

УДК 621.941.31 2

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.141-146>

А.Ю. Лисих, канд. техн. наук, **В.Л. Будуров**, ст. викл.
Первомайська філія НУК ім. адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна
e-mail: snezanad256@gmail.com

Експериментальне дослідження залежності стійкості інструменту від інтенсивності охолодження і режимів різання

У статті представлено експериментальне дослідження залежності стійкості інструмента від кількості мастильно-охолоджувальної рідини і витрат потужності при свердлінні свердлами зі змінними багатограними пластинами, що дозволить збільшити період стійкості і зменшити витрати потужності при використанні багатограних змінних пластин.

період стійкості, подача інструменту, число обертів, діаметр, матеріал змінних пластин, мастильно-охолоджувальна рідина

А.Ю. Лысых, канд. техн. наук, **В.Л. Будуров**, ст. препод.
Первомайский филиал НУК им. адмирала Макарова, г. Первомайск, Украина

Экспериментальное исследование зависимости стойкости инструмента от интенсивности охлаждения и режимов резания

В статье представлено экспериментальное исследование зависимости периода стойкости от расхода смазочно-охлаждающей жидкости и затрачиваемой мощности при сверлении свердлами с сменными многогранными пластинами, что позволит увеличить период стойкости и уменьшить затрачиваемую мощность при использовании многогранных сменных пластин.

период стойкости, подача инструмента, число оборотов, диаметр, материал сменных пластин, смазочно-охлаждающая жидкость

Постановка проблеми. Свердління призначено для одержання в суцільному металі глухих та наскрізних отворів, що відповідають 11-14 квалітетам точності, шорсткості $R_a50 \dots R_a12,5$ і відрізняються:

- зміною швидкості різання по довжині різальної кромки від 0 до V_{\max} ;
- утруднення видаленням стружки;
- низькою жорсткістю інструменту.

У процесі свердління конструкційних матеріалів інструмент знаходиться під дією значних осьових стискних сил P_0 та крутного моменту $M_{кр}$. Ці фактори лімітують обрані режими різання і є основними при розгляді комплексу обмежень у завданні оптимізації [1, с.59].

Здатність різального інструменту зберігати працездатність називається стійкістю, а час, протягом якого це відбувається, – періодом стійкості [2, с.117].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень показав, що при свердлінні отворів свердлами зі змінними багатограними пластинками стійкість інструменту в великою мірою залежить від інтенсивності охолодження в зоні різання [3, с.47], [4, с.62].

Визначення необхідної кількості охолоджувальної рідини дає можливість збільшення стійкості ріжучого інструменту.

Постановка завдання. Метою роботи є експериментальні дослідження щодо необхідної кількості охолоджувальної рідини для забезпечення максимальної стійкості інструмента, що дозволить зменшити витрати на інструмент і зменшить собівартість виготовленої продукції. При цьому необхідно формування технічних обмежень:

- 1) обмеження відносно різальних можливостей (швидкості різання) інструменту;
- 2) обмеження відносно потужності верстата;
- 3) обмеження відносно міцності механізму подачі верстата;
- 4) обмеження відносно міцності інструмента;
- 5) обмеження відносно жорсткості інструмента;
- 6) обмеження, що визначаються кінематикою верстата.

Для більшості виробничих ситуацій, коли в розрахунках використовуються значення економічних періодів стійкості інструменту, як цільову функцію слід вибирати найменший основний час t_0 . Визначається t_0 за формулою [1, с.61]:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_0}, \quad (1)$$

де L – глибина отвору, мм;

n – число обертів в хвилину, хв.⁻¹;

S_0 – подача за один оберт, мм/об.

Залежність періоду стійкості від швидкості різання описують ступеневою функцією [2, с.118]:

$$T = \frac{C_1}{V^m}, \quad (2)$$

де T – стійкість інструмента;

m – показник відносної стійкості, який характеризує вплив швидкості на стійкість інструменту для сплавів групи ТК $m=0,2\dots0,33$; для сплавів ВК $m=0,2\dots0,4$; швидкорізальних сталей $m=0,1\dots0,33$ [2, с.119];

C_1 – постійна величина, яка залежить від умов обробки;

V – швидкість різання мм/хв.

Виклад основного матеріалу. Експеримент проводився на верстаті Оброблювальний Центр SPACE TURN LB 3000EX фірми ORUMA. В якості ріжучого інструменту було використано свердла зі змінними пластинами наступних діаметрів Ø20, Ø24, Ø28 фірми SEKO [5, с.29], [6, с.35], [7, с.42].

