

УДК 621.91.01

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИВЧЕННЯ УСАДКИ СТРУЖКИ
Й СИЛИ ТЕРТЯ НА ПЕРЕДНІЙ ПОВЕРХНІ ПРОХІДНОГО РІЗЦЯ
ПРИ ТОЧІННІ ЗАГОТОВОК ЗІ СТАЛІ МАРКИ 45****©Кондратюк О. Л., Скоркін А. О.***Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Кондратюк Олег Леонідович: ORCID:0000-0002-3263-0483; mot@uipa.ua; кандидат технічних наук; доцент кафедри металорізючого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія, вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Скоркін Антон Олегович: ORCID: 0000-0003-3032-8341; mot@uipa.ua; кандидат технічних наук; доцент кафедри металорізючого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія, вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

У процесі механічної обробки в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу, геометричних параметрів різального інструменту і величини елементів режиму різання можуть утворюватися різні за своїм виглядом стружки. За зовнішнім виглядом і може бути незліченна безліч, яке підрозділяється на три основних види: стружки сколювання, зливні і стружки надлому. Технічне переозброєння машинобудівного виробництва передбачає підвищення продуктивності процесу обробки металів різанням, поліпшення якості обробленої поверхні, оптимальні режими обробки і методів керування процесом різання лезвийним інструментом. Успішне вирішення усіх цих питань пов'язано з подальшим розвитком науки про різання металів.

Метою роботи є визначення нормальних і дотичних напружень на передній поверхні різця. Методика виконання роботи включає експериментальне і теоретичне визначення параметрів на різних етапах дослідження.

Ключові слова: механічна обробка металу; різець; стружка; усадка стружки; напруга; пластична деформація; режими обробки.

Кондратюк О. Л., Скоркін А. О. «Экспериментальные исследования по изучению усадки стружки и силы трения на передней поверхности проходного резца при точении заготовок из стали марки 45».

В процессе механической обработки в зависимости от свойств обрабатываемого материала, геометрических параметров инструмента и величины элементов режима резания могут образовываться различные по своему виду стружки. По внешнему виду и может быть бесчисленное множество, которое подразделяется на три основных вида: стружки скалывания, сливные и стружки надлома. Техническое перевооружение машиностроительного производства предполагает повышение производительности процесса обработки металлов резанием, улучшения качества обработанной поверхности, оптимальные режимы обработки и методов управления процессом резания лезвийным инструментом. Успешное решение всех этих вопросов связано с дальнейшим развитием науки о резании металлов.

Верстати та інструменти

Целью работы является определение нормальных и касательных напряжений на передней поверхности резца. Методика выполнения работы включает экспериментальное и теоретическое определение параметров на различных этапах исследования.

Ключевые слова: механическая обработка металла, резец, стружка, усадка стружки, напряжение, пластическая деформация, режимы обработки.

Kondratyuk O., Skorkin A. «Experimental studies on the study of shrinkage shrinkage and frictional force on the front surface of a cutter when turning workpieces of steel grade 45»

In the process of machining, depending on the properties of the material being processed, the geometrical parameters of the tool and the size of the cutting mode elements, various chips can be formed. In appearance, there can be an infinite number, which is divided into three main types: chipping chips, drainage chips and shavings. Technical re-equipment of machine-building production involves an increase in the productivity of the metal cutting process, improving the quality of the machined surface, optimal processing modes and methods of controlling the cutting process with a tool. The successful solution of all these issues is connected with the further development of the science of metal cutting.

The aim of the work is to determine the normal and tangential stresses on the front surface of the tool. The method of performing the work includes experimental and theoretical determination of the parameters at various stages of the study.

Key words: mechanical treatment of metal, cutter, shavings, shrinkage of chips, stress, plastic deformation, processing modes.

1. Вступ

Усадка стружки є наслідком пластичної деформації при різанні металів. Зовні вона проявляється в тому, що довжина стружки (l_c) виявляється менше довжини поверхні заготовки (l), з якою вона знята, а товщина стружки (a_c) – більше ніж товщина зрізу (a) (рис. 1).

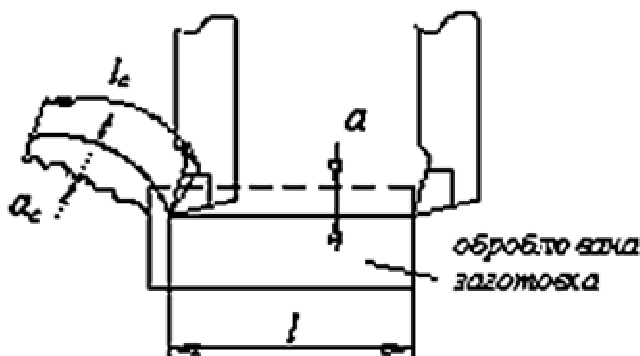


Рис. 1 – Схема до визначення усадки стружки

різанням. Іншими словами, усадка стружки може бути критерієм оброблюваності металу різанням. Чим менше k , тим менший опір вона зустрічає при своєму русі по різцю, тим менше енергії потрібно на її освіту, а значить більш раціонально підібрані режими різання і геометрія ріжучого інструменту.

