

УДК 674.023:621.793

Н.В. Бурносков, доцент БГТУ; И.И. Бавбель, ст. преподаватель БГТУ;  
А.К. Вершина, зав. лаб. ионоплазменных и защитно-декоративных  
покрытий ФТИ НАНБ

### **ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КРУГЛОПИЛЬНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Questions of wear-resistant rise of round wood cutting tools by means deposition of ion plasma high-heating conductivity coatings have been considered. Using efficiency of copper and carbon coatings for decrease heat tension of instrument was demonstrated.

Ускорение технического прогресса в области деревообработки, внедрение автоматизации и повышение эффективности технологических режимов, в частности режимов пиления круглыми пилами, фрезерования, сверления, а также точности обработки в связи с изменением системы допусков и посадок, предъявляют к дереворежущему инструменту все более высокие эксплуатационные требования.

Исследованиями последних лет установлено, что основной причиной износа дереворежущего инструмента вообще и круглых пил в частности является температурный режим процесса обработки, обуславливающий возникновение усталостных напряжений и знакопеременных циклических нагрузок. И если при обработке металлических заготовок основное количество возникающей в зоне контакта теплоты переходит в тело заготовки и стружку, то при деревообработке около 99% теплоты остается в инструменте. Установлено, что по режущей кромке шириной 0,0024–0,009 мм температура в процессе резания древесины достигает значений 800–840°C, на расстоянии от кромки 0,025 мм – 600°C, на расстоянии 0,03–0,05 мм – 400–550°C, на расстоянии 0,5–0,6 мм – 240–300°C. Именно значительный перепад температур по радиусу пилы ведет к потере ее устойчивости. Следовательно, решение проблемы повышения износостойкости дереворежущего инструмента напрямую связано с разработкой эффективных способов и средств отвода тепла как из зоны резания, так и от всей массы инструмента.

Целью настоящей работы является исследование эффективности применения высокотеплопроводных покрытий, обеспечивающих повышение износостойкости режущей кромки круглопильного дереворежущего инструмента и теплоотвод из зоны резания.

Применение традиционных методов повышения режущих свойств деревообрабатывающего инструмента путем его сложного легирования в настоящее время ограничено из-за дефицита ряда химических элементов. К тому же в ряде случаев этот путь не дает требуемых результатов. К примеру, даже такой, казалось бы, износостойкий материал, как твердый сплав, и тот чувствителен к температурному фактору. При механической обработке дре-

веса и древесных материалов твердосплавным инструментом происходит "разрыхление" кобальтовой связи, которая чувствительна к температуре порядка 1000 °С. Следовательно, создание новых технологий и инструментальных композиционных материалов, обладающих комплексом механических и теплофизических свойств, является актуальной задачей в области упрочнения дереворежущего инструмента.

Решение этой задачи осуществлено с помощью методов ионно-плазменных технологий путем осаждения на дисковую пилу с напаянными твердосплавными пластинками многослойного покрытия: верхнего износостойкого и нижнего высокотеплопроводного. Так как из-за высокой тепловой напряженности в контактной зоне преобладающим видом износа инструмента является адгезионно-диффузионный, то в качестве материала износостойкого покрытия могут быть использованы нитриды хрома и титана. Однако соотношение составляющих данной композиции подлежит строгой дифференциации в зависимости от обрабатываемого материала и режимов резания. Здесь следует отметить, что в научно-технической литературе, описывающей опыт освоения в производстве износостойких покрытий, относительно состава композиционных покрытий преобладает эмпиризм, встречаются подчас противоречивые данные. В связи с этим на первом этапе выполнения данной работы проведены исследования, касающиеся определения состава, структуры и свойств указанного типа покрытий. В качестве материалов высокотеплопроводного покрытия были использованы медь и углерод, осаждаемые методами ионно-плазменных технологий (вакуумным электродуговым методом и методом магнетронного распыления). В таблице представлены параметры покрытий с различными теплопроводными слоями. Показано, что наличие медного подслоя способствует смещению изотерм максимальной температуры от вершины инструмента, что благоприятно с точки зрения подавления процесса микросколов. При этом обеспечивается минимальное значение коэффициента вариации стойкости, что свидетельствует о более стабильной работе инструмента.

