

**К ВОПРОСУ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ**

<sup>1</sup>Сосновский И.А., <sup>2</sup>Белявин К.Е., <sup>1</sup>Курилёнок А.А., <sup>3</sup>Кузнечик О.О.

<sup>1</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, E-mail: sos3@tut.by

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь, E-mail: dz-m@tut.by

<sup>3</sup>Институт порошковой металлургии, г. Минск, Беларусь, E-mail: oleg-kuznechik@yandex.ru

Одним из наиболее эффективных методов нанесения износостойких покрытий на детали является центробежная индукционная наплавка (ЦИН) [1]. Указанный метод позволяет наносить покрытия на внутренние, наружные и торцевые поверхности детали (рис. 1).



Рисунок 1 – Процесс нанесения покрытий методом центробежной индукционной наплавки

Целью настоящей работы являлось исследование обрабатываемости покрытий из износостойких порошковых самофлюсующихся сплавов на железной основе системы Fe-Cr-B-Si [2].

Механическую обработку наплавленных покрытий из порошка ПР-Х4Г2Р4С2Ф системы Fe-Cr-B-Si целесообразно проводить на универсальном токарном оборудовании с использованием специальных расточных резцов (рис. 2), оснащенных универсальными резцовыми вставками с напаянной пластинкой из композита О2Д «Белбор» (рис. 3) [2].

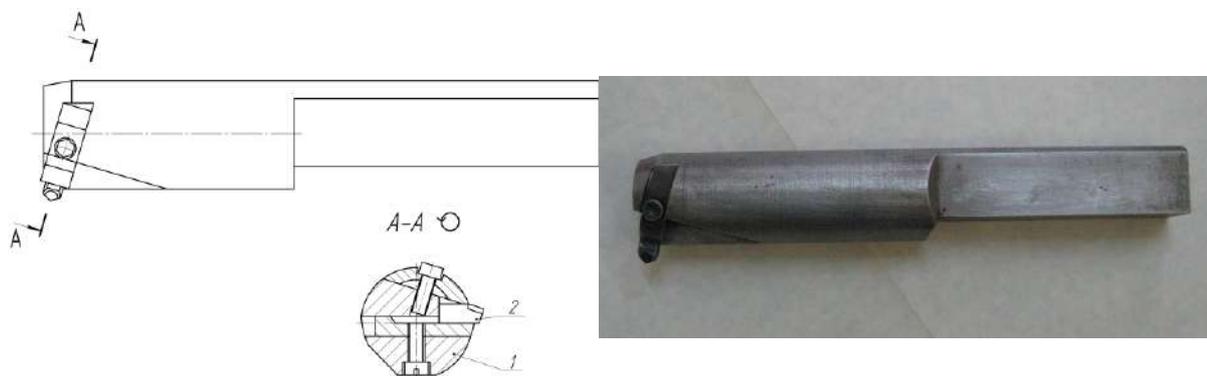


Рисунок 2 – Конструкция и общий вид расточного резца с механическим креплением универсальной резцовой вставки: 1 – державка; 2 – резцовая вставка

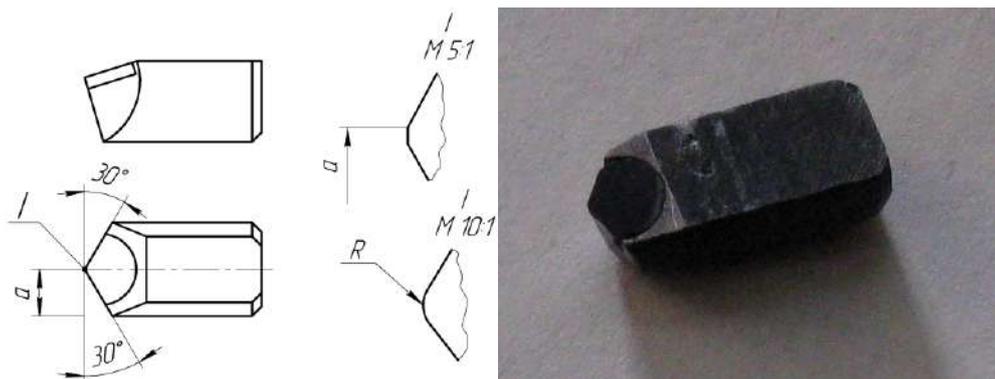


Рисунок 3 – Конструкция и общий вид универсальной резцовой вставки с напаянной пластинкой СТМ «Белбор»

Экспериментальные работы по исследованию процесса механической обработки покрытий проводились на токарно-винторезном станке модели 1К62 (рис. 4), а точение велось расточным резцом повышенной жесткости с механическим креплением резцовой вставки, оснащенной СТМ К02Д. Конструкция расточного резца с механическим креплением универсальной резцовой вставки и его общий вид представлены на рисунке 2. Конструкция универсальной резцовой вставки и ее общий вид с напаянной пластинкой СТМ «Белбор» представлены на рисунке 3.

Геометрические параметры резцовой вставки: главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ , вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 15^\circ$ , задние углы  $\alpha = \alpha_1 = 15^\circ$ , передний угол  $\gamma = -12^\circ$ , при закругленной вершине резца с радиусом  $\tau = 0,5$  мм.



Рисунок 4 – Исследование обрабатываемости покрытий из разработанных износостойких антифрикционных порошковых шихт для определения оптимальных режимов резания

Для определения оптимальных режимов резания проведен полный факторный эксперимент, в процессе которого изучалась скорость нарастания износа (рис. 5) в зависимости от режимов резания при критерии затупления резца  $h_s = 0,4$  мм. В результате получена эмпирическая зависимость значения скорости резания:

$$V = \left( \frac{4,54d^{2,1}}{Ts^{1,6}r^{0,7}} \right)^{2,32}$$

где  $d$  – диаметр растачиваемой поверхности,  $T$  – период стойкости;  $s$  – подача;  $t$  – глубина резания.

Учитывая неравномерность толщины наплавленного покрытия, а следовательно, и снимаемого припуска для чернового растачивания необходимо использовать поправочный коэффициент  $K=0,8$ .

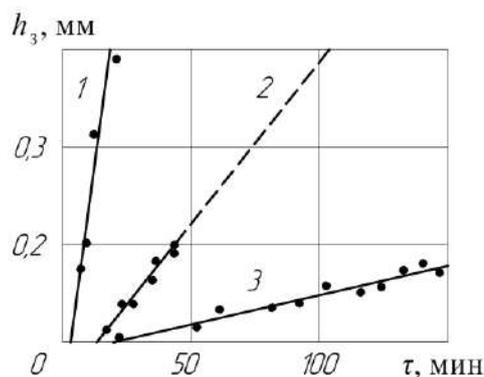


Рисунок 5 – Зависимость износа реза по задней поверхности от времени работы,  $d = 60$  мм: 1 –  $V = 150$  м/мин,  $S = 0,05$  мм/об,  $t = 0,4$  мм; 2 –  $V = 50$  м/мин,  $S = 0,15$  мм/об,  $t = 0,4$  мм; 3 –  $V = 50$  м/мин,  $S = 0,05$  мм/об,  $t = 0,1$  мм.

Для обеспечения требуемой точности окончательного размера детали необходимо провести черновую и чистовую обработку ее внутреннего отверстия. При этом величина глубины резания при черновой обработке обусловлена необходимостью работы реза под корку, т.е. желательное отсутствие после черного растачивания на поверхности не обработанных пятен, и может достигать до 0,5-0,7 мм. А величина глубины резания при чистовом растачивании должна быть не менее 0,3-0,2 мм, т.к. при меньшей глубине резания повышается вероятность возбуждения автоколебаний, приводящих к вибрации инструмента и браку детали.

В таблице 1 представлены оптимальные режимы токарной обработки наплавленных покрытий для различных размеров деталей.

Таблица 1 – Режимы расточки покрытий

Вид обработки	Диаметр отверстия $d$ , мм	Скорость резания $V$ , м/мин	Глубина резания $t$ , мм
черновое точение	60	60	до 0,7*
	80	80	
чистовое точение	60	95	0,3*
	80	115	

\* – подача  $s = 0,1$  мм/об

#### Заключение

Исследована обрабатываемость покрытий из износостойких порошковых самофлюсующихся сплавов на железной основе системы Fe- Cr -B-Si, получаемых методом центробежной индукционной наплавки. Определены оптимальные режимы резания с проведением полного факторного эксперимента. Получена эмпирическая зависимость стойкости инструмента от режимов резания: скорости резания, подачи и глубины резания.

#### Список литературы:

1. Сосновский, И.А. Термические параметры центробежного индукционного нанесения порошковых покрытий / И.А. Сосновский, Ю.Н. Гафо // Инженерно-физический журнал – 2011. – Т.84, № 6. – С.1135-1141.
2. Кашицин, Л.П. Технология центробежного нанесения покрытий с использованием внутреннего индуктора ТВЧ / Л.П. Кашицин, И.А. Сосновский, А.Л. Худoley, С.Е. Клименко // Сварка и родственные технологии: сб. научн. трудов. Выпуск № 7, 2005 г. / редкол.: В.К. Шелег [и др.]. – Минск, Тонпик, 2005. – С. 53 – 62.