

## **ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПУ АДАПТАЦІЇ**

© Бочков В.М., Серкіз О.Р., Кудлик М.Б., 2004

*Increase of Productivity of Automated Assembly Equipment on the Basis of Adaptation Principle. There are created and generalised the scientific bases and engineering methods of increasing the productivity of automated assembly equipment on the basis of adaptation principle.*

*On the base of scientific, laboratory, experimental and industrial researches is developed automated assembly equipment, which makes possible the process of assembling the details belonging to the category that did not pertain to automation. There are suggested the ways for the increase of technological equipment productivity on the basis of salvation of technological, designing and control problems.*

У концепції комплексного прогнозу розвитку досліджень проблем машинобудування, механіки і процесів керування на період до 2015 передбачено, що основні дослідження в області теорії машин і систем машин повинні бути присвячені розробці систем адаптації машин і їх елементів з ціллю оптимізації режимів роботи механізмів машин, що здатні змінюватись під час експлуатації, а також теорії адаптивних самоналагоджувальних систем для оптимального керування з врахуванням надійності і ресурсу. Оскільки в сучасному машинобудуванні трудомісткість автоматизованих складальних операцій не перевищує 5 % від загальної трудомісткості виготовлення виробу, то, однозначно, ця тема є актуальною і потребує подальших наукових досліджень. Саме тому, основні дослідження в області автоматизованих технологій складального виробництва містять "відхід від традиційної схеми технологічного процесу "матеріал – заготовка – деталь" і реалізують перехід на нову схему "конструкція – матеріал – заготовка – технологічний процес – обладнання – деталь". Всі складові наведеного ланцюга повинні бути адаптивно ідентифікованими, тобто вони повинні бути не тільки взаємопов'язані між собою, але й утотожено пристосованими. Нехтування цим призводить до появи недостатньо ефективного обладнання як з погляду продуктивності, так і надійності, або не дозволяє його створити взагалі. Автори ставили собі на меті розробити концепцію підвищення продуктивності автоматизованого складального обладнання на основі впровадження і реалізації принципу адаптації як функції технологічних, конструкторських і керуючих задач.

Цю мету реалізовано за рахунок розв'язання таких задач:

- аналізу існуючих методик класифікації деталей, що підлягають автоматизованому складанню та їх кількісної оцінки з погляду технологічності;
- запровадження класифікації механізмів, що входять до складу автоматизованого складального обладнання залежно від ступеня автоматизації;
- розробки методики оцінки ступеня підготовленості деталей до автоматизованого складання з погляду їх адаптованості до існуючих конструкторських рішень на етапі конструкторсько-технологічної підготовки виробництва;
- розробки математичного апарата для кількісної порівняльної оцінки технологічності конструкцій виробів на основі ступеня складності використовуваного обладнання;
- дослідження конструкторсько-технологічних параметрів пристроїв та механізмів складального обладнання як адаптивних засобів маніпулювання предметами складання;

- знаходження адаптивних способів підвищення продуктивності складального обладнання на етапах завантаження, живлення та складання;
- розробка математичної моделі та визначення граничних відхилень між деталями, що підлягають складанню на основі реактивної (пасивної) адаптації, що зумовлена зміною форми використовуваних баз та форми деталей;
- аналіз та оцінка існуючих систем керування, що забезпечують технологічний процес складання;
- розробка адаптивної системи керування роботою завантажувальних пристроїв;
- створення математичної моделі адаптивної схеми керування з метою визначення параметрів її функціонування;
- реалізація ефективності запропонованих адаптивних пристроїв та систем в автоматизованому складальному обладнанні.

Основні теоретичні та практичні результати роботи дозволили автоматизувати складання таких виробів, як радіочастотні розетки, створенням та впровадженням у виробництво автоматичні лінії АПС-1 (рис. 1).

Ця автоматична лінія побудована за принципом агрегатно-модульного проектування і складається з таких основних модулів:

- вібраційних бункерних транспортно-орієнтувальних модулів подачі деталей на позиції складання;
- складальних модулів, що розташовані в технологічній послідовності складання;
- механізмів міжопераційного транспортування зібраних підвузлів;
- системи контролю наявності деталей на складальних позиціях;
- системи блокування, електросхеми та пульта керування.



Рис. 1. Автоматична лінія АПС-1

Особливий інтерес під час розробки обладнання становили наведені результати експериментального дослідження операцій живлення та складання. Процес спряження деталей фіксувався за допомогою швидкісного кінознімання (2500 кадрів/с) та осцилограм. Отримано порівняльні характеристики при спряженні пар деталей із сталі та "сталь-фторопласт". Проведено дослідження продуктивності ВТОМ при різних схемах технологічного навантаження, для кожної з яких визначалась технологічна продуктивність (рис. 2). Так, наприклад, в таблиці результати в рядку 1 відповідають технологічному навантаженню при транспортуванні фторопластової деталі нижнього ізолятора радіочастотної розетки в автоматичному циклі, при довжині відвідних лотків L=200 мм; рядок 2 – при L=700 мм; рядок 3 – продуктивність тільки орієнтувального пристрою; рядок 4 – продуктивність транспортування деталей, що пройшли орієнтації, тобто від орієнтувального пристрою до виходу із чаші бункера; рядок 5 – деталі із бункера попадають на нерухомий лоток L =700 мм, продуктивність вимірюється за результатами виходу деталей з нерухомого лотка (мета дослідження визначити порівняльні характеристики при роботі ВТОМ у ненавантажених та дискретно-навантажених режимах, результати за цієї схемою порівнюються із результатами, що отримані в рядку 2); рядок 6 – дана схема досліджень повністю відповідає схемі, що відображена в рядку 4, лиш з тією відмінністю, що довжину нерухомих лотків-нагромаджувачів збільшено до 700 мм.

**Результати дослідження продуктивності ВТОМ  
транспортування нижнього ізолятора  
за різних схем технологічного навантаження**

№ з/п	Технологічна продуктивність (шт./с)						
	2А (мм)	Ряд1	Ряд2	Ряд3	Ряд4	Ряд5	Ряд6
1	1,1	0,595		0,21			
2	1,22	0,82		0,56			
3	1,36	1,12	0,54	0,97		0,22	
4	1,58	1,54	0,88	1,48		0,71	
5	1,85	2,35	1,3	2,61	2,8	1,33	
6	2,16	3,25	1,87	4,09	5,27	1,72	
7	2,64	4,9	1,92	4,86	10,26	2,23	1,37
8	3,08	7,25	3,125	3,09	11,06	2,58	2,76

Ці криві описуються такими отриманими рівняннями, що відображають апроксимовані криві (в дужках – середньоквадратичне відхилення):

$$y_1 = 4,57 - 11,65x + 10,77x^2 - 3,67x^3 + 0,48x^4; \quad [R^2 = 0,007],$$

$$y_2 = 38,43 - 82,16x + 63,86x^2 - 21,01x^3 + 2,51x^4; \quad [R^2 = 0,012],$$

$$y_3 = 1,63 - 2,91x - 0,13x^2 + 2,13x^3 - 0,56x^4; \quad [R^2 = 0,062],$$

$$y_4 = 106,67 - 151,33x + 70,1x^2 - 10,08x^3; \quad [R^2 = 3 \times 10^{-20}],$$

$$y_5 = -6,55 + 7,67x - 2,35x^2 + 0,27x^3; \quad [R^2 = 0,005],$$

$$y_6 = -6,97 + 3,16x; \quad [R^2 = 1,5 \times 10^{-27}].$$

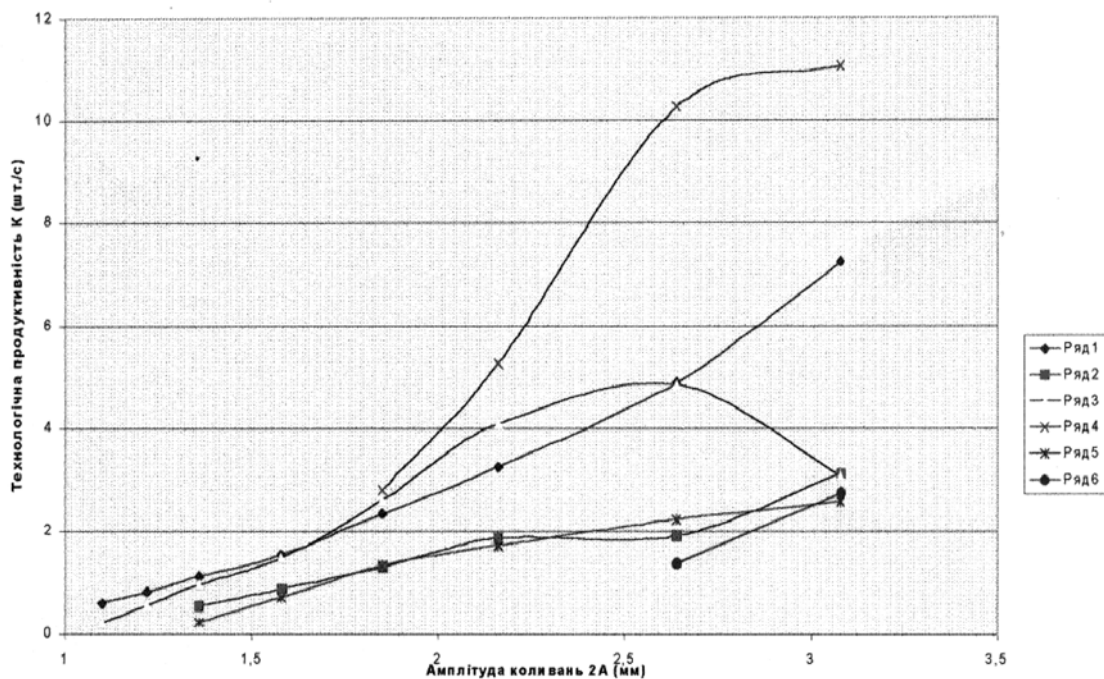


Рис. 2. Дослідження продуктивності ВТОМ транспортування нижнього ізолятора при різних схемах технологічного навантаження

У роботі наведено апроксимуючі криві та відповідні їм рівняння для даних деталей. Дані функціональні залежності, в діапазонах реально існуючих конструктивних характеристик для даного типу ВТОМ, дозволяють визначити параметри основного технологічного обладнання, тобто здійснити взаємну адаптацію, враховуючи оптимальну продуктивність їх взаємного функціонування.

1. Серкіз О.Р. Параметрична модель адаптивної системи керування завантажувальними операціями // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Український міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів, 1995. – Вип. 32. – С. 80–84.
2. Серкіз О.Р. Автоматизація процесу установки стопорних колець в корпусні деталі. *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Mechanika* z. 21. Rzeszow 1990. – S. 319–322.
3. Серкіз О.Р. Принципи адаптації в автоматизованому сборочному обладнанні. *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Mechanika* z. 33. Rzeszow 1992. – S. 319–322.
4. Serkiz O. *Metodyka okreslania zlozonosci procesu automatycznego montazu* // *Technologia I automatyzacja montazu zespolow, maszyn I urzadzen.* – *Kwartalnik naukowo-techniczny* Nr 2(12), kwiecień-czerwiec 96, *Osrodek Badawczo Rozwojowy Podstaw Technologii I Konstrukcji Maszyn.*