

А. П. Клубков, доцент

### **ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТВЁРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

The process of distraction of the carbide tipped knives with cutting has been studied.

В условиях непрерывного увеличения потребности в дереворежущем инструменте экономия дорогостоящих вольфрамсодержащих твёрдых сплавов является важной стратегической задачей. В то же время инструментальные службы деревообрабатывающих предприятий не в полной мере научились качественно производить, готовить к работе и эффективно использовать этот дорогостоящий высокоэффективный инструментальный материал.

Работоспособное состояние режущего инструмента – это такое состояние, при котором инструмент производит обработку резанием с соблюдением установленных в документации технических условий и требований.

Состояние режущего инструмента характеризуется при этом совокупностью параметров поперечной микрогеометрии.

С позиции функционально-стоимостного анализа (ФСА) твёрдосплавная пластина может выполнять функции резания и без пайки, то, что мы и видим в иностранных фирмах. Они применяют неперетачиваемые твёрдосплавные пластинки размерами: длиной от  $l=7,5$  до  $l=120$  мм, толщиной  $s=1,5-2,2$  мм и шириной  $B=12-13$  мм [1]. Наши предприятия твёрдосплавный инструмент применяют только паяный. Отсюда и происходят потери работоспособности твёрдосплавного режущего инструмента, так как этот инструмент является составным телом, в котором протекают сложные процессы упрочнения и разупрочнения, обусловленные явлениями усталости материала пластин, ползучести опорной поверхности державки, деформациями и напряжением при остывании после пайки, условиями эксплуатации, подготовки к работе (шлифование, заточка). Поэтому причин потери работоспособности твёрдосплавного паяного инструмента достаточно много.

Процессы разрушения являются стохастическими; они в значительно большей мере, чем процесс изнашивания, обуславливают случайный характер потери работоспособности дереворежущего инструмента.

Режущий инструмент может подвергаться хрупкому разрушению, пластической деформации и разрушению после пластической деформации. В период эксплуатации дереворежущий инструмент разрушается от действия сил механического и усталостно-термического происхождения. Разрушения наблюдаются в различные моменты периодов стойкости и эксплуатации дереворежущего инструмента. Вероятность разрушения инструмента появляется в начальный период его работы, т.е. в период приработки, в период нормальной эксплуатации разрушения считаются чисто случайными. Наиболее детерминированным и легче прогнозируемым является разрушение периода катастрофического износа. В этот период в резце накапливаются дефекты, вызванные усталостно-термическими напряжениями. Подтверждением сказанного могут служить результаты стойкостных испытаний дисковых пил с твёрдым сплавом на операции резания облицованных ДСтП, которые показали, что стойкость пил с ростом числа переточек существенно снижается. Так, после шестой переточки по сравнению с первой стойкость пил уменьшилась в 1,8–2 раза [2]. Рассмотрим основные причины, влияющие на работоспособность твёрдосплавного фрезерного инструмента. При пайке на поверхности твёрдосплавных пластин образуются большие или малые трещины различной формы. Появление трещин является следствием возникновения в процессе изготовления (пайки) напряжений, которые достигают величины, критической для потери прочности твёрдого сплава. Предположения о том, что трещины вызваны напряжением в самой пластине отпадают, так как в стадии поставки эти напряжения не велики и составляют всего 20–70 МПа. Следовательно, напряжения в твёрдом сплаве при охлаждении после пайки являются следствием самого процесса пайки и физико-механического соединения материалов "твёрдый сплав–сталь". Как показали теоретические и экспериментальные исследования [3,4], остаточные напряжения при изгибе заготовки твёрдосплавного ножа могут достигать для сплава ВК15, 500–900 МПа, при пределе прочности на изгиб  $\sigma_u = 1800$  МПа, при растяжении  $\sigma_p = 1300$  МПа.

При разработке оптимальных условий получения паяных соединений твёрдого сплава и стали, соответствующих предъявляемым к ним эксплуатационным и техническим требованиям по прочности, необходимо учитывать особенности конструкции режущего инструмента, условия его эксплуатации, характер обрабатываемого материала, условия нагрузки твёрдого сплава и припоя.

Другие факторы, влияющие на работоспособность твёрдосплавного инструмента, кроются в самом процессе фрезерования. Процессу цилиндрического фрезерования сопутствует периодичность рабочих и холостых циклов резцов, с переменной толщиной стружки, и, следовательно, переменной нагрузкой на рабочие поверхности инструмента. Твёрдосплавные инструменты ведут себя в этих условиях плохо, и стойкость их по сравнению со стойкостью в условиях непрерывного резания часто резко падает.

Предположительно, что разрушение инструмента в условиях прерывистого фрезерования происходит в период выхода резца из контакта с обрабатываемым материалом, следствием этого является появление значительных растягивающих напряжений на передней поверхности инструмента.

