

РОЗДІЛ І. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2026-2\(44\)-11-19](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2026-2(44)-11-19)

УДК 621.9:681.518

**Володимир Віталійович Кальченко¹, Юрій Олексійович Горогоцький²,
Антоніна Вікторівна Кологойда³, Генадій Володимирович Пасов⁴**

¹ доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: yvkalchenko74@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-2976>. ResearcherID: G-6752-2014

² аспірант кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: Yuriy1980@stu.cn.ua. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0649-4846>. ResearcherID: PFR-0649-2025

³ кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: kolohoida@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1742-2686>. ResearcherID: I-1118-2014

⁴ кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: genapasov@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>. ResearcherID: H-4455-2014

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Розроблено конструкцію змінного касетного подавача з пружинним штовхачем, що монтується на супорті верстата з ЧПК для автоматизації виготовлення деталей типу «заглушка». Виявлено, що модернізація технологічного процесу дозволила сумістити завантажувальні операції з робочим циклом верстата завдяки використанню флаґцевого виступу деталі як бази для орієнтування. Це забезпечило суміщення переходів та скорочення кількості операцій технологічного маршруту. Результати експерименту підтвердили скорочення штучного часу виготовлення на 7%, що створює умови для впровадження ефективного багатроверстатного обслуговування та зниження собівартості машинобудівної продукції в серійному виробництві.

Ключові слова: технологічний процес; токарна обробка; продуктивність праці; токарний верстат; накопичувач; касетний подавач; ЧПК; автоматизація.

Рис.: 8. Табл.: 3. Бібл.: 6.

Актуальність теми дослідження. В умовах обмеженого трудового ресурсу та значного попиту на продукцію тема автоматизації виробництва стоїть доволі гостро. Збільшення продуктивності виробництва у співвідношенні на одного співробітника є необхідною умовою конкурентної спроможності підприємства та достойної заробітної плати працівників.

Постановка проблеми. На токарних верстатах із числовим програмним керуванням (ЧПК) складніше автоматизувати подачу штучних заготовок у зону обробки, ніж деталей із круглого прокату. Для автоматизації подачі штучних заготовок у зону різання часто використовують роботи та маніпулятори, що доволі дорого та потребує багато часу на наладку. Враховуючи високу вартість роботів їх впровадження не завжди економічно доцільне. У такому випадку слід розглядати застосування інших засобів автоматизації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Автоматизація подачі заготовок у токарні верстати з ЧПК є одним із ключових чинників підвищення продуктивності та стабільності сучасних виробничих систем. Незважаючи на значний прогрес у роботизації машинного обслуговування [1], у науково-технічній літературі зберігається прогалина щодо розробки компактних, економічно обґрунтованих та технологічно адаптованих механізмів автоматичного завантаження, призначених саме для токарних операцій. Аналіз базових

джерел дозволяє окреслити як наявні підходи, так і обмеження, які мотивують створення спеціалізованих автоматичних завантажувальних пристроїв.

Дослідження Vosniakos et al. [2] представляє розвинену концепцію роботизованого процесу, у якій формування траєкторій маніпулятора здійснюється методом параметричного програмування. Запропонована методика демонструє високу точність моделювання взаємодії робота з токарним патроном, що є критичним для коректної орієнтації заготовки. Проте, як зазначають автори, універсальність роботизованої системи супроводжується суттєвими витратами на інтеграцію, складністю калібрування та підвищеними вимогами до технічної підтримки. Це робить роботизовані рішення менш ефективними для середньосерійних виробництв, де пріоритетом є мінімальний час переналадження та низька вартість автоматизації.

Оглядова робота Soori et al. [3] систематизує сучасні підходи до автоматизації ЧПК-обладнання, включно з промисловими роботами, маніпуляторами та спеціалізованими системами подачі. Автори підкреслюють, що в умовах переходу до цифрових фабрик (smart manufacturing) особливої актуальності набувають компактні автоматичні завантажувальні модулі, які можуть інтегруватися у стандартні виробничі комірки без суттєвої реконфігурації технологічної лінії. У роботі відзначено, що саме спеціалізовані механізми подачі забезпечують оптимальне співвідношення між вартістю та продуктивністю у випадках повторюваних токарних операцій, де універсальність роботів не використовується повною мірою.

Найбільш релевантним до теми автоматичних подавачів є дослідження Park і Kim [4], у якому розроблено й досліджено компактний автоматичний пристрій завантаження заготовок у токарний верстат з ЧПК. Авторами представлено конструкцію механізму з лінійною подачею, описано кінематичну структуру та проведено експериментальну оцінку точності позиціонування. Результати демонструють, що спеціалізований завантажувальний пристрій здатний забезпечити стабільний та повторюваний цикл подачі без використання високовартісних роботизованих систем. Таким чином, робота [4] підтверджує технологічну та економічну доцільність розробки індивідуальних автоматичних подаючих пристроїв для токарних верстатів.

Отже, спеціалізовані автоматичні подавачі заготовок для токарних ЧПК-операцій становлять ефективну альтернативу роботизованим рішенням, особливо для виробництв з високою повторюваністю та стандартними геометричними параметрами деталей.

Виклад основного матеріалу. Більшість серійних деталей токарної групи на сьогодні виготовляються на токарних верстатах з ЧПК. У цьому випадку процес обробки проходить в автоматичному циклі, проте подавання заготовки в зону різання доволі часто здійснюється людиною-оператором. Розглянемо доступні засоби автоматизації подачі заготовок та особливості їх застосування. При цьому під автоматизацією будемо мати на увазі саме автоматизацію подачі заготовок, оскільки безпосередньо процес виготовлення деталі є вже автоматизованим.

Деталі, що виготовляються на токарних верстатах, можна умовно поділити на дві основні групи. Деталі першої групи оброблюються за одну операцію (приклад деталей представлено на рис. 1). Вони зазвичай виготовляються з круглого прокату невеликого діаметра, при цьому діаметр прутка менше діаметра отвору в патроні та шпинделі верстата. У цьому випадку кінцевою операцією є відрізання деталі від прутка, у результаті чого отримується готовий виріб. Для автоматизації виготовлення таких деталей зазвичай використовуються так звані барфідери та барпулери, а також вловлювачі готових деталей.

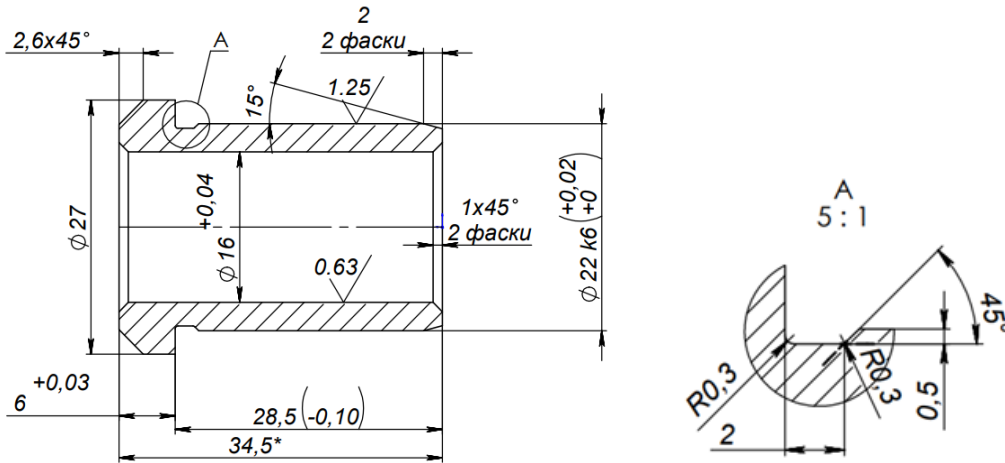


Рис. 1. Приклад деталі, що виготовляється за одну операцію
Джерело: розроблено авторами.

Деталі другої групи потребують для свого виготовлення більше ніж одну операцію (рис. 2). У деяких випадках уникнути другої операції можна при використанні токарного верстата з протишпинделем, що дає змогу обробити іншу сторону деталі з перехватом заготовки після відрізання у протишпинделі. Проте використання верстатів з протишпинделем не завжди можливе через геометричні обмеження, а саме якщо деталь має малу довжину, то при перехваті може бути недостатньо місця для роботи відрізного різця. Також деталь не завжди може мати зручні поверхні для затискання в патроні протишпинделя.

