

А.И. Гарост (БГТУ, г. Минск),

Г.П. Горецкий (ФТИ НАН Беларуси, г. Минск),

В.Б. Гарост (БГТУ, г. Минск)

### **Управление структурно-энергетическим состоянием межфазных границ при резании древесины**

Главным критерием качества режущего инструмента является его стойкость. Эта проблема становится исключительно важной, так как в обозримом будущем нет оснований надеяться на создание каких-либо сенсационных материалов для изготовления инструментов.

Необходимо проводить работы по созданию методов прогнозирования стойкости инструмента с последующим переходом к управлению этим очень важным параметром.

Несмотря на большой объем исследований по механике затупления инструмента, ее теоретическая сущность не всегда понятна. Знание природы данного явления необходимо для улучшения качества инструмента.

Некоторые явления, вызывающие затупление инструмента, объясняются с большим трудом. В таких случаях применяют термин «диспергирование». Однако диспергирование (измельчение) является только следствием конкретных физических процессов механического, теплового, электрического и механохимического происхождений. При резании же древесины важную роль играют химические и электрохимические явления, природа которых практически не изучена. В этом случае необходимо исследовать структурно-энергетическое состояние в контактной микрообласти, оценить величину и роль химической и электрохимической составляющих процесса затупления, определить особенности изменения структурно-фазового состава инструментального материала в процессе резания.

В целом только комплексный подход, учитывающий в том числе химические и электрохимические явления в зоне резания, внутреннее строение инструментального материала и воздействие внешних факторов, может быть в полной мере плодотворен при анализе причин износа инструмента, правильном выборе материала для его изготовления и оценке его ресурса.

Наиболее полная классификация составляющих затупления дереворежущих инструментов приведена в работах А.Э. Грубе [1, 2], при этом подразделяется износ на приработочный и монотонный. Подобная классификация видов износа дается в трудах К.И. Демьяновского [3], в которых указываются его следующие виды: химический, окис-

пительный, электрохимический, электроэрозионный, абразивный, механический. В данных публикациях отмечается возможность химического износа инструмента. Электрохимические явления в приведенных исследованиях вовсе не изучались.

Значительный вклад в изучение процессов затупления инструмента внесла В.С. Рыбалко, выполнившая целый ряд интересных экспериментальных исследований [4]. Она подразделяет износ при резании древесины на истирание и выкрашивание или смятие режущих кромок. Большое значение хрупкому разрушению придается в работе Л.Ф. Мелехина [5]. В исследованиях В.В. Амалицкого и В.И. Любченко [6] также отмечается неизбежность облома кончика резца. Округление лезвия резца после облома объясняется его «обкатыванием» древесиной без объяснения механизма этого явления.

Аналитический расчет прочности режущей кромки деревообрабатывающего инструмента проведен В.Д. Дунаевым [7], который обосновывает характер распределения напряжений и поможет проанализировать особенности протекания электрохимических процессов в напряженном состоянии при резании древесины.

Наиболее значимые исследования контактных явлений в микрообласти лезвия при резании древесины проведены А.В. Моисеевым [8]. Впервые приведены исследования микромеханики резания, получены данные о силах, действующих на элементы режущей части резца в реальном процессе резания, изучено распределение температур в режущей части резца, подтверждено наличие агрессивных продуктов термодеструкции древесины в зоне резания, проведены исследования степени агрессивности этих продуктов. Основные положения разработанной А.В. Моисеевым теории формулируются следующим образом: процесс затупления инструмента – сложный комплекс явлений, природа которых и степень их участия в общем балансе затупления тесно связаны с превращениями энергии при механической обработке. Процесс затупления в значительной степени определяется интенсивностью механического воздействия на инструмент. Степень интенсивности этих воздействий определяется величиной напряжений в режущей части и величиной контактных давлений на нее. Величина этих напряжений и давлений такова, что инструментальный материал способен их выдержать без разрушений, если геометрия резца, его прочность и твердость выбраны достаточно обоснованно. Если же эти параметры не удовлетворяют определенным требованиям, происходит чрезвычайно интенсивное механическое разрушение – затупление резцов (хрупкое, пластическое или абразивное). Механическая энергия практически полностью превращается в тепловую. Некоторая

часть тепловой энергии расходуется на термическую деструкцию органического вещества, в результате которой образуются агрессивные по отношению к металлам соединения, что приводит к химическому разрушению металла. Механическая энергия может непосредственно превращаться в электрическую (пьезо- и статическое электричество), что приводит к эрозии металла.

