

Література

1. Барташевич А.А., Богуш В.Д. Конструирование мебели: Учебн. пособие – Мн.: Выш. Шк., 1998. – 343 с.
2. Гайда С.В. Рациональне конструювання виробів з деревини: Навч.-метод. посібник. Львів: ЦНТЕІ, 2001. – 93 с.
3. Заяць І.М. Технологія виробів з деревини: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 296 с.

УДК 669.15

Аспір. О.В. Білоус; проф. В.М. Голубець, д.т.н.;

доц. О.Б. Гасій, к.т.н. – УкрДЛТУ; пров.н.с. О.Й. Юга – ІПМ НАН України

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОЧІННІ ДЕРЕВИНИ

Важливою вимогою в деревообробній промисловості є підвищення ефективності процесу обробки деревинного матеріалу і зменшення зносу ріжучого інструменту. Цю проблему можна вирішити шляхом нанесення різних зносостійких покриттів на ріжучу частину інструменту. Поспільючи електроіскрове легування (ЕІЛ) з лазерною обробкою, як показали раніше проведені нами дослідження [1], можна суттєво підвищити ефективність обробки деревини.

О. Bilous, V. Holubets, O. Hasiy – USUFWT, O. Yuga – IPM

Influence of cutting regimes on persisting characteristic of tool in turning of wood

The aim of this work – is to research the threadbare of cutting instrument strengthened by combine technology and determine the cutting power depends on cutting regimes, specifically, velocity and loading.

Мета роботи – дослідити знос ріжучого інструменту при нанесенні на його робочу поверхню комбінованого покриття (ЕІЛ + ОКГ) і визначити силу різання залежно від режимів різання, зокрема, швидкості і навантаження.

Для цього зразки, що імітували ріжучий інструмент і мали форму 4-х гранної піраміди з кутом при вершині 45° , виготовляли із сталей марок У8 і Р6М5, обробляли електроіскровим легуванням з подальшою лазерною обробкою оптичним квантовим генератором (ОКГ).

Відомо, що при нанесенні ЕІЛ-покриття не вся поверхня різця покривається легуючими елементами, а лише 70...80 %. Після подальшої обробки лазером легуючі елементи рівномірніше розподіляються по всій зміцненій поверхні, що покращує фізико-механічні властивості покриття.

Електроіскрове покриття наносили на установці "Елітрон", електродом з евтектичного сплаву системи Fe–Mn–C–B–Si–Cr [2], [6]. Енергія одиничного розряду становила 0,37 Дж, смінь батареї накопичуючих конденсаторів $C=420$ мкФ, амплітуда імпульсів напруги на накопичуючих конденсаторах $U=42$ В, робочий струм $I=5,0$ А. Товщина нанесеного покриття сягала $50 \div 60$ мкм. Потім нанесене електроіскрове покриття піддавали обробці лазером на установці "Квант-15". Діаметр плями становив $\delta_n = 1,284$ мм, площа плями $S_n = 1 \text{ мм}^2$, густина енергії $E_f = 1,5$ Дж/мм². Після обробки лазером товщина ЕІЛ-покриття зменшилася на $5 \div 10$ мкм, Водночас покращились його фізико-механічні властивості, зокрема значно підвищилась твердість і міцність, покращилась шорсткість поверхні.

Процес різання зразків з дуба в сухому стані діаметром 100 мм і шириною 25 мм моделювали різцями без- і з покриттями на машині тертя МТ-68 [3], яка імітувала процес точіння. Схема установки зображена на рис. 1. Випробування проводили при навантаженні 10 Н, 20 Н і 30 Н, швидкість різання становила 3 м/с, 6 м/с, 9 м/с (відповідно шлях різання 0,9 км, 1,8 км, 2,7 км). Тривалість процесу 300 секунд. Різці зважували до і після випробувань і визначали інтенсивність зносу (I_z , мг/км).

Як показали результати досліджень (табл. 1), нанесення комбінованого (ЕІЛ+ОКГ) покриття на сталеві зразки дозволяє зменшити знос ріжучого інструменту по деревині у 4...6 разів – для сталі У8 і у 5...7 разів – для сталі Р6М5.