Для характеристики усадки стружки вводиться коефіцієнт усадки. Цей коефіцієнт є ставлення довжини шляху, пройденого різцем, до довжини проникнення ріжучого інструменту, тобто $k = l/l_c$.

За величиною k можна судити про середню деформацію металу в зоні обробки, тобто про опір різанню, а значить і про оброблюваності металу

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботах М. Б. Гордона [1], Н. В. Талантова [2], Г. І. Грановського [3] визначено, що на коефіцієнт усадки стружки основний вплив роблять механічні властивості матеріалу оброблюваної деталі, передній кут інструменту, товщина зрізаного шару, швидкість різання і мастильно-охолоджуюча рідина.

3. Постановка проблеми

Усадка стружки характеризує ступінь протікання пластичного деформування металу і до деякої міри характеризує умови протікання процесу різання: чим менше пластична деформація, більш сприятливі умови стружкообразовання і менше витрата потужності на обробку даної заготовки.

Коефіцієнт усадки стружки характеризує пластичні деформації при стружкообразованні, а також має велике практичне значення. Знаючи його величину, визначають коефіцієнт тертя на передній поверхні ріжучого інструменту. Для цього необхідно провести додаткові дослідження.

4. Метою роботи є визначення нормальних і дотичних напружень на передній поверхні різця.

5. Виклад основного матеріалу

Першим етапом дослідження було експериментальне визначення усадки стружки. Експерименти проводилися на токарному верстаті моделі 1К62, які мають достатню жорсткість і вібростійкість у всьому досліджуваному діапазоні швидкостей різання (42-85 м/хв) і подач (1,5-3 мм/об). Як ріжучий інструмент обраний токарний прохідний різець з головним кутом в плані 45° , з пластиною з твердого сплаву марки ВК8. Заготовки виготовлялися зі сталі 45. Хімічний склад і механічні властивості цієї сталі відповідають технічним умовам ГОСТ1435-88.

Вимірювання і вивчення усадки стружки проводились за допомогою токарного динамометра, підсилювача УТЧ-1, мікро амперметром М266М (межі вимірювань 0-25 мм; клас точності 1) (рис. 2).

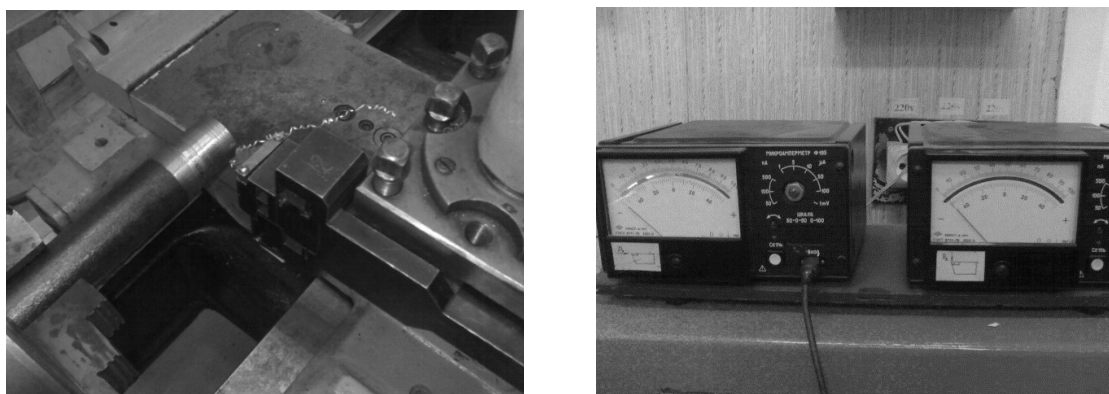


Рис. 2 – Експериментальна установка для вимірювань

Верстати та інструменти

Дослідження проводилося традиційним методом, заснованим на почерговому варіюванні окремих незалежних змінних при збереженні інших незмінними. Швидкість різання варіювалася в межах 42...85 м/хв, при глибині різання 1 мм і 2 мм, подачі $S = 0,14$ мм/об, при діаметре заготовки 67,4 мм і довжині 90 мм. Всього 8 дослідів, в кожному з яких визначалася усадка стружки (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Результати досліджень