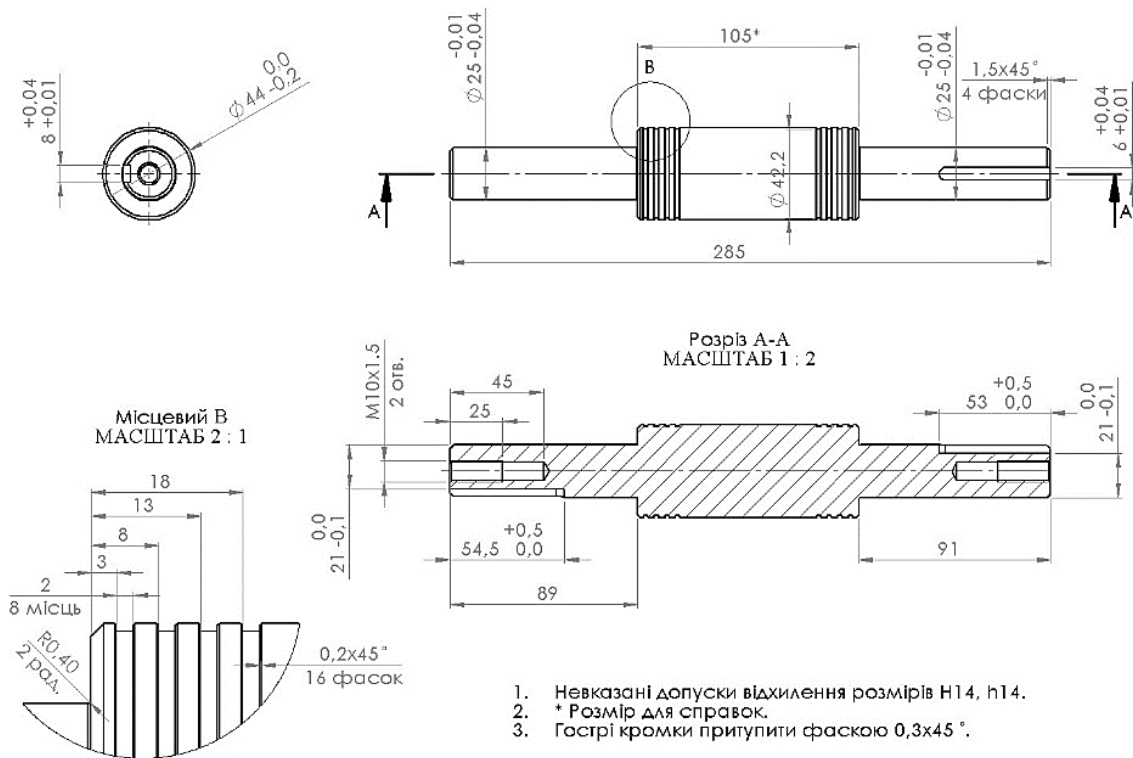


Рис. 2. Зразок деталі, для виготовлення якої потрібно більше однієї операції
Джерело: розроблено авторами.

Для автоматизації виготовлення деталей другої групи, які неможливо виготовити на верстаті з протишпинделем, можливо використовувати роботи, маніпулятори або спеціалізовані завантажувальні пристрої. Останні є найбільш простими у виготовленні та налагоджуванні, однак вони зазвичай проєктуються під конкретну деталь або групу деталей, однакових за конфігурацією. Найчастіше такі конструкції значно дешевші за роботів і маніпуляторів, проте потребують індивідуального підходу у проєктуванні.

Дослідження особливостей конструкції деталей класу «заглушка» та «грибок» дозволяє визначити передумови для розробки спеціалізованих завантажувально-розвантажувальних пристроїв. На рис. 3 представлено креслення деталі типу «заглушка», що характеризується малим відношенням довжини до максимального діаметра та наявністю щонайменше двох ступенів за зовнішнім контуром. Ключовим конструктивним параметром, що зумовлює можливість створення вискоелективного механізму подачі, є наявність перепаду зовнішніх діаметрів (фланцевої частини). Цей конструктивний елемент виконує роль технологічної бази під час автоматичного орієнтування та тимчасового фіксування заготовки в накопичувачі (магазині). Використання торцевого уступу як опорної поверхні дозволяє реалізувати надійне відсікання заготовок із загального потоку та забезпечує точне позиціонування при їх транспортуванні в зону обробки металорізального верстата.

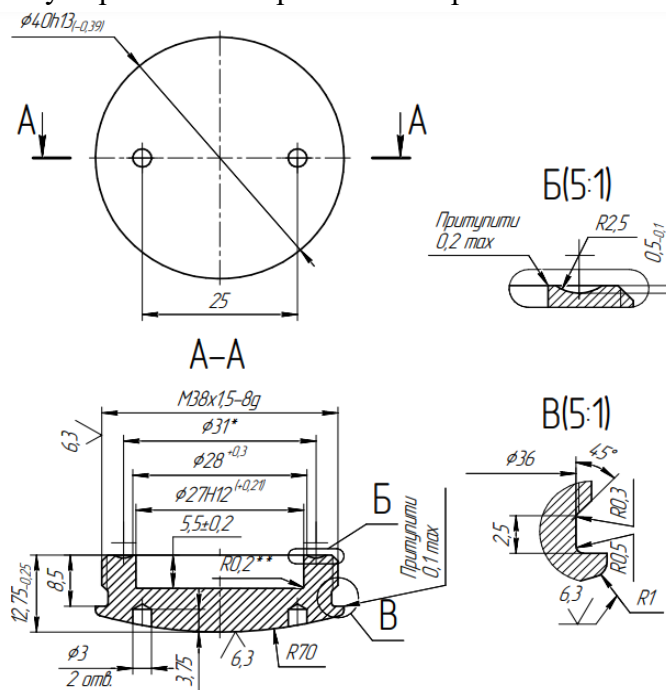


Рис. 3. Ескіз деталі «заглушка»

Джерело: розроблено авторами.

Розглянемо вплив впровадження автоматизованого завантажувача касетного типу (рис. 4) на структуру технологічного циклу виготовлення деталей типу «заглушка» (рис. 3). Запропонована конструкція пристрою [5] інтегрується безпосередньо в технологічну систему верстата і складається з корпусу 1, змонтованого на супорті, змінної касети 2 та підпружиненого штока 3, що виконує роль штовхача. Касета фіксується в корпусі з допомогою фіксатора 4. Подача заготовок у позицію захвату реалізується за допомогою зусилля стисненої пружини, що спрощує конструкцію, виключаючи необхідність у додаткових приводах (пневматичних або електричних). Використання комплекту змінних касет дозволяє здійснювати їх спорядження заготовками поза зоною обробки одночасно з роботою верстата. Це мінімізує допоміжний час на завантаження.

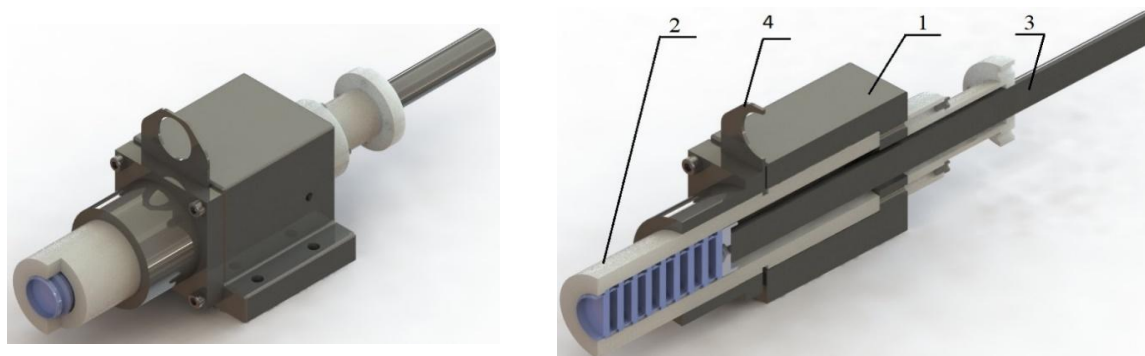


Рис. 4. Подавач касетного типу

Джерело: розроблено авторами.

Фіксація деталі здійснюється за внутрішньою поверхнею $\varnothing 27H12$ (рис. 3) за допомогою трикулачкового патрона з гідроприводом. Таке рішення забезпечує високу жорсткість кріплення та вільний доступ до зовнішніх поверхонь для обробки. Геометрія касети спроектована таким чином, щоб забезпечити безперешкодне вивільнення заготовки із касети в напрямку осі X після її надійного затискання в патроні. Це дозволяє автоматизувати перехід від циклу завантаження до циклу точіння без втручання оператора.

Фото автоматизованого пристрою подачі, встановленого на верстаті, зображено на рис. 5. На рисунку позначено: 1 – оброблювана деталь, 2 – касетний пристрій подачі заготовок, 3 – мотор шпиндель для свердління отворів, 4 – різцевий блок з різцем для обробки деталі.

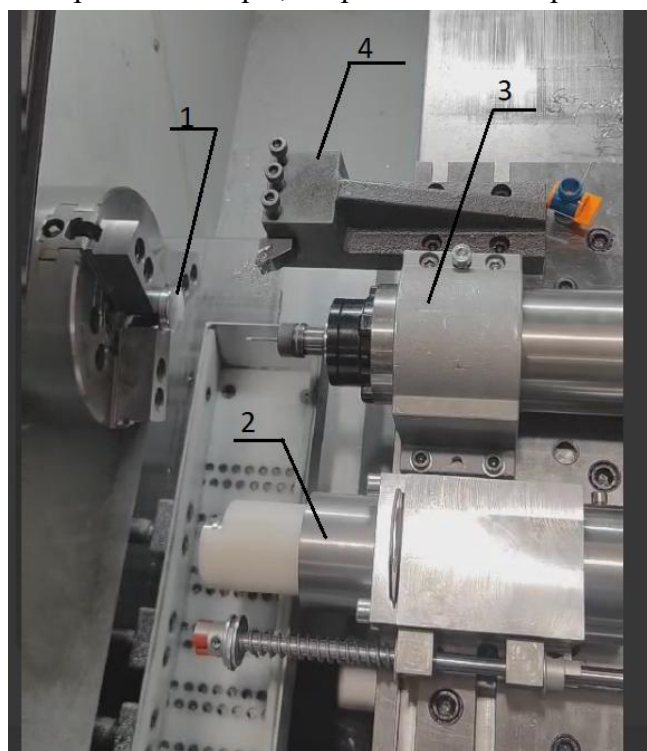


Рис. 5. Фото встановленого подавача деталей на супорт верстата (поряд встановлено мотор шпиндель для свердління отворів)

Джерело: розроблено авторами.

Вихідний технологічний процес виготовлення цієї деталі на верстатах з ЧПК має заготовельну, дві токарні, фрезерну та слюсарну операцію. Занесемо всі операції технологічного процесу до табл. 1.

Таблиця 1 – Вихідний технологічний процес

Операція/обладнання	Зміст операції	Час обробки (на 1 шт., с)
Заготівельна / Стрічкопильний верстат	Порізка круглого прокату (у стані поставки прутки довжиною 6 або 3 м) на частини довжиною 1...1,5 м (залежно від можливостей обладнання на наступній операції)	1,37
Токарна / Токарний верстат із ЧПК	Точіння зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі, відрізання отриманої заготовки	87,8
Фрезерна / Фрезерний верстат із ЧПК	Свердління отворів на торці деталі з використанням методу групової обробки для збільшення продуктивності	38,5
Токарна / Токарний безревольверний верстат із ЧПК	Кріплення деталі за вже оброблені поверхні, точіння торцевої сферичної поверхні	22,8
Слюсарна	Видалення задирок навколо отворів просвердлених на попередній операції. Виконується оператором під час циклу обробки наступної деталі	0

Джерело: розроблено авторами.

На першій токарній операції виконується обробка зовнішнього контуру деталі з наступним відрізанням отриманої заготовки. Далі здійснюється свердління отворів на фрезерному верстаті з ЧПК. Останньою операцією є точіння сферичного торця деталі. Для цієї операції можна використовувати токарний верстат із ЧПК без пристрою автоматичної зміни інструменту, оскільки необхідно мати лише один інструмент і такий верстат є більш дешевим та простішим у налазці.

Подача заготовок на першій токарній операції цього технологічного процесу досить легко автоматизується за рахунок використання барфідера або барпулера, оскільки деталі виготовляється із круглих прутків невеликого діаметра.

Встановлення заготовок на фрезерній операції здійснюється оператором. На останній токарній операції встановлення заготовок також виконується оператором.

Час виконання операцій із виготовлення деталі фіксується з допомогою спеціального програмного забезпечення в умовах реального виробництва. Після завершення кожної робочої зміни оператор заводить у програму час роботи обладнання та кількість виготовлених деталей. Вікно вводу даних часу виготовлення та партії деталей зображено на рис. 6.

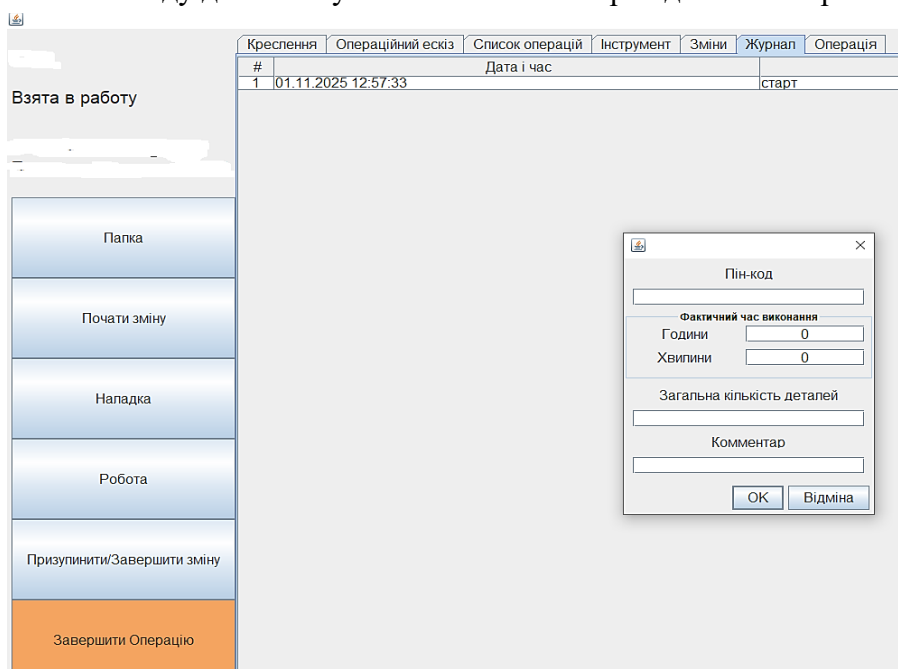


Рис. 6. Вікно вводу даних з виготовлення деталей

Джерело: розроблено авторами.

Після завершення виготовлення партії деталей маємо час роботи обладнання по кожній операції. Якщо поділити цей час на кількість деталей, отримуємо час на виконання операції з виготовлення однієї деталі. Цей метод достатньо простий і дозволяє порівнювати різні технології виготовлення в умовах реального виробництва. На рис. 7 та 8 відповідно наведені звіти з виготовлення партій деталей за вихідною та зміненою (із застосуванням касетного подавача) технологією. На рисунках червоною рамкою виділені стовпці з кількістю виготовлених деталей та загальний час виконання операції. Звіти сформовані програмою обліку відповідно до введених даних у процесі виготовлення партій деталей.

#	Вміст робіт	Робоче місце	Час нал...	Продукт...	Статус	Зробле...	Фактичний ...	Фактичн...	Тип операції	Фактич.	Розрах...
1	Різка алюмінію ф35мм по 1000 мм. Фактично	21. Заготовите...	20	1000	Завершений	5260	2024-10-07	2024-10...	Цілодобова	2:08	5:41
2	1 установ. Токарні операції по ОЕ. Деталі...	GoodWay GLS1...	120	40	Завершений	5260	2024-09-29	2024-10...	Цілодобова	128:30	136:00
3	2 установ. Токарний. Затискати на розтиск...	Mazak QT8 №2	120	50	Завершений	5260	2024-09-30	2024-10...	Цілодобова	56:24	109:12
4	Фрезерні операції по ОЕ. Розфрезерувати...	Mori Seiki	120	50	Завершений	5260	2024-09-30	2024-10...	Цілодобова	33:31	109:12

Рис. 7. Звіт з виготовлення партії деталей за вихідною технологією
Джерело: розроблено авторами.

#	Вміст робіт	Робоче місце	Час нал...	Продукт...	Статус	Зробле...	Фактичний ...	Фактичн...	Тип операції	Фактич.	Розрах...
1	Різка алюмінію ф35мм по 1000 мм. Фактич	21. Заготовите...	20	1000	Завершений	5100	2025-09-13	2025-09...	Цілодобова	1:29	5:25
2	1 установ. Токарні операції по ОЕ. Деталі...	GoodWay GLS1...	120	50	Завершений	5100	2025-09-08	2025-09...	Цілодобова	90:49	104:00
3	2 установ. Токарний. Затискати на розтиск...	TS 150	120	50	Завершений	5100	2025-09-17	2025-09...	Цілодобова	72:25	104:00

Рис. 8. Звіт з виготовлення партії деталей за зміненою технологією
(з касетним подавачем)

Джерело: розроблено авторами.

Після впровадження касетного подавача технологія змінилась: вилучено окрему фрезерну операцію зі свердління отворів. Ці отвори тепер виконуються на останній токарній операції завдяки встановленому моторшпинделю зі свердлом (рис. 5). Дані зміненого технологічного процесу наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Оновлений технологічний процес (з використанням касетного подавача і моторшпинделя)

Операція/обладнання	Зміст операції	Час обробки (на 1 шт., с)
Заготівельна / Стрічкопильний верстат	Порізка круглого прокату (в стані поставки прутки довжиною 6 або 3 м) на частини довжиною 1...1,5 м (залежно від можливостей обладнання на наступній операції)	1,37
Токарна / Токарний верстат із ЧПК	Точіння зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі, відрізка отриманої заготовки	87,8
Токарна / Токарний безревольверний верстат із ЧПК	Кріплення деталі за вже оброблені поверхні, свердління отворів на торці деталі, точіння торцевої сферичної поверхні	51
Слюсарна	Видалення задирок навколо отворів просвердлених на попередній операції. Виконується оператором під час циклу обробки наступної деталі	0

Джерело: розроблено авторами.

