

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПОДАЧ ПРИ ОБРАБОТКЕ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ РЕЗЦАМИ С ПОВОРОТНОЙ РАБОЧЕЙ ЧАСТЬЮ

Гринёв Ю.А.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Введение

В условиях рыночных отношений, когда конкурентоспособность машиностроительного предприятия в большей мере определяется степенью его гибкости, на первый план выходит такой критерий, как скорость переналадки технологического оборудования и инструментального обеспечения на выпуск разнообразных изделий. В настоящее время гибкость инструментального производства обеспечивается созданием систем токарных резцов, основанных на стандартном инструменте [1, 2], на инструменте модульных конструкций [2, 3, 4], многофункциональных конструкций [5]. На кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» ДонНТУ для расширения технологических возможностей предложены конструкции универсальных токарных резцов для точения с поворотной рабочей частью [6, 7]. Для этих конструкций разработаны математические модели условий закрепления рабочей части на державке резца в процессе резания, которые позволяют в кратчайшие сроки с минимальными затратами ресурсов определить предельные режимы обработки.

Целью работы является экспериментальная проверка адекватности математической модели условий закрепления поворотной рабочей части на державке резца в процессе резания.

Основная часть

Математическая модель условий закрепления поворотной рабочей части используется для определения величин допустимых подач при обработке универсальными токарными резцами (рис. 1) и состоит из: определения составляющих силы резания для выбранных режимов обработки по эмпирическим зависимостям, расчета реактивных сил, возникающих между элементами резца под действием сил закрепления и составляющих силы резания; определения значений ограничивающих факторов.

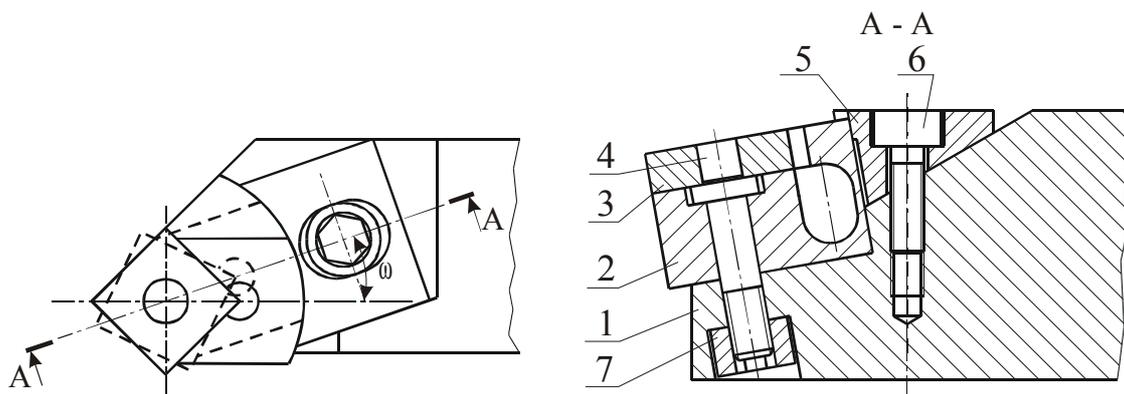


Рис. 1. Универсальный токарный резец с поворотной рабочей частью
1 – державка; 2 – поворотная подкладка; 3 – многогранная неперетачиваемая пластина;
4 – штифт; 5 – зажимной элемент; 6 – винт

К ограничивающим факторам относятся:
 – проворачивающий момент от сил резания

$$M_{np} < M_{mp}$$

$$M_{np} = \sqrt{P_x^2 + (P_y \cos \gamma_{np})^2} (0,5d + m) \sin \left[\varphi - \arctg \left(\frac{\sin 2\varphi}{\frac{t \sin 2\varphi}{S \sin^2(\varphi + \omega)} + \cos 2\varphi} \right) \right] \quad (1)$$

