

УДК 65.011.5(07)

О.Д.Клименко, С.В.Мисковець

Луцький національний технічний університет

ПОБУДОВА ТРАНСПОРТНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПІДСИСТЕМ ЗА МОДУЛЬНИМ ПРИНЦИПОМ

Розглянуто принципи проектування транспортно-завантажувальних систем з використанням модульного принципу. Проаналізовано оцінку конкретних критеріїв для певних засобів. Дані рекомендації схемного модульного проектування засобів автоматизації в умовах серійного виробництва заведеною програмою. Ключові слова: транспортно-завантажувальний засіб, модульний принцип, структура, модель.

Постановка проблеми. Проектування транспортно-завантажувальних засобів (ТЗЗ) і систем має проходити в два етапи: вибір і орієнтація функцій і структур, засобів і системи в цілому; Вибір і проектування засобів (системи): збірних одиниць, вузлів; чи деталей наприклад: робочі органи – захватні (виконавчі) – засоби, механізми допоміжних переміщень, орієнтуючі засоби, приводи, тощо.

При виборі уніфікованих збірних одиниць, механізмів для побудови транспортних засобів, їх структуру можна умовно представити у вигляді двох самостійних частин: постійної і перемінної. Постійна частина може бути уніфікована, як основна: корпуси, рами, станини (базові нерухомі несучі конструкції), приводи, системи управління. Перемінна частина враховує специфіку системи в залежності від типу заготовок: захвати, механізми первинної і вторинної орієнтації, бункери, магазини, тощо. Однак їх формування має проводитися з уніфікованих функціональних механізмів. Таким чином, автоматизований засіб може бути побудований практично з уніфікованих модулів різного рівня і складності і мати мінімум спеціальних (оригінальних) вузлів.

Механізми можуть виконувати одну чи декілька функцій. Наприклад, механізми тільки захвату заготовок, тільки первинного орієнтування чи механізми захвату і первинного орієнтування (виконує дві функції), механізми тільки завантаження, тільки вторинного орієнтування і завантаження, тощо.

Проектуванням модульної системи зводиться до розробки структури і її реалізації шляхом вибору необхідних функціональних механізмів із уніфікації, визначення шляхом вибору необхідних функціональних механізмів із уніфікації, визначення необхідних спеціальних вузлів з подальшою їх розробкою і з'єднанні вибраних (розроблених) і сумісних механізмів на базі типових проектних рішень (базових конструкцій). При цьому уніфікація конструктивних модулів має можливість використовувати принцип взаємозаміни при проектуванні, виготовленні і експлуатації.

Аналіз досліджень і публікацій. Одним з основних етапів проектування транспортно-завантажувальних систем має бути вибір номенклатури (комплексу) засобів яка в основному визначає їх техніко-економічні показники [1]. Вибір проводиться на основі вимог, які ставляться перед системою функціонально, а також з врахуванням умов експлуатації, надійності, габаритів, тощо. Вибраний комплекс функціональних механізмів визначає принципи побудови окремих модулів і їх конструктивне оформлення [2, 3].

Виклад основного матеріалу. Одні і ті ж самі системи, створені з різних комплектів модулів, мають різні техніко-економічні характеристики, тобто необхідно вирішувати оптимізаційну задачу. Для вибору номенклатури модулів з уніфікації необхідно розділити систему, що проектується на окремі функціональні закінчені механізми. Функціональна схема кожного механізму може бути реалізована з використанням визначених модулів за допомогою розробленої методики. При модульних побудовах вихідними даними є являються; вихідний стан заготовок, матеріал, розміри, параметри модулів, які характеризують системи, що проектуються $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Залежні параметри, кожен з яких визначає ту, чи іншу властивість системи $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, є похідними. Оскільки похідні параметри визначаються структурною системою і значеннями вихідних параметрів, то для любого модуля системи, виготовленого по конкретній схемі, можна встановити співвідношення $T: A \rightarrow B$. Знаючи конкретний вид функції $f: \in T$, можна трансформувати вимоги до конструктивного модуля і вимоги до параметрів системи при її

проектуванні (завантаження деталей в основне технологічне обладнання в одиницю часу, якісне розділення пакету заготовок, переміщення заготовки по транспортному засобу в одиницю часу тощо), тобто:

$$B' = \{b_1', b_2', \dots, b_n'\}$$

Одержаний набір вимог дає можливість сформулювати обмеження:

$$B_1 \leq > B_1'; B_2 \leq > B_2'; B_n \leq > B_n'$$

і цільову функцію ϕ .

