

УДК 621.7

М.І. ПОДОЛЬСЬКИЙ, Ю.П. НЕЧИПОРУК, Б.В. КОСТЮК
Херсонський національний технічний університет**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ
ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ПОЛІМЕРІВ
НА ВЕЛИЧИНУ ЗНОСУ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА МЕХАНІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРОБЛЮВАНОЇ ДЕТАЛІ**

У роботі проведено ряд експериментальних досліджень впливу процесу токарної обробки деталей типу тіл обертання з різних за структурою полімерних матеріалів, в тому числі – шаруватих пластиків, що характеризуються абразивною здатністю, на величину зносу ріжучої кромки інструменту з найбільш поширених марок твердого металокерамічного сплаву. Також розглянуто питання пружної деформації заготовки деталі, що є причиною виникнення внутрішніх напружень та впливає на твердість та міцність поверхневого шару.

Ключові слова: різання, токарна обробка, полімери, склопластик, знос, якість обробки.

М.И. ПОДОЛЬСКИЙ, Ю.П. НЕЧИПОРУК, Б.В. КОСТЮК
Херсонский национальный технический университет**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ
НА ВЕЛИЧИНУ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И МЕХАНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ**

В работе проведен ряд экспериментальных исследований влияния процесса токарной обработки деталей типа тел вращения из различных по структуре полимерных материалов, в том числе - слоистых пластиков, характеризующихся абразивной способностью, на величину износа режущей кромки инструмента из самых распространенных марок твердого металлокерамического сплава. Также рассмотрены вопросы упругой деформации заготовки детали, являющейся причиной возникновения внутренних напряжений и влияющей на твердость и прочность поверхностного слоя.

Ключевые слова: резание, токарная обработка, полимеры, износ, качество обработки

M.I. PODOLSKY, Y.P. NECHYPORUK, B.V. KOSTYUK
Kherson National Technical University**EXPERIMENTAL RESEARCH OF LATHE TREATMENT OF POLIMER PARTS
ON SIZE OF WEAR OF TOOLPIECE AND MECHANICAL PROPERTIES
OF DESCRIPTION OF WORKPART**

The row of experimental researches of influence of process of lathe treatment of details of type of bodies of rotation is in-process conducted from different on a structure polymeric materials, including - laminates, being characterized abrasive ability, on the size of wear of cutting edge of instrument from same widespread brands of ceramet carbology. Questions are also considered of resilient deformation of purveyance of detail, being reason of origin of internal tensions and influencing on hardness and durability of superficial layer.

Key words: cutting, lathe turning, polymers, wear, processing quality.

Постановка проблеми

Склопластик, будучи одним з перспективних матеріалів, характеризується високою міцністю, низькою теплопровідністю і високою корозійною стійкістю, широко застосовується для виготовлення відповідальних виробів, до яких пред'являються вимоги високої міцності і розмірної точності.

Мета експериментальних досліджень - визначення залежності зносу різальної кромки ріжучого інструменту від режимів обробки та твердості обробленої поверхні в залежності від умов токарної обробки заготовок з полімерного матеріалу. У якості досліджуваних матеріалів були обрані такі представники терморезистивних і термопластичних пластмас, деталі та вироби з яких широко застосовуються в машинобудуванні, а саме: капролон, фторопласт-4, текстоліт та гетинакс – як представник різновиду шаруватих пластиків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У проведених раніше дослідженнях точіння шаруватих пластмас були розглянуті питання точіння пластмас різцями з різних інструментальних матеріалів. Встановлено, що при тонкому точінні гетинакса з порівняно низькими швидкостями різання (1,5-2,5 м/сек) інтенсивність зносу твердосплавних

різців невисока. У цьому випадку переважає абразивно-механічний знос. З підвищення швидкості різання до 3,5-5 м/сек характер зносу різко змінюється. На задній поверхні з'являються лускаті відколи невеликих ділянок, сильно збільшується радіус округлення різальної крайки, інтенсивність зносу значно зростає. Причина появи сколов - висока температура на задній поверхні різця в зоні контакту. Величина температури, виміряної методом тонких конденсованих плівок, перевищувала 1300° К. [1].

Формулювання мети дослідження

Такі температури на малій майданчику вершини різця призводять до утворення високого температурного градієнта, що викликає теплові розширення в локальній зоні. У місцях контакту виникають великі внутрішні напруги і як наслідок утворюються мікротріщини і відколи. У зоні швидкостей різання 3,5-5 м/сек превалює тепловий знос. При цьому тепло напруженого стану вершини різця залежить від температурного градієнта, який в свою чергу є функцією теплопровідності інструментального матеріалу, в нашому випадку – твердого сплаву групи ВК та ТК.