Для кількісної оцінки ефективності запропонованого технічного рішення проведено порівняльний аналіз базового та вдосконаленого технологічних процесів виготовлення деталей типу «заглушка». Ключовими критеріями порівняння є загальний час виготовлення деталі, операційний склад робіт, тип використовуваного обладнання та необхідна кількість персоналу. Порівняльні дані систематизовано в табл. 3.

Таблиця 3 – Порівняння технологічних процесів

Показник	Вихідний технологічний процес	Вдосконалений технологічний процес
Загальний час на одну деталь, с	150,47	140,17
Кількість операцій	5	4
Необхідна кількість верстатів з ЧПК	3	2
Кількість операторів	4	3

Джерело: розроблено авторами.

Аналіз отриманих даних свідчить, що перехід на вдосконалену технологію дозволив скоротити загальний цикл виготовлення деталі зі 150,5 с до 140,2 с, що забезпечує зростання продуктивності на 7 %. Згідно з методикою, наведеною у джерелі [6], час обробки є прямою детермінантою собівартості продукції. Отже, скорочення штучного часу зумовлює зниження витрат на виготовлення одиниці виробу.

Впровадження касетного подавача дозволило виключити ручні маніпуляції із заготовкою, інтегрувавши етап завантаження в автоматичний цикл роботи обладнання. Завдяки використанню спеціалізованого оснащення зменшилась кількість необхідних установок заготовки, що мінімізує похибки базування та скорочує час на підготовчо-заклучні роботи. Зменшення питомої ваги ручної праці створює умови для переходу до багатостанкового обслуговування, де один оператор може контролювати декілька одиниць обладнання одночасно. Таким чином, впровадження автоматизованого подавача касетного типу забезпечує комплексну оптимізацію виробничого процесу: від зниження операційних витрат до підвищення коефіцієнта використання обладнання в часі.

Висновки. У роботі проведено комплексне дослідження шляхів підвищення продуктивності праці та інтенсифікації випуску продукції за рахунок впровадження засобів локальної автоматизації. Розроблено оригінальну конструкцію касетного подавача, яка інтегрується в кінематичну схему верстата, що дозволило сумістити завантажувально-розвантажувальні маніпуляції з основним циклом обробки. Реалізовано модернізацію верстата з метою розширення його можливостей, а саме суміщення двох операцій на одному робочому місці. Виконано експериментальне дослідження для порівняння вихідного та покращеного (використання приладу автоматичної подачі заготовок) технологічних процесів.

Завдяки концентрації технологічних переходів на одному робочому місці вдалося скоротити кількість операцій з 5 до 4. Це мінімізує похибки, що виникають при перевстановленні деталей, та знижує міжопераційний час. Експериментально підтверджено скорочення штучного часу виготовлення деталі на 7 %. У сукупності зі зменшенням кількості необхідного персоналу та оптимізацією структури техпроцесу суттєво знижується собівартість виробництва при підвищенні коефіцієнта використання обладнання.

Список використаних джерел

- Муляр, Ю. І., & Репінський, С. В. (2019). *Автоматизація виробництва в машинобудуванні* (Ч. 1). ВНТУ.
- Vosniakos, G.-C.; Matsas, E.; Tzitzis, A. (2019). Task-oriented off-line parametric programming of an industrial robot serving CNC lathes. *Proceedings in Manufacturing Systems*, 14(2), 65-72.
- Soori, M., Ghorbani, H., & Kaymaq, Z. (2024). *Robotical automation in CNC machine tools: A review*. *VazTech Open Access*, 1–18.
- Park, J.-K., & Kim, G.-S. (2019). *Design and manufacture of an automatic workpiece loading device for a CNC lathe*. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 18(3), 45–52.
- Кальченко, В. В., Кологойда, А. В., Горогоцький, Ю. О., Венжега, В. І., Пасов, Г. В., & Сіра, Н. М. (2025). *Касетний завантажувальний пристрій* (Заявка на патент України). Державна служба інтелектуальної власності України.
- Ganorkar, A. B., Lakhe, R. R., & Agrawal, K. N. (2019). Cost and productivity analysis of the manufacturing industry using TDABC & MOST. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(1), 196–208.

References

1. Muliar, Yu. I., & Repinskyi, S. V. (2019). *Avtomatyzatsiia vyrobnytstva v mashynobuduvanni. [Automation of production in mechanical engineering (Part 1). (Ch. I)].* VNTU.
2. Vosniakos, G.-C., Matsas, E., Tzitzis, A. (2019). Task-oriented off-line parametric programming of an industrial robot serving CNC lathes. *Proceedings in Manufacturing Systems*, 14(2), 65-72.
3. Soori, M., Ghorbani, H., Kaymaq, Z. (2024). Robotical automation in CNC machine tools: a review. *BazTech Open Access.*, 1-18.
4. Park, J.-K.; Kim, G.-S. (2019). Design and Manufacture of an Automatic Workpiece Loading Device for a CNC Lathe. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 18(3), 45-52.
5. Kalchenko, V. V., Kolohoida, A. V., Horohotskyi, Yu. O., Venzheha, V. I., Pasov, H. V., & Sira, N. M. (2025). Kasetnyi zavantazhuvalnyi prystrii. [Cassette loading device] (*Zaiavka na patent Ukrainy*). *Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy – (Ukraine patent application). State Service of Intellectual Property of Ukraine.*
6. Ganorkar, A. B., Lakhe, R. R., & Agrawal, K. N. (2019). Cost and productivity analysis of the manufacturing industry using TDABC & MOST. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(1), 196–208.

Дата першого надходження статті до видання: 28.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

UDC 621.9:681.518

Volodymyr Kalchenko¹, Yurii Horohotskyi², Antonina Kolohoida³, Genadiy Pasov⁴

¹Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Road Transport and Industrial Engineering
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: vykalchenko74@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-2976>. ResearcherID: [G-6752-2014](https://orcid.org/0000-0002-9072-2976)

²PhD student department of Road Transport and Industrial Engineering

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: Yuriy1980@stu.cn.ua. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0649-4846>. ResearcherID: [PFR-0649-2025](https://orcid.org/0009-0004-0649-4846)

³PhD, Department of Road Transport and Industrial Engineering

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: kolohoida@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1742-2686>. ResearcherID: [I-1118-2014](https://orcid.org/0000-0002-1742-2686)

⁴PhD, Department of Road Transport and Industrial Engineering

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: genapasov@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>. ResearcherID: [H-4455-2014](https://orcid.org/0000-0001-7248-9085)

AUTOMATED WORKPIECE LOADING FOR CNC TURNING CENTERS

In modern serial production, the increase in labor productivity directly depends on the automation level of auxiliary operations. For parts with complex geometry and short processing cycles, including “plugs”, the time required for manual loading can account for a significant share of the total unit time. Therefore, the development of low-cost automation tools that allow modernization of existing CNC equipment without capital investment is an urgent scientific and technical task.

Traditional technological processes for manufacturing small-sized stepped parts are characterized by a high proportion of manual labor and a large number of operations. The main barrier to automation is the complexity of workpiece orientation and the need to synchronize loading devices with the machine operating cycle. There is a need to create a universal mechanism that would combine the installation of the workpiece with its processing at a single workstation.

The aim of this work is to improve the efficiency of manufacturing “plug”-type parts by developing a cassette-loading device and optimizing the structure of the technological process based on the principle of operation concentration.

The study proposes the design of a specialized cassette feeder mounted on the machine’s support. The main elements of the device are a replaceable cassette and a spring-loaded pusher, which ensure autonomous feeding of workpieces. The technological feature of the solution lies in using flange projection of the part as a base for orientation in the accumulator and the internal hole for reliable fixation in the hydraulic chuck. This made it possible to transfer the loading operation into the category of overlapped time. The implementation of the device reduced the operational route from 5 to 4 stages.

Experimental studies have shown that modernization of the technological process reduced the manufacturing time of the part by 7% (from 150.5 s to 140.2 s). In addition to the direct economic effect of cycle reduction, the possibility of implementing multi-machine servicing was achieved, which reduces personnel costs and increases the overall profitability of production. The developed device has proven its effectiveness as a means of flexible automation for serial production.

Keywords: technological process; turning; labor productivity; lathe; storage unit; cassette feeder; CNC; automation.

Fig.: 8. Table: 3. References: 6.