
“АСАУ” – 19(39) 2011

УДК 65-012.22

М.М. Поліщук, Д.М. Філіппов, Д.І. Красота

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТИЗОВАНОГО ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Анотація: Розглянуто роботизований транспортно-складський комплекс. Описано та обґрунтовано вибір методу Хука-Дживса, як методу оптимізації параметрів змодельованої системи.

Ключевые слова: оптимізація, транспортно-складська система, цільова функція, фактори, метод Хука-Дживса

Вступ

Для мінімізації затрат на роботу автоматизованої транспортно-складської системи та більш раціонального її використання, доречним являється оптимізація параметрів даного комплексу. Цільові функції, значення яких треба мінімізувати залежать від факторів, на які в свою чергу накладаються певні обмеження. Проте зменшення розмірів допустимої області не спрощує процедуру пошуку оптимуму, а навпаки, ускладнює її, оскільки ряд методів оптимізації не можна використовувати при наявності обмежень. При цьому, може порушуватися основна умова, згідно з якою оптимум повинен досягатись в стаціонарній точці, що характеризується нульовим градієнтом.

Таким чином, клас досліджуваних методів повинен бути спрямований на знаходження умовного екстремуму. Крім того, оскільки система є складною, часто, цільові функції є нелінійними і багатофакторними, це, в свою чергу, ускладнює вибір методу оптимізації.

Огляд транспортно-складських систем

Метою автоматизованої транспортно-складської системи (АТСС) є приймання, нагромадження, транспортування, видача всіх видів вантажів (заготовок, напівфабрикатів, готових виробів, інструменту, технологічного оснащення) в технологічну систему для забезпечення її найбільш ефективного функціонування при виготовленні заданого обсягу виробів заданої номенклатури з найменшими простоями основного технологічного обладнання та мінімальними зведеними витратами.

Ці системи складаються з таких модулів та елементів:

- комплекту транспортно-складської тари, касет і супутників, які забезпечують збільшення транспортних вантажних одиниць;
- завантажувальної ділянки, через яку у гнучкий виробничий комплекс надходять усі заготовки, інструмент, спеціальні пристрої, інші вантажі та матеріали, необхідні для ефективного автономного функціонування гнучкого виробництва;

© М.М. Поліщук, Д.М. Філіппов, Д.І. Красота, 2011

– ділянки (модуля) комплектації (укладання) вантажів у тару, касети та супутники, які потрібні в тих випадках, коли заготовки та інструмент надходять у гнучкий виробничий комплекс(ГВС) навалом в універсальній тарі та потребується їх орієнтоване укладання в касети та супутники, або коли в процесі обробки деталей після деяких операцій потрібна перестановка деталей в касетах і супутниках, а також за необхідності налагодження (комплектації) інструменту в блоки (інструментальні налагодження) для їх подавання на механічну обробку(МО);

– ділянки зберігання (МСК), яка служать для тимчасового зберігання запасів заготовок, напівфабрикатів, інструменту, пристроїв, готових деталей та виробів, порожньої тари, касет, супутників;

– перевантажувальної ділянки, що призначена для передавання піддонів, касет, супутників із вантажами з МСК на внутрішньосистемний транспорт ГВС і в зворотному напрямку;

– внутрішньосистемного транспорту - транспортної системи ГВС, яка служить для подавання (диспетчеризації) піддонів, касет, супутників із заготовками, напівфабрикатами, інструментом із МСК до МО, а також напівфабрикатів, готових виробів, контрольного та обробного інструменту в зворотньому напрямку з технологічної системи ГРВ на МСК;

– приймально-відправних ділянок, які розташовуються біля МО та МКП і призначені для передавання заготовок та напівфабрикатів у тарі з внутрішньосистемного транспорту ГВС до МО і МКП, а готових деталей та виробів - у зворотньому напрямку. Ці ділянки служать також буферними міжопераційними нагромаджувачами, що забезпечують вирівнювання вантажних потоків і демпфірування динамічних навантажень при розподілі матеріальних потоків за обробними ресурсами ГВС;

– розвантажувальної ділянки, що служать для видачі готових деталей і виробів у тарі, а також інших вантажів із ГВС на зовнішній транспорт (внутрішньозаводський чи внутрішньоцеховий).

Матеріальний потік ГВС в основному включає транспортування та нагромадження заготовок, інструментів і технологічного оснащення. В найпростішому випадку для заготовки задається незмінна послідовність проходження нею ділянок обробки. Ця послідовність може бути різною для різних класів і партій заготовок.

Гнучка організація процесу відрізняється змінною послідовністю проходження ділянок обробки виробами. В послідовності технологічних операцій нерідко задається змінний напрямок надходження заготовок, і під час створення виробничих систем бажано цей ступінь вільності використати, наприклад, у ситуаціях, коли виникають порушення в постачаннях або при нестачі виробничих потужностей на тій чи іншій ділянці, внаслідок чого відбувається перерозподіл замовлень. У таких випадках реалізуються стратегії пріоритетів обладнання чи виробів, що забезпечується відповідними модулями та організацією транспортно-нагромаджувальних операцій. Це дає змогу при експлуатації ГВС розв'язувати різні задачі (наприклад, забезпечувати максимальне календарне

завантаження обладнання чи реалізовувати термінові завдання - мінімізувати час циклу обробки виробів).

В існуючих ГВС використовуються три типи транспортних потоків. Роздільне транспортування об'єктів на піддонах-тримачах (до 75 %) застосовується, головним чином, для транспортування об'єктів призматичної форми чи корпусних деталей. Деталі типу тіл обертання найчастіше (до 20 %) транспортуються в нагромаджувачах, жорстко зв'язаних із магазином або складовим піддоном. У рідких випадках (до 5 %) використовується суміщене, тобто як роздільне транспортування об'єктів виробництва, так і їх транспортування в нагромаджувачах однієї транспортної системи.

Основними етапами проектування АТСС є: визначення функції та завдань АТСС; формування початкових даних; визначення кількості транспортних засобів, МСК, міжопераційних нагромаджувачів та їх потрібної місткості, а також пропускної здатності; вибір компонування АТСС; виконання технологічних розрахунків за вантажопотоками і режимами роботи АТСС; розробка імітаційної моделі АТСС, формування для її реалізації початкових даних, моделювання процесів в АТСС і ГВС для різних виробничих умов, які змінюються, коректування окремих параметрів АТСС і компонування ГВС за результатами імітаційного моделювання; розгляд конкурентоздатних варіантів технічного оснащення АТСС і розрахунки їх техніко-економічних показників; вибір або проектування окремих функціональних модулів і пристроїв АТСС; розробка технічних завдань на нестандартизоване обладнання; виконання технологічної, будівельної, конструкторської, електротехнічної частин проекту складання монтажних креслень, відомості покупного обладнання, розрахунково-пояснювальної записки, кошторису; визначення остаточної техніко-економічних показників АТСС.

Постановка задачі

Оберемо цільові функції, варійовані фактори та обмеження, які накладаються на фактори. Тоді задача зведеться до знаходження значення змінних x_1, x_2, \dots, x_n , які спричиняють максимум (мінімум) заданої скалярної функції $f(x_1, \dots, x_n)$ при встановленій області допустимих значень D . Тобто виникає задача оптимізації скалярної функції, при заданих обмеженнях параметрів.

За цільову функцію візьмемо сумарний час транспортних операцій на переміщення місячного обсягу вантажу, що вираховується за формулою [1]

$$T_{c\Sigma} = \frac{T_{ц} \sum_{i=1}^m Z_{T_i} K_{T.o.}}{60Z_T^I} \quad (1)$$

Варійованими факторами в даному випадку будуть: кількість переміщень транспорту з перевезення вантажу Z_{T_i} число транспортних операцій в технологічному процесі виготовлення деталі $K_{t.o.}$

Пошук мінімуму цільових функцій, які обмежуються в технологічно обґрунтованих межах області варіювання факторів і являється задачею. Наявність обмежень виключає ряд методів оптимізації отже клас досліджуваних методів повинен бути спрямований на знаходження умовного екстремуму.

Вибір та обґрунтування вибору методу оптимізації

Метод оптимізації повинен забезпечити необхідну швидкість процесу пошуку екстремума в той самий час він повинен бути прямим методом для його використання в оптимізації різних цільових функцій, також за його допомогою потрібно буде оптимізувати як одномірні так і багатомірні функції, що залежать від різної кількості факторів. Всім цим вимогам задовольняє метод Хука-Дживса.

Метод Хука-Дживса був розроблений в 1961 році, але до цих пір є досить ефективним і оригінальним. Пошук складається з послідовності кроків досліджує пошуку навколо базисної точки, за якою у разі успіху слід шукати за зразком. Він застосовується для розв'язання задачі мінімізації функції без врахування обмежень.

Опис цієї процедури наведено нижче:

А. Вибрати початкову базисну точку b_1 і крок довжиною h_1 для кожної змінної $x_j, j = 1, 2, \dots, n$. У наведеній нижче програмі для кожної змінної використовується крок h , однак зазначена вище модифікація теж може виявитися корисною.

Б. Обчислити $f(x)$ у базисній точці b_1 з метою отримання відомостей про локальному поведінці функції $f(x)$. Ці відомості будуть використовуватися для знаходження відповідного напрямку пошуку за зразком, за допомогою якого можна сподіватися досягти більшого зменшення значення функції. Функція $f(x)$ у базисній точці b_1 , знаходиться наступним чином:

1. Обчислюється значення функції $f(b_1)$ у базисній точці b_1 .

