

С.М. Анастасенко кандидат технічних наук, **В.Л. Будуров** викладач кафедри ТЕ та ТМ, **І.О. Григурко** доцент НУК.

Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова

Вплив режимів різання на збереження стійкості інструмента: проблеми та шляхи їх вирішення

У статті визначено вплив чинників на стійкість інструмента. Досліджено наступні чинники: швидкість різання, подача, глибина різання, задній кут, головний кут в плані, допоміжний кут в плані, радіус при вершині, передній кут, змінні багатогранні пластини (ЗБП).

Встановлено і систематизовано причини зниження стійкості інструмента та запропоновано шляхи збереження стійкості інструмента.

подача, глибина різання, задній кут, головний кут в плані, радіус при вершині, передній кут, швидкість різання, стійкість інструмента

С.Н. Анастасенко кандидат технических наук, **В.Л. Будуров** преподаватель кафедры ТЕ и ТМ, **И.А. Григурко** доцент НУК.

Первомайский политехнический институт Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова

Влияние режимов резания на сохранение стойкости инструмента: проблемы и пути их решения

В статье определено влияние факторов на стойкость инструмента. Исследованы следующие факторы: скорость резания, подача, глубина резания, задний угол, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, радиус при вершине, передний угол, сменные многогранные пластины (СБП).

Установлено и систематизировано причины снижения стойкости инструмента и предложены пути сохранения стойкости инструмента.

подача, глубина резания, задний угол, главный угол в плане, радиус при вершине, передний угол, скорость резания, стойкость инструмента

1. Постановка проблеми

Для забезпечення максимальної продуктивності праці і з мінімізації витрат на ріжучий інструмент важливим є збереження стійкості інструмента. В наш час вартість інструмента є значною в собівартості виробу, так як інструмент виготовляється з надміцних матеріалів і тому їх вартість значна. В наш час застосовують змінні багатогранні пластини які не підлягають пере загостренню.

З огляду на зазначене вище, оптимізація режимів різання є режими при яких забезпечується максимальна продуктивність з збереженням стійкості інструмента.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження проблем збереження стійкості інструмента присвячено багато вітчизняних і зарубіжних авторів [1;2;3], але вони спрямовані на розробці нових матеріалів, та актуальним на цей час є визначення і рекомендації по вибору вище перелічених чинників для збереження стійкості інструмента при оптимізації режимів різання при яких забезпечується максимальна продуктивність з збереженням стійкості інструмента. Авторами було запропоновано дослідження стійкості інструмента в реальному часі.

3. Мета статті.

Метою дослідження є вивчення проблем впливу швидкості різання, подачі, глибина різання, заднього кута, головного кута в плані, допоміжного кута в плані, радіуса при вершині, переднього кута на стійкість інструмента.

4. Виклад основного матеріалу дослідження.

Матеріали які використовують для виготовлення ріжучого інструменту дорогі. Тому вартість ріжучого інструменту значна отже і собівартість виготовлення продукції за допомогою цього ріжучого інструменту значна. Тому стає проблема як зробити так, щоб собівартість виготовленої продукції була невисокою. Є два шляхи її вирішення. Перший шлях це створення нових матеріалів для ріжучого інструмента більш стійким чим існуючі матеріали і другий шлях це оптимальний режим різання при якому забезпечується максимальна продуктивність при збереженні стійкості інструмента. Було розроблено пристрій для дослідження стійкості інструмента (рис 1.).

Перший шлях тривалий і вартість інструмента не буде меншою чим існуючий. Більш реалістичним є другий шлях. Розглянемо фактори які впливають на стійкість інструмента.



Рисунок 1 - Пристрій для вимірювання сили різання

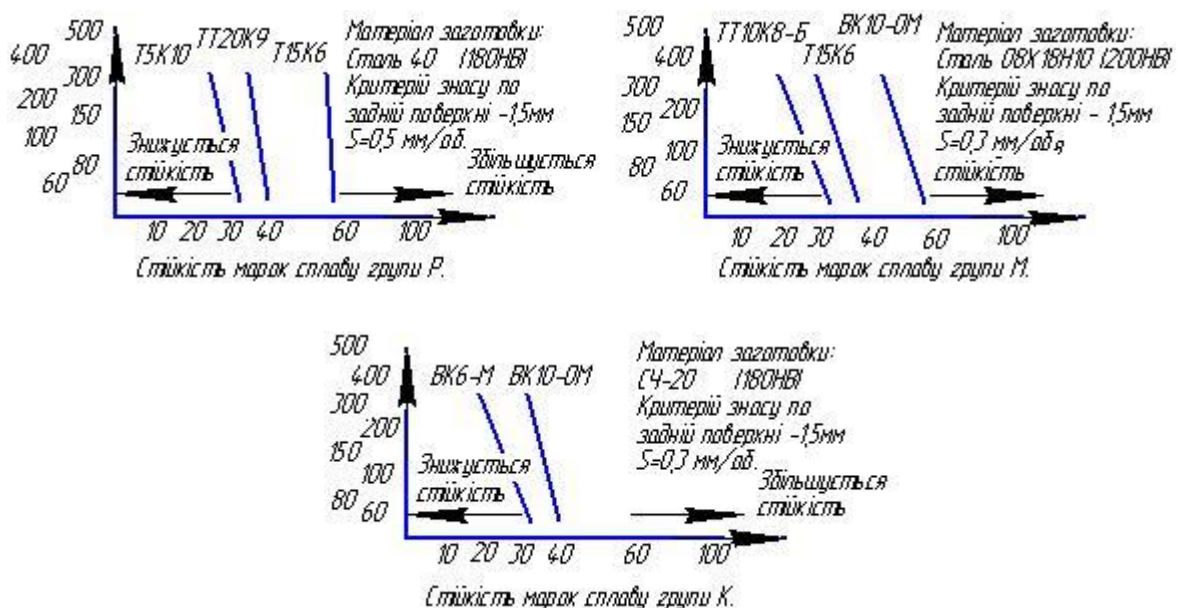


Рисунок 2 - Вибір швидкості різання яка впливає на стійкість інструмента

Аналізуємо вплив швидкості різання на стійкість інструмента.

З графіків (рис.2) видно, що при збільшенні швидкості різання на 20% стійкість інструмента знижується приблизно на 50%. Отже при значно низьких швидкостях різання (20...40 м/хв.) стійкість інструмента може зменшуватися внаслідок виникнення вібрацій.

Рекомендації по вибору подачі різання яка впливає на стійкість інструмента.

Для токарної обробки подача визначається, як переміщення інструмента (заготовки) на один оберт заготовки (інструмента)- подача на оберт. Для фрезерної обробки, як правило, подача вимірюється переміщенням фрези за час обертання її на один зуб – подача на зуб.

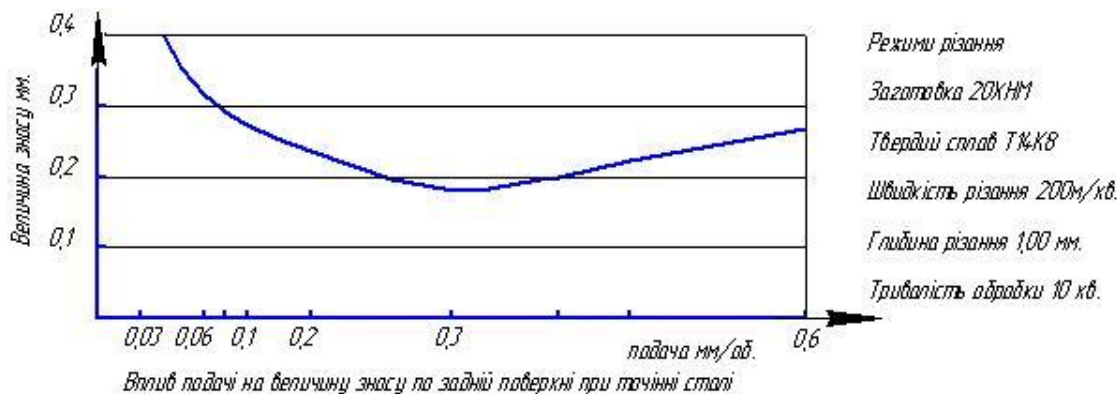


Рисунок 3 - Вибір подачі різання яка впливає на стійкість інструмента

Аналізуємо вплив подачі на стійкість інструмента.

З графіка (рис.3) видно, що при зменшенні подачі стійкість інструмента може зменшуватися.

При значно малих подачах знос інструмента значно збільшується, при цьому велика вірогідність появи вібрації.

Збільшення подачі збільшує продуктивність роботи.