Викладення основного матеріалу дослідження

Токарну обробку проводили на універсальному токарно-гвинторізній верстаті 16К20. Режими різання, матеріал і геометричний-ські параметри ріжучого інструменту вибиралися на основі результатів досліджень, проведених раніше [2, 3].

Зі збільшенням теплопровідності температурний градієнт падає, в результаті чого знижується теплонапруженості і підвищується зносостійкість інструменту. Підвищенню останньої в більшій мірі сприяє зниження коефіцієнта лінійного розширення інструментального матеріалу, так як при цьому зменшуються внутрішні напруги в поверхневих шарах і утворення тріщин.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості матеріалу ріжучої кромки

Інструментальні матеріали		Фізико-механічні властивості			
		Твердість HRA	Теплопровідність вт/м. град.	Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha \cdot 10^{-6}$	Теплостійкість °К
Тверді сплави вольфрамової групи	ВК2	90	87,5	3,9	1250
	ВК3М	91	-	4,1	1170
	ВК6	88,5	79	4,5	1120
	ВК8	87,5	75	4,8	1070
Тверді сплави титановольфрамової групи	T15K6	90	27	6	1120
	T30K4	92	21	7	1220

З табл. 1 видно, що високу теплопровідність і найменший коефіцієнт лінійного розширення мають тверді сплави вольфрамової групи ВК2 і ВК3М. Це дає можливість припустити, що в процесі різання пластмас зазначені сплави матимуть підвищену зносостійкість в порівнянні з іншими інструментальними матеріалами. Необхідно також підкреслити, що розрізняючи по теплопровідності і коефіцієнта лінійного розширення, сплави вольфрамової і титановольфрамової груп мало відрізняються за твердістю і теплостійкості.

Отже, зносостійкість твердих сплавів, що володіють більш високою теплопровідністю і меншим коефіцієнтом лінійного розширення, при високих швидкостях різання, т. е. в умовах, коли превалює тепловий знос, повинна бути вище.

Підтвердженням сказаного є представлені на рис. 1 експериментальні залежності зносу різців з різних матеріалів від тривалості різання гетинакса. Як видно, Найменшу стійкість мають сплави титановольфрамової групи (криві 6, 7), найбільшу - різці ВК3 (крива 2) і ВК2 (крива 3).

Механічна обробка шаруватих пластиків має ряд особливостей в порівнянні з обробкою металів і сплавів. Низька теплопровідність (у декілька сотень разів менше, ніж у металів) істотно впливає на співвідношення складових загального теплового балансу, лише 10-15% теплоти, що утворюється при різанні, поглинається виробом і відноситься стружкою. Основна частина теплоти сприймається інструментом і сприяє інтенсивному зносу останнього. За рахунок високих пружних властивостей прешого відбувається пружне відновлення шару оброблюваного матеріалу, що лежить над поверхнею різання. Це призводить до збільшених майданчиків контакту, і, як наслідок, до підвищених значень сили різання на задній поверхні, яка в 10-20 разів нижче, ніж при аналогічній обробці металів. Враховуючи

високі пружні характеристики, це приводить до того що точність їх обробки в меншій мірі визначається пружними деформаціями системи верстат - пристосування – інструмент.

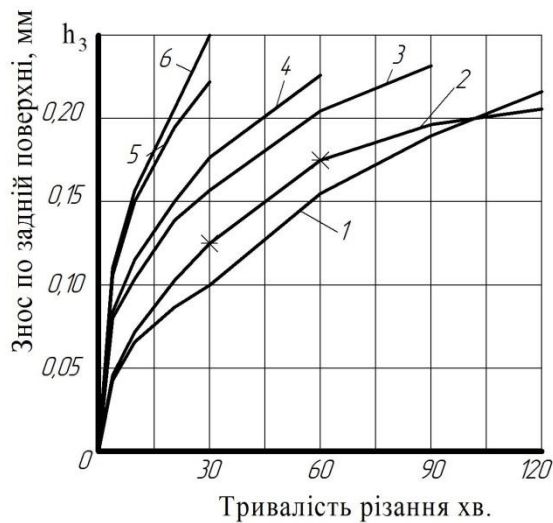


Рис. 1. Вплив тривалості різання на знос різців з різних інструментальних матеріалів при точінні $v=5$ м/сек; $s=0,05$ мм/об; $t=0,05$ мм; 1-ВКЗМ; 2-ВК2; 3-ВК6; 4-ВК8; 5-Т15К6; 6-Т30К4

