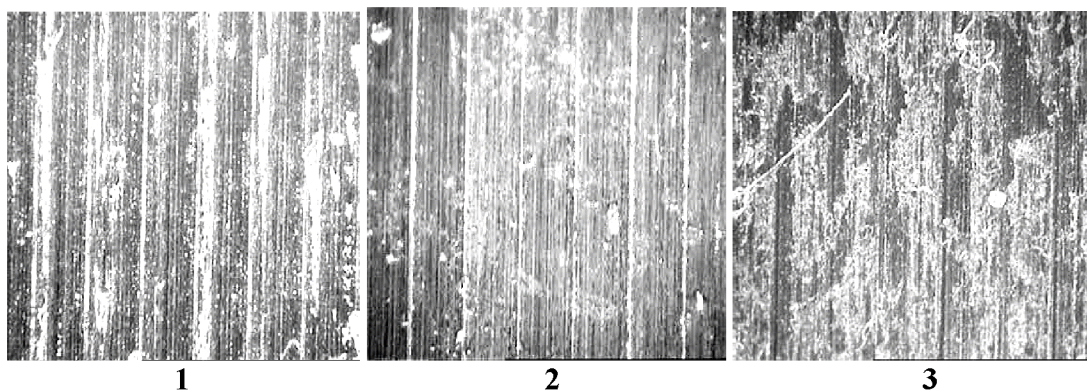
Настоящими исследованиями установлено, что активированный воздушный поток оказывает заметное влияние на процессы стружкоотделения.

Немаловажным критерием для сравнительной оценки различных факторов, оказывающих непосредственное влияние на характер процесса резания, является шероховатость обра-

ботанной поверхности. При одинаковых условиях механообработки были получены результаты исследований шероховатости, которые показали значительное снижение шероховатости при активированном воздухе по сравнению с применением СОЖ – значения  $R_a$  равнялись 1,73 и 3,4мкм соответственно (рисунок 4).



**Рисунок 3 – Характерный вид стружки образующейся при точении стали 45(180HB) быстрорежущим инструментом Р6М5 при использовании СОТС: 1 – обработка всухую (без СОТС); 2 – обработка СОТС (ЭГТ); 3 – обработка СОТС (активированный воздух)**



**Рисунок 4 – Шероховатость обработанной поверхности стали 45 (180HB) быстрорежущим инструментом Р6М5: 1 – обработка озонированным воздухом ( $R_a=1,73\text{мкм}$ ); 2 – обработка СОЖ ( $R_a=3,4\text{мкм}$ ); 3 – обработка «сжатым воздухом» ( $R_a=4,23\text{мкм}$ )**

Проведенные измерения показали, что шероховатость при резании за счет активированного воздушного потока в 1,5 раза меньше, чем при использовании СОЖ, и в 2 раза меньше, чем при обработке «сжатом воздухе».

Проведенные исследования установили, что при применении в качестве СОТС воздуха, активированного электрическим разрядом, эффективность при резании различных материалов увеличивается.

Анализ результатов исследований показал, что при механической обработке активированный воздух позволяет существенно повысить стойкость режущего инструмента, уменьшить шероховатость обработанной поверхности и соответственно уменьшить энергетические затраты на сам процесс обработки.

#### Литература

1. Чекалова Е.А., Власов В.И. Повышение эффективности быстрорежущего инструмента путем применения ионизированного воздуха. Сборник трудов конференции «Международная конференция» «Производство, технология, экология 2003» Москва. МГТУ «Стантин» 2003. с. 666-667.
2. Чекалова Е.А., Гурин В.Д. Механическая обработка с охлаждением озонированной средой. Журнал «Вестник машиностроения» № 10. М. 2004. с. 49-50.
3. Чекалова Е.А. Повышение износостойкости инструмента и основные аспекты проблемы экологии в машиностроении. «Технология машиностроения» № 1. М. 2005. с. 26-27.
4. Чекалова Е.А., В.Д. Гурин, В.И.Власов. Разработка технологии механической обработки с

- использованием озонированной среды. Журнал «Металлообработка» № 5. Санкт-Петербург. 2005. с. 6-7.
5. Чекалова Е.А., Ромина Н.Н. Экологически чистая технология в машиностроении. Журнал «ИТО: инструмент-технология-оборудование» № 3. М. 2008. с. 12-16.
  6. Максимов Ю.В. Обеспечение качества обработки плунжеров автотракторных гидроцилиндров. Журнал «Вестник машиностроения» № 3, 1999, с. 25-27.
  7. Максимов Ю.В., Анкин А.В., Ветрова Е.А. Зависимость глубины резания от погрешности формы поперечного сечения при комбинированной обработке нежестких деталей тип полый цилиндр. Журнал Известия МГТУ «МАМИ» № 2(8), 2009, с. 188-192.

### **Новая технология обработки режущего инструмента путем применения активированного воздуха**

к.т.н. доц. Чекалова Е.А.  
Университет машиностроения  
[Melou666@mail.ru](mailto:Melou666@mail.ru) (916) 102-22-94

*Аннотация.* Предложен метод повышения износостойкости металлорежущих инструментов путем применения активированного воздушного потока. Представлены результаты исследований влияния озонированного воздуха на интенсивность износа режущего инструмента.

*Ключевые слова:* коронный разряд, активированный воздух.

В машиностроении для повышения эффективности процесса резания все технологические процессы обработки осуществляются в основном с применением смазочноохлаждающих технологических сред (СОТС) для уменьшения сопротивления изнашивания [1, 2].

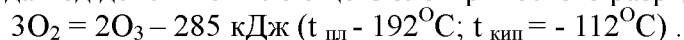
Содержащие компоненты в СОТС очень вредны для здоровья человека. В результате обработки выделяются такие вещества, как альдегиды, хлористый водород, нитрид натрия и др., которые представляют угрозу здоровью человека и загрязнению окружающей среды.

Все эти недостатки позволяют сделать вывод о создании новой технологии с полной компенсацией их физических эффектов.

На сегодняшний день этот вопрос является актуальным. В связи с этим была разработана новая, обладающая высокой конвекционной способностью технология на основе применения активированного воздуха, способная эффективно компенсировать физические эффекты СОТС, такие как охлаждающий и пластифицирующий эффект.

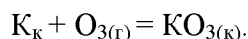
Механическая обработка деталей с помощью активированного воздуха повышает износостойкость режущего инструмента, производительность процесса обработки и обеспечивает эффективное охлаждение режущего инструмента.

Поскольку в воздухе содержится азота – 78 %, кислорода – 21 % и один процент инертных газов (аргон, неон, криптон и др.), углекислый газ и другие газообразные примеси и окиси, то за счет разницы потенциалов физико-химический состав воздуха изменяется. Это объясняется тем, что одной из аллотропных модификаций является озон  $O_3$ , который образуется из объемного кислорода под действием тлеющего электрического разряда.



Стандартная энтальпия образования озона положительна и равна 142,5 кДж/моль, т.е. озон при образовании из кислорода поглощает тепло = 285кДж, однако озон легко разлагается на  $O_3 \rightarrow O_2 + O$  и сопровождается значительным выделением энергии равной 163 кДж/моль. Он считается сильным окислителем, но он слабее, чем атомарный кислород.

При механообработке все щелочные металлы при воздействии на них озона образуют озониды, которые содержат ион  $O_3^-$ .



Кроме этого, озон бурно реагирует с органическими веществами, даже при низкой температуре окисляя соединения, с которыми кислород не реагирует.