

Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2023, 4, pp. 82-88. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/082>. ISSN 2071-2227, E-ISSN 2223-2362. (Q3).

6. Мацулевич О.Є. Застосування спеціалізованої PLM-системи Technologi CS при розробці автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних підприємства сільськогосподарського машинобудування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 1.*

УДК 514.182.7

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ПОЕТАПНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ В СИСТЕМІ UNIGRAPHICS

Мацулевич О.Є., к.т.н.

e-mail: oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua

Вершков О.О., к.т.н.

e-mail: oleksandr.vershkov@tsatu.edu.ua

Михайленко О.Ю., старший викладач

e-mail: olena.mykhailenko@tsatu.edu.ua

Щербаков Ю.Ю., здобувач вищої освіти

e-mail: yrasherbakov9013@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет Імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) – це сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємств до випуску виробів заданої якості при встановлених термінах, обсязі та витратах.

Вихідними даними для технологічної підготовки виробництва є:

- а) комплект креслеників на новий виріб;
- б) програма випуску виробу;
- в) термін запуску виробів у виробництво;
- г) організаційно-технічні умови, що враховують можливості придбання комплектуючих виробів, а також обладнання і оснащення на інших підприємствах.

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) включає:

- а) забезпечення технологічності конструкцій виробів;
- б) проектування технологічних процесів;
- в) конструювання та виготовлення засобів технологічного оснащення.

Найбільш відповідальною частиною технологічної підготовки виробництва є проектування технологічних процесів та конструювання технологічного оснащення з оформленням комплексу необхідної технологічної документації. Ці елементи ТПВ охоплюють основне коло питань технологічної підготовки виробництва і вирішальним чином впливають на терміни підготовки і освоєння нових виробів, підвищення їх якості.

На основних стадіях ТПВ виконуються наступні види робіт:

- а) проектування технологічних процесів виготовлення деталей;
- б) проектування технологічних процесів складання вузлів і вироби в цілому;

в) оформлення відомостей замовлень заготовок, нормалізованого ріжучого і вимірювального інструменту, оснащення та обладнання, одержуваних по кооперації;

г) розробка технічних завдань на проектування спеціальних інструментів, пристосувань і устаткування;

д) виготовлення запроектованого технологічного оснащення;

е) проектування планування розміщення устаткування, розрахунок робочих місць і формування виробничих ділянок;

ж) налагодження та коригування технологічних процесів і оснащення, виготовлення пробної партії.

В цілому проектування технологічних процесів обробки деталей і складання вузлів представляє собою складну, трудомістку і багатоваріантну задачу. Тому його виконують у кілька послідовних етапів [1, 2].

Спочатку роблять попередній проект технологічного процесу; на наступних стадіях його уточнюють і конкретизують на основі детальних технологічних розрахунків. Послідовним уточненням попереднього проекту отримують закінчені розробки технологічного процесу. Правильне рішення вдається отримати лише після розробки і порівняння декількох технологічних варіантів.

Ступінь опрацювання технологічного процесу в деталях залежить від типу виробництва. В умовах масового виробництва технологічні процеси розробляють детально для всіх деталей виробу. Такі процеси називають операційними. Технологічна документація на них містить детальну інформацію про операції та переходи, режими обробки і міжопераційні розміри деталей, інструменти, оснащення і т.д. В одиничному виробництві обмежуються скороченою розробкою технологічних процесів, так як детальна розробка їх в даних умовах економічно не виправдовується. Ці технологічні процеси називають маршрутними.

Процес проектування містить взаємопов'язані і послідовні етапи, до яких відносяться:

- визначення типу виробництва і методів роботи;
- вибір методу отримання заготовки;
- вибір і обґрунтування технологічних баз;
- призначення маршруту обробки окремих поверхонь і складання маршруту обробки деталі в цілому;
- розрахунок припусків, встановлення технологічних допусків і граничних розмірів заготовки на окремих стадіях обробки;
- уточнення ступеня концентрації операцій технологічних переходів;
- вибір обробного обладнання, технологічної оснастки інструментів;
- розрахунок режимів різання;
- визначення настроювальних розмірів;
- встановлення норм часу та кваліфікації робітників на операціях;
- оформлення технологічної документації.

