

Результаты расчета показывают, что по мере затупления инструмента напряжения изгиба от радиальной силы начинают значительно превышать значения напряжений изгиба от касательной силы (рис. 4, а.), а рассчитанный для опасного сечения коэффициент запаса по критерию усталостной прочности при этом значительно падает (рис. 4, б.).

Таким образом, обязательным условием высокой долговечности концевой фрезерного инструмента, помимо назначения рациональных режимов обработки, является своевременная переточка и замена режущих элементов, благодаря чему ограничивается рост радиальной составляющей силы резания по мере эксплуатации инструмента и предотвращается усталостное разрушение корпуса концевой фрезы.

Библиографический список

1. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1986.– 296 с.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов.– Киев: Навук. думка, 1988.- 736 с.

Вершина А.К., Бурносов Н.В. (БГТУ, г. Минск, РБ) dosy@bstu.unibel.by

УПРОЧНЕНИЕ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ЛЕЗВИЙНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

HARDENING MILLING BLADES TOOLS WITH USE OF HIGH-ENERGY PLASMA TECHNOLOGIES

Эффективное использование основных производственных фондов в лесном комплексе определяется внедрением современных видов оборудования и совершенствованием серийно выпускаемого. При этом особые требования предъявляются к дереворезающему инструменту в связи с интенсификацией режимов обработки, в частности режимов пиления круглыми пилами, сверления, фрезерования, а также точности обработки из-за изменения системы допусков и посадок.

Применение традиционных известных методов повышения режущих свойств деревообрабатывающего инструмента путем его сложного легирования в настоящее время ограничено из-за дефицита ряда химических элементов. Кроме того, в ряде случаев этот путь не дает требуемых результатов. Поэтому в последнее время в мировой практике все большее применение находят методы повышения работоспособности инструмента путем нанесения соответствующих функциональных покрытий. Эти методы обладают высокой производительностью, универсальностью, экономичностью. Появляется возможность управления условиями формирования и свойствами покрытий, а также свойствами композиции покрытие – инструментальный материал.

Кристаллохимические, физико-механические и теплофизические свойства покрытий на поверхностях режущего инструмента могут сильно отличаться от соответствующих показателей инструментального материала [1]. Поэтому покрытие способно заметно улучшить свойства инструментального материала с точки зрения повышения его сопротивляемости микро- и макроразрушению. Применение покрытий для деревообрабатывающего инструмента может способствовать уменьшению контактных нагрузок, снижению мощности тепловых источников и благоприятному перераспределению тепловых потоков, тем самым уменьшая термохимическую напряженность режущей части инструмента.

Особый интерес в этом направлении представляет создание на поверхностях тонкопленочных износостойких композиций с градиентным распределением свойств, являющееся новым этапом в совершенствовании структуры инструментального материала [3]. Причем наиболее эффективными методами формирования модифицированных слоев с высокой износостойкостью являются вакуумно-плазменные методы, обладающие по сравнению с методами химико-термической и лазерной обработки, ионной имплантации и химического осаждения рядом преимуществ. Среди последних следует выделить низкую температуру осаждения покрытий (200-500°C), высокую адгезионную прочность, возможность варьирования наносимого материала, возможность обработки сложнопрофильного и крупногабаритного инструмента, изготовленного из различного материала, включая диэлектрический, высокую чистоту наносимого покрытия, относительную его однородность по толщине, возможность автоматизированного управления процессом упрочняющей обработки.

Ранее в работах [4, 5] рассмотрены основные задачи проектирования круглопильного дереворежущего инструмента с износостойкими покрытиями, а также методы нанесения и составы упрочняющих композиций.

Для деревообрабатывающего инструмента покрытие должно рассматриваться как своеобразная промежуточная технологическая среда между контактирующими поверхностями инструментального (диск пилы) и обрабатываемого (древесина) материалов с уникальной способностью одновременно снижать термомеханическую нагрузку в зоне резания и повышать сопротивляемость контактных площадок инструмента разрушению. В связи с этим для рассматриваемого вида инструмента покрытие должно быть как минимум двухслойным: первый слой, непосредственно осаждаемый на диск пилы, — высокотеплопроводный, второй — износостойкий. В качестве высокотеплопроводного подслоя предложено использовать медь и углерод, осаждаемые соответственно вакуумным электродуговым методом и методом магнетронного распыления, а в качестве материалов износостойкого слоя — тугоплавкие соединения хрома и титана.

Стойкостные испытания круглопильного дереворежущего инструмента, упрочненного вышеотмеченными композициями, показали, что при резании медный подслой 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 толщины высокотеплопроводного слоя к общей толщине покрытия, превышающей 0,4, за счет возникновения критических растягивающих напряжений и в результате температурного разупрочнения медного подслоя происходит хрупкое разрушение износостойкого покрытия и, как следствие, снижение стойкости инструмента.

Аналогичная ситуация наблюдается при использовании вместо медного подслоя углеродного. Однако здесь предельное значение указанного соотношения существенно меньше и составляет порядка 0,15. В целом анализ результатов стойкостных испытаний показал, что нанесение износостойкого высокотеплопроводного покрытия позволяет повысить стойкость дисковой пилы в 1,4-1,7 раза.

Следует отметить, что в научно-технической литературе, описывающей опыт освоения в производстве износостойких покрытий, относительно состава и многослойности композиционных покрытий преобладает эмпиризм, встречаются подчас противоречивые данные. И если в качестве материалов подслоя, непосредственно прилегающего к диску пилы, однозначно должны быть использованы материалы с высоким коэффициентом теплопроводности, то материалом износостойкого слоя могут быть также и сплавы стеллита (ВЗК, ВЗКР). Технология упрочнения дереворежущего инструмента путем наплавки указанных материалов на зубья рамных и круглых пил сегодня востребована на предприятиях лесотехнического профиля Западной Европы и России. Применение этих материалов в ряде случаев дает существенное повышение износостойкости инструмента. Однако сложности технологии наплавки стеллита, применение плющилок или плющильных автоматов, необходимость строгого поддержания дозированного нагрева зуба и послеоперационной термической обработки инструмента с наплавленным материалом требуют разработки для этих целей специализированных станков и автоматов, что также не всегда экономически оправдано.

Поэтому более рациональным представляется использование сплавов стеллита в качестве упрочняющих материалов в тонкопленочном исполнении, формируемых вакуумно-плазменными методами. При таком подходе не только устраняются недостатки технологии наплавки и известные проблемы эксплуатации напаянного инструмента, но и появляются возможности управления процессом формирования и структурой упрочняющей композиции.

В дальнейшем планируется провести комплекс работ на основе использования высокоэнергетических плазменных технологий для поиска перспективных материалов покрытий, отработки режимов их нанесения с созданием композитных покрытий, учитывающих тип, форму и размеры дереворежущих инструментов, а также условия их эксплуатации.

Библиографический список

1. Григорьев С.Н., Кутергина Т.Н. Оценка эффективности технологий нанесения покрытий на режущий инструмент// Вестник машиностроения. 2005. № 2. С. 68-72.
2. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение, 1993.
3. Фадеев В.С., Верхотуров А.Д., Паладин Н.М., Чигрин Ю.Х. Разработка и создание слоистых материалов инструментального назначения с заданным градиентом свойств // Перспективные материалы. 2004. № 5. С. 45-52.
4. Бурносов Н.В., Бавбель И.И., Вершина А.К. Высокотеплопроводные износостойкие покрытия для круглопильного дереворежущего инструмента// Труды БГТУ, сер. 11. Вып. IX. С. 116-118.
5. Бурносов Н.В., Вершина А.К. Вакуумно-плазменное упрочнение дереворежущего круглопильного инструмента// Теория и практика машиностроения. 2005. № 2. С. 22-25.