(1050) – с. 6-12. **2.** *Дащенко А.Ф., Белоконев И.М. и др.* Инженерная механика. Автоматизированные расчеты механизмов и машин в системе Microsoft Excel: Учебник / *Дащенко А.Ф., Белоконев И.М., Коломиец Л.В., Свинарев Ю.Н.* – Одеса: СтандартЪ, 2006. – 320с. **3.** СТО 24.09-5821-01-93 Краны грузоподъёмные промышленного назначения. Нормы и методы расчёта элементов стальных конструкций. **4.** ОСТ 24.090.72 - 83. Нормы расчета стальных конструкций мостовых и козловых кранов. - М., 1983. - 92 с. **5.** *Шаргород А.Ю., Ложкин Г.В.* Применение электронных таблиц для автоматизации управления данными CAD-систем / *А.Ю. Шаргород, Г.В. Ложкин* // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2012. – Выпуск 158 – С. 15-17. **6.** *Daily Download 6: Working with FEA programs*: http://newtonexcelbach.wordpresP.com/2012/09/22/daily-download-6-working-with-fea-programs/ **7.** *ExcelFEM_3D (for Excel 2007 & Excel 2010):* http://www.excelcalcP.com **8.** Mechanical, Industrial and Technical Calculations: http://www.mitcalc.com

Bibliography (transliterated): 1. *Grigorov O.V., Stepochkina O.V. Inzhenernye i informacionnye aspekty reshenija zadachi o peredvizhenii kranov mostovogo tipa v srede MS Excel. Visnik Nacional'nogo tehnichnogo universitetu "KhPI". Zbirnik naukovih prac'. Serija: Novi rishennja v suchasnih tehnologijah. –Kharkov: NTU "KhPI" – 2014r. - No7 (1050) – P. 6-12. **2.** Dashhenko A.F., Belokonev I.M. i dr. Inzhenernaja mehanika. Avtomatizirovannye raschety mehanizmov i mashin v sisteme Microsoft Excel: Uchebnik – Odesa: Standart, 2006. – 320P. 3. STO 24.09-5821-01-93 Krany gruzopodjomnye promyshlennogo naznachenija. Normy i metody raschjota jelementov stal'nyh konstrukcij. 4. OST 24.090.72 - 83. Normy rascheta stal'nyh konstrukcij mostovyh i kozlovyh kranov. - Moscow, 1983. - 92 P. **5.** Shargorod A.Ju., Lozhkin G.V. Primenenie jelektronnyh tablic dlja avtomatizacii upravlenija dannymi CAD-sistem. Avtomatizirovannye sistemy upravlenija i pribory avtomatiki. – 2012. – Vypusk 158 – P. 15-17. **6.** Daily Download 6: Working with FEA programs: http://newtonexcelbach.wordpresP.com/2012/09/22/daily-download-6-working-with-fea-programs/ **7.** ExcelFEM_3D (for Excel 2007 & Excel 2010): http://www.excelcalcP.com **8.** Mechanical, Industrial and Technical Calculations: http://www.mitcalc.com.*

Поступила (received) 15.10.2014

УДК 621.91

О. В. КОТЛЯР, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

Розглянуті питання багатокритеріальної оптимізації технологічних процесів виготовлення корпусних деталей в умовах багатономенклатурного виробництва. Розроблено конкуруючі варіанти технологічних процесів та систему критеріїв оптимізації. Проведено порівняльний аналіз критеріїв оптимальності і визначено найвигідніший варіант технологічного процесу в залежності від виробничих умов.

Ключові слова: корпусна деталь**,** багатономенклатурне виробництво, технологічний процес, критерії оптимальності, інтенсивність формоутворення, інтенсивність прибутку**.**

Вступ. У сучасному машинобудуванні найбільша частка деталей, які отримують обробкою різанням, випускається в умовах багатономенклатурного

© О.В. Котляр, 2014

виробництва, що характеризується нестабільністю номенклатури й обсягів випуску продукції. У розвинених країнах частка машинобудівної продукції, яка випускається у цих умовах досягає 75–80%. Багатономенклатурне виробництво характеризуються широкою номенклатурою виробів, різноманітністю технологічних операцій та маршрутів обробки, частим переналагодженням обладнання, а також складною організацією виробництва.

Сучасний рівень розвитку техніки характеризується розмаїттям та підвищеною складністю конструкції виробів машинобудування, в результаті чого кількість вузлів механізмів і деталей істотно збільшується, ускладнюються функціональні зв'язки, посилюються вимоги щодо виготовлення та складання. Ця тенденція призводить до ускладнення структури технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей і вузлів виробів та підвищення трудомісткості проектування ТП, що відображається в певній послідовності виконання операцій механообробки, термообробки і т.д.

Робота підприємств в умовах ринкової економіки висуває на перший план необхідність забезпечення високої якості виробу при відносно низькій його вартості. Це у свою чергу призводить до підвищення вимог щодо точності виготовлення деталей та вузлів, визначає необхідність застосування дорогого обладнання та оснастки, що в остаточному підсумку є причиною збільшення витрат і подовження часу на конструкторсько-технологічну підготовку виробництва.

Постановка проблеми. Для сучасного машинобудування характерні наступні основні тенденції:

– збільшення змінюваності випуску виробів через швидке розширення споживчого ринку;

– підвищення надійності та експлуатаційних характеристик виробів, зниження витрат на експлуатацію і ремонт;

– підвищення вимог до якості виробів, деталей і оброблюваних поверхонь.

Основним засобом підвищення якості виробів, скорочення термінів їх розроблення, забезпечення точності та стабільності виготовлення, а також забезпечення мінімальної собівартості є вдосконалення технічної підготовки виробництва за рахунок розвитку систем технологічного проектування, бо технологічне проектування – це головне завдання технічної підготовки виробництва, яке становить майже половину її трудомісткості.

Ефективне технологічне проектування може здійснюється тільки на методичній основі оптимізації ТП, що базується на техніко-економічних принципах, які дозволяють розробляти та впроваджувати найбільш раціональні ТП із множини конкуруючих варіантів.

Згідно із цими принципами, обробка деталей повинна здійснюватися з найменшою трудомісткістю та мінімальною собівартістю за умови її виготовлення в необхідній кількості та в терміни, встановлені календарними виробничими планами. Реалізація вказаних вимог забезпечується багатоваріантністю проектування, у ході якого формуються альтернативні з технічних позицій варіанти та вибирається найвигідніший з них.

При традиційному проектуванні питання пошуку оптимального рішення найчастіше не є приорітетним через те, що кількість детально проаналізованих варіантів невелика, а їх оцінювання виконується на основі інтуїції та досвіду проектувальника і лише в окремих випадках – порівнянням найбільш простих кількісних критеріїв.

Сьогодні завдання вибору оптимальних технологічних рішень стало вельми актуальним. Це обумовлено, з одного боку, неможливістю іншими засобами вдосконалити технологію, а з іншого – потенційними можливостями сучасної комп'ютерної техніки. Таким чином, є сприятливі умови для розвитку і впровадження автоматизації технічної підготовки виробництва, у тому числі, для автоматизації проектування ТП механічної обробки деталей методами багатокритеріальної оптимізації. Відкрилися нові можливості для спрямованого пошуку ефективних технологічних рішень в області структурного та параметричного проектування технологічних систем.

Автоматизація проектування ТП потребує перегляду методів рішення багатьох завдань проектування у тому числі оптимізаційних, розроблення способів їх формалізації, кількісного опису та вибору критеріїв оптимальності. Як стимул для розроблення формальних методів пошуку технологічних рішень, автоматизація проектування сприяє застосуванню цих методів і у неавтоматизованому проектуванні.

Мета дослідження. Формування конкуруючих варіантів ТП обробки корпусної деталі та визначення оптимального з них на підставі багатокритеріальної оптимізації.

Матеріали досліджень. Згідно з типовими маршрутами обробки та в залежності від конструктивно-технологічних особливостей і величини виробничої партії корпусні деталі можуть оброблятися на різних типах фрезерних, свердлильних, розточувальних та шліфувальних верстатів з ручним керуванням і з ЧПК при використанні як стандартної, так і спеціальної технологічної оснастки.

Визначальний вплив на вибір типу верстата має величина виробничої партії деталей та її конструктивно-технологічні особливості (максимальні довжина, ширина, висота та вимоги по точності і шорсткості поверхонь), а також спосіб отримання заготовки (прокат, паковка,. штамповка чи відливка). Різноманіття металорізальних верстатів, на яких можлива обробка деталі та способів отримання заготовки призводить до зростання числа конкуруючих варіантів ТП. Наприклад, для корпусної деталі, що наведена на рис. 1 і виготовлена з алюмінієвого сплаву АК6 можна сформувати щонайменше чотири узагальнених варіанти ТП (табл. 1).

Ефективність функціонування підприємства визначається на підставі комплексного та системного дослідження показників його діяльності, при якому проводиться їх співставлення та визначення взаємозв'язків. Основними показниками діяльності підприємства є: продуктивність праці, максимальний прибуток, собівартість та конкурентоспроможність продукції, інтенсивність та ефективність використання фінансових ресурсів, матеріало- і

енергомісткість продукції, рентабельність, фондомісткість, фондовіддача, коефіцієнт використання обладнання та ін.

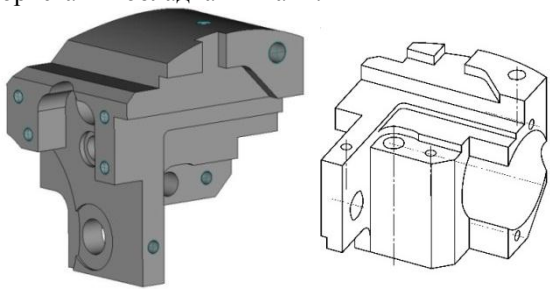

Рис. 1 – Деталь «Корпус»

Прогресивний розвиток техніки і технологій та підвищення конкуренції визначають необхідність інтенсифікації виробництва, яка передбачає підвищення продуктивності обробки, ефективності використання матеріальних, енергетичних і фінансових ресурсів, якості продукції, а також скорочення строків технологічної підготовки виробництва.

Таблиця 1 – Варіанти технологічного процесу обробки деталі

Номер варіанту ТП	Спосіб отримання заготовки	Тип обладнання
1	Прокат	Універсальне з ручним керуванням
2	Відливка	Універсальне з ручним керуванням
3	Прокат	З ЧПК
4	Відливка	З ЧПК

Таким чином, визначення найвигіднішого варіанту ТП обробки деталі слід проводити на підставі системи критеріїв, яка сприяє інтенсифікації виробництва і характеризує організаційно-технологічну структуру машинобудівного виробництва та дозволяє найбільш точно визначити область ефективного застосування технологічного обладнання [1].

В якості критерію оптимальності, який характеризує організаційно-технологічну структуру виробництва і відображає його технологічні аспекти діяльності доцільно використовувати інтенсивність формоутворення, а для оцінки економічних аспектів діяльності будь-який з наступних: інтенсивність маржинального прибутку, інтенсивність прибутку, прибуток, собівартість обробки та приведені витрати.

Основним критерієм, що дозволяє охарактеризувати виробничу діяльність підприємства, пов’язану з виготовленням деталі є продуктивність. Продуктивність обробки впливає на більшу частину показників роботи підприємства, зокрема, на собівартість продукції та прибуток від її реалізації. Збільшення продуктивності та інтенсивності обробки є найбільш суттєвим фактором зниження собівартості продукції. Так, за даними фірми SANDVIK COROMANT підвищення швидкості

різання твердосплавними пластинами на 20% дозволяє зменшити собівартість обробки на 15%, тоді як зменшення витрат на РІ на 30% зменшує собівартість лише на 1% . Тому, найбільш раціональним напрямком збільшення ефективності виробництва є підвищення продуктивності та інтенсивності обробки за рахунок використання сучасних ріжучих матеріалів провідних світових виробників та спеціальних конструкцій ріжучих і допоміжних інструментів, що забезпечують паралельну концентрацію технологічних переходів.