В якості охолоджувальної рідини була використана водяна мастильно-охолоджувальна рідина Аквол -6,5 -20% емульсія, яка аналогічна зарубіжним маркам (Кастрол – Німеччина, Цінціннаті – США, Нідерланди) [8, с.146], [9, с.51].

Для заміру витрат охолоджувальної рідини використано водомір, який вмонтований в систему подачі охолоджувальної рідини і секундомір для фіксування часу періоду стійкості.

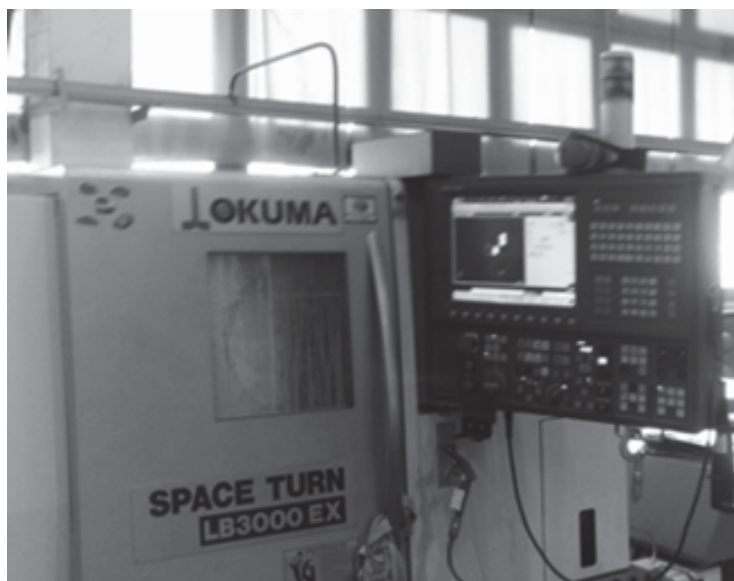


Рисунок 1 – Верстат – Оброблювальний Центр SPACE TURN LB 3000EX



Рисунок 2 – Свердло зі швидкозмінними пластинами
Джерело: [5, 6, 7]

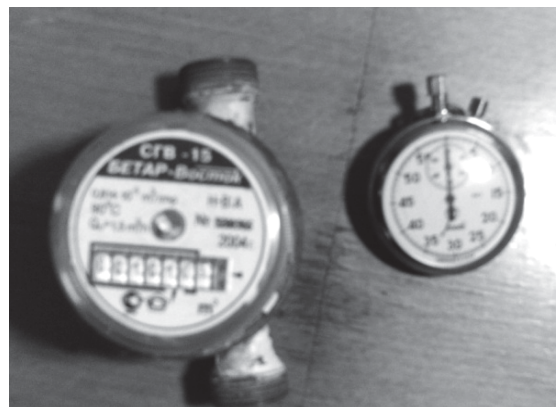


Рисунок 3 – Лічильник води і секундомір

Проведено 10^{ти} разове вимірювання витрат охолодженої рідини і періоду стійкості, а також потужності за кожним з режимів різання і проведений розрахунок середнього значення. Розрахунки були виконані за нижче вказаними формулами і представлені в табличному варіанті.

Подача інструменту визначається із залежності [10, с.8]:

$$S_0 = C_s \cdot d^{Z_s}, \tag{3}$$

де C_s і Z_s – показники оброблюваного матеріалу [10, с.18].

Частота обертання шпинделя визначаємо з залежності [10, с.8]:

$$n = \frac{C_v \cdot \left(\frac{K_{HBv}}{HB} \right)^{Z_v}}{d}, \tag{4}$$

де C_v , Z_v і K_{HBv} – показники оброблюваного матеріалу [10, с.18].

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V_m = \frac{\pi dn}{1000}, \quad (5)$$

де d – діаметр свердла в мм.

Таблиця 1 – Показники оброблюваного матеріалу

Оброблюваний матеріал	C_s	Z_s	C_v	Z_v	K_{HBv}
Сталь конструкційна легована 40ХФА	0,011	0,75	63600	0,34	130
Сталь корозійностійка 03Х18Н11	0,014	0,66	54060	1,34	210
Чавун сірий СЧ25	0,005	1/0	51830	1,23	265

Джерело: розроблено автором

Результати вимірювань занесені до табл. 2.

