

УДК 621.9

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ С
АМОРФНЫМИ КРЕМНИЙУГЛЕРОДИСТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ**

ВЛАСОВА В.Н., ВЛАСОВ С.Н.

**Технологический институт – филиал ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА
им. П.А.Столыпина»**

На финишных операциях упрочнения изделий применяются широко известные способы нанесения тонкопленочных покрытий путем физического (PVD) и химического (CVD) осаждения из газовой фазы и др. Однако они обладают существенными недостатками: высокие интегральный нагрев основы и энергоемкость.

Процесс финишного плазменного упрочнения (ФПУ) позволяет компенсировать вышеуказанные недостатки, а именно:

1. нагрев изделия в процессе ФПУ (не более 100 – 150°C) не вызывает деформаций деталей, а также позволяет производить упрочнение инструментальных сталей с низкой температурой отпуска;

2. процесс ФПУ, проводимый на воздухе при температуре окружающей среды, не требует вакуумных или других камер и дает возможность упрочнения изделий любых размеров.

Сущность ФПУ состоит в нанесении тонкопленочного (около 3 мкм) аморфного покрытия SiC с одновременным осуществлением процесса плазменной закалки тонкого приповерхностного слоя.

В качестве материала основы в исследованиях использовали быстрорежущую сталь Р6М5. Процесс вакуумного азотирования

осуществлялся на установке “Магнетон 3-2000”, финишное плазменное упрочнение – на установке УФПУ–108. Покрытие TiN КИБ наносилось на установке ННВ 6-6-И1. Испытания на износ проводились в соответствии с ГОСТ 23.224–86 на установке СМЦ–2. Испытания на износ проводились при частоте вращения нижнего образца 1000 мин^{-1} при нагрузке 1650 Н. При испытаниях регистрировались значения момента трения, массового износа и интенсивности износа ролика и контртела. Контртело – закаленные

Коэффициент трения $f \times 10^{-3}$	14,5	10,8	8,43	7,03	6,04
---------------------------------------	------	------	------	------	------

цилиндрические образцы из стали ШХ–15 с твердостью 65 HRC. Условия контакта – трение качения с 20 % проскальзыванием со смазкой. В качестве смазки применяли масло “Индустриальное-20”. Смазка трущихся поверхностей производилась за счет окунания ролика в масло.

Исследования износостойкости цилиндрических образцов из стали Р6М5 носили сравнительный характер и производились на образцах пяти типов: без дополнительного упрочнения; покрытие TiN (метод КИБ); вакуумное азотирование (ВА); финишное плазменное упрочнение (ФПУ); вакуумное азотирование и финишное плазменное упрочнение (ВАФПУ).

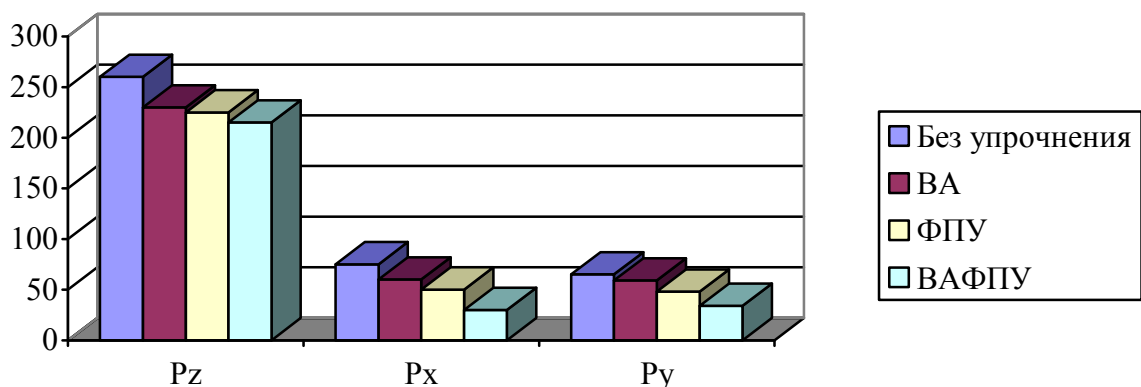
	Метод упрочнения				
	Без упрочнения	ВА	КИБ	ФПУ	ВАФПУ
Интенсивность изнашивания $J \times 10^{-13}$	8,21	6,96	5,3	4,42	3,81

Результаты исследований износостойкости представлены в таблице 1

Таблица 1- Результаты исследований износостойкости покрытий

Испытания концевых фрез проводились при продольном фрезеровании уступов на заготовке из стали 45 на консольно-фрезерном станке 6М82Г с подачей СОЖ “Укринол-1М” при скорости резания $V=10-40$ м/мин, подаче $S_z=0,025-0,1$ мм/зуб, ширине и глубине фрезерования $B=10$ мм и $t=0,5$ мм. Исследовали фрезы без дополнительного упрочнения, после ВА, после ФПУ и прошедшие комбинированную обработку ВАФПУ.

Установлено снижение составляющих силы резания P_z , P_y и P_x , а также коэффициента усадки стружки K при обработке заготовок фрезами после комбинированной упрочняющей обработки (рис. 1, 2, 3, 4), что объясняется повышением твердости поверхностного и прилежащих слоев износостойкого комплекса и снижением склонности покрытия к адгезионному схватыванию по сравнению с инструментом без упрочнения.



При стойкостных испытаниях критерием затупления фрез служил

износ по задней поверхности h_3 равный 0,3 мм. Результаты испытаний приведены в табл.2.

Таблица 2 - Результаты испытаний концевых фрез

Номер партии инструмента	Метод упрочнения инструмента	Износ по задней поверхности h_3 (мм)	Коэффициент повышения стойкости $K_{ст}$
1	стандартные	0,3	1
2	ВА	0,3	1,15 – 3
3	ФПУ	0,3	1,7 – 4,4
4	ВАФПУ	0,3	1,97 – 5,44

Как видно из табл. 2, при резании инструментом после комбинированной упрочняющей обработки (ВАФПУ) наблюдается повышение периода стойкости в 2-5 раз в зависимости от режимов резания. Указанное повышение периода стойкости объясняется изменением характера контактного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов, уменьшением силы резания и среднего коэффициента трения.

Библиографический список:

1. Соснин Н. А., Тополянский П. А., Вичик Б. Л. Плазменные покрытия, ДНТП, Санкт-Петербург, 1992.
2. Соснин Н. А., Ермаков С. А., Алисов П. В. Создание нового поколения интеллектуальных технологических модулей финишного плазменного поверхностного упрочнения.
3. Труды 5-й международной конференции “Пленки и покрытия” Санкт-Петербург, 1998.