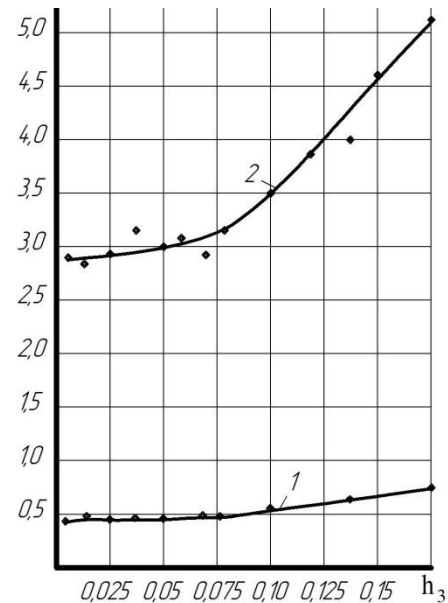


Рис. 2. Залежність величини шорсткості обробленої поверхні від величини зносу різця:
1 - гетинакс Г- ВКЗМ;
2 - стеклотекстолит СТ ВКЗМ

При тонкому точінні склопластиків з порівняно невеликими швидкостями різання (до 1,5-3 м/сек) спостерігається переважаюча роль абразивно-механічного зносу різців по задній поверхні. Однак інтенсивність його вище, ніж при точінні гетинакса в 7-10 разів. Це пов'язано з наявністю в склопластику значної кількості скла наповнювача. Стійкість твердосплавних різців ВКЗМ і ВК2 при точінні стеклотекстоліти СТ зі швидкістю 1,7 м/сек, подачею 0,05 мм/обрт і глибинної різання 0,05 мм до зносу задньої поверхні 0,15 мм не перевищувала 7 хв.

Встановлено залежність шорсткості обробленої поверхні від зносу інструменту рис. 2. Зі збільшенням зносу по задній поверхні до 0,05 0,06 мм висота мікронерівностей знижується, так як майданчик зносу різця також бере участь в різанні. Представляючи собою вельми розвинену поверхню зламу з великою кількістю гострих кромки, вона відтворює явище мікрорізання, та «подшліфовування» обробленої поверхні. Подальше збільшення зносу інструмента кілька погіршує чистоту обробленої поверхні, що пов'язано з ростом сил різання і особливо з радіальною силою P_y .

В табл. 2 наведені результати визначення твердості як вихідного матеріалу, так і обробленої поверхні заготовок, а також відповідні значення коефіцієнтів зміцнення, що були розраховані за формулою

$$N = \frac{HB_o - HB_n}{HB_n},$$

де $HB_{про}$ - твердість обробленої поверхні заготовки;

HB_n - початкова твердість необробленої поверхні заготовки.

Позитивне значення коефіцієнта N свідчить про підвищення твердості обробленої поверхні.

Таблиця 2

	Показники твердості деталей		
	Твердість матеріалу заготовок (НВ)		
	Капролон	Второпласт	Текстоліт
Після токарної обробки	179	41	200
До обробки	152	34,7	220,2
Зміцнення	0,21	0,175	- 0,11

Порівняння даних експерименту (табл.2), показує, що обробка заготовок з термопластів призводить до підвищення твердості обробленої поверхні. Коефіцієнт зміцнення в разі обробки капролона становить 0,21, для фторопласта 0,175. Для текстоліту коефіцієнт рівний - 0,11. Це свідчить про те, що твердість текстоліту знижується.

При механічній обробці різанням шаруватих полімерних матеріалів типу текстоліту відбувається руйнування цілісності поповерхневого шару деталі, перерізаються армуючі волокна. Все це разом призводить до утворення дефектного, джерела деструкції поверхневого шару, фізико-хімічні характеристики якого значно відрізняються від характеристик вихідної структури. Стиснення заготовок призводить до підвищення крихкості частини матеріалу, що дозволяє трохи знизити рівень термомеханічної деструкції поверхневого шару заготовки при подальшій токарній обробці, про що свідчить збільшення твердості обробленої поверхні текстоліту.

На рис.3 представлені графіки залежності величин твердості обробленої точінням поверхні від часу витримки деталей до вимірювання.