При проектуванні технологічних процесів обробки складних деталей сумарне число можливих варіантів може бути дуже значним. Оптимізацію проєктованих і діючих технологічних процесів виробляють по різним цільовим функціям (мінімальної собівартості виготовлення деталі, максимальної продуктивності обробки, по заданому терміну окупності додаткових капітальних вкладень у виробництво).

Вихідними даними для проектування технологічних процесів механічної обробки є:

- схеми конструкції оброблюваної деталі із зазначенням її матеріалу, конструктивних особливостей і розмірів;
- технічні умови на виготовлення деталі, що характеризують точність і якість оброблюваних поверхонь, а також особливі вимоги до твердості і структури матеріалу, термічної обробки, балансуванню і т.п.;
- обсяг випуску виробів, до складу яких входить виготовлена деталь, з урахуванням випуску запасних частин;
- планований інтервал часу (зазвичай в роках) випуску виробів.

При проектуванні технологічних процесів для діючого виробництва необхідно мати інформацію про наявне обладнання, площі та інші місцеві виробничі умови. При проектуванні використовують довідкові і нормативні матеріали, каталоги і паспорти обладнання, альбоми пристосувань; ГОСТи і нормалі на ріжучий і вимірювальний інструменти, нормативи точності, розрахунку припусків, режимів різання і технічного нормування часу; тарифно-кваліфікаційні довідники та інші матеріали. Оформлення технологічних розробок проводиться на бланках технологічної документації

Проектування технологічного процесу включає в себе детальне вивчення робочого креслення деталі, технічних умов на її виготовлення та умов її роботи у виробі. Особлива увага приділяється можливості поліпшення технологічності конструкції деталі, так як в результаті може бути отриманий значний ефект від зниження трудомісткості і собівартості виконання процесів обробки.

Розроблені технологічні процеси оформляються на відповідних технологічних документах.

Першим етапом розробки технологічного процесу є складання плану операцій (технологічного маршруту), в якому намічається послідовність виконання технологічного процесу по всіх цехах, де виробляється механічна, термічна та інші обробки деталей. При цьому вибираються настановні бази та способи затиску заготовок, вибираються типи верстатів, характер різального інструменту та установочно-затискних пристосувань.

На другому етапі уточнюються способи виконання операцій механічної обробки, визначаються проміжні розміри з допусками, уточнюються типи і конструкції робочих і вимірювальних інструментів і установочно-затискних пристосувань (при цьому в разі потреби проводяться необхідні точнісні та економічні розрахунки), вибираються режими різання і заповнюються відповідні технологічні документи.

На третьому етапі уточнюється остаточно план операцій, розраховується технічно обґрунтована норма часу, яка служить основою для подальших розрахунків кількості потрібного обладнання, числа працюючих і площ цеху.

Основна частина. Для проектування технологічного процесу було обрано набір модулів NX Tooling системи Unigraphics з проектування технологічного оснащення. Це вертикальні рішення, які забезпечують експертні розв'язки для окремих технологічних процесів:

На промисловому підприємстві технологічна підготовка визначає не тільки швидкість і якість запуску нових виробів у виробництво. Достовірність і повнота інформації, що отримується на етапі технологічної підготовки, багато в чому гарантує ефективність планування та управління ресурсами підприємства. На якому обладнанні обробляти деталь, скільки необхідно замовити матеріалу, інструменти, скільки часу і ресурсів піде на виготовлення деталей і складання виробу - САПР техпроцесів в системі Unigraphics дозволяє оперативно отримати та обробити подібну інформацію, а саме:

- проектувати технологічні процеси в декількох автоматизованих режимах;
- розраховувати матеріальні і трудові витрати на виробництво;
- автоматично формувати усі необхідні комплекти технологічної документації, використовувані на підприємстві;
- підтримувати актуальність технологічної інформації за допомогою процесів управління змінами.

