

ПІДБІР ШПИНДЕЛЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНО-ГРАВІРУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розраховано режими різання згідно рекомендацій для фрезерно-гравірувальних робіт. Проведено порівняння основних параметрів шпинделів фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК. Запропоновано варіант шпинделя для фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК, який дозволяє покращити його продуктивність.

Ключові слова: шпиндель, режими різання, фрезерно-гравірувальний верстат.

Abstract

The cutting modes according to the recommendations for milling and engraving work are calculated. The main parameters of the spindles of a milling and engraving machine with CNC are compared. A variant of the spindle for a milling and engraving machine with CNC is proposed, which allows improving its performance.

Keywords: spindle, cutting modes, milling and engraving machine.

Вступ

Фрезерно-гравірувальні верстати з ЧПК мають нижчі показники жорсткості в порівнянні із звичайними промисловими фрезерними верстатами з ЧПК. Саме тому рекомендовано занижені режими різання для фрезерно-гравірувальних верстатів з ЧПК за рахунок невеликої глибини різання та малих подач. Частота обертання шпинделя для фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК навпаки підбирається максимально великою, через те, що номінальний момент, який має забезпечувати шпиндель зменшується із зменшенням його частоти обертання [1]. Метою роботи є підвищення продуктивності фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК за рахунок підбору шпинделя.

Для дослідження обрано вже робочу модель CNC 3018-Plus фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК. Він оснащений шпинделем потужністю 0,3 кВт під позицією 20 (див. рис. 1).

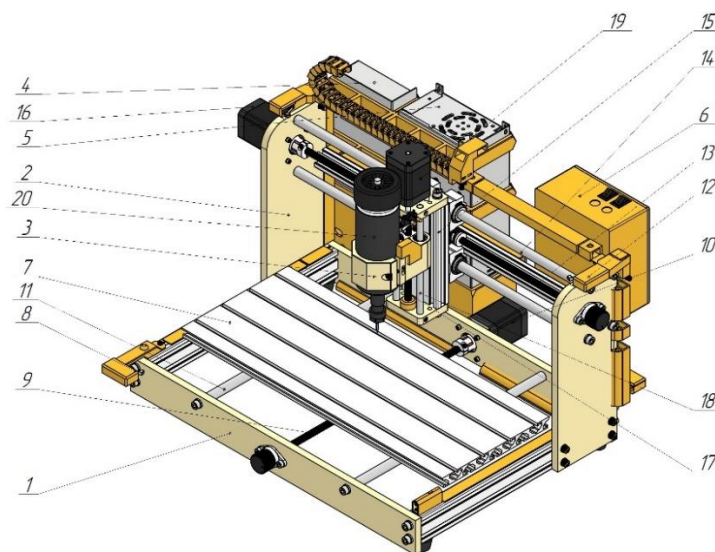


Рисунок 1 – Фрезерно-гравірувальний верстат з ЧПК (CNC 3018-Plus)

Результати дослідження

Проведено порівняння основних параметрів шпинделів для фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК результати оформлено в таблицю 1 [2]. Основним із показників роботи шпинделя є його частота обертання (максимальне значення 24000 об/хв) та номінальний момент (максимальне значення 0,62 Нм для шпинделя потужністю 1,5 кВт).

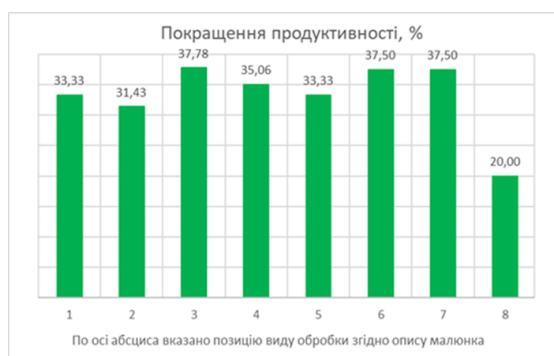
Таблиця 1 – Порівняння основних параметрів шпинделів

Потужність, кВт	0,3	0,5	0,8	1,5	2,2
Напруга, В	12-48	110-220	110-220	110-220	110-220
Частота обертання, об/хв	3000-12000	3000-12000	6000-24000	6000-24000	6000-24000
Ном. момент, Нм	0,4	0,5	0,52	0,62	0,58
Діаметр кріплення, мм	52	52	65	80	80
Тип цапгового затискача	ER11	ER11	ER11	ER11	ER11
Ціна, грн	1670	2200	4500	6700	9000

Для подальших розрахунків обрано шпиндель 1,5кВт за рахунок максимальних показників частоти обертання та номінального моменту. Розраховано покращені показники режимів різання під час фрезерування та гравірування різних матеріалів для фрезерно-гравірувального верстат з ЧПК із шпинделем 1,5 кВт (див. табл. 2) в порівнянні із шпинделем 0,3 кВт. На рис. 2 показано покращення продуктивності та збільшення витрат потужності роботи фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК.