Оцінка конкретних критеріїв для конкретних засобів розглядається при виборі засобів для конкретних умов виконання технологічних процесів.

Загальними критеріями транспортно-завантажувальних засобів є наступні:

- надійність виконання ними свого функціонального значення. Наприклад, для завантажувального засобу – 100% надійність орієнтування і завантаження заготовок в технологічне обладнання; для вкладальника – 100% надійність складування чи вкладання заготовок в пакети чи штабелі тощо;

- мінімальна вартість виготовлення засобу з використанням уніфікованих вузлів, деталей, експлуатації, наладки, тощо;

- оптимальна продуктивність, яка відповідає швидкості подачі заготовок в основне технологічне обладнання;

- коефіцієнти проведення модулів.

Оптимальні варіанти при модульних побудовах ТЗЗ мають оцінюватися як якісними, так і кількісними показниками, оскільки якісні показники є суб'єктивними і залежать від професійної підготовленості персоналу. В якості кількісних показників при оцінці оптимальної конструкції необхідно використовувати вартісні характеристики на основі теоретичних експериментальних досліджень, методів прогнозування, експертних оцінок тощо.

При модульному проектуванні необхідно врахувати ту обставину, що, якщо номенклатура всіх виготовлених заготовок стабільна довгий час, то існуючі автоматизовані засоби транспорту і завантаження не потребують швидкої переналадки на інші типорозміри. Такий спосіб проектування і виготовлення автоматизованого транспортування заготовок при виконанні технологічних процесів характерний масовому, багатосерійному, поточних типах виробництв. В цих типах виробництва можуть використовуватись традиційні автоматизовані лінії і традиційні засоби автоматизованого транспортування, як міжопераційні, так і завантажувально-розвантажувальні.

В мало - і середньосерійному, а також в індивідуальному виробництві, де виробнича програма включає в себе велику номенклатуру заготовок виробів, нема можливості, або нерационально в зв'язку з однотипністю конструкцій, розробляти засоби транспортно-завантажувальних систем на всі типорозміри заготовок.

В цьому випадку, як показує аналіз і практика, проектування і виготовлення транспортно-завантажувальних систем має вестись по типовим заготовкам, з можливістю швидкої переналадки засобів автоматизації на необхідні розміри по приведеній програмі. В приведеній програмі всі заготовки приводяться до декількох груп, з яких виділяється типова заготовка. В результаті аналізу технологічних процесів і літературних джерел в заготівельному виробництві об'ємного деформування можна виділити два параметра, по яким відбувається приведення програм: діаметр і довжина вихідної заготовки до основного технологічного обладнання. Після виходу деформованої заготовки з основного технологічного обладнання вона може мати різну форму: від тіла обертання до, наприклад, важеля.

Оскільки заготовки серійного виробництва розбиваються на групи, то і функціональні механізми – конструктивні модулі – також мають бути розбиті на групи багаторазового використання. Накладання обмежень на габаритні розміри типів заготовок дає можливість побудови змінних виконавчих органів автоматизованих засобів для різних розмірів даних типів заготовок.

Для порівняльної оцінки визначення ефективності того чи іншого конструктивного модуля, можливе використання коефіцієнта приведення модуля. Такий коефіцієнт визначає співвідношення ефективності розрахункового робочого органа базового варіанту для даної групи. При визначенні коефіцієнту приведення модуля мають бути враховані різниця в масі K_m , серійності $K_{сер}$ і складності модуля $K_{скл}$.

Загальний коефіцієнт приведення:

$$K_{пр} = K_m \cdot K_{сер} \cdot K_{скл}$$

Коефіцієнт K_m може бути визначений з емпіричної залежності:

$$K_m = Q_x / Q_{np},$$

де Q_x – маса приведенного вибору; Q_{np} – маса представника групи, що розраховується.

Коефіцієнт серійності $K_{сер}$, враховуючи різницю в серійності, передбачає насамперед використання більш продуктивного транспортно-завантажувального обладнання (конструктивних модулів). Визначається він при технологічному модульному проектуванні практично, в залежності від співвідношення кількості заготовок по річній програмі, для якої можливо використання даного модуля-представника N_{np} , до кількості штук по річній програмі заготовок, що приводяться N_x тобто:

$$K_{сер} = N_{np} / N_x.$$

Аналіз в умовах діючих підприємств регіону показує, що найбільш точні результати розрахунків одержуються при цьому співвідношенні менше 10. Коефіцієнт серійності дає можливість визначення необхідної гнучкості обладнання, що проектується для даних типів заготовок і типів виробництв.

Графічно залежність має вигляд, представлений на рисунку 1.

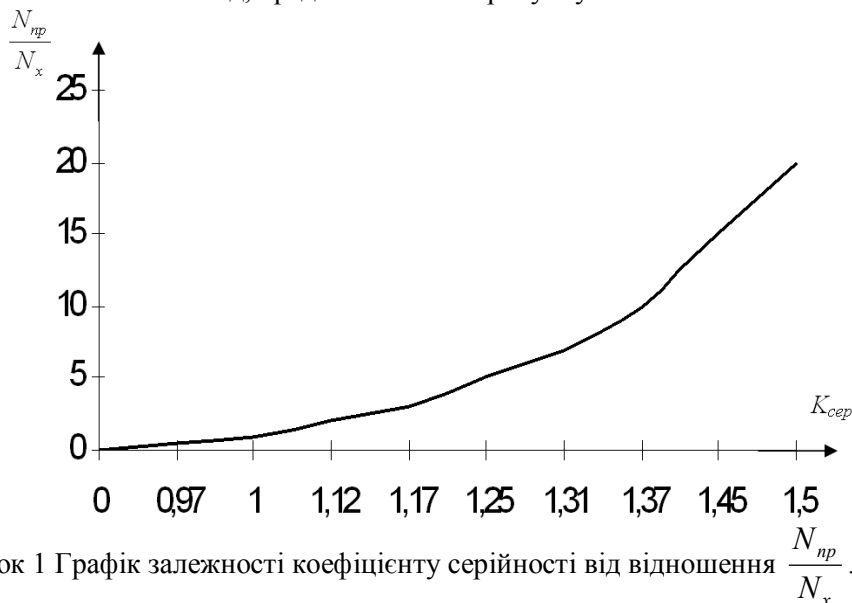


Рисунок 1 Графік залежності коефіцієнту серійності від відношення $\frac{N_{np}}{N_x}$.

Коефіцієнт складності $K_{скл}$ приймається на основі використання практичного досвіду. Для орієнтовних розрахунків можна використовувати наступні залежності (таблиця 1.)

Таблиця 1

До визначення коефіцієнта серійності

$\frac{N_{np}}{N_x}$	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0
$K_{скл}$	0,97	1,0	1,12	1,17	1,25	1,31	1,37	1,45	1,5

Більш точно $K_{скл}$ визначається по залежностям приведеним нижче.

Оціночними факторами оптимальності експлуатації засобів є узагальнені нормативи продуктивності і собівартості переміщення заготовок.

Якщо позначити через N – програму випуску заготовок в одиницю часу; $B_{маси}$ – трудомісткість переміщення заготовок з допомогою ТЗЗ; B_p – трудомісткість ручних переміщень заготовки, то загальна трудомісткість:

$$T_{маси} = B_{маси} \cdot N,$$

$$T_p = B_p \cdot N$$

де $T_{маси}$ – загальна змінна трудомісткість за допомогою автоматизованих засобів переміщень заготовок;

T_p – загальна змінна трудомісткість переміщень, які виконуються вручну.

Таким чином, добову продуктивність транспортного засобу, можна визначити виходячи з добового фонду часу $F_{доб}$.

- при ручному переміщенні:

$$Q_p = F_{доб} / B_p$$

- при автоматичному переміщенні:

$$Q_p = \frac{F_{доб}}{B_{маш.}}$$

Висновки. Таким чином, схемне модульне проектування засобів автоматизації в умовах серійного виробництва по приведеній програмі здійснюється в таких варіантах:

1. Для кожного розрахункового конструктивного модуля на основі досліджень технологічних процесів розробити з врахуванням серійності і програми випуску типові представники для груп заготовок. З врахуванням критеріїв оптимальності і мінімуму переналадок автоматизованих засобів розповсюдити модульне конструювання на всі заготовки, які входять в групу, користуючись коефіцієнтом приведення;

2. При великій номенклатурі, особливо після об'ємного деформування, всі заготовки розбиваються на групи конструктивної, розмірної і технологічним подібностям. В кожній групі вибирається декілька заготовок, для яких розробляється конструктивна модульна схема транспортно-завантажувальної підсистеми.

1. Смирнов А.М., Васильев К.И. Основы автоматизации кузнечно-прессовых машин – М.: Машиностроение, 1987, 269 с.

2. Прейс В.Ф., Бляхирев Н.С., Прейс В.В. и др. Автоматизация загрузки прессов штучными заготовками – М., 1975, 280 с.

3. Катков В.Ф. Оборудование и средства автоматизации и механизации заготовительно-штамповочных работ - М., 1984, 231 с.