

ЦИФРОВА ПІДТРИМКА РОЗРАХУНКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто підхід до підвищення ефективності проектування механоскладальних дільниць шляхом автоматизації визначення кількості технологічного обладнання та показників його завантаження. Запропоновано алгоритм розрахунку, що базується на визначенні верстатомісткості операцій технологічного процесу з урахуванням виробничої програми та фонду часу роботи обладнання. Реалізовано програмний засіб для автоматизації розрахунків і аналізу ефективності використання верстатів. Показано можливість виявлення нерівномірності завантаження обладнання та резервів підвищення ефективності технологічного процесу.

Ключові слова: механічна обробка, технологічне обладнання, коефіцієнт завантаження, коефіцієнт використання за основним часом, автоматизація розрахунків, алгоритм, комп'ютерна програма.

Abstract

The paper presents an approach to improving the efficiency of designing mechanical assembly sections through the automation of determining the required number of technological equipment and its load indicators. The proposed calculation algorithm is based on evaluating the machine-time capacity of technological operations, taking into account the production program and equipment operating time. A software tool has been developed to automate calculations and analyze equipment utilization efficiency. The results demonstrate the possibility of identifying load imbalances and reserves for improving the efficiency of technological processes.

Keywords: machining, technological equipment, load factor, main time utilization factor, calculation automation, algorithm, computer program.

Вступ

Рациональне формування складу технологічного обладнання є однією з ключових задач при проектуванні механоскладальних дільниць у машинобудуванні. Від правильності визначення кількості верстатів залежить ефективність використання виробничих ресурсів, тривалість виробничого циклу та економічні показники функціонування підприємства. Надлишкове оснащення призводить до збільшення капітальних витрат і недовантаження обладнання, тоді як його нестача викликає перевантаження та зниження продуктивності [1–4].

У сучасних умовах цифровізації виробництва особливої актуальності набуває автоматизація інженерних розрахунків, зокрема визначення кількості технологічного обладнання та оцінки ефективності його використання. Традиційні підходи, що базуються на ручних розрахунках, є трудомісткими та не забезпечують необхідної оперативності й точності.

Метою роботи є розробка алгоритмічного та програмного підходу до автоматизованого визначення кількості технологічного обладнання та показників його завантаження на дільницях механічної обробки.

Результати дослідження

В основу запропонованого підходу покладено метод визначення кількості обладнання за верстатомісткістю технологічних операцій. Кількість верстатів визначається на основі сумарної трудомісткості обробки деталей з урахуванням річної виробничої програми та ефективного фонду часу роботи обладнання [1–4].

Розрахункова кількість обладнання визначається для кожної операції технологічного процесу з подальшим округленням до найближчого більшого цілого значення. Для оцінки ефективності використання обладнання застосовуються коефіцієнти завантаження та використання за основним часом, які характеризують ступінь раціональності організації технологічного процесу.

На основі формалізованої методики розроблено алгоритм розрахунків, що включає введення параметрів технологічного процесу, обчислення верстатомісткості, визначення кількості обладнання, розрахунок коефіцієнтів завантаження та використання, а також узагальнення результатів.

Алгоритм реалізовано у вигляді прикладної комп'ютерної програми, що функціонує в середовищі Delphi. Представлені результати є продовженням досліджень, розпочатих у роботі [5]. Програмний засіб забезпечує автоматизовану обробку вхідних даних і формування результатів у числовій формі, що значно спрощує виконання інженерних розрахунків (рис. 1) [6].

Розрахунок кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження на дільниці (в цеху) механічної обробки

Вхідні дані
Приведена річна програма обробки деталей
Nпр 92500 шт.

Кількість операцій технологічного процесу механічної обробки розрахункового представника
3

	Основний час виконання операції	Штучно-калькуляційний час виконання операції	Ефективний річний фонд часу роботи верстата
005	To 1,33 хв.	Tшт-к 1,96 хв.	Fg 3890 год.
010	To 1,28 хв.	Tшт-к 1,93 хв.	Fg 3890 год.
015	To 0,92 хв.	Tшт-к 1,78 хв.	Fg 3890 год.

Розрахувати

Вихідні дані

Розрахована кількість верстатів по операціях	Прийнята кількість верстатів по операціях	Коефіцієнт завантаження обладнання	Коефіцієнт використання обладнання за основним часом
Ср 0,777	Спр 1	η_z 0,777	η_o 0,679
Ср 0,765	Спр 1	η_z 0,765	η_o 0,663
Ср 0,705	Спр 1	η_z 0,705	η_o 0,517

Середній коефіцієнт завантаження обладнання
 $\eta_{z\text{ ср}}$ 0,749

Середній коефіцієнт використання обладнання за основним часом
 $\eta_{o\text{ ср}}$ 0,619666666

Розробники

Допомога

Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку кількості обладнання на дільниці (в цеху) механічної обробки

На основі результатів програмних розрахунків побудовано графіки завантаження верстатів (рис. 2) та використання обладнання за основним часом (рис. 3).