– допустимое усилие в шейке штифта на срез

$$N_1 < \frac{\pi d_c^2 [\tau_{cp}]}{4}; \quad (2)$$

– допустимое усилие в резьбовой части штифта на разрыв

$$Q_{ш.д.} \leq \frac{\pi d_{1ш}^2 [\sigma_p]}{4}; \quad (3)$$

– допустимое усилие в резьбовой части винта на разрыв

$$Q_{в.д.} \leq \frac{\pi d_{1в}^2 [\sigma_p]}{4}; \quad (4)$$

– возникновение обратного среза

$$s < t; \quad (5)$$

– мощность привода станка

$$N_{станка} > N_{резания}. \quad (6)$$

В формулах (1) – (6) использованы следующие обозначения: M_{mp} – момент сил трения, Нм; P_x, P_y – осевая и радиальная составляющие силы резания, Н; γ_{np} – передний угол в продольной секущей плоскости, град; d и m – параметры многогранной непере-тачиваемой пластины (МНП), мм; φ – главный угол в плане, град; t – глубина резания, мм; s – подача, мм/об; ω – угол поворота рабочей части относительно базового положения, град; d_c – диаметр шейки головки штифта, мм; $[\tau_{cp}]$ – допустимое касательное напряжение материала штифта, МПа; $d_{1ш}, d_{1в}$ – внутренний диаметр резьбы штифта и винта соответственно, мм; $[\sigma_p]$ – допустимое напряжение на растяжение материала штифта и винта, МПа; $N_{станка}, N_{резания}$ – мощности привода станка и резания, кВт.

Для вычислений допустимых подач по описанной методике составлена программа для расчета на ПЭВМ.

Проверку данных, полученных в результате вычислений, осуществляли на токарно-винторезном станке 16К20. Допустимые подачи определяли на измерительном комплексе (рис. 2), в состав которого входят: динамометр модели УДМ 600, усилитель УТ 4 – 1, выход которого подключен к ПЭВМ через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) – плату NVL 0,8, преобразующую аналоговый сигнал в цифровой.



Рис. 2. Общий вид стенда для определения допустимых подач

Момент поворота рабочей части относительно державки резца определяли с помощью специального устройства (рис. 3). Устройство состоит из диэлектрической планки 1 с резьбовым отверстием, в которое ввинчивается винт 2 с заостренным концом, элемента питания 3, светового индикатора 4, клемм 5 и проводов 6. Планка 1 закрепляется на корпусе резца таким образом, чтобы была обеспечена возможность контакта заостренного конца винта 2 с поворотной подкладкой резца в любом из устанавливаемых положений. Перед экспериментом электрическая цепь, состоящая из элемента питания 3, электрического сопротивления 7, замкнута через контакт винта с поворотной подкладкой. Наличие контакта регистрируется световым индикатором. В момент поворота подкладки относительно державки поверхность подкладки отходит от поверхности винта, цепь размыкается, о чем сигнализирует отсутствие свечения индикатора.

Если в процессе обработки свечение индикатора прерывалось или после отключения подачи свечение отсутствовало полностью, то считали, что проворот произошел. В качестве допустимой величины подачи для установленной глубины резания принимали предыдущее значение подачи. При отсутствии проворота режущей части устанавливали следующее большее значение подачи.

За величину составляющей силы резания принималось максимальное значение из выборки, зарегистрированной компьютером во время измерений.

В процессе эксперимента обрабатывали образцы из Стали 45 со временным сопротивлением на разрыв $\sigma_b = 750$ МПа. Эксперимент был разбит на серии, в которых устанавливались определенные глубина резания и главный угол в плане и изменялась подача с шагом, соответствующим ряду со знаменателем прогрессии $\varphi = 1,26$, от 0,05 мм/об до значения, ограниченного одним из факторов: проворотом рабочей части, прямым срезом, прочностью МНП, технологическими возможностями станка. В свою очередь, глубины резания изменялись в диапазоне от 1,5 до 4 мм с шагом 0,5 мм, а главные углы в плане устанавливали равными: 45°, 60°, 75° и 85°.