Розробка операційного технологічного процесу здійснюється за допомогою модулю Progressive Die Wizard.

На першому етапі створюється новий документ технологічного процесу.

Використовуючи інформаційну базу даних модулю Progressive Die Wizard системи Unigraphics технічний процес на корпусну деталь наповнюється необхідними операціями та переходами. Для створення допоміжного переходу та наповнення операції приладами натискаємо правою кнопкою миші на операції та вибираємо «Додати».

Далі додається новий ріжучий інструмент та в новому вікні БД вибираються необхідні параметри інструменту.

Розрахунок режимів різання виконується в спеціальному додатку модулю Progressive Die Wizard системи Unigraphics, який забезпечує якісно новий рівень автоматизації праці співробітників і керівників технологічних відділів, поєднуючи всіх фахівців з технологічної підготовки виробництва в єдиний інформаційний простір підприємства.

За допомогою інструменту «Формуватель карт» формується технологічний процес.

Для проектування управляючої програми для верстатів з ЧПУ використовується модуль підготовки управляючих програм NX CAM системи Unigraphics. Він дозволяє імпортувати тривимірну модель, створену за допомогою конструкторського додатку NX, який дозволяє виконати 3D моделювання виробу, провести аналіз перетинів і розрахунок міжцентрових характеристик моделі, підготувати 2D-документацію креслення або 3D-документацію з використанням PMI (розміри та анотації наносяться на 3D-модель). Дані можуть бути імпортовані в наступних форматах: IGES, VDA - FS, ProENGINEER, Unigraphics, CADDIS, CATIA, Parasolid, ACIS, STL, STEP, а також в Delcam форматах DGK і DMT.

Зручний і простий у використанні інтерфейс забезпечує доступ до набору стратегій обробки і засобів оптимізації навіть операторові верстата з ЧПУ.

Далі наводяться етапи створення управляючої програми для верстатів з ЧПУ з використанням модулю підготовки управляючих програм NX CAM системи Unigraphics:

1. Імпорт моделі.

2. Формування заготовки деталі з доступних варіантів: блок, контур, модель, межа, циліндр, враховуючи форму деталі, обираємо блок. Обов'язковим є налаштування системи координат моделі для кожної зі стратегій. У даному випадку використовуємо два роозташування систем координат.

3. Вибір інструменту для чорнової обробки. Для чорнової обробки деталі «Модель 16» створюємо Інструмент – «Концева фреза». Обираємо діаметр фрези – 10 мм, та довжину – 50 мм. Додаємо хвостовик: довжина заточки – 7,5 мм, довжина хвостовика – 55 мм. Додаємо патрон: виліт – 55 мм, загальна довжина – 100 мм.

4. Вибирається стратегія чорнової обробки
5. Задаються відповідні траєкторії обробки деталі.
6. Формування NC файлу.

Після того, як створені всі необхідні інструменти та траєкторії обробки деталі, формується сам текст управлячої програми. В новому вікні вибирається потрібний постпроцесор та траєкторії руху інструменту. Управляюча програма створена та збережена у вказаному каталозі.

Висновки. Наведена поетапна технологічна підготовка виробництва корпусних деталей в системі Unigraphics включає в себе проектування технологічного процесу виготовлення корпусної деталі з використанням інформаційної бази даних модулю Progressive Die Wizard системи Unigraphics, коли технічний процес на корпусну деталь наповнюється необхідними операціями та переходами, розрахунок режимів різання з використанням спеціального додатку модулю Progressive Die Wizard системи Unigraphics та розробку управляючої програми для верстатів з ЧПУ з використанням модулю підготовки управляючих програм NX CAM системи Unigraphics.