Продуктивність обробки адекватно характеризує системний критерій "інтенсивність формоутворення" *W*, мм/хв, який на відміну від показника "штучна продуктивність" має абсолютний характер і дозволяє оцінити продуктивність різних типів металорізальних верстатів і верстатних систем при обробці різноманітних деталей. Цей показник має ієрархічну структуру, що відповідає структурі технологічної системи і показнику "штучна продуктивність". Ієрархічна структура показника інтенсивності формоутворення складається з технологічної, циклової та нормативної інтенсивності формоутворення. Технологічна W_T інтенсивність формоутворення (хвилинна подача) враховує тільки значення режимів різання та дозволяє визначити основний час обробки, а циклова $W_Ц$ і нормативна $W_Н$ інтенсивності формоутворення враховують також внутрішньоциклові та позациклові втрати часу і відповідно дозволяють визначити час циклу роботи верстата та норму часу обробки деталі. Для оцінки продуктивності обробки деталей на різних типах металорізальних верстатів доцільно використовувати нормативну інтенсивність формоутворення.

Цільова функція для визначення нормативної інтенсивності формоутворення має вигляд:

$$W_H = \sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j} W_{Tij}\,\frac{t_{Oij}}{T_{ШПij} + T_{ПЗj}/N_Д + \tau_j}\right),$$

де W_{Tij} – технологічна інтенсивність формоутворення і-ї поверхні на j-му верстаті, мм/хв; $T_{ШПij}$ – норма штучного часу обробки і-ї поверхні на j-му верстаті, хв; t_{Oij} – основний час обробки і-ї поверхні на j-му верстаті, хв; $T_{ПЗj}$ – підготовчо-заключний час, пов'язаний з обробкою партії деталей на j-му верстаті, хв; $N_Д$ – величина виробничої партії деталей, шт; τ_j – резерв часу, необхідний для відновлення працездатності j-го верстата у разі випадкової відмови верстата або РІ, з метою підвищення імовірності виконання виробничого завдання, хв.

Критерій собівартості охоплює широке коло витрат і, поряд з витратами часу, враховує витрати матеріалізовані в засобах виробництва (амортизація обладнання, електроенергія, допоміжні матеріали та ін.) [2].

Собівартість продукції визначається двома основними методами:

1) Методом повного розподілення витрат;

2) Методом часткового розподілення витрат.

При визначенні собівартості методом повного розподілення витрат (*Absorpion Costing*) всі виробничі витрати (постійні та змінні) враховуються у собівартості виготовленої продукції і пропорційно розподіляються між реалізованою продукцією і продукцією, що не була реалізована і залишилася на складі. За рахунок врахування постійних витрат цей метод забезпечує високий рівень собівартості, що зменшує конкурентоздатність продукції.

В останні десятиріччя набув розповсюдження метод часткового розподілення витрат – система "дайрект-костінг" (*Direct Costing*), згідно з якою собівартість продукції розраховується тільки з урахування перемінних витрат, що залежать від обсягу виробництва. Постійні витрати не включаються у розрахунок собівартості, а відраховуються з усього обсягу прибутку, який отриманий у продовж планово проміжку часу. Це викликано тим, що завоювання та утримання ринків можливо при реалізації більш дешевої продукції на підставі зниження її собівартості і отримання прибутків за рахунок більших обсягів продажу.

Система "дайрект-костінг" дає можливість встановити взаємозв'язки між витратами та обсягами виробництва, а саме прогнозувати собівартість та прибуток в залежності від них. У системі "дайрект-костінг" виділяють поняття маржинального прибутку, який визначається різницею між доходом та перемінними витратами і фактичного прибутку, що розраховується шляхом відрахування з маржинального прибутку постійних витрат. Зміна маржинального прибутку дозволяє виявити більш рентабельні вироби і вплинути на асортимент продукції. Тому, використання системи "дайрект-костінг" на вітчизняних підприємствах є необхідною умовою забезпечення їх сталого розвитку та конкурентоздатності.