Таблиця 2 – Результати вимірювання

Діаметр свердла d мм	Подача S_0 мм/об.		Швидкість V мм/хв.		Оберти n хв. ⁻¹		Кількість витраченого МОР л./хв.		Період стійкості T , хв.		Витрачена потужність N , кВт.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	S_1	S_2	V_1	V_2	n_1	n_2	g_1	g_2	T_1	T_2	N_1	N_2
Ø20	0,12	0,28	175	226	2800	3600	10	32	129	123	9	21
Ø22	0,14	0,32	155	199	2060	2650	13	38	132	126	15	34
Ø28	0,16	0,36	138	176	1570	2010	15	45	135	129	23,5	52,9

Джерело: розроблено автором

Приводимо графік витрат мастильно-охолоджувальної рідини і графік залежності витрат потужності від діаметра свердла і подачі.

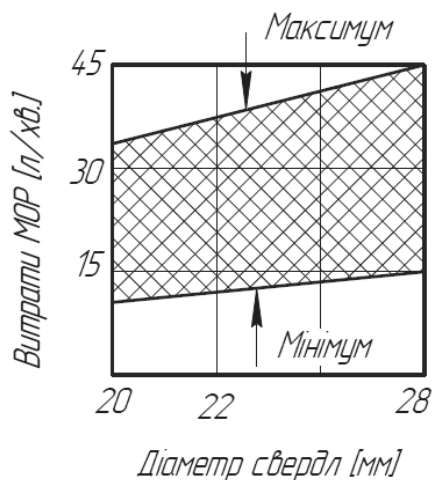


Рисунок 4 Витрати мастильно-охолоджувальної рідини
Джерело: розроблено автором

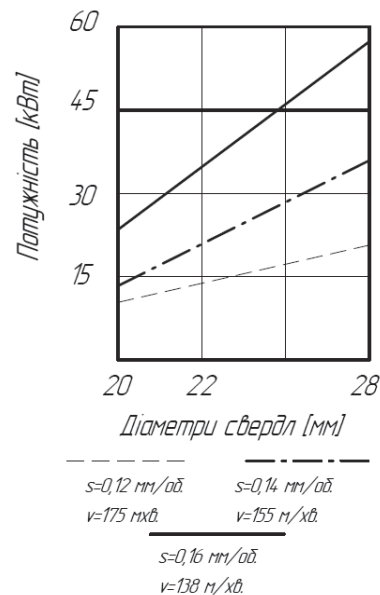


Рисунок 5 Графік залежності витрат потужності від діаметра свердла і подачі
Джерело: розроблено автором

Висновок. Проведені експериментальні дослідження показали, що завдяки подачі мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання зменшується коефіцієнт тертя і зменшується температура в зоні різання за рахунок чого збільшується період стійкості інструменту. Також встановлено, що при збільшенні подачі і швидкості різання зменшується період стійкості і збільшуються витрати потужності.

Список літератури

1. Дідик Р.П., Зіль В.В., Пацера С.Т. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб.. Дніпропетровськ: НГУ, 2013. 196 с.
2. Виговський Г.М. Теорія різання: навч. посіб.. Житомир: ЖДТУ, 2006. 250 с.
3. Григурко І.О. Технологія обробки типових деталей та складання машин: навч. посіб.. Первомайськ: ППІ НУК, 2014. 72 с.
4. Островерх Є.В. Інструментальне забезпечення технологічних процесів оброблення матеріалів у машинобудуванні: навч. посіб.. Харків: НТУ «ХП», 2019. 270 с.
5. Каталог ріжучого інструменту 2019 URL: [http:// www.secotools.com](http://www.secotools.com) (дата звернення 12.09.2019)
6. Каталог ріжучого інструменту 2015 URL: [http:// www.widia.com](http://www.widia.com) (дата звернення 24.09.2019)
7. Каталог ріжучого інструменту URL: [http:// www.taegutec.com](http://www.taegutec.com) (дата звернення 18.09.2019)
8. Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. Расчет режимов резания: учеб. пособ.. Рыбинск: РГАТА, 2009, 183 с.
9. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, Е.М. Булышев и др. Москва: Машиностроение, 2006. 544 с.
10. Даниленко Б.Д., Зубков Н.Н. Выбор режимов резания (свердление, зенкерование, развертывание): учеб. пособ.. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 102 с.