Список використаних джерел:

1. ГОСТ 34.601-90 «Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Автоматизовані системи. Стадії створення»,
2. ГОСТ 34.602 - 89 «Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання на створення автоматизованої системи».
3. Проектування керуючих програм для верстатів токарної групи з пристроєм числового програмного керування: навчальний посібник / Дмитрієв Ю.О., Мацулевич О.Є., Щербина В.М., Холодняк Ю.В. Мелітополь, Люкс, 2020. 132 с. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/12785>
4. Мацулевич О.Є., Чаплінський А.П. Використання методів комп'ютерного проектування при розробці технологічного процесу та управляючої програми для обладнання з ЧПУ. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф.* (Запоріжжя, 12-19 грудня 2022р.) Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 28-34.
5. Мацулевич О., Вершков О., Антонова Г., Зюзін М. Застосування САДсистеми Unigraphics для технологічної підготовки виробництва корпусних деталей. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матеріали IV Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Запоріжжя, 29-31 травня 2023 р.). С. 139 – 146.
6. Мацулевич О. Є., Дереза О. О., Тетервак І. Р. Розрахунок економічної ефективності використання системи автоматизованого проектування технологічної документації на підприємстві сільськогосподарського машинобудування. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології : матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф.* (Запоріжжя, 12-19 грудня 2022 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2022. С. 87-93.
7. Мацулевич О.Є. Застосування спеціалізованої PLM-системи Technologi CS при розробці автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних підприємства сільськогосподарського машинобудування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 1 (DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-1-13).*

8. Мацулевич О.Є., Вершков О.О. Вдосконалення методики контролю якості розробки управляючої програми із застосуванням симулятора роботи токарного верстата з ЧПУ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 2 (DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-12).

9. Мацулевич О.Є., Вершков О.О., Михайленко О.Ю., Тетервак І.Р. Комп'ютерне моделювання функціональних поверхонь індивідуальних вітрогенераторних станцій малої та середньої потужності. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 3.

УДК 514.18

КОМП'ЮТЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Мацулевич О.Є., к.т.н.

e-mail: oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua

Вершков О.О., к.т.н.

e-mail: oleksandr.vershkov@tsatu.edu.ua

Супрун М.В., асистент

e-mail: maksym.suprun@tsatu.edu.ua

Сидоренко І.О., здобувач вищої освіти

e-mail: sidorvania1223@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет Імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Застосування комплексної системи автоматизованого проектування (САПР) реконструкції сучасних підприємств неможливе без врахування питань блискавкозахисту будівель та споруд.

Сьогодні спостерігаються тенденції активного переходу до тривимірного моделювання та відповідної параметризації в машинобудівних САПР.

Результат діяльності, що підлягає автоматизації, – це переважно кресленики для будівельно-монтажних робіт. При цьому вкрай обмежені можливості наскрізного використання електронного проекту – аж до виготовлення виробів та підтримки їхнього життєвого циклу, наприклад, у машинобудуванні та електроніці. У даному випадку необґрунтованість прагнення до тривимірних моделей відзначається в багатьох джерелах.

Наприклад, фірма Autodesk та її партнери намагаються розробити систему оптимізації конструкції будівлі з інтергальним поєднанням тривимірного моделювання та систем підготовки та випуску звичайної «паперової» документації, яка досі, в основному, потрібна замовникам.

Для проектувальників дуже важливо, як все це позначається на вартості оснащення робочого місця. Простий розрахунок показує, що для оснащення 100 робочих місць (середня за нинішніми часами проектна організація) тільки мінімально необхідними програмними продуктами і тільки під AutoCAD потрібно не менше 1 700 тис. дол., тобто близько 17 тис. дол. одне робоче місце».

На наш погляд, застосування програмного забезпечення Autodesk Inventor дозволить вирішити поставлене завдання.

Придбання ліцензійного забезпечення Autodesk Inventor обійдеться, наразі, споживачу біля 4,5 тис дол. за одне робоче місце. Для порівняння, при створенні