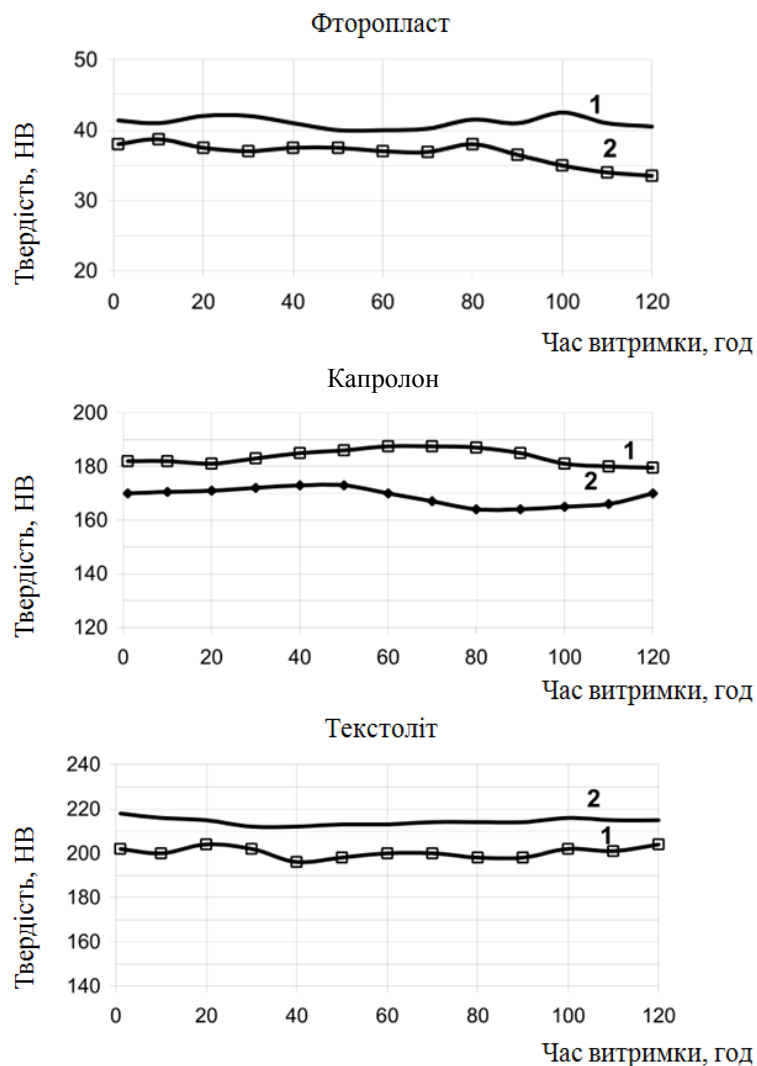


Рис. 3. Твердість обробленої поверхні в залежності від часу витримки деталей до вимірювання

Як впливає з аналізу даних, витримка досліджуваних зразків до початку вимірювання незначно впливає на його кінцевий результат. Спостережувані незначні, в межах 5-8 відсотків, відхилення твердості поверхні досліджуваних матеріалів після токарної обробки пояснюються нерівномірністю розподілу фаз по довжині й перетину заготовки, наявністю і випадковим розташуванням дефектів в об'ємі матеріалу. Для випадку обробки текстоліту коливання значень твердості в значному ступені зумовлені високою гетерогенністю структури матеріалу.

Висновки

При токарній обробці знос ріжучої кромки відбувається переважно по задній поверхні за рахунок пружного притискання циліндричної поверхні деталі до задньої поверхні різця

Токарна обробка заготовок з полімерних матеріалів в більшості випадків призводить до підвищення твердості обробленої поверхні за виключенням шаруватих пластиків, де мають місце крапління наповнювача, що відіграє роль концентратора внутрішніх напружень.

Для кожного досліджуваного матеріалу, незалежно від способу виробництва заготовок, міцність має приблизно постійні значення до певної величини технологічного режиму подачі, при перевищенні якої спостерігається плавне зниження твердості обробленої поверхні.

Вплив пружного відновлення матеріалу після проведення токарної або комбінованої обробки на значення твердості при вибраних умовах обробки не проявляється, що забезпечує стабільність механічних характеристик обробленої деталі під час експлуатації (не враховуючи фактори зносу та старіння).

Список використаної літератури

1. М. Ф. Семко, А. І. Грабченко, А. Г. Воликов, А. Т. Пугачев. Вимірювання температурного поля методом конденсованих плівок. Зб. Матеріалів науково-технічної конференції ХПІ ім. В. І. Леніна. Харків 1968.
2. Лашнев С.І., Юлика М.І. Проектування ріжучої частини інструментів: Машинобудування, 1980.- 206 с.
3. Штучный Б. П. Механическая обработка пластмасс: Справочник. М.,1987.
4. 4. Карташов Э. М., Цой Б., Шевелев В. В. Структурно-статистическая кинетика разрушения полимеров. М., 2002.
5. Кабалдин Ю. Г., Шпилев А. М. Самоорганизующиеся процессы в технологических системах обработки резанием. Диагностика и управление. Владивосток, 1998.