



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.05

Е.А. Памфилов, П.Г. Пыриков, А.Н. Заикин, В.М. Меркелов

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Памфилов Евгений Анатольевич родился в 1941 г., окончил в 1964 г. Брянский институт транспортного машиностроения, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механической технологии древесины Брянской государственной инженерно-технологической академии, заслуженный деятель науки РФ. Имеет более 350 печатных работ в области обеспечения долговечности машин и оборудования.

Тел./факс (4832) 64-60-73



Пыриков Павел Геннадьевич родился в 1972 г., окончил в 1994 г. Брянский технологический институт, доктор технических наук, доцент кафедры механической технологии древесины Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 50 научных работ в области обеспечения работоспособности рабочих органов и инструментов машин и оборудования лесного комплекса.

E-mail: ppg_soft@mail.ru



Заикин Анатолий Николаевич родился в 1949 г., окончил в 1975 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры технического сервиса Брянской государственной инженерно-технологической академии, действительный член МАНЭБ. Имеет около 170 печатных работ в области совершенствования техники и технологии лесозаготовок.

E-mail: mail@bgita.ru



Меркелов Владимир Михайлович родился в 1955 г., окончил в 1981 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии деревообработки Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 70 научных работ в различных областях деревообработки.

E-mail: mail@bgita.ru



ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ИНСТРУМЕНТОВ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Отражены некоторые теоретические и прикладные аспекты обеспечения работоспособности инструментов лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования на основе упрочняющих обработок; предложена модель управления работоспособностью инструментов; приведены рекомендации по выполнению упрочнения.

Ключевые слова: деревообрабатывающее и лесозаготовительное оборудование, работоспособность, инструмент, упрочняющая обработка, стойкость.

Возросшие требования к качеству и конкурентоспособности продукции предприятий лесного комплекса, спрос на новые ее виды и повышение объемов производства определяют необходимость использования эффективных технологий в сфере заготовки и переработки древесины, применения более производительного оборудования и инструментов.

Оснащение лесного комплекса отечественным инструментом не позволяет эффективно использовать оборудование вследствие недостаточной работоспособности инструментов, в первую очередь, по причине их низкой стойкости. Поэтому для существенного повышения стойкости инструментов необходимы новые упрочняющие технологии или глубокая модернизация существующих.

Поскольку стойкость инструментов в существенной степени определяется широким комплексом объемных и поверхностных свойств инструментальных материалов, важным является установление благоприятных значений отдельных составляющих этого комплекса. Возможные пути оптимизации сложной совокупности свойств поверхностных слоев для достижения максимальной износостойкости были ранее сформулированы в наших [1–3, 8] и др. работах.