2. Кожна змінна по черзі змінюється додатком довжини кроку. Таким чином, ми обчислюємо значення функції $f(b_1 + h_1 \cdot e_1)$, де e_1 – одиничний вектор у напрямку осі x_1 . Якщо це призводить до зменшення значення функції, то b_1 замінюється на $b_1 + h_1 \cdot e_1$. В іншому випадку обчислюється значення функції $f(b_1 + h_1 \cdot e_1)$, і якщо її значення зменшилося, то b_1 замінюємо на $b_1 - h_1 \cdot e_1$. Якщо жоден з пророблених кроків не призводить до зменшення значення функції, то точка b_1 залишається незмінною і розглядаються зміни у напрямку осі x_2 , тобто знаходиться значення функції $f(b_1 + h_2 \cdot e_2)$ і т.д. Коли будуть розглянуті всі n змінні, ми будемо мати нову базисну точку b_2 .

3. Якщо $b_2 = b_1$, тобто зменшення функції не було досягнуто, то дослідження повторюється навколо тієї ж базисної точки b_1 , але із зменшеною довжиною кроку. На практиці задовільним є зменшення кроку (кроків) вдесятеро від початкової довжини.

4. Якщо $b_2 < b_1$, то проводиться пошук за зразком.

В. При пошуку за зразком використовується інформація, отримана в процесі дослідження, і мінімізація функції завершується пошуком в напрямку, заданому зразком. Ця процедура проводиться таким чином:

Розумно рухатися з базисної точки b_2 в напрямку $b_2 - b_1$, оскільки пошук в цьому напрямі вже призвів до зменшення значення функції. Тому обчислимо функцію в точці зразка [2]

$$P_1 = b_1 + 2(b_2 - b_1) \quad (2)$$

У загальному випадку [2]

$$P_i = b_i + 2(b(i+1) - b_i) \quad (3)$$

2. Потім дослідження слід продовжувати навколо точки $P_1(P_i)$.

3. Якщо найменше значення на кроці В, 2 менше значення у базисній точці b_2 (у загальному випадку $b(i+1)$), то отримують нову базисну точку b_3 ($b(i+2)$), після чого слід повторити крок В, 1. В іншому разі не проводити пошук за зразком з точки b_2 ($b(i+1)$), а продовжити дослідження в точці b_2 .

4. Завершити цей процес, коли довжина кроку (довжини кроків) буде зменшена до заданого малого значення.

Цей метод неважко модифіковані та для врахування обмежень. Було висунуто пропозицію, що для цього буде цілком достатньо при вирішенні задачі мінімізації привласнити цільовій функції дуже велике значення там, де обмеження порушуються. До того ж таку ідею просто реалізувати за допомогою програмування.

Потрібно перевірити, чи кожна точка, отримана в процесі пошуку, належить області обмежень. Якщо кожна, то цільова функція обчислюється звичайним шляхом. Якщо ні, то цільовій функції присвоюється дуже велике значення. Таким чином, пошук буде здійснюватися знову в допустимій області в напрямку до мінімальної точці всередині цієї області.

Програмно-розрахунковий модуль

Як інструментарій оптимізації був розроблений програмно-розрахунковий модуль для САПР процесів складання. В даній програмі користувач може розрахувати оптимальні значення критеріїв транспортно-складської системи за введеними технологічними та техніко-економічними параметрами.

Висновки

За допомогою метода Хука-Дживса можливо оптимізувати параметри автоматизованої транспортно-складської системи. Цей метод є найкращим для знаходження оптимальних значень всіх цільових функцій системи. На основі даної методики було створено програмно-розрахунковий комплекс.

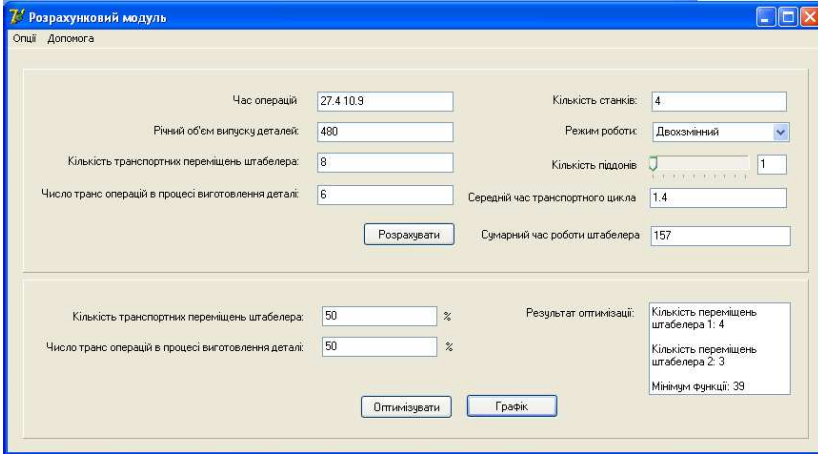


Рис. 1 – Меню програми “Оптимізація параметрів транспортно-складської системи”

Література

1. Гибкие производственные системы расчет и проектирование в АСУ / ХВАТОВ Б.Н.: - Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007 – 112 с.
2. Методы оптимизации: Учеб. Пособие для вузов / Дегтярев Ю. И. – М.: Сов. Радио, 1980. – 272 с.
3. Оптимизация технологических процессов в гибких производственных системах / Ямпольский Л.С., Полищук М.Н. – К.: Техніка, 1988. – 173 с.

Отримано 06.11.2011 р.