В рассмотренной работе большинство известных на тот период явлений исследованы довольно глубоко и всесторонне. Однако для более глубокого анализа процесса необходимо наряду с твердостью и прочностью инструментального материала более детально контролировать его структурно-фазовый состав, так как от него зависит характер механических разрушений и в не меньшей степени механизм химического и электрохимического износа, который также необходимо детально изучить и оценить.

Большое значение стойкости инструмента уделяется и зарубежными исследователями. Р. Koch [9] признает возможность облома лезвия под воздействием сил резания. Он приводит данные об опытах E. Kivimaa [10] относительно выбора критического угла заострения, обеспечивающего достаточную прочность. Теория затупления E. Kivimaa очень похожа на теорию последовательных микрообломов резца.

Исследования, выполненные на кафедре материаловедения и технологии металлов Белорусского государственного технологического университета под руководством доц. Гароста А.И., показали [11–12] принципиальную возможность значительного повышения эксплуатационной надежности инструментальных материалов путем управления структурно-энергетическим состоянием межфазных границ в зоне резания за счет оптимизации структурно-фазового состава сплава или применения новых экономно легированных сплавов. Дальнейшее улучшение качества дереворежущего инструмента затруднено без решения вопроса о механизме и роли химических и электрохимических явлений при резании древесины.

Древесина состоит из органической массы, состоящей из высокомолекулярных соединений с небольшими примесями минеральных веществ (0,3 – 1,1% от общей массы). Сухая древесина содержит 49 – 50% С, 6 – 7% Н<sub>2</sub>, 44 – 45% О<sub>2</sub> и около 1% N<sub>2</sub>.

Известно, что железоуглеродистые сплавы чрезвычайно интенсивно корродируют в органических кислотах, не обладающих окислительным свойством (уксусная и другие), с образованием растворимых продуктов коррозии, что наблюдается еще в большей степени при резании сырой древесины. Материал лезвия находится в напряженном состоянии, что снижает его термодинамическую стойкость, нарушает-

ся сплошность поверхностных пленок. Оголение металла способствует выходу на поверхность линий и полос скольжения, которые являются активными анодными зонами. Это способствует локализации коррозии по концентраторам напряжений. Кинетика развития трещин коррозии под механическим напряжением в значительной степени зависит от состава и свойств коррозионных сред.

Только комплексный подход к изучению явлений в микрообласти лезвия при резании древесины позволит установить влияние структурно-энергетического состояния инструментального материала и характера его изменения в процессе эксплуатации на химическую и электрохимическую составляющие общего износа инструмента.

Исследования электрохимических явлений (табл. 1) в микрообласти лезвия проводились путем моделирования поведения инструментальных сталей (У10, Р6М5) в жидких фракциях свежесрубленной древесины (дуба, клена, березы) при различных температурах. В данном случае измерялись электродные потенциалы на межфазной границе лезвие реза – электролит, по значениям которых устанавливался характер взаимодействия, а также состояние корродирующего металла.

Таблица 1 – Коррозионная стойкость инструментальных материалов в древесных жидкостях

Тип древесной жидкости	Марка инструментального материала и его структурное состояние	Значение потенциала электрода $E_{хс}$ (ивз), мВ	Коррозионные хар-ки из поляризационных кривых		Коррозионные характеристики из весового метода	
			$K_{//}$ , мм/год	балл стойк.	$K_{//}$ , мм/год	балл стойк.
1	2	3	4	5	6	7
дубовая	Сталь У10, мартенсит отп., цементит	-626	1,485	8	0,582	7
	Сталь У10, троостит отп.	-637	0,645	7	0,582	7
	Сталь Р6М5, мартенсит, карбиды, ауст. ост.	-568	0,875	7	0,765	7
	Сталь Р6М5, мартенсит отп., карбиды	-571	1,221	8	0,665	7
березовая	Сталь Р6М5, мартенсит, карбиды, ауст. ост.	-540	0,033	4	0,029	4
	Сталь Р6М5, мартенсит отп., карбиды	-270	-	-	0,158	6