У відповідності до вище зазначеного цільова функція для визначення величини технологічної собівартості деталі по методу повного розподілення витрат має вигляд:

$$C_T = Ц_З + \sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right) + S_П,$$

де $Ц_З$ – ринкова ціна заготовки, грн; $Ц_{РИij}$ – ціна комплекту РІ для обробки і-ї поверхні на j-му верстаті, грн; m – кількість металорізальних верстатів, що задіяні при обробці деталі, шт; p_j – кількість оброблюваних поверхонь деталі на j-му верстаті, шт; $K_{УБ}$ – коефіцієнт випадкової втрати РІ (приймається 1,1); T_{ij} – стійкість комплекту РІ для обробки і-ї поверхні на j-му верстаті, хв; t_{Oij} – основний час обробки і-ї поверхні на j-му верстаті, хв;

z_{ij} – кількість граней багатогранної непереточуваної пластини РІ, шт; C_{Cij} – відповідно витрати на переточування або зміну багатогранної пластини РІ, грн; $З_{Pj}$ – заробітна плата основних і допоміжних робітників з нарахуваннями на j-му верстаті, грн; C_{Ej} – вартість електроенергії, що витрачена на обробку деталі на j-му

верстаті, грн; $T_{ШТКj}$ – норма штучно-калькуляційного часу обробки деталі на j-му верстаті, хв; $S_П$ – величина постійних витрат, що припадають на одну деталь, грн.

При визначенні технологічної собівартості деталі по методу часткового розподілення витрат не враховуються постійні витрати, таким чином, цільова функція для визначення величини технологічної собівартості деталі по методу часткового розподілення витрат має вигляд:

$$C_{TM} = Ц_З + \sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right).$$

В якості узагальнюючого економічного критерію оптимальності ТП використовуються річні приведені витрати, які на відміну від собівартості, враховують ще економічну ефективність капітальних вкладень:

$$П = C + E_н \cdot K,$$

де C – собівартість обробки річної виробничої програми;

K – величина капітальних вкладень;

$E_н$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E_н = 0.1$.

$$C = C_T \cdot N_P,$$

де C_T – технологічна собівартість виготовлення деталі, грн.

N_P – річна виробнича програма випуску деталей, шт.

Недоліком критеріїв собівартості та приведених витрат є те, що вони визначають оптимальний варіант ТП по мінімуму витрат на виробництво продукції, тоді як в мовах сучасної економіки метою діяльності підприємств є одержання максимального прибутку. В свою чергу мінімальна собівартість продукції ще не гарантує її конкурентоздатність і отримання прибутку, необхідного для розвитку підприємства.

Прибуток займає лідируюче положення в ієрархії цілей виробничої організації. Як економічна мета він характеризує фінансовий результат підприємницької діяльності підприємств[3]. Прибуток є показником, що найбільш повно відображає ефективність виробництва, продуктивність праці, рівень собівартості, якість продукції та ін. Разом з тим, прибуток впливає на зміцнення комерційної діяльності, інтенсифікацію виробництва та є джерелом забезпечення внутрішньогосподарських потреб підприємств. За рахунок прибутку здійснюється фінансування заходів науково-технічного і соціально-економічного розвитку. Так, наприклад, 89% американських компаній різних галузей економіки ставлять на перше місце серед цілей своєї діяльності саме отримання прибутку. Тому основною метою кожного підприємства є одержання якомога більшого прибутку.

Величина прибутку залежить від ринкової ціни продукції та її собівартості. В умовах ринкової економіки ціна продукції визначається під дією ринкових факторів, основними з яких є попит та пропозиція і не залежить від технологічних особливостей виготовлення деталей. Тому,

основним фактором, який залежить від ТП виготовлення деталі і випливає на величину прибутку підприємства залишається собівартість.

На ціну, собівартість та прибуток підприємств впливають зміни в податковій, митній та іншій політиці держави. Таким чином, в умовах нестабільної економічної та соціально-політичної ситуації найбільш значимою фінансовою метою підприємства є одержання максимального прибутку в найбільш короткий строк. Цій меті у повній мірі відповідає критерій "інтенсивність маржинального прибутку" $I_П$, грн/хв, який відображає величину одержуваного маржинального прибутку від реалізації продукції, що припадає на одиницю часу, витраченого на її виробництво.