№ досл.	1	2	3	4	5	6	7	8
k	2,547	1,657	2,324	2,344	3,153	2,344	2,627	2,506

Таким чином, коефіцієнт усадки стружки k варіюється в межах від 1,657 до 3,15 в залежності від швидкості різання і глибини різання при постійній подачі. Встановлено, що усадка стружки зі збільшенням швидкості різання плавно зменшується, але при швидкості різання 52,909 м / хв усадка стружки різко падає. Це означає, що відбувається утворення наросту. Далі зі збільшенням швидкості різання нарост не встигає утворитися, і усадка стружки починає рости, а потім плавно знижується. В експерименті також встановлено, що при різних глибинах різання усадка різна, тобто при глибині різання 1 мм усадка стружки менше, а при глибині різання 2 мм усадка стружки більше.

Отже, усадка стружки зі збільшенням швидкості різання, при постійній подачі, плавно зменшується, а при збільшенні глибини різання усадка стружки збільшується.

На другому етапі дослідження проведені експерименти по визначенню сили тертя на передній поверхні різця. Метод дослідження полягає у використанні спеціального приладу, що дозволяє безпосередньо вимірювати силу тертя на передній поверхні різця. Принцип дії приладу заснований на застосуванні тензометричного розрізного різця, тобто поділ передньої і задньої поверхонь ріжучого леза по куту загострення.

Процес різання здійснюється передньою кромкою задньої поверхні. Виникає при сходженні стружки сила тертя сприймається передньою поверхнею і супроводжується її переміщенням (деформацією). Розтягання й стиск дротів решіток приводить до зміни омичного опору датчика. При цьому стрілка індикатора відхиляється від нуля. Результати експерименту зведені в таблицю 2.

Таблиця 2 – Експериментальні дані

№ досл.	n , хв ⁻¹	V , м/хв	Параметри передньої поверхні		$F_{тр}$, Н,
			Ширина, мм	Довжина, мм	
1	200	30,772	12	3,5	49,1
2	250	38,465	12	3,5	80,08
3	315	48,4659	12	3,5	117,4
4	400	61,544	12	3,5	123,9

Для визначення нормальних напружень, що діють на передній поверхні різця, визначимо силу різання P_z за допомогою мікроамперметра (рис. 2) і за формулою:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (1)$$

де $C_p = 408$; $x = 0,72$; $y = 0,8$; $n = -0,15$; $S = 0,14$ мм/об, $t = 4$ мм.

$$K_p = K_{MP} K_{YP} K_{\lambda P}; \quad K_p = \left(\frac{660}{750}\right)^{0,75} \times 1,4 \times 1 = 1,272$$

Знаючи сили різання, визначимо нормальні напруги по формулі:

$$\sigma = \frac{P_z}{S}. \quad (2)$$

Дотичні напруження по формулі:

$$\tau = \frac{F_{TP}}{S}, \quad (3)$$

де $S = A \times f$, A – довжина контакту, мм, f – ширина зрізаного шару, мм.

Результати зведемо в таблицю 3.

Таблиця 3 – Розрахунок нормальних і дотичних напружень

№ досл.	Швидкість різання, м/с	Длина контакту, мм	F_{TP} , Н	P_z , Н	σ , МПа	τ , МПа
1	0,513	1,23	49,1	1747,06	355,09	10
2	0,641	1,12	80,08	1689,56	406,14	19,25
3	0,808	0,86	117,74	1631,98	479,99	34,52
4	1,026	0,65	123,9	1574,54	605,59	47,46

Графічні результати дослідження відображені на рис. 3–6.

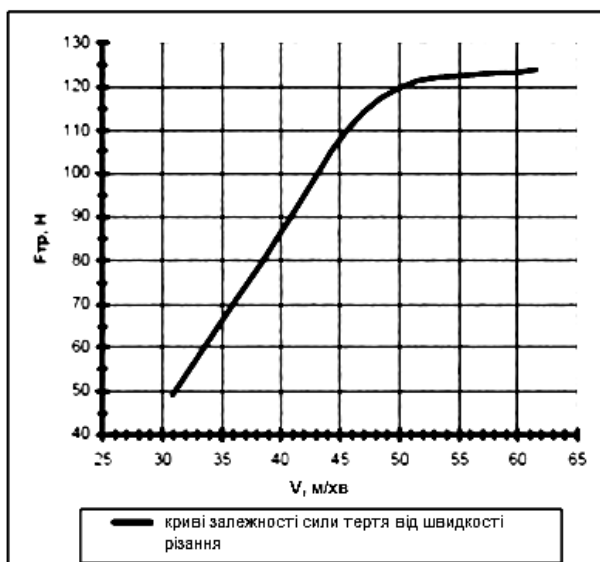


Рис. 3 – Графік сили тертя

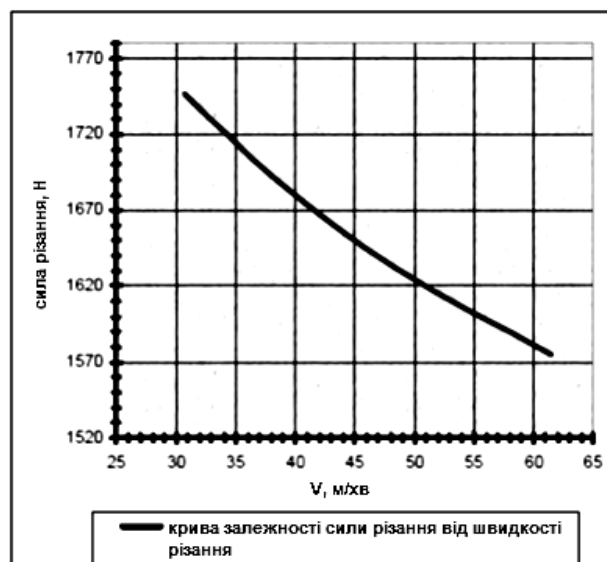


Рис. 4 – Графік сили різання

Аналізуючи отримані дані можна сказати, що зі збільшенням швидкості різання сила тертя по передній поверхні різця зростає, сила різання зменшується, а нормальні і дотичні напруження зростають. В ході проведення експерименту стружка змінювала свій колір, що також свідчило про збільшення напружень в зоні різання і підвищення температури.

Верстати та інструменти

Рис. 5 – Графік нормальних напружень

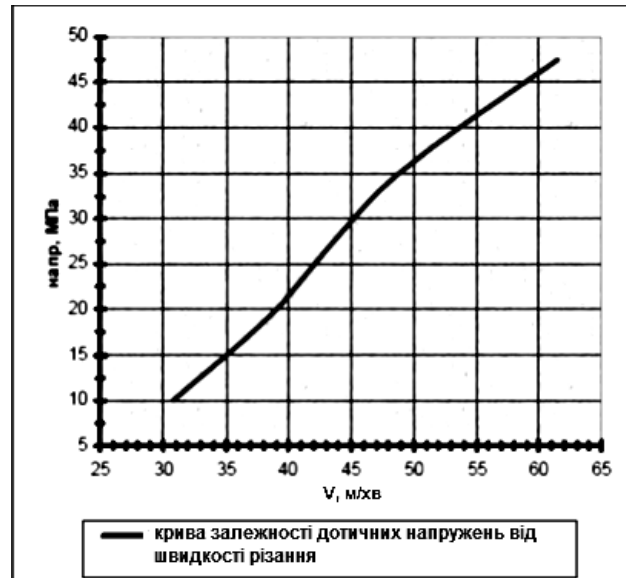


Рис. 6 – Графік дотичних напружень

Висновки

Ці дані не суперечать результатам, отриманим в роботах М. Б. Гордона [1] з вивчення тертя і довжини контакту по передній поверхні інструменту, Н. В. Талантова [2] з вивчення впливу швидкості різання на силу різання і в роботах Г.И. Грановського [3] з вивчення коефіцієнта тертя при різних швидкостях різання.

Список використаних джерел:

1. Гордон М. Б. Методика и некоторые результаты исследования закономерности распределения сил трения и касательных напряжений на длине контакта стружки с передней поверхностью резца / М. Б. Гордон // Вопросы применения смазочно-охлаждающих жидкостей при резании металлов. – Иваново, 1965. – С. 41-44.
2. Талантов Н. В. Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента / Н. В. Талантов. – М. : Машиностроение, 1992. – 240 с.
3. Грановский Г. И. Резание металлов : учеб. для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 1985. – 204 с.

References

1. Gordon, M 1965, 'Metodika i nekotoryye rezultaty issledovaniia zakonovernosti raspredeleniia sil treniia i kasatelnykh napriazhenii na dlina kontakta struzhki s perednei poverkhnosti rezca', *Voprosy primeneniia smazochno-okhlazhdaiushchikh zhidkостей pri rezanii metallov*, pp. 41-44.
2. Talantov, N 1992, *Fizicheskiyye osnovy protcessa rezaniia, iznashivaniia i razrusheniia instrumenta*, Mashinostroyeniye, Moskva.
3. Granovskii, G & Granovskii, V 1985, 'Rezaniye metallov', *Vyssh. shk.*, Moskva.

Стаття надійшла до редакції 6 грудня 2017 р.