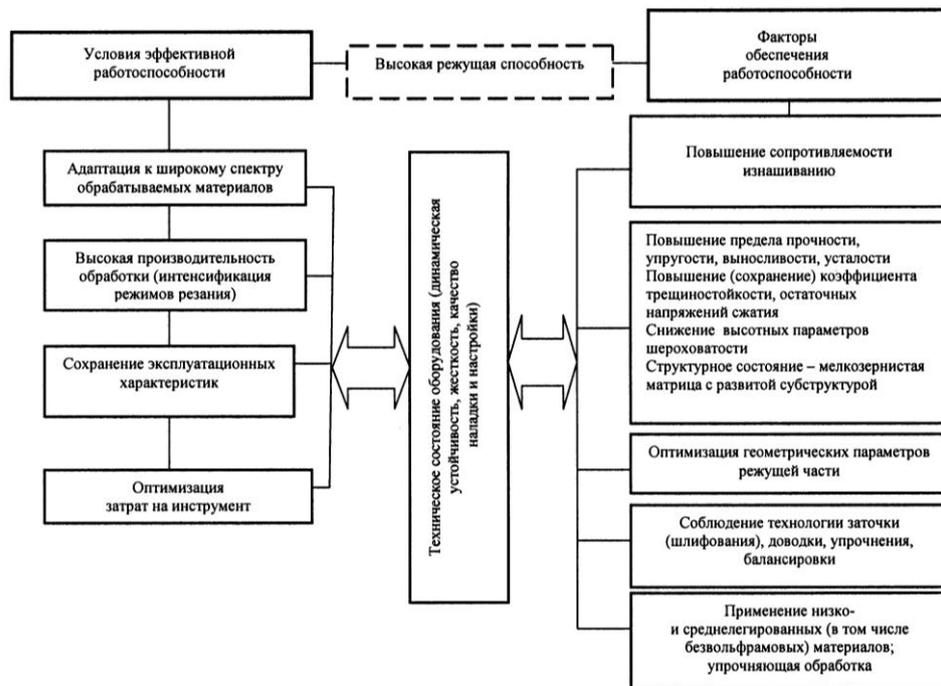


Рис. 1. Схема взаимосвязи эксплуатационных требований, технического состояния используемого оборудования и факторов обеспечения работоспособности режущих инструментов и рабочих органов машин

На основании анализа имеющихся данных были установлены основные принципы управления параметрами состояния конструкционных и инструментальных материалов рабочих органов и инструментов оборудования лесного комплекса. При этом в качестве основного показателя, определяющего функциональные характеристики рабочих органов и инструментов (рис. 1), были приняты их режущая способность и стойкость, т.е. промежуток времени, в течение которого первоначальные эксплуатационные показатели остаются стабильными.

В результате исследований было установлено, что усталостное и коррозионно-механическое изнашивание — основная причина потери стойкости, поэтому главной задачей являлся поиск путей обеспечения повышенной сопротивляемости инструментальных материалов усталостным и коррозионно-механическим процессам. Для этого было признано целесообразным формировать в локальных зонах износа режущих элементов сбалансированное сочетание благоприятных уровней параметров состояния поверхностных слоев на основе использования электромагнитной обработки (рис. 2).

В основе реализации предложенных схем обработки лежит механическое или электромагнитное воздействие для управления напряженным состоянием, параметрами шероховатости, микротвердости, структурой инструментальных материалов, а также их трещиностойкостью и выносливостью. Особое внимание уделялось формированию указанных характеристик в функциональных поверхностных слоях.



Рис. 2. Схема управления параметрами, определяющими работоспособность дереворежущих устройств

Для достижения поставленной цели предлагается использовать регламентированную деформацию, а также формирование кристаллографической упорядоченности в структуре поверхностных слоев, создание многофункциональных гальванических покрытий при электромагнитном индуцировании [3, 7].

В ходе исследований подтверждено положительное влияние на износостойкость инструментов остаточных напряжений сжатия. Их наличие в поверхностных функциональных слоях позволяет снизить трещинообразование и проникновение охрупчивающих поверхностно-активных веществ в глубь материала. Дополнительное формирование их благоприятного уровня в рабочих зонах инструментов возможно при использовании направленной технологической деформации [4], величина которой определяется уровнем остаточных и температурных напряжений, особенностями сечения упрочняемого инструмента, эксплуатационной нагрузкой и температурным диапазоном деформации, лимитирующимся теплостойкостью материала.

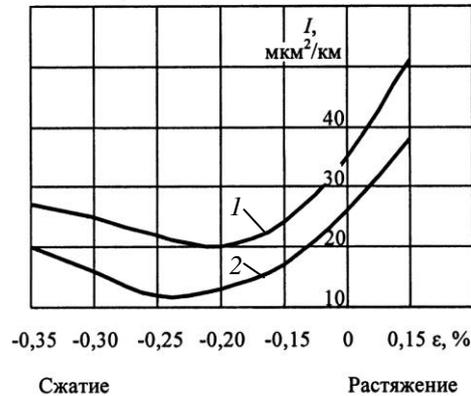
Перспективно также использование внешних магнитных полей для формирования анизотропии механических свойств инструментальных материалов за счет магнитопластической деформации в их кристаллической структуре. При такой обработке достигается образование зернограничных барьеров, вследствие чего повышается допустимая величина действующих эксплуатационных напряжений [6].

Большие возможности повышения износостойкости режущих устройств дает эффект магнитострикции, за счет использования которой оптимизируются параметры шероховатости рабочих поверхностей. Это связано с сопоставимостью высотных и шаговых параметров шероховатости с размерами блоков структурных составляющих поверхностного слоя инструментальных материалов. Создание благоприятного уровня шероховатости рабочих поверхностей способно положительно сказаться на условиях фрикционного контакта при взаимодействии инструментов с обрабатываемой древесиной и соответственно снизить энергозатраты на резание и повысить износостойкость.

Поскольку в результате электромагнитной обработки происходит перекристаллизация материала поверхностных функциональных слоев инструментов, то за счет этих изменений можно управлять параметрами, определяющими сопротивляемость материалов различным видам разрушения. К этим параметрам относятся прочность, износостойкость, фрикционная усталость, коэффициент трещиностойкости, предел выносливости, твердость, шероховатость и остаточные напряжения [5].

Еще большие возможности достигаются за счет управления кристаллографической анизотропией при нанесении на режущую часть инструментов упрочняющих гальванических покрытий. Это относится к послойно осаждаемым покрытиям, при создании которых в каждом слое формируется благоприятная кристаллографическая упорядоченность, а требуемые свойства наружного слоя окончательно создаются в результате трибологической конверсии [7, 8].

Рис. 3. Зависимость интенсивности I изнашивания сменных ножей сборных фрез и ножевых валов от величины относительной деформации ε режущей кромки при обработке древесины березы: 1 – инструментальный материал 8Х6НФТ, 2 – Р6М5



В соответствии с описанными выше новыми способами упрочнения выполнялась обработка опытных образцов инструментов, в частности пильных цепей и различного вида дереворежущих инструментов.

Полученные экспериментальные данные подтвердили, что применение технологической деформации способствует снижению износа инструментов в среднем на 30...40 % (рис. 3).

Результаты исследований износостойкости инструментов, упрочненных за счет воздействия магнитного поля, показали, что при обработке древесины различных пород износостойкость в среднем повышается на 30...45 %.

Создание в поверхностных слоях дереворежущих инструментов пространственно диагональной текстуры в процессе их лазерного упрочнения [5] способствует повышению стойкости в среднем на 40...50 % преимущественно за счет повышения микротвердости и формирования благоприятной структуры материала.

На основании проведенных исследований были выработаны рекомендации по выполнению упрочняющих обработок в промышленных условиях. Для таких дереворежущих инструментов, как ножи фрез, ножевые валы, коросниматели, луцильные и строгальные ножи, рекомендуется способ упрочнения путем формирования в режущей части регламентированного уровня напряженного состояния на основе технологической деформации или эффекта магнитострикции. При этом наибольшая степень упрочнения обеспечивается при величине деформации в пределах 0,25...0,30 % или напряженности внешнего магнитного поля 55...100 кА/м и сохранении эксплуатационной температуры нагрева в прикромочной зоне в пределах 300...400 °С.

Для инструмента, используемого в условиях температурно-механического нагружения и агрессивной среды (режущие элементы цепных пил, инструменты линий агрегатной переработки, фрезы, луцильные и строгальные ножи), работоспособность может быть обеспечена комплексным упрочнением текстурованием при управлении кристаллографическими направлениями в структуре инструментальных материалов (напряженность магнитного поля 250...500 кА/м, плотность мощности лазерного

луча 1,7...2,4 Дж/мм²), а также комплексным упрочнением электрическими разрядами (сила тока короткого замыкания 0,8...2,0 А, число разрядов 290...320 на 1 см², технологическая деформация 0,15...0,20 %).

Для режущих элементов цепных пил, а также опорных поверхностей рабочих валов, шпинделей и направляющих оборудования, эксплуатируемого в условиях сочетания усталостного и коррозионно-механического изнашивания, предлагается обеспечить износостойкость

осаждением на функциональных поверхностях многозональных текстурированных гальванических покрытий комплексами Cr-текстурированный, Cr-Zn-Ni (плотность тока 55...60 А/дм², температура электролита 50...55 °С) в структурах (рис. 4): промежуточный слой Cr текстурируется в направлении <100> (0,005...0,007 мм) с последующим переориентированием в направлении <111> (0,200...0,300 мм); защитный слой Zn-Ni (0,005...0,010 мм).

Увеличение работоспособности упрочненных инструментов достигается за счет повышения сопротивляемости инструментальных материалов изнашиванию в среднем на 35...40 %. Сопротивляемость выкрашиванию увеличивается на 50...60 %. Это позволяет повысить режущую способность и износостойкость рабочих органов и инструментов.