Цільова функція для визначення інтенсивності маржинального прибутку, тобто при визначенні собівартості деталі по методу часткового розподілення витрат має вигляд:

$$I_{ПМ} = \frac{Ц_Д - Ц_З - \sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right)}{\sum_{j=1}^{m} T_{ШПКj}},$$

де $Ц_Д$ – ринкова ціна деталі, грн;

Цільова функція для визначення інтенсивності прибутку при розрахунку собівартості деталі по методу повного розподілення витрат має вигляд:

$$I_П = \frac{Ц_Д - Ц_З - \left(\sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right) + S_П\right)}{\sum_{j=1}^{m} T_{ШПКj}}.$$

Відповідно розрахунок величини прибутку та маржинального прибутку виконується за наступними залежностями:

$$П = Ц_Д - Ц_З - \left(\sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right) + S_П\right),$$

$$П_М = Ц_Д - Ц_З - \sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{p_j}\frac{(Ц_{РИij} + C_{Cij}/z_{ij} + 1)\cdot K_{УБ}\cdot t_{Oij}}{T_{ij}\cdot z_{ij}} + З_{Pj} + C_{Ej}\right).$$

Результати досліджень. Для сформованих варіантів ТП обробки корпусної деталі (рис. 1) на рис. 2-4 наведено порівняльний аналіз розглянутих техніко-економічних критеріїв в залежності від величини виробничої партії деталей. На рис. 2-4: 1, 2 ,3, 4 – варіанти ТП обробки деталі (табл. 1); а – розрахунок собівартості обробки методом повного розподілення

витрат; б - розрахунок собівартості обробки методом часткового розподілення витрат

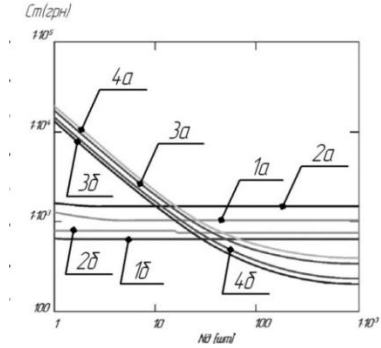

Рис. 2 – Залежності собівартості обробки від величини виробничої партії деталей

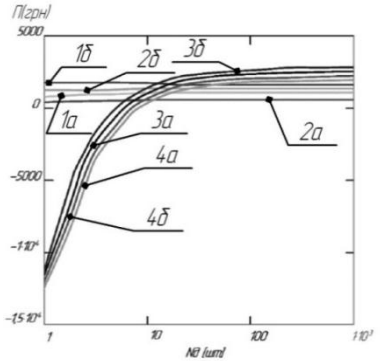

Рис. 3 – Залежності прибутку від величини виробничої партії деталей

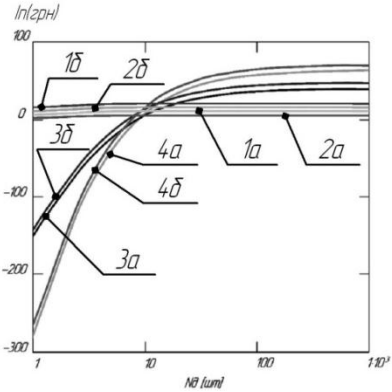

Рис. 4 – Залежності інтенсивності прибутку від величини виробничої партії деталей

Як бачимо, використання в якості техніко-економічного критерію прибутку, дозволяє зменшити величину критичної програми випуску деталей для випадків обробки деталі на верстатах з ЧПК у порівнянні з собівартістю обробки, а інтенсивність прибутку ще більше зменшує цю величину. Так, наприклад, собівартість виготовлення деталі на верстатах з ЧПК буде найменшою при величині виробничої партії більше 50-ти деталей (графіки 3б та 4 б на рис. 2), а найбільший прибуток можна отримати при величині виробничої партії 27 деталей (графіки 3а та 3б на рис. 3), тоді як максимальна інтенсивність прибутку буде спостерігати вже при 19 деталях у виробничій партії (графіки 4а та 4 б на рис. 4). Також слід зазначити, що при такій виробничій партії деталей критерій інтенсивність прибутку дозволяє з економічної точки зору обробляти на верстатах з ЧПК заготовки, отримані різними методами лиття, тоді як максимальний прибуток буде одержаний при виготовленні заготовок з прокату. Таким чином, використання критерію інтенсивності прибутку дозволяє розширити межі ефективного застосування верстатів з ЧПК та заготовок, отриманих різними методами лиття.

Вибір оптимального ТП з урахуванням кількох показників здійснюється шляхом багатокритеріальної оптимізації. Необхідність багатокритеріальної оптимізації ТП пов'язана з тим, що окремі критерії не можна звести один до іншого і вони перебувають між собою в складному взаємозв'язку, який характеризується їх суперечливістю [4].

Для розглянутих варіантів ТП обробки корпусної деталі (табл. 1) була проведена багатокритеріальна оптимізація ТП методом вагових коефіцієнтів з використанням різних критеріїв оптимальності. Результати дослідження наведені у табл. 2.

Визначення собівартості методом часткового розподілення витрат дозволяє розширити межі ефективного застосування як верстатів з ЧПК, так і верстатів з ручим керуванням.

Таблиця 2 – Результати визначення оптимального варіанту технологічного процесу

Критерії оптимальності	Варіант технологічного процесу		
	Величина виробничої партії деталей		
Інтенсивність формоутворення та собівартість виготовлення, визначена методом повного розподілення витрат	№1 1 - 12	№3 13 - 24	№4 25 - 1000
Інтенсивність формоутворення та собівартість виготовлення, визначена методом часткового розподілення витрат	№1 1 - 34	№3 35 - 42	№4 43 - 1000
Інтенсивність формоутворення та інтенсивність прибутку	№1 1 - 11	№3 12 - 19	№4 21 - 1000
Інтенсивність формоутворення та інтенсивність маржинального прибутку	№1 1 - 8	№3 9 - 13	№4 14 - 1000

Висновки.

1. Визначення оптимальних технологічних процесів обробки корпусних деталей доцільно проводити на підставі багатокритеріальної оптимізації з використанням критеріїв оптимальності, які відображають технологічні та економічні аспекти діяльності підприємства.

2. Використання в якості критеріїв оптимальності інтенсивності формоутворення та інтенсивності маржинального прибутку дозволяє розширити межі ефективного застосування металорізального обладнання.

3. Для підвищення економічної ефективності металорізального обладнання розрахунок собівартості обробки доцільно проводити методом часткового розподілення витрат.

Список літератури: **1.** Многокритериальная оптимизация технологических систем механической обработки / *Карпусь В. Є., Котляр А. В.* // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 2013. - № 6. - С. 76 - 83. **2.** *Савицька Г.В.* Економічний аналіз діяльності підприємства. – Київ: Знання, 2007. – 668 с. **3**. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 248 с. **4.** *Антушев Г.С.* Методы параметрического синтеза сложных технических систем. – М.: Наука, 1989. – 88 с.

Bibliography (transliterated): ***1.*** *Karpus, V. E., Kotliar A. V. "*Mnogokriterialnaja optimizasija tehnologicheskih sistem mehanicheskoj obrabotk*". Moscow. Vestnik machinostroenija. No. 6. 2012. 76-83. Print.* ***2.*** *Savitskaja G. V. Ekonomichniy analiz dijalnosti pidpriemstva*. Kiev. Znannja. 2001. *Print.* ***3.*** *Alekseeva M M. Planirovanie dejatelnosti firmu. Moscow. Finansu i statiatika. 2001 Print.* ***4.*** *Antuchev G. P. Metodu parametricheskogo sinteza slojnuch tehnicheskih sistem*. Moscow. Nayka. 1989. *Print.*

Надійшла (received) 20.10.2014

УДК 658.512

О.Л. КОНДРАТЮК, канд. техн. наук., доц. УІПА, Харків;
А.О. СКОРКІН, асистент УІПА, Харків

РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ЗБОРКИ СКЛАДНИХ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ

Велику питому вагу в загальному об'ємі складальних операцій займають операції по зборці типових з'єднань, що характеризуються високим рівнем монотонності праці, повторюваності робочих рухів, а також які не вимагають високої кваліфікації працівника. Виходячи з цього в даній роботі розглянуті принципи розробки організаційно-технологічних структур системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів на основі комплексного аналізу існуючих методів розробки структур збирання для дрібносерійного збирання. Зроблені висновки, щодо вибору раціональних структур зборки для конкретних умов та виду машинобудівних виробів

Ключові слова: технологічний процес складання, складальна одиниця, точність, робоче місце.

© О.Л. Кондратюк, А.О. Скоркін, 2014