References

1. Didyk, R., Zil, V. & Patsera, S. (2013). *Rozrakhunkovi operatsii rezhimiv mekhanichnoi obrobky materialiv: tochinna, sverdlinniia, zenkeruvannia, rozhortannia* [Settlement operations of the modes of

- machining of materials: turning, to drilling, coredrillings, expansion*]. Dnipropetrovsk: NHU [in Ukrainian].
2. Vihovskiy, H. (2006). *Teoriia rizannia [Theory of cutting]*. Zhytomyr: ZhtSU [in Ukrainian].
 3. Hryhurko, I. (2014). *Tekhnolohiia obrobky typovykh detalei ta skladannia mashin [Technology of processing of standard details and acceptance of machines]*. Pervomaik: PerSU [in Ukrainian].
 4. Ostroverkh, Ye. (2019). *Instrumentalne zabezpechennia tekhnolohichnykh protsesiv obroblennia materialiv u mashinobuduvanni [Tool ensuring technological processing of materials in mechanical engineering]*. Kharkiv: KhSU [in Ukrainian].
 5. Kataloh rizhuchoho instrumentu [The catalog of the cutting tool]. (2019). www.secotools.com. Retrieved from <http://www.secotools.com> [in Ukrainian].
 6. Kataloh rizhuchoho instrumentu [The catalog of the cutting tool] (2015). www.widia.com. Retrieved from <http://www.widia.com> [in Ukrainian].
 7. Kataloh rizhuchoho instrumentu [The catalog of the cutting tool] (2019). www.taegutec.com. Retrieved from <http://www.taegutec.com> [in Ukrainian].
 8. Beziachnyi, V., Averianov, I. & Kordiukov, A. (2009) *Raschet rezhimov rezaniia [Calculation of cutting conditions]*. Rybinsk: RHATA [in Russian].
 9. Khydobin, L., Babichev, A. & Buiyshev, Ye. (2006) *Smazochno-okhlazhdaiushchie sredstva I ikh primeneniye pri obrabotke rezaniem [Lubricating and cooling technological means and their application during cutting processing]*. Moscow: Mashinostroenie [in Russian].
 10. Danilenko, B. & Zubkov, N. (2005). *Vybor rezhimov rezaniia [Choice of cutting modes]*. Moscow: MHTU [in Russian].

Alla Lisikh, PhD. tech. sci., **Bydyrov Vasiliy**, Senior coordinator

Pervomasky branch of the Mykolaiv university of shipbuilding of the name of admiral Makarov, Pervomaysk, Ukraine

Experimental Researches of Dependence of Stability of the Tool on Intensity of Cooling and Modes of Cutting

It is presented in article experimental researches of the period of stability of variable many-sided plates of the cutting tool and power when drilling from intensity of cooling in a cutting zone. Such analysis is necessary for improvement of metal working of new structural materials and is of scientific and practical interest.

The purpose of work is experimental researches on necessary amount of cooling liquid for ensuring the maximum stability of the tool that will allow to reduce expenses on the tool and will reduce prime cost of the manufactured products.

The research concerning determination of necessary amount of cooling liquid for ensuring the maximum stability of the tool and also reduction power expenses is conducted. The experiment was conducted on the machine the processed center SPACE TURN LB 3000EX of Oruma to which the hydrometer in the system of supply of cooling liquid and a stop watch for fixation of time of measurement was built in. As the cutting tool it was used drills with replaceable plates of the following diameters of Ø20, Ø24, Ø28 of SEKO. As cooling liquid Akvol cooling liquid which similar to foreign brands was used. It is carried out to 10 single measurements of a consumption of cooling liquid and the period of stability and also capacities behind each of the modes it is sharp and calculation of average value is carried out.

Results of a research are given in a type of graphic dependences that is confirmed by work conclusions. The analysis of the received results is made.

Experimental researches are conducted showed that thanks to supply lubricant cooling liquid in a zone of cutting the coefficient of friction decreases and temperature in a cutting zone at the expense of what decreases the stability period to the tool increases. It is also established that at increase in giving of the tool and speed of cutting the period of stability decreases and increases power expenses. Practical application of these experimental researches will allow to reduce expenses on the tool and to reduce prime cost of the manufactured products.

stability period, giving of the tool, number turns, diameter, material of variable plates, lubricant cooling liquid

Одержано (Received) 21.11.2019

Прорецензовано (Reviewed) 04.12.2019

Прийнято до друку (Approved) 23.12.2019