1	2	3	4	5	6	7
кле- новая	Сталь У10, мар- тенсит отп., це- ментит	-622	-	-	0,165	6
	Сталь У10, тро- стит отп.	-615	0,05	4	0,272	6
	Сталь Р6М5, мар- тенсит, карбиды, ауст. ост.	-406	0,491	6	0,0570	5
	Сталь Р6М5, мар- тенсит отп., кар- биды	-595	0,115	6	0,190	6

Стационарные поляризационные кривые (ПК) снимались в гальваностатическом и потенциостатическом режимах. Из ПК определялся ток коррозии, по которому рассчитывался глубинный показатель коррозии по формуле:

$$K_{\pi} = g_{Me} \cdot i_{корр} \cdot \frac{8,76}{\rho},$$

где  $g_{Me}$  – электрохимический эквивалент металла, г/(А·ч);  
 $\rho$  – плотность металла, г/см<sup>3</sup>.

Оригинальность разработки заключается в новом нестандартном подходе к изучению явлений в микрообласти лезвия на границе инструментальный материал – обрабатываемая древесина, который учитывает весь комплекс явлений, протекающий при термоабразивном и механохимическом износе, с учетом новых научных взглядов, методик определения зернограничных характеристик, а также комплекса мероприятий, в основе которых лежит энергетически регулирующая, структурообразующая и стабилизирующая роль внутренних границ раздела и пограничных контактных зон для различных по природе инструментальных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты. – Гослесбумиздат, 1971. – 344 с.
2. Грубе А.Э., Сленгис М.Э., Соболев Г.В. О приработочном износе стальных плоских ножей. – Деревообрабатывающая промышленность, № 2, 1975. – С. 17–18.
3. Демьяновский К.И. Износостойкость инструмента для фрезерования древесины. – Лесная промышленность, №8, 1963. – 128 с.
4. Рыбалко В.С. Стали для деревообрабатывающего фрезерного инструмента. – Деревообрабатывающая промышленность, №3, 1958, С. 5–8.

5. Мелехин Л.Ф. Повышение износостойкости дереворежущих пил путем наварки и наплавки режущих элементов из быстрорежущих сталей и литых твердых сплавов. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Л., 1964, 18 с.

6. Амелицкий В.В., Любченко В.И. Станки и инструменты деревообрабатывающих предприятий. – М., Лесная промышленность, 1977. – 400 с.

7. Дунаев В.Д. К прочностному расчету режущей части инструмента. – Лесной журнал, №1, 1974. – С. 160–164.

8. Моисеев А.В. Контактные явления в микроболасти лезвия при резании древесины и их влияние на природу затупления инструмента. – Диссертации на соискание ученой степени доктора. техн. наук. – Минск, 1981. – 425 с.

9. Кох П. Процессы механической обработки древесины. – М., Лесная промышленность, 1969. – 328 с.

10. Kivimaa E. Was ist die Abstumpfung der holsbearbeitung werkzeuge. – Hols und Roh-und Werkstoff, 1952, III, №3. – 328 p.

11. Гарост А.И. Оптимизация составов эвтектических сплавов для деталей машин. – Лесная и деревообрабатывающая промышленность, БГТУ, вып. I.: Мн., 1996. – С. 81–87.

12. Гарост А.И. Коррозионные процессы на кромках лезвия при резании древесины. Материалы Международной научно-технической конференции «Устойчивое развитие лесов и рациональное лесопользование лесных ресурсов». – Мн.: БГТУ, 2005. – С. 337–340.

УДК 630\*17:582.632.2:630\*44[477]

А.Ф. Гойчук

(Министерство аграрной политики Украины, г. Киев)

### **Поперечный рак дуба черешчатого в Украине**

Несмотря на многочисленные исследования болезней древесных пород, ряд патологических явлений в лесу имеют не установленную этиологию. К таким болезням относится и поперечный рак дуба.

*Pseudomonas quercus* Schem., как возбудитель поперечного рака дуба, появилась в отечественной литературе в 1951 году [2]. Однако в данной и последующих работах мы не нашли сведений о результатах искусственного заражения, а также морфологических, биологических, биохимических и культуральных характеристик этой бактерии. Да и сам автор [2] пишет, что «... как пути внесения инфекции заболевания, так и возможный возбудитель поперечного рака нами более детально не изучался. Если возбудителем поперечного рака являются бактерии, то возможны два пути их проникновения в ткани...» (с. 32).