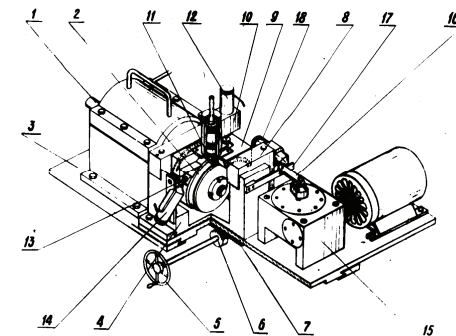


Рис. 1. Схема вузла тертя машини МТ-68: 1 – вал; 2 – контртіло; 3 – супорт; 4 – вузол тертя; 5 – маховик; 6 – шестерня; 7 – рейка; 8 – направляюча; 9 – коливальна каретка; 10 – навантажувальний пристрій; 11 – цанговий затискач; 12, 14, 18 – датчики; 13 – пружина; 15 – черв'ячний редуктор; 16 – кривошип; 17 – пружина.

Табл. 1. Інтенсивність зносу різців без- і з комбінованим покриттям залежно від режимів різання

Швидкість V, м/с	Навантаження P, Н	Інтенсивність зносу I_z , мг/км		
		У8	У8+(ЕІЛ+ОКГ)	Р6М5+(ЕІЛ+ОКГ)
3	10	4,000	2,100	0,330
6	10	1,800	0,600	0,050
9	10	0,800	0,040	0,037
3	20	2,000	0,300	0,200
6	20	0,400	0,050	0,032
9	20	0,100	0,020	0,012
3	30	0,300	0,200	0,080
6	30	0,090	0,030	0,009
9	30	0,044	0,010	0,002

Графічна інтерпретація отриманих даних наведена на рис. 2-4. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про те, що у всіх випадках спостерігається закономірність зменшення інтенсивності зносу (I_z) залежно від збільшення режимів різання. При швидкості різання ($V = 3$ м/с) і навантаженні ($P=10$ Н) різець спрацьовується інтенсивніше, ніж при $V=9$ м/с і $P=30$ Н, що можна пояснити тим, що волокниста неоднорідна структура сухої деревини при низьких значеннях V і P чинить опір проникненню різця. Під час проникнення різця в структуру деревини має місце процес пружної деформації, волокна деревини натягуються,

стискаються, згрупповуються, а потім під дією різця різуться. Із збільшенням швидкості різання і навантаження ефективність різання деревини зростає, зносостійкість різця підвищується. При збільшенні швидкості різання і навантаження волокна не встигають стискатися і згрупповуватися, вони відразу перерізаються і відповідно покращується процес різання.

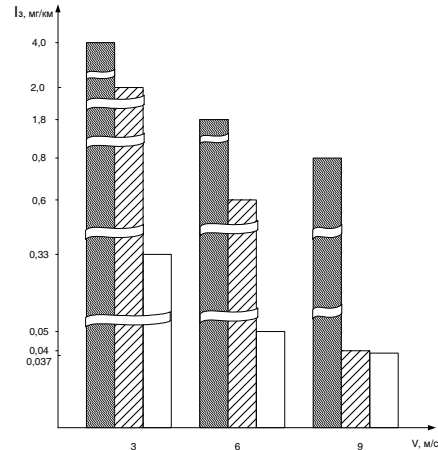


Рис. 2. Інтенсивність зносу різців при навантаженні $P=1 \text{ кг}$ і тривалості точіння $T=300 \text{ с}$

■ - У8 ; ▨ - У8+(ЕІЛ+ОКГ) ; □ - Р6М5+(ЕІЛ+ОКГ)

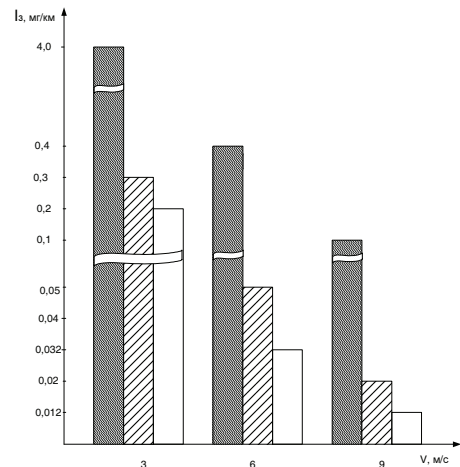


Рис. 3. Інтенсивність зносу різців при навантаженні $P=2 \text{ кг}$ і тривалості точіння $T=300 \text{ с}$ (позначення ті ж, що і на рис. 2)

Відомо, що при різанні деревини відбуваються складні процеси, пов'язані з проникненням різця в матеріал. При цьому утворюється певна зона деформації, відбувається відокремлення стружки і її деформування, виникають сили, які долають тертя елементів стружки і різця між собою і об деревину. У цих процесах

велику роль відіграє матеріал і вологість деревини, напрям різання, товщина стружки, ступінь затуплення різця, швидкість різання і подача, ступінь натиску на деревину перед різцем, форма леза різця (площа контакту) і т.д. Вплив кожного з перерахованих факторів на процес точіння важко визначити, тому переважно оперують сумарною силою, яку необхідно прикласти для подолання всіх опорів, що виникають при різанні деревини. Проекцію сили різання (F) на вісь z [4] в просторовій декартовій координатній системі XYZ називають головною складовою сили різання F_z .

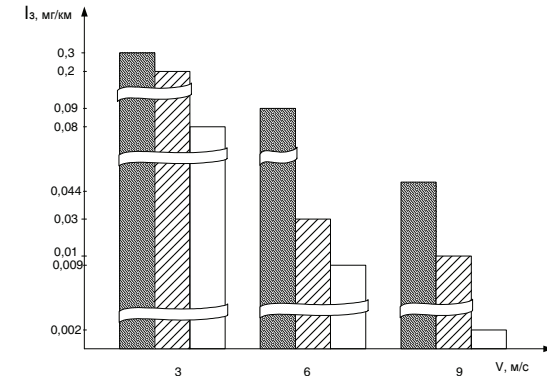


Рис. 4. Інтенсивність зносу різців при навантаженні $P=3 \text{ кг}$ і тривалості точіння $T=300 \text{ с}$ (позначення ті ж, що і на рис. 2.)

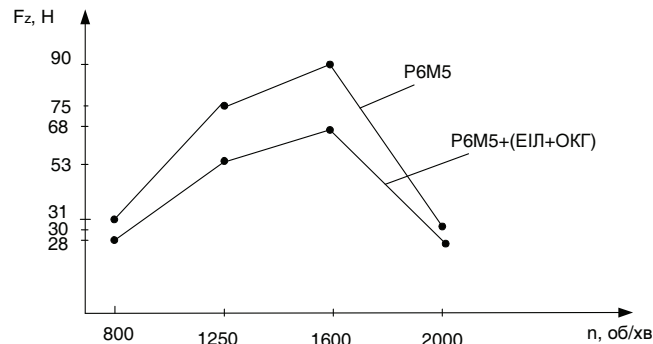
Тому наступним етапом наших досліджень були випробування по визначенню сили різання F_z при точінні деревини на токарно-гвинторізному верстаті 1К62.

Для фіксування сили F_z верстат був обладнаний динамометром ДК-600, який передає через деформуючий елемент отримане значення (зусилля різання) на індикатор. Тарування індикатора дозволяє встановити залежність між прикладеною до різця силою й відповідною їй пружною деформацією торсійних брусків.

Основними показниками, що впливають на F_z , є механічні особливості оброблюваного матеріалу (в першу чергу, його твердість) і задані режими різання, до яких можна віднести такі показники: швидкість різання, глибину різання, подачу. Визначали вплив швидкості різання на величину F_z при постійних значеннях подачі (S) і глибини різання (t). Різець мав клиноподібну форму, кут при вершині різця дорівнював 35° . Спрацювання різців, виготовлених з швидкорізальної сталі марки Р6М5 з нанесенням комбінованим методом (ЕІЛ+ОКГ) покриттям, порівнювали при точінні сухої деревини (дуб, поперек волокон) з різцями із сталі Р6М5. Результати досліджень наведені в табл. 2, залежність сили різання від швидкості при постійних значеннях $t=0,75 \text{ мм}$ і $S=0,74 \text{ мм/об}$ представлена на рис. 5.

Табл. 2. Вплив швидкості різання на силу різання (F_z) при точінні деревини

№ п/п	Кількість обертів (n), об/хв	Величина сили різання (F_z), Н	
		Р6М5	Р6М5+ (ЕІЛ+ОКГ)
1.	800	31	28
2.	1250	75	53
3.	1600	90	68
4.	2000	30	28

Рис. 5. Залежність сили різання (F_z) від швидкості різання

З отриманих даних можна зробити висновок, що сила різання, незалежно від швидкості точіння суттєво нижча в процесі різання комбінованим покриттям порівняно з сталлю Р6М5. Це можна пояснити твердістю комбінованого покриття, яка значно вища від сталі Р6М5 (9800...10200 МПа проти 2200...2250 МПа), а також покращенням фізико-механічних властивостей поверхні різця після її зміцнення.

Одночасно зазначимо, що збільшення швидкості точіння з 800 об/хв. до 1600 об/хв. підвищує величину сили різання для всіх матеріалів, а збільшення швидкості до 2000 об/хв зменшує величину сили різання F_z . Очевидно, волокниста неоднорідна структура деревини чинить опір проникненню різця, але із збільшенням швидкості волокна деревини ріжуться краще.