Выводы

Обеспечение износостойкости рабочих органов и инструментов лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования может быть достигнуто при регламентированном формировании в рабочих зонах сочетания благоприятных уровней параметров состояния инструментального материала (прочностные характеристики, напряженное состояние и параметры шероховатости). Достижение требуемого сочетания этих параметров можно обеспечить за счет технологической деформации, а также лазерной или электроискровой упрочняющих обработок в магнитном поле и осаждения текстурированных электролитических покрытий.

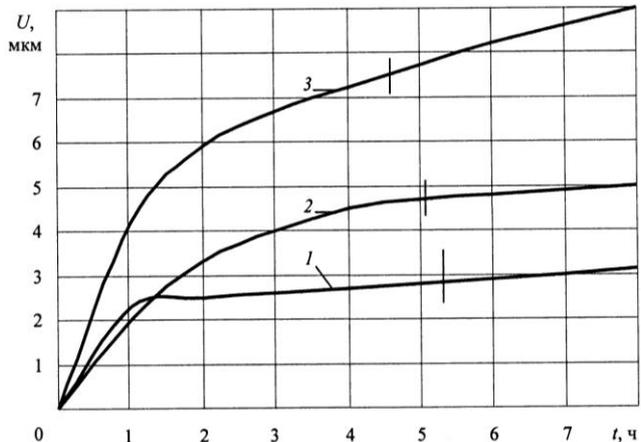


Рис. 4. Влияние продолжительности испытаний t на износ зубьев цепных пил ПЦУ-20 с хромовым покрытием режущих зубьев, имеющих различные текстурные форматы, (обрабатываемая порода – древесина сосны, скорость резания – 15 м/с): 1 – <110>/<100>; 2 – объемная термообработка; 3 – <111>/<100>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зотов, Г.А.* Повышение стойкости дереворежущего инструмента [Текст] / Г.А. Зотов, Е.А. Памфилов. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. *Памфилов, Е.А.* К вопросу о механизме изнашивания дереворежущего инструмента [Текст] / Е.А. Памфилов, Н.М. Петренко // Лесн. журн. – 1978. – № 3. – С. 148–150. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. *Памфилов, Е.А.* Особенности изнашивания штампового и дереворежущего инструмента и пути повышения его износостойкости [Текст] / Е.А. Памфилов // Трение и износ. – 1997. – Т.18, № 3. – С. 321–330.
4. Пат. 2118383 Российская Федерация, МПК⁶ С 21 D 9/24. Способ повышения износостойкости сменных режущих элементов [Текст] / Памфилов Е.А., Пыриков П.Г.; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 95117468; заявл. 10.10.1995; опубл. 27.08.1998, Бюл. № 24. – 7 с.
5. Пат. 2162111 Российская Федерация, МПК⁷ С 21 D 1/04. Способ упрочняющей обработки металлических поверхностей [Текст] / Памфилов Е.А., Пыриков П.Г.; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 98121124; заявл. 16.11.1998; опубл. 20.01.2001, Бюл. № 2. – 7 с.
6. Пат. 2186670 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 Р 15/28, 7 С 21 D 9/21. Способ повышения износостойкости режущих инструментов [Текст] / Памфилов Е.А., Пыриков П.Г., Рухлядко А.С.; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 2000127973; заявл. 08.11.2000; опубл. 10.08.2002, Бюл. № 22. – 6 с.
7. Пат. 2224826 Российская Федерация, МПК⁷ С 25 D 5/10. Способ получения покрытий на металлических поверхностях [Текст] / Памфилов Е.А., Пыриков П.Г., Рухлядко А.С.; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 2002118657; заявл. 10.07.2002; опубл. 27.02.2004, Бюл. № 6. – 7 с.
8. *Пыриков, П.Г.* Повышение стойкости инструментов для деревообработки [Текст] / П.Г. Пыриков. – Брянск: БГИТА, 2009. – 210 с.

Поступила 29.10.09

E.A. Pamfilov, P.G. Pyrikov, A.N. Zaikin, V.M. Merkelov
Bryansk State Engineering Technological Academy

Ensuring Efficiency of Working Bodies and Tools of Forest Complex Machinery and Equipment

Some theoretical and applied aspects of ensuring efficiency of tools of forest-harvesting and woodworking equipment based on the strengthening treatments are reflected, a model of managing the tools efficiency is suggested, the recommendations for strengthening implementation are provided.

Keywords: woodworking and forest-harvesting equipment, efficiency, tool, strengthening treatment, durability.