Таблица

Параметры покрытий

Вариант покрытия	Толщина слоя, мкм				ht/h <sub>i</sub>	Общая толщина, мкм
	Si	C	TiN	CrN		
1	0,5	-	8,0	-	0,06	8,5
2	1,5	-	8,0	-	0,18	9,5
3	2,5	-	8,0	-	0,31	10,5
4	3,5	-	8,0	-	0,44	11,5
5	4,5	-	8,0	-	0,55	12,5
6	-	0,5	8,0	-	0,06	8,5
7	-	1,0	8,0	-	0,13	9,0
8	-	0,5	-	8,0	0,06	8,5
9	-	1,0	-	8,0	0,13	9,0

При резании медный подслоя толщиной менее 0,5 мкм не оказывает существенного влияния на стойкость инструмента. С точки зрения увеличения теплового влияния покрытия толщина медного подслоя должна быть по возможности большей. Однако при соотношении  $ht/h_i > 0,4$  проявляются следующие эффекты: уменьшается прочность адгезионной связи покрытия с ТСП за счет возникновения критических растягивающих напряжений и в результате температурного разупрочнения медного подслоя происходит хрупкое разрушение износостойкого покрытия и, как следствие, снижение стойкости инструмента (рис.).

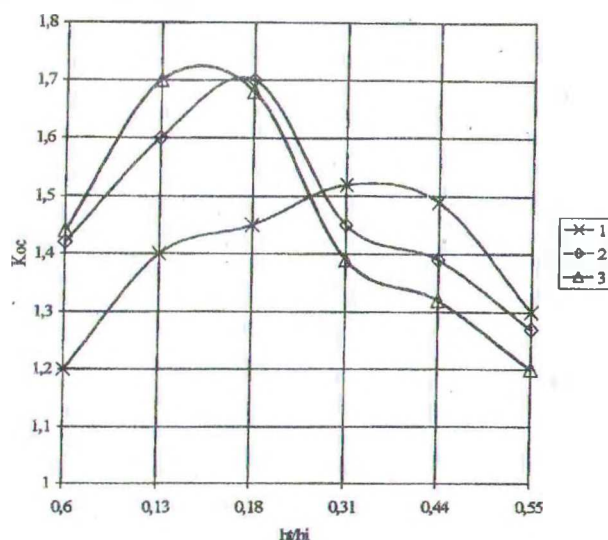


Рис. Зависимость относительной стойкости  $K_{ос}$  дисковой пилы с покрытием от соотношения  $ht/h_i$ : 1 – Cu-TiN; 2 – C-TiN; 3 – C-CrN

Аналогичная ситуация наблюдается при использовании медного подслоя углеродного. Однако здесь значение предельного соотношения  $ht/h_i$  существенно меньше и составляет порядка 0,15. Причем материал износостойкого покрытия значительного влияния на эксплуатационные показатели инструмента не оказывает. В целом анализ полученных зависимостей показывает, что нанесение износостойкого высокотеплопроводного покрытия позволяет повысить стойкость дисковой пилы в 1,4-1,7 раза.

В заключение отметим, что рассмотренные материалы, использованные в качестве высокотеплопроводных и износостойких покрытий, не ограничивают область возможных материалов, обеспечивающих решение проблемы повышения стойкости деревообрабатывающего инструмента. По нашему мнению, весьма перспективно применение в качестве материала высокотеплопроводного подслоя никель-фосфора. Включение до 10% фосфора при получении покрытия оказывает существенное влияние на его свойства, обеспечивая высокую твердость при хорошей адгезии.