Известны работы, в которых исследовались причины низкой работоспособности твёрдосплавных инструментов в условиях прерывистого резания металлов. Андреев (1974 г.) и Opitz (1954 г.) моделировали термические условия на данной операции путём быстрого нагрева и охлаждения твёрдосплавных резцов при отсутствии механических нагрузок. Было установлено, что после небольшого числа циклов термического нагружения на передней поверхности резца появляется сетка "гребёчатых" или "термических трещин", направленных перпендикулярно режущей кромке.

Многие авторы приходят к выводу, что гребёчатые трещины образуются в результате возникновения напряжений растяжения, возникающего во время холостого пробега фрезерного инструмента.

Однако эти явления не единственная причина снижения работоспособности твёрдосплавного инструмента при прерывистом резании. Разрушение режущей кромки твёрдосплавного фрезерного инструмента может иметь место в результате чисто механического, усталостного воздействия и при отсутствии термических трещин. Можно предположить, что характер разрушения резцов при прерывистом резании изменяется в зависимости от технологических параметров режима резания.

Многие исследователи указывают на два основных типа трещин, образующихся при прерывистом резании:

- 1) трещины, перпендикулярные режущей кромке;
- 2) трещины, параллельные режущей кромке, известные как поперечные.

В деревообработке эти явления практически не изучены.

Снижения остаточных напряжений в паяных соединениях и уменьшения трещинообразования в твёрдом сплаве можно достигнуть увеличением толщины корпуса инструмента или уменьшением толщины пластины из твёрдого сплава. Это соотношение, должно быть следующим:

$$m = \frac{h_{\text{п}}}{h_{\text{к}}} = 0,3.$$

Так, если толщина исследованной пластины  $h_{\text{п}}=1,8$  мм, то тогда  $h_{\text{к}}=6$  мм. При изготовлении корпуса инструмента из сталей, способствующих снижению остаточных напряжений в паяном соединении с использованием низкотемпературных пластичных припоев, следует контролировать температуру нагрева составного ножа:

$$T_{\text{н}} = 1,5 \frac{t_{\text{п}}}{v}, \text{ с,}$$

где  $t_{\text{п}}$  – температура плавления припоя;  $v$  – скорость нагрева (допускаемая).

Можно также снизить остаточные напряжения за счёт уменьшения связей, накладываемых на твёрдосплавную пластину при её пайке. Так, при изготовлении плоских фрезерных ножей можно устранить технологическую стенку по боковой направляющей поверхности пластинки. Можно рекомендовать технологические способы снижения остаточных напряжений за счёт ползучести припоя; применение компенсационных прокладок из пермаллоя. Для проведения релаксации после пайки инструмент выдерживают в нагретом песке при температуре 200–250°C в течение 6–8 часов или муфельной электропечи.

Следует стремиться, где это возможно, к исключению процесса пайки и применять механическое крепление твёрдосплавных пластин. Нами разработан метод крепления пластин от 7 до 60 мм длиной, что позволило повысить стойкость инструмента в 2 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог фирмы LEUCO–OERTLI, Handbush für die Holz -und Kunststoffbearbeitung.
2. Зашмарин В. А. Рациональная эксплуатация дисковых пил с пластинами из твёрдого сплава при раскрое древесностружечных плит // Научн. тр. МЛТИ. Оборудование, средства автоматизации и вопросы механизации процессов деревообработки. Вып. 153. – М, 1983. – С.23-27.

3. Макаревич С. С., Клубков А. А. Остаточные напряжения в двухслойной пластине фрезерного ножа с несимметричным поперечным сечением // Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 1994. Вып.2. С. 112-115.
4. Клубков А. А. Повышение износостойкости и прочности твёрдосплавного режущего инструмента для обработки древесных материалов фрезерованием: Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 05.21.05 / БГТУ. – Мн., 1997.

УДК 674.055:621.914.2

А. А. Клубков, к.т.н.;  
В. И. Гиль, инж.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОНОЖЕВОГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

The usage of the multi-knife planer head for woodworking has been studied.

Современные продольно-фрезерные станки для обработки древесины являются высокопроизводительным оборудованием. Производительность может быть повышена за счёт увеличения частоты вращения режущего инструмента, увеличения подачи на резец и числа режущих элементов (РЭ). Частота вращения режущего инструмента продольно-фрезерных и фрезерных станков находится в пределах 4500 – 9000 мин<sup>-1</sup>. Повышенные частоты вращения вызывают: рост уровня шума; повышенный износ подшипников; рост центробежных сил инерции; появление недопустимых частот и амплитуд колебаний и вибраций станка. Снижение точности и качества фрезерованной поверхности, нарастание числа циклов усталостного нагружения лезвия РЭ приводят к выкрашиванию материала режущей кромки. Цикличность процесса фрезерования оказывает существенное влияние на стойкость режущего инструмента.

Для повышения жесткости и снижения амплитуды колебаний быстровращающегося шпинделя с инструментом увеличивают диаметр поперечного сечения вала, увеличивают жесткость его опор, устанавливают дополнительную опору.

Основными причинами возникновения шума являются: быстровращающийся режущий инструмент; взаимодействие режущего инструмента с обрабатываемой заготовкой; неуравновешенность (дисба-