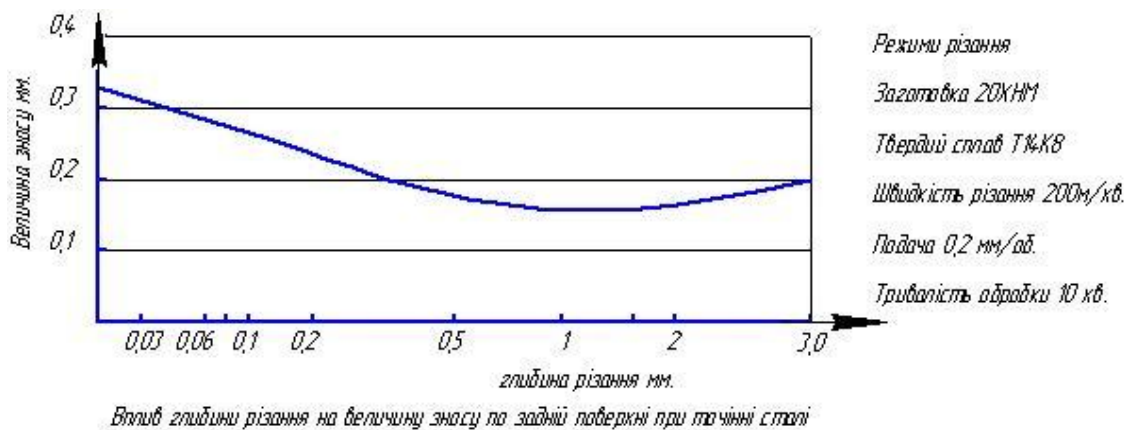


Рисунок 4 - Вибір глибини різання яка впливає на стійкість інструмента

Аналізуємо вплив глибини різання на стійкість інструмента.

Глибина різання (рис.4), як правило, обмежена потужністю верстата. При необхідності збільшити продуктивність в першу чергу збільшують глибину різання.

Глибина різання не має великого значення на стійкість інструмента.

При дуже малих глибинах різання відбувається підгинання оброблюваного матеріалу під радіус округлення різальної кромки, що веде до виникнення вібрації і зменшення стійкості інструмента.

При глибині різання менше, чим товщина кірки заготовки, відбувається зменшення стійкості інструмента, так як відбувається контакт інструменту з твердими включеннями які містяться на верхньому слою заготовки.

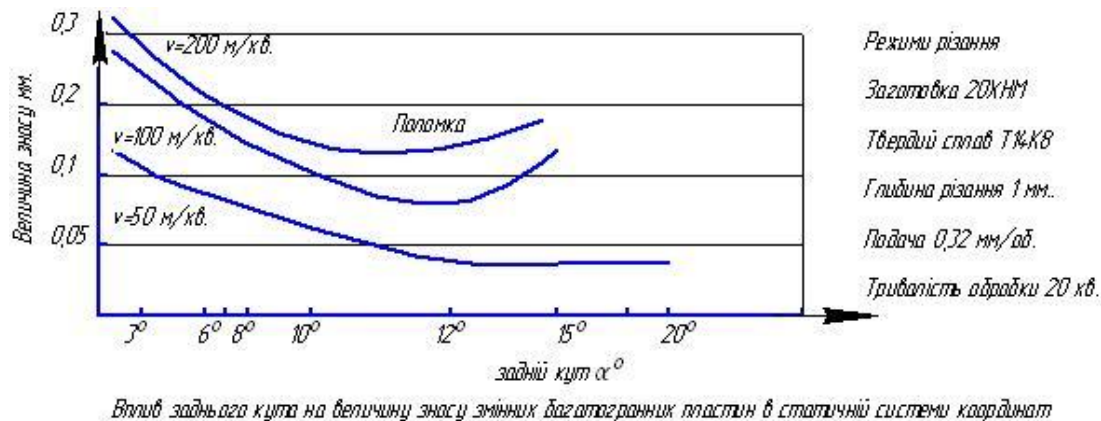


Рисунок 5 - Вибір заднього кута який впливає на знос інструмента

Аналізуємо вплив заднього кута (рис.5) на стійкість інструмента.

Переваги і недоліки

1. Чим більший задній кут, тим менше знос по задній поверхні.
2. Чим більший задній кут, тим більше ослаблення ріжучої кромки.
3. Чим менше задній кут, тим вища вібрація.

Рекомендації по вибору заднього кута.

1. Висока твердість заготовки, тяжкі умови обробки – зменшити задній кут
2. Низка твердість заготовки, створюється наклеп на оброблюваній поверхні - збільшити задній кут.

Аналізуємо вплив головного кута в плані (рис.6) на стійкість інструмента

Оптимальний вибір головного кута в плані забезпечує високу ефективність обробки, стійке стружкодробління при досягненні високої стійкості показників змінних багатограних пластин.