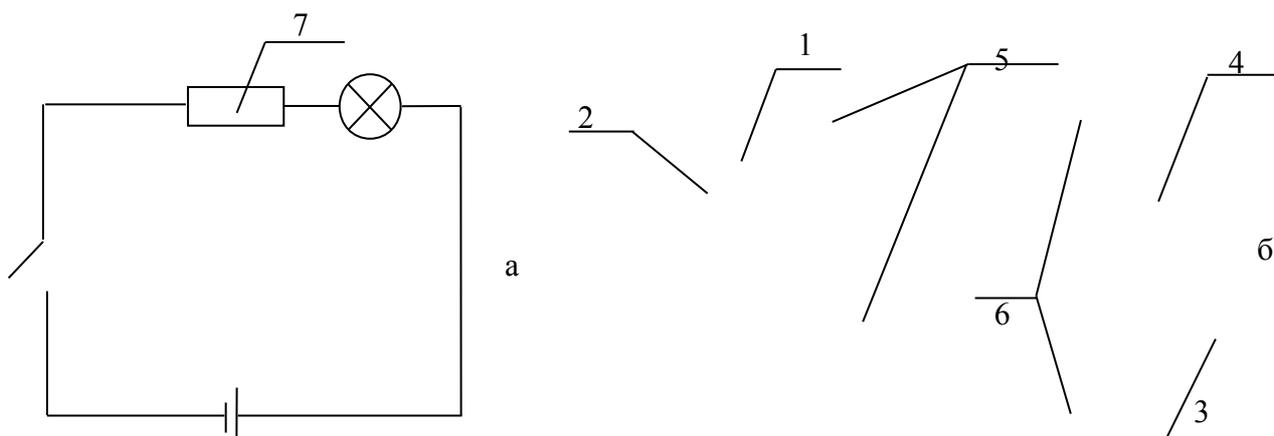


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема (а) и схема устройства для определения проворота рабочей части (б)

Значения электрических напряжений, пропорциональные составляющим силы резания, записывались в компьютер. Массив для каждой из составляющих состоял из 1000 значений. Значения напряжений в соответствии с тарировочными уравнением и коэффициентами переводились в Ньютоны для каждой из составляющих силы резания в среде Microsoft Excel.

Сравнение данных о величинах допустимых подач при обработке универсальными токарными резцами с различными углами в плане и глубинами резания, полученных расчетом и экспериментально представлены на рисунке 4, а, б, в, г. Значения расхождений между расчетными и экспериментальными данными сведем в таблицу 1.

Таблица 1. Расхождения между экспериментальными и расчетными значениями допустимых подач

Глубина резания, мм	Расхождения между расчетными и экспериментальными данными, %			
	Установленный главный угол в плане, градусы			
	45	60	75	85
1,5	7,69	7,69	7,69	7,69
2	38,46	38,46	38,46	38,46
2,5	17,52	24,52	29,82	0
3	7,89	1,40	3,22	25
3,5	3,22	36,36	21,95	47,05
4	61,53	37,50	16,66	23,07

Как видно из таблицы 1, в большинстве точек расхождение между расчетными и экспериментальными величинами допустимых подач не превышает 25%. Расхождения более 25% объясняются невозможностью установки расчетных подач из-за структуры коробки подачи станка, либо тем, что в процессе эксперимента ограничивает подачу вибрационная устойчивость технологической системы.

Выводы

Как показали проведенные исследования, предложенная математическая модель может быть использована на стадии проектирования универсальных токарных резцов с

поворотной рабочей частью для прогнозирования величин допустимых подач без проведения трудоемких экспериментов.

Список литературы: 1. Инструментальные системы автоматизированного производства: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ Р.И. Гжиров, В.А. Гречишников, В.Г. Логашев и др. – С-Пб: Политехника, 1993 – 399 с. 2. Сборный твердосплавный инструмент /Г.Л. Хаеа, В.М. Гах, К.Г. Громаков и др.; Под общ. ред. Г.Л. Хаеа. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с. 3. Kennametal Hertel. Drehen. 501.00 D. Printed in Fed. Rep. of Germany 897/20 G. KENNAMETAL HERTEL AG. 2001. – 356 p. 4. Обзор производственной программы Sandvik Coromant. Точение. Фрезерование. Сверление. Инструментальная оснастка. 2004. – 132 с. 5. Новый режущий инструмент. Многофункциональная система резцов MGT. Технические новости. Группа компаний Росмарк /Обработка металлов – Новосибирск, № 1 (12), 2001. – С. 27. 6. Універсально-збірний інструмент: Патент України №12364А МКІ В23В 27/16 /Матюха П.Г., Петтїк Ю.В., Михайлов О.М. Надр. 1996. Бюл. №12. 7. Універсально-збірний інструмент: Патент України №51167 А МКІ 7 В23В27/16./ МатюхаП.Г., Гриньов Ю.О., Скринніков В.С., Брежний С.А. Опубл.15.11.2002. Бюл. № 11. 8. Матюха П.Г., Гриньов Ю.О. Математична модель умов закріплення поворотної робочої частини на державці універсально-збірного різця у процесі обробки / Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, вип. № 17, 2005. – С. 258 – 266.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПУСТИМИХ ПОДАЧ ПРИ ОБРОБЦІ УНІВЕРСАЛЬНИМИ РІЗЦЯМИ З ПОВОРОТНОЮ РОБОЧОЮ ЧАСТИНОЮ

Гриньов Ю.О.

Експериментально підтверджена адекватність розробленої математичної моделі для визначення припустимих подач при обробці універсальними різцями з поворотною робочою частиною

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПОДАЧ ПРИ ОБРАБОТКЕ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ РЕЗЦАМИ С ПОВОРОТНОЙ РАБОЧЕЙ ЧАСТЬЮ

Гринёв Ю.А.

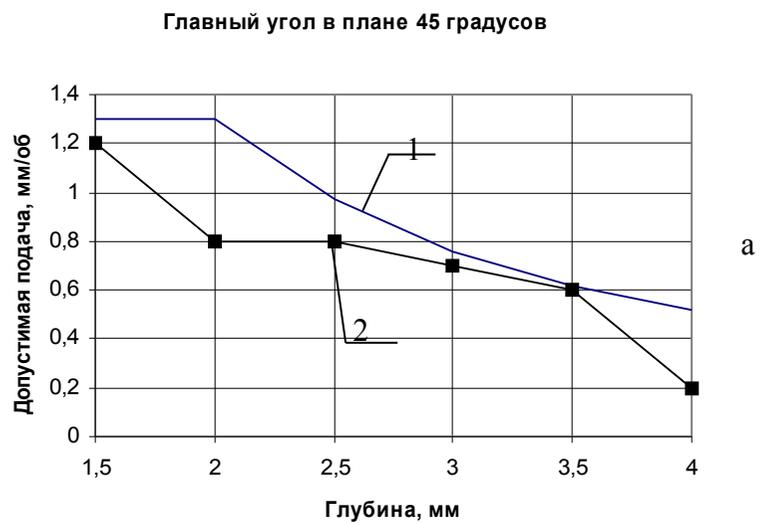
Экспериментально подтверждена адекватность разработанной математической модели для определения допустимых подач при обработке универсальными резцами с поворотной рабочей частью.

DETERMINATION OF ALLOWABLE FEEDS AT MACHINING BY UNIVERSAL CUTTERS WITH ROTARY WORKING PART

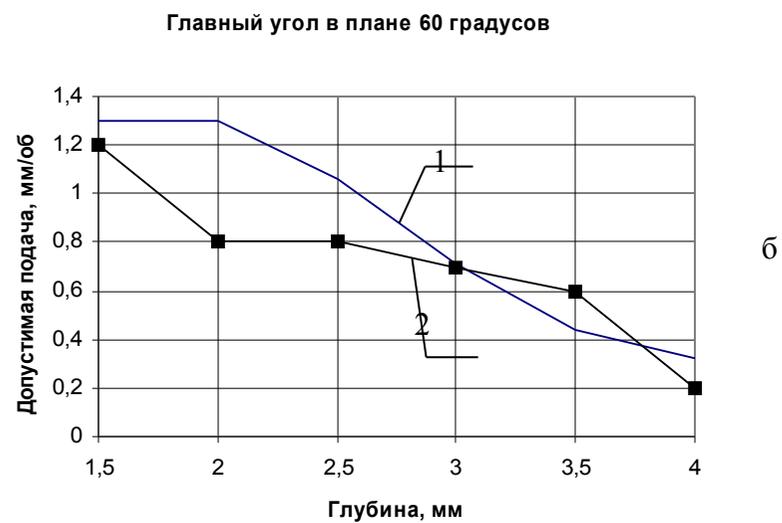
Grinyov Y.A.

Adequacy of the developed mathematical model for determination of allowable feeds is confirmed experimentally at machining by universal cutters with rotary working part.

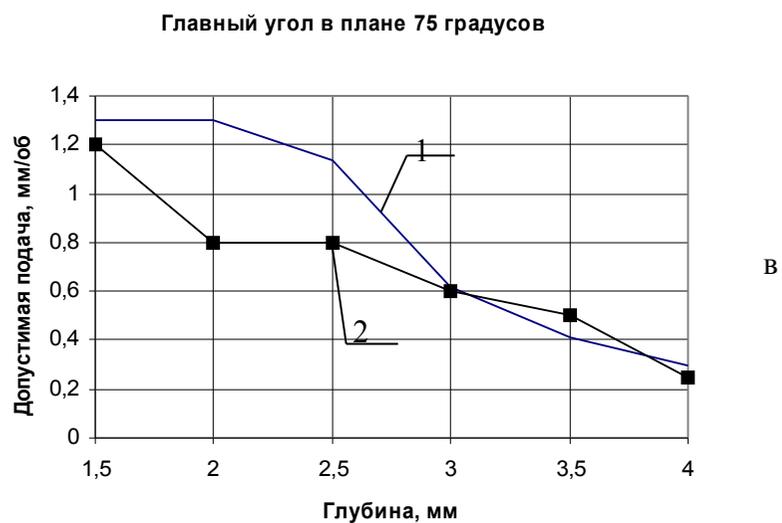
Рецензент: д.т.н., проф. Малышко И.А.



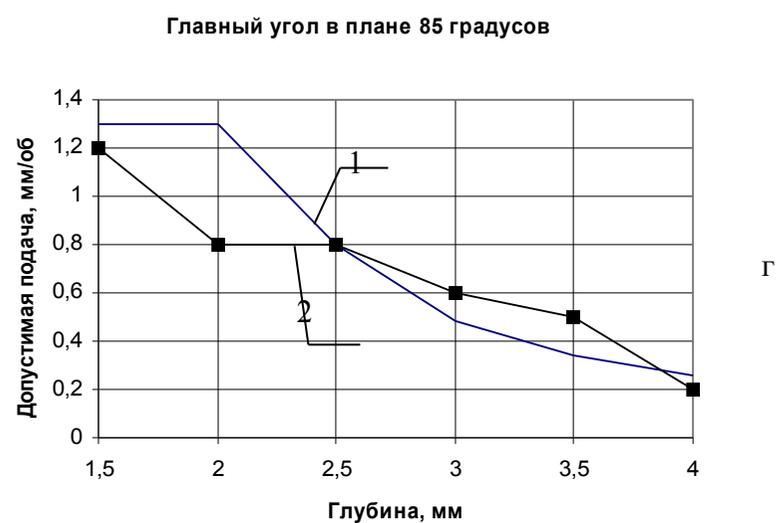
а



б



в



г

Рис. 4. Влияние глубины резания на допустимую подачу при различных установленных главных углах в плане:

а – $\varphi = 45^\circ$; б – $\varphi = 60^\circ$; в – $\varphi = 75^\circ$; г – $\varphi = 85^\circ$; 1 – расчетные данные; 2 – экспериментальные данные