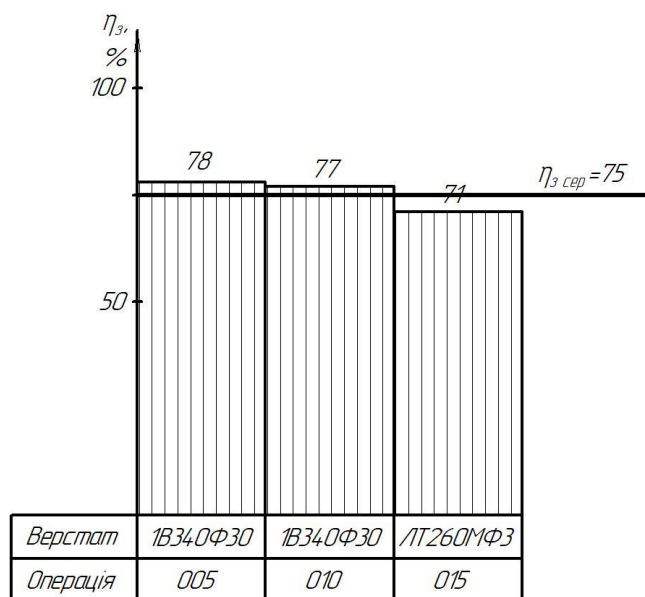


Рис. 2. Графік завантаження верстатів

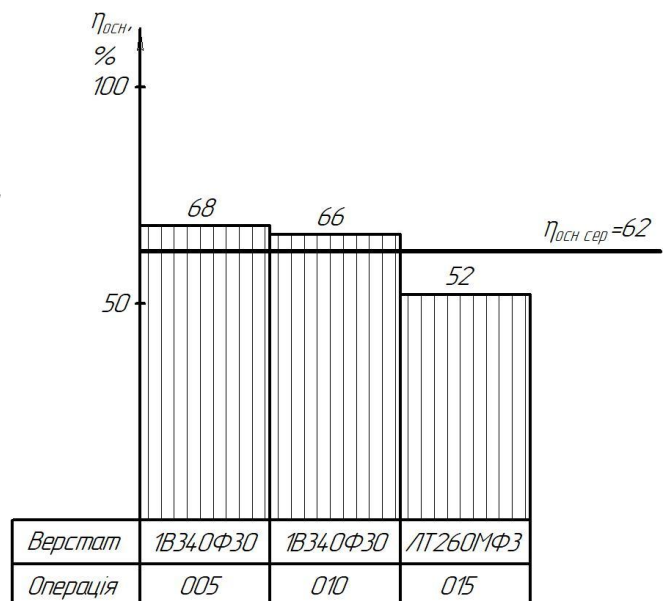


Рис. 3. Графік використання обладнання за основним часом

Побудова графіка завантаження дозволяє виявити нерівномірність розподілу навантаження між операціями технологічного процесу та визначити «вузькі місця» виробництва. Аналіз коефіцієнтів використання обладнання за основним часом дає змогу оцінити співвідношення між основним і допоміжним часом та встановити резерви підвищення ефективності.

Отримані результати свідчать, що навіть за відносно рівномірного завантаження обладнання існують резерви підвищення ефективності за рахунок оптимізації структури технологічного процесу, використання більш продуктивного обладнання та автоматизації допоміжних операцій.

Висновки

Розроблено алгоритмічний і програмний підхід до автоматизованого визначення кількості технологічного обладнання на дільницях механічної обробки. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність і оперативність розрахунків, забезпечити обґрунтованість проектних рішень та створює передумови для оптимізації технологічних процесів у машинобудуванні. Практична цінність полягає у можливості використання розробленого програмного засобу як у виробничому проектуванні, так і в освітньому процесі підготовки фахівців технічних спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, В. В. Савуляк, та О. В. Сердюк, *Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні*, практикум. Вінниця : ВНТУ, 2016, 148 с.
2. Є. О. Джур, і О. В. Бондаренко, *Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина*, навч. посіб. Д. : "Інновація", 2011, 109 с.
3. Л. О. Борушак, В. Г. Панчук, Л. Я. Роп'як, та Л. Д. Пітулей, *Основи проектування механоскладальних дільниць і цехів*, навч. посіб. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018, 194 с.
4. С. Ю. Олійник, *Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні*, навч. посіб. для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання. Краматорськ : ДДМА, 2021, 260 с.
5. Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, Я. А. Молчанов, та Д. А. Тарабанський, *Автоматизація розрахунку кількості обладнання на дільниці (в цеху) механічної обробки заготовок деталей* [Електронний ресурс]. Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019), Вінниця, 13-15 березня 2019 р. Електрон. текст. дані. 2019. Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/7103>.
6. С. В. Репінський, Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, Я. А. Молчанов, та Д. А. Тарабанський, *Комп'ютерна програма «Розрахунок кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження на дільниці (в цеху) механічної обробки»*. Свідчення про реєстрацію авторського права на твір № 90760. К. : Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Зареєстр. 15.07.2019.

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, e-mail: deriboov@ukr.net;

Пинзарь Микола Володимирович – студент групи 1ПМ-226, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 2mykola.pynzar1207@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Repinskyi Serhii V. – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technologies and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com.

Deribo Oleksandr V. – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technologies and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net.

Pynzar Mykola V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2mykola.pynzar1207@gmail.com.

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.