Переваги і недоліки

1. Зменшення головного кута в плані приводить до збільшення ширини і зменшення товщини зрізаного шару. Таким чином, тиск на ріжучу кромку зменшується, а стійкість збільшується.
2. Зменшення головного кута в плані збільшує радіальну складову силу різання, що може викликати відпал.

Рекомендації по вибору заднього кута.

- Мала глибина різання, невеликий діаметр заготовки, низка жорсткість ВПД - зменшити головний кут.
- Велика глибина різання, великий діаметр заготовки, висока жорсткість ВПД - збільшити головний кут.

Пропозиції по вибору головного кута в плані в залежності від умов обробки (табл.1).

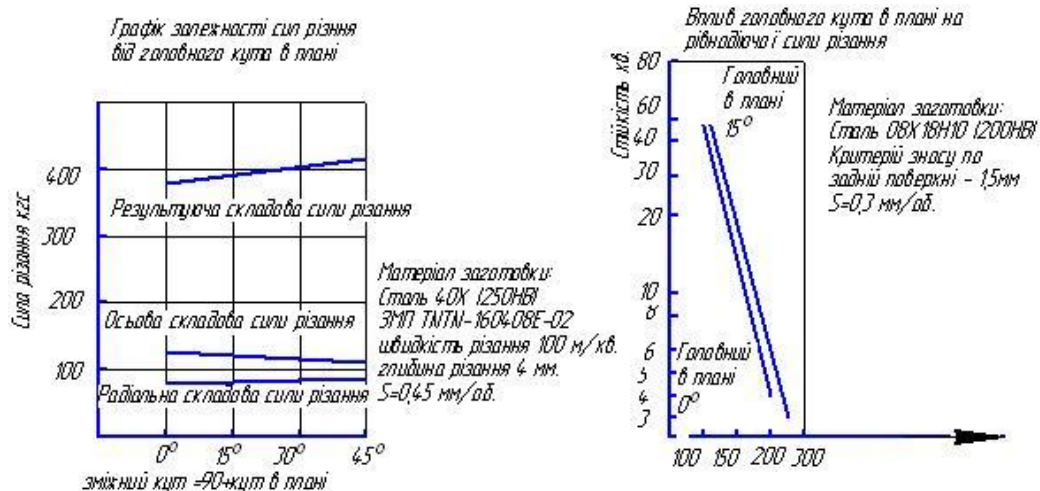


Рисунок 6 - Вибір головного кута в плані в залежності від умов обробки

Таблиця 1 - Пропозиції по вибору головного кута в плані в залежності від умов обробки

Вимоги обробки	Менше ⇐	Головний кут в плані	⇒ Більше
Величина зносу	Більший ⇐		⇒ Менший
Заготовка	Великий коефіцієнт обробки ⇐		⇒ Важкооброблювані
Навантаження на обладнання	Менше ⇐		⇒ Більше
Вібрація	Вірогідна появи низка ⇐		⇒ Вірогідна появи висока
Вид обробки	Чистова ⇐		⇒ Чорнова
Жорсткість заготовки	Довга тонка заготовка ⇐		⇒ Коротка жорстка заготовка
Жорсткість обладнання	Низка жорсткість ⇐		⇒ Висока жорсткість

Аналізуємо вплив допоміжного кута в плані на стійкість інструмента.

Допоміжний кут в плані сприяє зменшенню тертя між оброблюваною поверхнею і ріжучою частиною інструмента.

Переваги і недоліки малого допоміжного кута в плані.

1. Малий кут при вершині сприяє покращенню тепловідводу, збільшенню міцності і стійкості ріжучого інструмента.

2. Малий кут може викликати збільшенню вібрації, радіальною складову сили різання і сили тертя між інструментом і оброблюваною поверхнею, збільшенню нагріву і тим самим пониженню стійкості ріжучого інструмента.

Аналізуємо вплив радіусу при вершині (рис.7) на стійкість інструмента.

Теоретичне значення шорсткості

$$R_z = \frac{S^2}{8r} 1000 \text{ мкм.}$$

де R_z – максимальне значення шорсткості, мкм.;

S – значення подачі мм/об;

r – радіус при вершині різця мм.

Під час дослідження встановили залежність між теоретичним і дійсним значенням шорсткості. Воно складало:

для сталі – $(1,5 \dots 3)R_z$;

для чавуну – $(3 \dots 5)R_z$.

