

ПРО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК ПРИ РЕВЕРСИВНОМУ ІНЖИНІРИНГУ В УМОВАХ ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

¹Пермяков О.А., ²Ткаченко Т.Ю.

(¹НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, ²ПрАТ «Карлівський машинобудівний завод», м. Карлівка, Україна)

Промислове виробництво і пов'язані з ним інженерні, технологічні та наукові розроблення є одним із найважливіших напрямів розвитку інженерної думки, що стало підґрунтям усіх промислових революцій і зрештою визначило розвиток суспільства в технологічному й економічному плані, сприяло досягненню наявного рівня життя. Це пов'язано насамперед із розвитком нових технологій і підвищенням рівня діджиталізації суспільства, впровадженням сучасних технологій автоматизації всіх етапів виробничого процесу, продажів, післяпродажного обслуговування (CAD/CAM/CAE, IoT, CALS тощо). Тож, щоб відповідати вимогам продуктивності, безпеки, якості, стійкості та, зрештою, конкурентоспроможності підприємства, необхідно замінювати усталені традиційні практики (багато в чому ще з пострадянських часів), процеси та методи на сучасні, передові, наукомісткі версії. Це потребує певних, а здебільшого й досить значних, інвестицій, тому дослідження, розробки та інновації в цій галузі є актуальними та найважливішими напрямками інвестицій. Особливо це важливо для гнучких виробництв (мікро-, малих і середніх підприємств), які мають обмежені фінансові ресурси та технічні можливості.

В умовах високого темпу розвитку виробництва машинобудівної продукції, яка за своєю якістю повинна повністю задовольняти вимоги споживача і повинна виводитися на ринок у найкоротші терміни, велику роль відіграє технологічна гнучкість виробництва та можливість його швидкого переоснащення на випуск нових виробів. В умовах сьогодення виробництва не в повному обсязі використовують можливості сучасних верстатів з ЧПК із точки зору забезпечення ефективності дрібносерійного виробництва, оскільки не мають чіткої картини завантаження верстатів, яка дала б змогу побачити техніко-економічний ефект від їх використання. При цьому виникає організаційно-технологічне протиріччя між структурою гнучкої виробничої системи, яка характеризується кількістю і якістю використовуваного технологічного обладнання, та прогнозованістю ступеню його завантаження, без якої неможливо виконувати нормування технологічних операцій та розрахунки витрат в умовах дрібносерійного виробництва. Для вирішення цього протиріччя технологічна підготовка дрібносерійного виробництва повинна стояти на першому місці, а

питання прогнозування та визначення раціонального завантаження верстатів з ЧПК мати теоретичне та практичне обґрунтування.

Мета роботи передбачає вирішення актуального науково-технічного завдання підвищення ефективності реверсивного інжинірингу зношених деталей та забезпечення раціонального завантаження металорізальних верстатів з ЧПК шляхом створення системи критеріїв та принципів групування деталей при підготовці дрібносерійного виробництва з урахуванням термінів виготовлення та графіків випуску продукції підприємством.

В основу розробки технологічного процесу виготовлення деталей традиційно покладено технічний та економічний принципи. Згідно першого принципу технологічний процес, що проектується, повинен забезпечити виконання усіх вимог робочого креслення деталі та технічних умов. Згідно другого принципу – виготовлення деталі повинно відбуватися з мінімальною трудомісткістю та собівартістю. Проектування технологічного процесу – це багатоваріантна техніко-економічна задача, яка відзначається складністю та трудомісткістю. Для виготовлення однієї і тієї ж порівняно простої деталі може бути розроблено кілька різних технологічних процесів, які повністю забезпечують вимоги робочого креслення та технічних умов, але відрізняються за техніко-економічними показниками. Технічний та економічний принципи проектування технологічного процесу, відображаючи різні аспекти виготовлення деталей, знаходяться між собою у протиріччі. Розв'язання даного протиріччя досягається шляхом компромісу та багатокритеріальної оптимізації технологічного процесу, методики якої добре описані та відомі для умов багатосерійного та масового виробництв.

На сьогодні у реноваційних галузях найрозвиненіших країн світу задіяне близько 30% технологічного обладнання та робочої сили. Такий обсяг залучених ресурсів в машинобудуванні пов'язаний з тим, що відновлення зношених деталей залишається дуже важливим резервом підвищення ефективності використання техніки, економії матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів.

Сучасний розвиток інформаційних технологій у машинобудуванні надає альтернативу існуючим процесам відновлення деталей. Можливість створення 3D-моделей виробів методами ручного комп'ютерного графічного дизайну або за рахунок 3D-сканування, їх подальший експорт до САМ систем та використання методів традиційного субтрактивного виробництва (на основі верстатів з ЧПК) або методів адитивного виробництва (3D-друк) значно спрощує процес технологічного проектування та виготовлення деталей.

Одним із напрямів забезпечення одиничного та дрібносерійного виробництв є реверсивний інжиніринг. Реверсивний інжиніринг (реверс

інжиніринг, зворотне проектування, reverse-engineering) – процес створення точної копії об'єкта за вже існуючим зразком. Зворотне проектування деталей потрібне, коли необхідне: відновлення втрачених деталей; відновлення зношених або деталей, що вийшли з ладу; збереження інформації про об'єкти для їхнього подальшого ремонту чи відтворення. Реверс-інжиніринг прискорює та спрощує виробничі процеси.

При проектуванні технологічного процесу визначальними чинниками є тип деталі та величина виробничої партії деталей. У разі невеликої кількості деталей у виробничих партіях (одиничне та дрібносерійне виробництво) технологічний процес зазвичай реалізується на універсальних верстатах з використанням універсальної технологічної оснастки. Технологічний процес найчастіше розробляють укрупнено. Деталізація операцій виконується при використанні верстатів із ЧПК у зв'язку з необхідністю підготовки керуючих програм. В такому випадку вважається, що використання верстатів з ЧПК іноді стає не ефективним в порівнянні з універсальними верстатами без ЧПК, оскільки перші значно дорожче других. Очевидно необхідно виявити переваги сучасних верстатів з ЧПК із точки зору забезпечення ефективності дрібносерійного виробництва. Для цього необхідно розглянути дану проблему з декількох сторін. По перше, при проектуванні процесу виготовлення деталей максимально використовувати метод реверсивного інжинірингу, що дасть змогу економити час при розробці та суттєво скоротити час технологічної підготовки виробництва за рахунок використання методів імітаційного моделювання. По друге, використати метод групової технології та групування деталей по технологічності конструкції. При написанні програм врахувати технологічність деталей та об'єднати програми для кількох деталей або груп. По третє, при групуванні деталей по технологічності врахувати графіки випуску продукції та врахувати актуальність деталі в конкретний момент часу виконання виробничого завдання.

Аналіз технологічності конструкції та використання методу групової технології з врахуванням графіків, при виготовленні деталі, дасть змогу розробити гнучку систему підготовки виробництва та збільшить завантаження верстатів з ЧПК в одиничному та дрібносерійному виробництві. Такий підхід дасть змогу малим виробничим підприємствам раціонально використовувати інвестиційні ресурси не тільки у вигляді коштів, а й у вигляді часу.

Література:

1. Реверсивний інжиніринг та впровадження сучасних методів і засобів контрольних операцій /Пермяков О.А., Яковенко І.Е., Калініченко В.А., Скиба О.С., Южкович П. //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні– Харків: НТУ «ХПІ», 2023. № 2 (8) 2023. – С. 23–31.