Встановлено також вплив на силу різання F_z глибини різання при постійному значенні швидкості різання і подачі (за допомогою показів динамометра). Результати наведені в табл. 3.

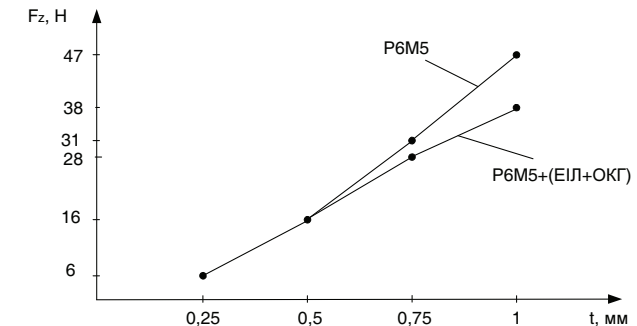
Табл. 3. Вплив глибини різання на силу різання F_z при точінні деревини

№ п/п	Глибина різання t , мм	Величина сили різання F_z , Н	
		Р6М5	Р6М5+(ЕІЛ+ОКГ)
1.	0,25	6	6
2.	0,5	16	16
3.	0,75	31	28
4.	1	47	38

Графічна інтерпретація цих результатів зображена на рис. 6, з якого видно, що із збільшенням глибини різання t сила різання F_z зростає.

Відомо, що ступінь гостроти різця характеризується кривою радіуса затуплення. Чим менший радіус, тим гостріший різець. Для гострих різців цей радіус становить 2-10 мкм, для затуплених – 60-100 мкм [5]. У процесі роботи з часом радіус затуплення різця збільшується, тому росте сила різання (F_z) (рис. 6). На певному етапі (при глибині різання 0,25 мм і 0,5 мм) сила F_z була однаковою для різця зі сталі Р6М5 і різця зі сталі Р6М5, зміцненого комбінованою технологією (ЕІЛ+ОКГ). Але із збільшенням часу роботи різця сила різання F_z у різця зі сталі Р6М5 почала рости інтенсивніше порівняно з різцем Р6М5+ (ЕІЛ+ОКГ). Це можна пояснити таким чином. Радіус затуплення у різця зі сталі Р6М5 почав збільшу-

ватися і тому при проникненні затупленого різця в деревину її волокна не перерізаються, а стискаються, зминаються, натягуються і намагаються випрямитися, притискаються до задньої грані різця і цим створюють додаткове тертя між різцем і деревиною, що веде до росту сили різання.

Рис. 6. Залежність сили різання F_z від глибини різання при постійному значенні $S=0,74$ мм/об і $n=800$ об/хв

Висновки

На підставі проведених досліджень встановлено залежність інтенсивності зносу від матеріалу різця і режимів різання. Так, зносостійкість різців з комбінованим покриттям є значно вищою (у 4...6 разів для сталі У8 і у 5...7 разів для сталі Р6М5) порівняно зі сталями без покриття.

Встановлено вплив на силу різання швидкості різання. Із збільшенням обертів шпінделя до 1600 об/хв сила різання росте, а при збільшенні до 2000 об/хв зменшується. Сила різання і ступінь затуплення різця взаємозалежні, а зносостійкість різального інструменту залежить від ефективності зміцнення комбінованою технологією (ЕІЛ+ОКГ) з застосуванням евтектичного електродного матеріалу.

Література

1. Білоус О.В., Голубець В.М., Юга О.Й., Гасій О.Б. Вплив виду нанесеного покриття на триботехнічні властивості ріжучого інструменту// Науковий вісник: Збірник науково-технічних праць. – Львів, 1999. – С. 239-245.
2. Голубець В.М., Пашечко М.И. Износостойкие покрытия из эвтектики на основе Fe-Mn-C-B. – К.: Наук. думка, 1989 – 190 с.
3. Колесниченко Л.Ф., Юга А.И. и др. Машина трения для определения антифрикционных свойств подшипниковых материалов. "Технология и организация производства". – 1975, – №2. – С. 61-63.
4. Попович В.В. Технология конструкционных материалов. Лабораторный практикум. – Львів.: ІЗМН, 1997. – 136 с.
5. Шевченко В.А. Деревообрабатывающие станки и инструменты. – К.: Госиздат лит. по строительству и архитектуре УССР, 1957. – 161 с.
6. Пашечко М.И., Голубець В.М., Чернец М.В. Формирование и фрикционная стойкость эвтектических покрытий. –К.: Наук. думка. 1993. – 342 с.