При обробці результатів досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Радіус при вершині ріжучого інструмента впливає не тільки на шорсткість, але і на стійкість.

2. Бажано, щоб величина радіусу при вершині ріжучого інструмента була в 2...3 рази більше чим величина подачі.

Вплив збільшення радіусу при вершині:

1. Зменшує шорсткість оброблюваної поверхні;
2. Зменшує величину зносу по задній поверхні;
3. Збільшує силу різання;
4. Збільшує вібрацію.

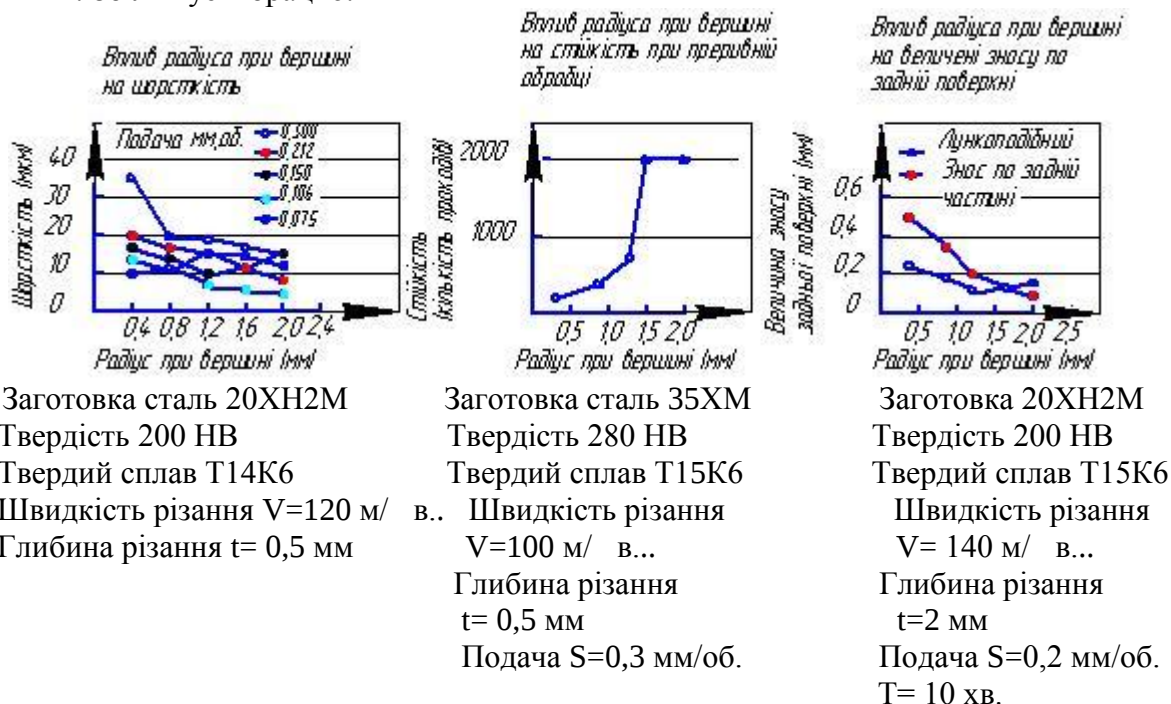


Рисунок 7 - Вплив радіусу при вершині

Рекомендації по вибору радіуса при вершині.

1. Чистове точіння при малих глибинах різання, недостатня жорсткість системи ВПІД, мала потужність верстата - зменшити радіус при вершині.

2. Переривисте різання, тяжкі умови обробки, висока твердість оброблюваного матеріалу, велика потужність обладнання – збільшити радіус при вершині.

Зміна значення шорсткості від радіуса при вершині наведено у (табл.2)

Таблиця 2 - Зміна значення шорсткості від радіуса при вершині.

Подача мм/об.	Радіус при вершині мм		
	0,4	0,8	1,2
0,15			
0,26			
0,46			

Рекомендації по збільшенню стійкості ріжучого інструменту представлені у табл.3.

Таблиця 3 - Рекомендації по збільшенню стійкості ЗБП.

Проблеми	Причини	Фактори впливаючи на стійкість															
		Режими різання				Вибір сплаву ЗБП			Геометричні параметри ЗБП						Другі		
		Швидкість різання	Подача	Глибина різання	ЗОР	Вибрати більш тверду марку сплаву	Вибрати більш міцну марку сплаву	Вибрати відповідну марку сплаву	Вплив стружколома	Вплив переднього кута	Вплив радіуса при вершині	Вплив заднього кута	Вплив точного виготовлення	Жорсткість державки	Кріплення заготовки	Виліт державки	Жорсткість системи ВПД
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Низка точність обробки Нестабільні розміри	Пластина заниженої точності												•				
	Низка жорсткість системи ВПД								•	↑	↓			•	•	•	•
Низка точність обробки Низка стійкість ЗБП	Збільшена сила різання із за недозвеної величини зносу	↓			ЗОР	•		•	•	↑	↑	↓	•				
	Адгезія, наростотворення	↑	↑		ЗОР			•	•	↑		↓	•				
	Неправильний вибір режимів різання	↑	↓	↓	ЗОР												
	Неправильний вибір геометрії інструменту								•		↑	↓	•				
	Вібрація	↓	↓	↓	ЗОР		•		•	↑	↓	↓		•	•	•	•
	Викришування ріжучої кромки		↓	↓			•		•		↑		↑		•	•	•

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Віджим інструмента	Робота зношеним інструментом					•					↑						
Необхідність постійно регулювати інструмент в процесі роботи	Неправильний вибір режимів різання	↓	↑														
Знижена точність обробки	Неправильний вибір режимів різання	↓	↓	↓													
Низка стійкість ЗБП	Неправильний вибір режимів різання																
Висока температура в зоні різання	Неправильний вибір геометрії інструмента					•			•	↑		↓					
Мілке кришіння ріжучої кромки	Неправильний вибір режимів різання	↓	↑		ЗОР												
Утворення задирок. Ця проблема частіше при обробці сталей і алюмінію	Робота зношеними ЗБП					•		°	•	↑	↓	↓					
Обробка чавунів.	Неправильний вибір режимів різання		↓	↓													
Мілке кришіння і сколки на ріжучій кромки	Недозволене стирання ЗБП					•			•	↑	↑	↓		•	•	•	•
Обробка низкоуглецевих сталей .	Неправильний вибір режимів різання	↓	↑		ЗОР												
Утворення задирок	Недозволене стирання ЗБП					•		°	•	↑		↓					

↑ - Збільшити. ↓ - Зменшити. • - Використовувати. ° - Вибрати оптимально

5. Висновок

При проведенні аналізу вище приведених досліджень можемо констатувати, що всі параметри різання так чи інакше впливають на стійкість інструмента, отже і на собівартості випускає мої продукції. Тому необхідність дотримання параметрів різання

є ключовим в забезпеченні стійкості ріжучого інструменту, а значить і в конкурентоздатності випускаємої продукції.

Список літератури

1. Матюха П.Р. Теорія різання: Навчальний посібник. - Донецьк: ДонНТУ, 2007. - 206с.
2. Основы теории резания материалов: учебник для высших учебных заведений/ Н.П.Мазур (и др.) под общей редакцией Н.П.Мазира. Львов: Новый свет. 2000 - 422с.
3. Аршинов А.В. Резание металов і режущий інструмент/ А.В.Аршинов, Г.А.Алексеев. - М.: Машиностроение, 1976. - 440с.
4. Солоненко В.Г. Резания металов и режущий інструмент: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2008. - 414 с.
5. Шагун В.И. Металорежущий инструмент: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2007. - 423с.

Sergey Anastasenko Ph.D. Candidate, Vasiliy Bydyrov, Ivan Grigyrko

Pervomayskiy politechny institut Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

The influence of cutting conditions on the maintaining tool life. Problems and ways of their solution

Research of the influence of cutting speed, feeding, cutting depth, end-clearance angle, plan approach angle, minor cutting edge angle, tip radius and the face angle on the tool durability.

Materials that are used for manufacturing of cutting tools are expensive. Therefore the cost of cutting tools is rather high, as well as the production cost of goods produced by means of such tools. Thus one has to decide how to reduce manufacturing costs. There are two ways to solve the problem. The first way is to create some new materials to make the cutting tools more resistant than the existing ones, and the second way is to optimize cutting conditions to ensure maximum performance while maintaining the tool durability. The first way is quite long and the cost of the new tools will be not lower than the existing one. The second way is more realistic.

The study identified and systematized the factors that affect the tool durability. The study allows to conclude that all cutting parameters in one way or another affect the tool durability and production costs. Therefore the need for compliance of the cutting parameters is crucial for ensuring the stability of the cutting tool, and as much for the competitiveness of products.

Keywords: feed, cutting depth, clearance angle, primary angle, nose radius, rake angle, cutting speed, tool life