Таблиця 2 – Рекомендовані режими різання під час фрезерування

№	Матеріал	Вид обробки	Швидкість м/хв	Сила різання, Н	Потуж. кВт	Круглий момент Нм	Час на обробку, хв
1	Акрил	Розкрій, вибірка	226,19	19,43	0,08	0,58	83,33
2	Акрил	Гравірування	119,69	34,56	0,08	0,55	11,90
3	Поліпропілен	Розкрій, вибірка	339,29	20,82	0,14	0,62	55,56
4	Дерево	Розкрій, вибірка	282,74	20,66	0,11	0,62	151,52
5	Дерево	Гравірування	119,69	36,82	0,08	0,58	13,89
6	Латунь	Фрезерування	94,25	61,88	0,11	0,62	166,67
7	Алюмінієвий сплав АД33	Розкрій, фрезерування	179,54	35,89	0,12	0,57	104,17
8	Алюмінієвий сплав В95	Розкрій, фрезерування	149,62	31,60	0,09	0,50	208,33
9	Титан	Фрезерування	29,92	10,16	0,01	0,16	416,67
10	AISI 304	Фрезерування	49,87	10,16	0,01	0,16	555,56



а)



б)

Рисунок 2 – Покращення продуктивності а) та збільшення витрати потужності б) для шпинделя 1,5 кВт на фрезерно-гравірувальному верстаті з ЧПК в порівнянні із роботою цього верстата з шпинделем 0,3 Вт

Покращення продуктивності в основному забезпечено зростанням номінального моменту в 1,55 рази в порівнянні із аналогом. Розрахунки показали зростання продуктивності до 40%, що еквівалентно

економії часу на аналогічній операції до 24 хв. При цьому вартість роботи фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК приблизно дорівнює 500 грн/год.

Також відбулося зростання витрат потужності на обробку до 60% (див. рис. 2, б), через використання шпиндель 1,5 кВт в порівнянні з аналогом 0,3 кВт. Таке зростання витрати потужності буде еквівалентно витратам на електроенергію до 15 копійок, що є рентабельним в порівнянні із економією часу на обробку.

Висновки

Проведено порівняння основних параметрів шпинделів фрезерно-гравірувальних верстатів з ЧПК та підбрано 1,5 кВт шпиндель, який забезпечує частоту обертання 24000 об/хв та номінальний момент 0,62 Нм. Розраховано покращені показники режимів різання для шпинделя 1,5 кВт, які дозволяють збільшити продуктивність роботи до 40%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «САП верстатів з ЧПК» / Уклад. Д. О. Лозінський, О. В. Петров, О. М. Мироненко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 42 с.
2. Удосконалення конструкції фрезерного верстата з ЧПК [Електронний ресурс] : [презентація] / викон. А. Д. Барановський; Вінницький національний технічний університет; Факультет машинобудування та транспорту ; Кафедра технологій та автоматизації машинобудування. - Вінниця, 2022. - Назва з екрана.
3. Kozlov L., Burenniko Yu., Piontkevych O., Paslavska O., Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas University of Technology, Lithuania, (2017), 195-200
4. Petrov, O., Kozlov, L., Lozinskiy, D., Piontkevych, O.: Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling. In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, pp. 653–660 (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_65
5. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном / О. В. Піонткевич. – Вінниця : Вісник машинобудування та транспорту, 2015. – №2. – С. 83 – 90.

Солецкий Олександр Анатолійович — студент групи 2ПМ–22м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Воловий Костянтин Олегович — студент групи 1ПМ–21б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kostavollovij2004@gmail.com;

Кузьменко Поліна Андріївна — студентка групи 1ПМ–22б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Літвін Артур Миколайович — студент групи 1ПМ–22б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: litvinartur123@gmail.com;

Піонткевич Олег Володимирович — к-т техн. наук, старший викладач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua.

Soleckiy Oleksiy A. – student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Volovyuy Kostyantyn O. — student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kostavollovij2004@gmail.com;

Kuzmenko Polina A. — student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Litvin Artur M. — student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: litvinartur123@gmail.com;

Piontkevych Oleh V. — Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua.