$$X = \frac{m^{\bullet 0.5}}{(n+1)^{0.5}}.$$

Варто відзначити, що цей підхід щодо математичного моделювання дифузійного осадження краплин препарату на рослини машинами для хімічного захисту рослин треба вважати досить спрощеним. Проте, враховуючи недостатнє вивчення мікропроцесів при осадженні частинок препарату серед рослинного покриву, а також, як вище зазначалося, відсутність точних моделей границі струменя у потоці, що зноситься, отримані якісні оцінки у першому наближенні можна включати у розрахункові схеми при математичному моделюванні машин для хімічного захисту рослин, де окремі параметри яких все ж таки підлягають ідентифікації на основі експериментальних даних. З рис. 2 і 3 видно, що розглянуті параметри суттєво впливають на розподіл густини осаду по ширині смуги обробітку. Тому їх необхідно враховувати при оптимізації технологічного процесу нанесення краплин препаратів на рослини, особливо вентиляторними обприскувачами.

Література

1. **Абрамович Г.Г.** Теория турбулентных струй. – М.: Наука. – 1960. – 234 с.

2. **Берглянд М.Е.** Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Наука. – 1975. – 448 с.

3. **Вікович І.А., Дівеєв Б.М.** Математична модель нанесення краплин рідини на рослини обприскувачами/ Вісник НУ "Львівська політехніка" оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні. – 2000, №394. – С. 6-11.

УДК 658.527.011.56

Проф. Д.Л. Дудюк, д-р техн. наук – УкрДЛТУ

МІСТКІСТЬ НАГРОМАДЖУВАЧА МІЖ ДВОМА ВЕРСТАТАТМИ АБО ДІЛЬНИЦЯМИ

Аналізуються різні підходи до розрахунку оптимальної місткості нагромаджувача між двома верстатами чи виробничими дільницями. Враховуються впливи їх параметрів та умови функціонування.

Prof. D. Dudyuk, Dr. Sc. – USUFWT

Buffer Capacity Between Two Machine-Tools or Stages

Different approaches for calculation of optimal capacity of the buffer between two machine-tools or production stages are analised. Their parameters influence and conditions of functioning are taken into account.

Ефективним засобом зниження додаткових втрат робочого часу обладнання в автоматизованих лініях і технологічних потоках є використання міжопераційних запасів між сусідніми верстатами чи виробничими дільницями. Оптимальну місткість цих запасів визначають за різними технічними чи економічними критеріями. Одночасне використання двох і більше критеріїв призводить до ускладнення оптимізаційної моделі, методу її розв'язування, а часто й самого розв'язку. Найбільш повним і об'єктивним, на нашу думку, є критерій питомих приведених втрат на виготовлювану продукцію. Він часто використовується у задачах оптимізації параметрів і структури автоматизованих виробничих систем.

Питомі приведені втрати (ППВ) для двох дільниць (верстатів) з нагромаджувачем між ними складаються з відповідних витрат на першій $Z_1/(1-H_1)$ і на другій $Z_2/(1-H_2)$ технологічних операціях та у нагромаджувачеві місткістю на М заготовок (деталей) $MZ_б/(1-H_2)$, тобто

$$Z_c = Z_1/(1-H_1) + Z_2/(1-H_2) + MZ_б/(1-H_2), \tag{1}$$

де: Z_1, Z_2, $Z_б$ – номінальні ППВ відповідно на першій і другій технологічних операціях та у нагромаджувачі одиничної місткості; H_1, H_2 – коефіцієнти втрат робочого часу відповідно на першій і другій операціях.

На величину накладених (додаткових) втрат робочого часу, як відомо [1,2], визначальний вплив проявляють співвідношення номінальних продуктивностей обладнання на послідовних технологічних операціях, параметри стабільності інтервалів випуску продукції на цих операціях (або коефіцієнти їх варіації) та місткість нагромаджувача між ними.

У випадку однакових середніх величин номінальних продуктивностей обладнання на обох технологічних операціях коефіцієнти втрат робочого часу теж будуть однаковими [3]

$$H_1=H_2=(KM+П+1)^{-1} \approx \left(KM+\sqrt{\pi K}+1\right)^{-1} = \left(\frac{M}{v^2}+\frac{\sqrt{\pi}}{v}+1\right)^{-1}, \tag{2}$$

де: K – еквівалентна величина параметра стабільності $K = 2/(K_1^{-1}+K_2^{-1})$; K_1, K_2 – параметри стабільності інтервалів випуску відповідно на першій і другій технологічних операціях; v – еквівалентна величина коефіцієнта варіації $v = 1/\sqrt{K}$; M – місткість нагромаджувача;

$$П = 2^{2K} : \binom{2K}{K} \approx \sqrt{\pi K} = \sqrt{\pi}/v.$$

Підставивши значення (2) у вираз (1) та провівши необхідне його впорядкування, знаходимо функцію мети для оптимізації місткості нагромаджувача між двома дільницями (верстатами) за критерієм ППВ

$$Z_c = \left(MZ_б + Z_1 + Z_2\right)\left(\frac{1}{KM+П}+1\right) \to \min. \tag{3}$$

Оскільки тут нема необхідності накладати на задіяні параметри будь-які обмеження, крім тривіальних, то для знаходження оптимального розв'язку використаємо простий і доступний метод диференціального числення. Для цього візьмемо похідну з виразу (3) по місткості M, прирівняємо до нуля і отримаємо

$$\frac{\partial Z_c}{\partial M} = \left(KM+П\right)^2 + П - K\frac{Z_1+Z_2}{Z_б} \approx 0. \tag{4}$$

З останнього рівняння знаходимо оптимальну місткість нагромаджувача між двома виробничими дільницями

$$M_o = \left(\sqrt{K\frac{Z_1+Z_2}{Z_б} - П} - П\right) : K. \tag{5}$$

Отже, оптимальна місткість нагромаджувача між двома виробничими дільницями (верстатами) однакової продуктивності визначається лише двома параметрами цих дільниць – питомими приведеними витратами на виконання відповідних технологічних (Z_1 і Z_2) і нагромаджувальної ($Z_б$) операцій та параметрами стабільності інтервалів випуску на цих операціях (K_1 і K_2). Параметр приведених витрат виступає тут у вигляді відношення суми ППВ на технологічних операціях до витрат на нагромадження. Параметр стабільності технологічних операцій проявляє свій вплив як безпосередньо через свою еквівалентну величину K, так і через символ П

$$\Pi = 2^{2K} : \binom{2K}{K} = 2^{2K} \frac{(K!)^2}{(2K)!} = \prod_{i=1}^{K} \frac{2i}{2i-1}.$$

Користуватися цими співвідношеннями в інженерних розрахунках не вельми зручно, особливо для великих значень K. Тому природним є прагнення користуватися спрощеними наближеними залежностями, які можна отримати з основної формули (5) декількома різними шляхами.

Підставивши у формулу (5) наближене значення $\Pi \approx \sqrt{\pi K}$, отримаємо

$$M_o \approx \left(\sqrt{2Z_в : Z_б - \sqrt{\pi : K}} - \sqrt{\pi}\right) : \sqrt{K} = \left(\sqrt{2Z_в : Z_б - v\sqrt{\pi}} - \sqrt{\pi}\right)v, \qquad (6)$$

де $Z_в=(Z_1+Z_2):2$.

Зі збільшенням параметра K досить швидко маліє підкореневий від'ємник $\sqrt{\pi : K}$, тому ним можна знехтувати. Тоді отримаємо

$$M_o \approx \left(\sqrt{2Z_в : Z_б} - \sqrt{\pi}\right) : \sqrt{K} = \left(\sqrt{2Z_в : Z_б} - \sqrt{\pi}\right)v. \qquad (7)$$

З метою компенсації нехтування підкореневим від'ємником можна прийняти дещо збільшену величину другого від'ємника, прирівнявши $\sqrt{\pi} \approx 2$. Тоді

$$M_o \approx \left(\sqrt{2Z_в : Z_б} - 2\right) : \sqrt{K} = \left(\sqrt{2Z_в : Z_б} - 2\right)v. \qquad (8)$$

Числовий аналіз отриманого розв'язку та його наближених варіантів показує (табл.1) їх близьке співпадання. У всіх чотирьох порівнюваних співвідношеннях визначальними залишається відношення ППВ на технологічних операціях до витрат на буферному пристрої (нагромаджувачі) одиничної місткості. Досить близькими до оригінального розв'язку є вирази (6) і (8). Найбільші відхилення тут спостерігаються у випадку найменшої стабільності (і відповідно, найвищої варіації K=v=1) інтервалу випуску продукції та порівняно низьких величин ППВ на цих операціях ($Z_в/Z_б$=10...20). Зменшення витрат на буферні пристрої ($Z_б$) і особливо підвищення параметра стабільності (K) до 5...10 практично зводить ці відхилення нанівець. Найбільшою відповідністю відзначається найпростіше співвідношення (8).

Табл. 1. Оптимальна місткість нагромаджувача

		Розрахункові вирази			
K	$Z/Z_б$	(5)	(6)	(7)	(8)
1	10	2,2	2,5	2,7	2,5
	20	4,2	4,4	4,6	4,3
	50	7,9	8,1	8,2	8,0
	100	12.1	12,3	12.4	12.1
2	10	1,7	1,8	1,9	1,8
	20	3,1	3,8	3,2	3,1
	50	5,7	5,8	5,8	5,7
	100	8.6	8,7	8.7	8.6
5	10	1,0	1.2	1,2	1,2
	20	1.9	2,0	2,0	2,2
	50	3,5	3,7	3,7	3,7
	100	5,4	5,5	5,5	5,5
10	10	0,8	0,8	0,9	0,9
	20	1,4	1,4	1,4	1,4
	50	2,6	2,6	2,6	2,6
	100	3,9	3.9	3,9	3,9

У випадку різних номінальних продуктивностей ($\mu_М < \mu_Б$) послідовно працюючих виробничих дільниць (верстатів) ефективність нагромаджувача заготовок між ними поступово втрачається у міру зростання відмінностей між цими продуктивностями. Тому оптимальна величина місткості нагромаджувача має зменшуватися. Її можна обчислювати наближено за таким співвідношенням [3]:

$$M = M_0\left(\frac{\mu_М}{\mu_Б}\right), \; 0{,}1 \le \mu_М : \mu_Б \le 1. \qquad (9)$$

Якщо ж співвідношення номінальних продуктивностей ($\mu_м$:$\mu_Б$) дільниць відповідає оптимальному значенню, то відповідна оптимальна місткість нагромаджувача між ними

$$M = \frac{1}{K} \cdot \left(\sqrt{K \cdot \frac{Z_М}{Z_Б} \cdot (2 + \Delta Z_в) - \Pi} - \Pi\right) \approx \frac{1}{\sqrt{K}} \cdot \left(\sqrt{K \cdot \frac{Z_М}{Z_Б} \cdot (2 + \Delta Z_в) - \frac{\sqrt{\pi}}{K}} - \sqrt{\pi}\right),$$

$$Z_М \le Z_Б, \qquad \Delta Z_в = \frac{Z_б - Z_М}{\sqrt{Z_М \cdot Z_Б}} \qquad (10)$$

Тут місткість визначається не середнім значенням ППВ, як у попередньому випадку (6)–(8), а їх меншою величиною ($Z_М$), тому в останньому випадку отримаємо й менше значення оптимальної місткості. Для інженерних розрахунків замість співвідношення (10) можна використовувати достатньо точний, але дещо простіший вираз, аналогічний до (8)

$$M \approx \frac{1}{\sqrt{K}} \cdot \left[\sqrt{\frac{Z_М}{Z_Б}(2 + \Delta Z_в)} - 2\right] = v \cdot \left[\sqrt{\frac{Z_М}{Z_Б}(2 + \Delta Z_в)} - 2\right]. \qquad (11)$$

Формальний і числовий аналіз отриманих тут і раніше [2, 3] аналітичних та емпіричних залежностей підтверджує їх єдину основу й достовірність, а також достатньо високу точність. Тому вони стануть основою для оптимізації параметрів і структури не тільки двоопераційних, але й значно складніших автоматизованих виробничих систем.

Література

1. **Автоматические линии в машиностроении:** Справочник. Под ред. А.И. Дащенко. – М.: Машиностроение, 1984-1985. – 1200 с.

2. **Дудюк Д.Л. та ін.** Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ-Львів: ІЗМН. – 192 с.

3. **Дудюк Д.Л.** Оптимізаційні моделі автоматизованих ліній// Науковий вісник. Зб. наук.-техн. праць УкрДЛТУ. – Львів: УкрДЛТУ, 2000, вип. 10.1. – С. 236-244.

УДК 681.324:630.83

Доц. Р.Я. Оріховський, канд. техн. наук;
студ. Б.М. Бойко – УкрДЛТУ

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Розглядаються питання застосування сучасних спеціальних прикладних програмних систем для вирішення завдань автоматизованого управління підприємствами лісопромислового комплексу.

R.Ya. Orikhovsky, B.M. Boiko – USUFWT

Application of the modern special software in the Computer Aided Manufacturing

The problems of use of the modern special software systems for resolution of tasks of the automatic control processes in the woodworking production enterprises are considered.

Український ринок програмного забезпечення заповнений великою кількістю різноманітних програмних продуктів, які пропонуються для вирішення завдань автоматизованого управління підприємствами різних галузей. Тому перед підприємцями лісопромислового комплексу виникає проблема вибору необхідного програмного забезпечення для оптимального вирішення виробничих завдань та автоматизованого управління виробництвом. Аналізувати функціональні і технологічні можливості програмних систем, рекомендується за такими основними характеристиками: гнучкість і можливість модифікації; інформаційна потужність; універсальність застосування; широка функціональність; вартість та ефективність впровадження; простота у використанні; безпека даних і розмежування прав доступу; можливість інтеграції з комп'ютерною мережею Internet та іншими програмними пакетами.

У загальному програмне забезпечення (ПЗ), яке застосовується в автоматизованих системах управління виробництвом поділяється на дві великі групи:

- автоматизовані системи керування плануванням і розподілом ресурсів (Enterprise Resource Planing);
- автоматизовані системи обліку (Accouting Systems).

Перша група програмних продуктів переважно має застосування на великих і середніх підприємствах, а друга група на малих підприємствах. Одна з основних характеристик, за якою підбирають потрібний програмний пакет, є їх гнучкість. Гнучкість дає можливість модифікації системи і пристосування її до конкретних завдань, які вирішуються на конкректому підприємстві. Програмні системи постачаються з відкритим вхідним кодом (повністю або частково) і мають вбудовану мову програмування. Програмні пакети по суті представляють не стільки засіб, готовий для негайного використання користувачами, скільки інструментальне середовище для його розробки. Користувачі можуть змінити в цих програмах практично все, фактично розробити нову. У більшої частини програмних систем АСКВ для цього застосовуються стандартні мови програмування, в решті програмах використовуються власні засоби, що не спрощує освоєння програм. Така особливість була характерна і для ПЗ АСКВ на заході в середині 80-х років, з появою персональних комп'ютерів. Підприємства спочатку охоче користувались представленими можливостями модифікації, підлаштовуючи систему під свої потреби. Однак модифікація потребувала додаткових витрат на оплату роботи кваліфікованих спеціалістів, а також часто виявлялось, що при переході на нову версію внесені зміни будуть втрачені повністю або частково. У результаті відбувся поділ ринку АСКВ за таким параметром, як можливість модифікації користувачем. Зміна форм для вводу даних, додавання полів у бази даних, настроювання інтерфейсу користувача і модифікація коду для розширення функціональності залишились в АСКВ, які призначаються для середніх і великих підприємств. Для систем, що орієнтовані на малі організації, можливість модифікації була обмежена. Користувачам, яким потрібні специфічні звіти, які не входять в стандартний комплект, виробники ПЗ дають змогу під'єднати зовнішній генератор довільних звітів своєї розробки, або стандартний, наприклад Crystal Reports. Це дозволило зробити програми дуже простими в експлуатації і практично одразу готовими до роботи.

Інформаційна потужність – це друга особливість програмних систем АСКВ. Інформаційна потужність визначається кількістю трансакцій, які можуть обслуговуватися одночасно, а також кількістю робочих станцій, що працюють у системі. Більшість систем підтримують архітектуру клієнт-сервер, причому частина орієнтована на застосування системи управління базами даних (СУБД) MS SQL Server. Характерно, що ПЗ з використанням цієї СУБД пропонується для конфігурацій, починаючи з п'яти робочих місць. З іншого боку, все більше розробників використовують безкоштовно поширюваний Microsoft Database Engine (MSDE) і SQL-сервери початкового рівня. Частина програмних продуктів використовує архітектуру файл-сервер. Незважаючи на недоліки це дуже економічне і досить продуктивне рішення у випадку грамотної реалізації навіть у конфігурації на декілька робочих місць. Перевага архітектури клієнт-сервер починається тільки на ринку середніх підприємств, оскільки в них дійсно значно зростають об'єми оброблюваної інформації. Йдеться про підтримку SQL-серверів початкового рівня (таких, як MS SQL Small Business Server або Pervasive SQL), промислових СУБД (Oracle і MS SQL Server) і різноманітних програмно-апаратних платформ (Unix, Windows NT/2000, Novell). На ринок малих підприємств орієнтовані в основному програмні системи в архітектурі файл-сервер (застосовується або власний формат, або такі СУБД, як Access, Fox Pro, Visual Fox Pro), але також підтримується клієнт-серверна архітектура з використанням Btrieve. Причому дуже малим фірмам з чисельністю до 15 чоловік, так званих SOHO-Small Office/Home Office пропонуються мережеві версії та версії для одного користувача. Малим підприємствам, які розвиваються (до 100 співробітників, в західній термінології SME-Small to Medium sized growing Enterprise) пропонуються повнофункціональні мережеві версії до 25 користувачів.

Важливою характеристикою ПЗ АСКВ є їх універсальність. Більшість вітчизняних АСКВ є універсальними, оскільки вони орієнтовані на малі, так і на середні й на великі підприємства. У будь-якій організації існує три рівні управління: