

*НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»*

Яременко Віктор Петрович

УДК 621.757

**МІНІМІЗАЦІЯ СОБІВАРТОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ
ВИРОБІВ ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧОЮ ТЕХНОЛОГІЧНІСТЮ**

Спеціальність 05.02.08 – технологія машинобудування

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2002

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі експлуатації та ремонту машин Сумського національного аграрного університету міністерства аграрної політики України, м. Суми.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Захаров Микола Володимирович,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, завідувач кафедри експлуатації та
ремонту машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Мельниченко Олександр Анатолійович, Українська
інженерно-педагогічна академія,
м. Харків, завідувач кафедри «Проектування та експлуатації
технологічних систем машин»

кандидат технічних наук,
Хаустова Анжела Вікторівна,
Східноукраїнський національний університет,
м. Луганськ, доцент кафедри технології машинобудування

Провідна установа

Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування Міністерства промислової політики України, м. Харків.

Захист відбудеться “14” листопада 2002 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.050.12 у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут” за адресою:

61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”

Автореферат розісланий “01” жовтня 2002 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Узунян М.Д.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Необхідною умовою удосконалення машинобудування є механізація і автоматизація виробництва.

Відомо, що рівень механізації і автоматизації складання в даний час складає 15-20% і 5-6% відповідно. Низький рівень автоматизації виробничих процесів впливає на вартість і якість виготовлення виробів. Ефективні впровадження засобів механізації і автоматизації стримуються низьким рівнем технологічності виробів.

Рішення задач просторового взаємозв'язку елементів виробу при складанні, визначення можливих варіантів послідовності складання з урахуванням якості створюваного виробу і наявних на підприємстві засобів технологічного оснащення, рівня їхньої автоматизації є важливою складовою підвищення конкурентноздатності виробів, що випускаються.

Підвищення рівня автоматизації складальних робіт сприяє зниженню частки монотонної, важкої фізичної праці, підвищення якості виконуваних робіт і виробів, що складаються. Праця на складальних дільницях сьогодні низькопродуктивна, одноманітна, важка і має велику вартість.

Трудомісткість складальних робіт на більшості виробництв перевищує трудомісткості обробки заготовель різанням і значно перевищують витрати праці на всіх інших етапах виробничого процесу. При цьому впровадження засобів механізації й автоматизації на інших етапах виробництва призводить до скорочення їхньої трудомісткості. Разом з тим, статистичні дані показують неухильне зростання трудомісткості складальних робіт. Це обумовлено тим, що на етапі складання найменше впроваджуються засоби механізації та автоматизації виробничих процесів. Питома вага вартості основних фондів складальних виробництв у машинобудуванні складає 5-7% вартості фондів основних виробництв.

Низький рівень автоматизації складання впливає на конструкцію виробу, її характеристики.

Розробка методу керування виробничою технологічністю при автоматизованому складанні, що дозволяє мінімізувати вартість виготовлення і підвищувати якість виробів, є актуальною задачею для машинобудування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок досліджень у дисертаційній роботі пов'язаний з виконанням науково-дослідних робіт проблемної науково-дослідної лабораторії "Автоматизація технологічних процесів і виробництв" на базі Сумського національного аграрного університету (СНАУ), з виконанням госпдоговорів №26-99, №29-00, №11/01, робота за якими проводилася у СНАУ протягом 1999-2001 років.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – підвищення ефективності автоматизованого складання виробів шляхом розробки методу оптимізації їх виробничої технологічності. Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати аналіз показників і методик по оцінці технологічності виробів;

- виявити шляхи мінімізації собівартості автоматизованого складання виробів.
- здійснити конструкторсько-технологічну класифікацію складальних одиниць, видів з'єднань і автоматизованого складального обладнання та розробити математичні моделі відповідності видів з'єднань автоматизованому складальному обладнанню;
- розробити метод управління виробничою технологічністю машин при складанні;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення рішення задачі;
- розробити практичні рекомендації для побудови автоматизованого процесу складання з мінімальною собівартістю, здійснити промислову апробацію отриманих результатів та впровадити їх у навчальний процес СНАУ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес автоматизованого складання виробів.

Предмет дослідження – процес управління виробничою технологічністю.

Методи дослідження. Методологічною основою є системний підхід до вивчення і опису процесу управління виробничою технологічністю в умовах автоматизованого складального виробництва. Математичні моделі відповідності видів з'єднань автоматизованому складальному обладнанню. Метод управління виробничою технологічністю в умовах автоматизованого складального виробництва, що дозволяє мінімізувати собівартість виробів і скоротити трудомісткість технологічного проектування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що на основі статистичних узагальнень конструкцій складальних з'єднань та технологічних можливостей автоматизованого складального обладнання розроблений метод управління виробничою технологічністю, що дозволяє мінімізувати собівартість складання виробів. При цьому:

- виконано конструкторсько-технологічну класифікацію деталей і видів з'єднань при складанні, яка відрізняється тим, що види з'єднань розділені на класи по площинах, лініях і точках, а кожний підклас має свій ступінь рухливості складальних елементів і точність;
- запропоновано кінематичні схеми переміщень складальних елементів кожного підкласу видів з'єднань при складанні, що дозволяють враховувати задану точність з'єднань і кінематику виконавчих органів автоматизованого складального обладнання;
- розроблено математичні моделі геометричних переміщень складальних елементів і виконавчих органів автоматизованого складального устаткування, що дозволяють при проектуванні технологічних процесів підвищити технологічну раціональність конструкції.

Практичне значення одержаних результатів. На основі виконаних досліджень, отриманих математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення, розроблена інженерна методика підвищення рівня виробничої технологічності для умов автоматизованого виробництва.

Результати дисертаційної роботи впроваджено: на виробничому об'єднанні ДНВП “НІКМАС-РОТОР”, ВАТ „Сумсільмаш” та СМНВО ім. Фрунзе (м. Суми), а також у навчальний

процес СНАУ. Використання одержаних результатів у промисловості дозволило підвищити якість складальних робіт і знизити їх собівартість. Економічна ефективність від впровадження розробок на підприємстві складає 76 тис. грн. Використання одержаних результатів у навчальному процесі СНАУ на кафедрі експлуатації та ремонту машин по дисципліні “Технологія машинобудування” дозволяє підвищити якість підготовки спеціалістів.

Достовірність результатів дослідження забезпечується: використанням системного підходу, сучасного математичного апарату, а також підтверджується апробацією одержаних результатів у промисловості.

Особистий внесок здобувача полягає у тому, що на основі аналізу науково-технічної літератури та практики виробництва розроблений метод управління виробничою технологічністю в умовах автоматизованого складального виробництва; розроблена конструкторсько-технологічна класифікація деталей і видів з'єднань та кінематична схема переміщень складальних елементів при складанні кожного підкласу видів з'єднань; створена математична модель геометричних переміщень складальних елементів і виконавчих органів автоматизованого устаткування; здійснена промислова апробація та впроваджені результати досліджень у навчальний процес СНАУ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на:

- 7^й, 8^й міжнародних науково-методичних конференціях “Сучасні технології, економіка та екологія в промисловості та транспорті і у сільському господарстві”, м. Алушта, 2000, 2001 роки;
- 3^й міжнародній конференції “Прогресивна техніка і технологія – 2002”, м. Севастополь, 2002 рік;
- науково-методичних конференціях викладачів та аспірантів Сумського національного аграрного університету у 2000, 2001, 2002 роках;
- міжнародній науково-практичній конференції “Межрегиональные проблемы экологической безопасности”, м. Суми, 2002 рік;
- 2^й міжнародній науково-практичній конференції “Экономические проблемы производства и потребления экологически чистой продукции”, м. Суми, 2001 рік;
- 2^й Всеукраїнській науковій конференції “Інтегровані комп'ютерні технології”, м. Суми, 2002 р.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків та 3 додатків. Повний обсяг дисертації 263 сторінки, 59 ілюстрацій по тексту, 12 ілюстрацій на 12 сторінках; 14 таблиць по тексту, 2 таблиці на 6 сторінках; 3 додатки на 64 сторінках; 157 найменувань використаних літературних джерел на 15 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи і її зв'язок з науковими програмами, наводиться

мета роботи та задачі досліджень, наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, свідчення про апробацію та опубліковані матеріали, структура дисертації.

В першому розділі виконаний аналіз питання і розроблені задачі досліджень. При цьому, досліджено діючі системи класифікації виробів в машинобудуванні, використання роботів та методик відпрацювання виробів на технологічність в автоматизованому складальному виробництві.

Статистичний аналіз використання видів з'єднань в машинах показує (рис.1) наступну їх кількість:

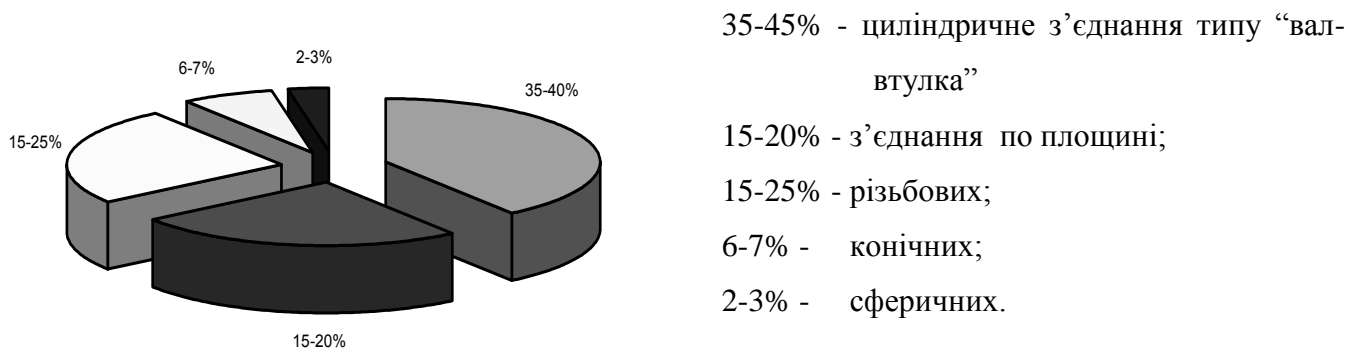


Рис. 1. Статистичний аналіз видів з'єднань в машинах.

Оптимізація виробничої технологічності можлива шляхом корегування конструкторсько-технологічних властивостей виробу або структури і параметрів виробничої системи. В результаті аналізу виробу складаються пропозиції щодо його конструктивних змін з метою підвищення технологічності, виявляються можливості перспективності виробництва даного виробу. За визначенням конструктора технолог перевіряє методи забезпечення точності замикаючих ланок, відбиті в технічних умовах на приймання виробу.

Встановлено основні фактори, що впливають на технологічність конструкції - вид виробу, обсяг випуску, тип виробництва, існуючі засоби технологічного оснащення. Вид виробу визначає головні конструкторські і технологічні ознаки, що обумовлюють основні вимоги до технологічності конструкції. Від обсягу випуску та типу виробництва залежать ступінь механізації й автоматизації технологічних процесів і спеціалізація усього виробництва.

Як показники технологічності виділяються: трудомісткість виготовлення виробу та окремих видів робіт, членування складального процесу, технологічна собівартість, показник стандартизації та уніфікації конструкції виробу, питома матеріалоемність та ін.

Найважливішим показником виробничої технологічності є технологічна собівартість виробу, яка є сумою витрат на здійснення виробничого процесу виготовлення.

Для розрахунків використовуємо тільки ті елементи технологічної собівартості, які складають її змінну частину. При порівнянні варіантів по технологічній собівартості розрахунок

виконується за формулою:

$$C = C_3 + C_e + C_a + C_o + C_c,$$

де C_3 - заробітна платня складальника; C_e - вартість енергії, що використовується; C_a та C_o - відповідно вартість амортизації обладнання та оснащення; C_c - вартість елементів, що складаються.

Особливо зростають вимоги технологічності при автоматизації виробництва.

В другому розділі розроблена класифікація складальних одиниць та автоматизованого складального обладнання.

В даний час намітилося два основних напрямки формалізації опису структурно-технологічних властивостей виробу – конструкторсько-технологічне і технологічне.

Конструкторсько-технологічний напрямок передбачає опис конструкторсько-технологічних особливостей складальних одиниць цифровим кодом, що однозначно описує конструкцію виробу.

Технологічний напрямок відрізняється від розглянутих вище моделей об'єктів виробництва тим, що описує їх у термінах технологічних операцій.

Основні способи класифікації та їх характеристики, переваги та недоліки наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 –

Порівняльна характеристика класифікації видів з'єднань

Найменування способу класифікації	Характеристика класифікації	Переваги	Недоліки
Класифікація по виду з'єднання	Класифікація з'єднань на: механічні, зварні, паяні, клейові, магнітні, комбіновані.	1. Здійснюється уніфікація виробів на етапах конструкторської підготовки виробництва. 2. Використовується при усіх типах виробництва 3. Простота кодування інформації	1. Не вказана ступінь рухомості 2. Не вказана можливість розкладання 3. Слаба інформативність признаку
По виду контакту поверхонь деталей, що сопрягаються	1. Без посередній контакт по поверхням: загальним, місцевим, лінійним, точечним; 2. Контакт через проміжний шар матеріалу (при пайці, зварюванні, склеюванні): загальний, місцевий	Є можливість вказати зв'язки базування та використати інформацію при проектуванні технологічного оснащення	1. Не вказана ступінь рухомості 2. Не вказана можливість розкладання 3. Слаба інформативність признаку
Класифікація по виду з'єднання	Класифікація з'єднань на: різьбові, паяні, зварні, арміровані та з'єднання, що	1. Здійснюється уніфікація виробів на етапах конструкторської підготовки виробництва.	1. Не вказана ступінь рухомості 2. Не вказана можливість розкладання

	утворюються під тиском	2. Використовується при усіх типах виробництва 3. Простота кодування інформації	3. Слаба інформативність признаку
За конструктивними ознаками	Рухомі та нерухомі, роз'ємні та нероз'ємні	Класифікація добре підходить для оцінювання можливості та складності автоматизації складальних процесів	1. Не вказана можливість розкладання 2. Слаба інформативність признаку
За технологічними ознаками	Класифікація на: різьбові, пресові, зварні, паяні, заклепочні, вальцовочні, клейові, згинаючі.	Спрощується розробка ТПС. Є можливість відразу по коду виду з'єднання визначати операцію і вдрукувати у маршрутні й операційні карти найменування і зміст операції.	1. Обмеження області застосування (масове виробництво). 2. При розробці ТПС за допомогою ЕОМ необхідні діалоговий режим і аналіз конструкції, тому що застосовуване оснащення залежить не тільки від виду з'єднання (коду операції), але і від послідовності, у якій відбувається складання.
За фізичними ознаками	Врахування характеру деформацій, молекулярних сил, форми деталей, що з'єднуються, сили при складанні	Класифікація добре підходить для оцінювання складності автоматизації складальних процесів	1. Обмеження області застосування (масове виробництво). 2. При розробці ТПС за допомогою ЕОМ необхідні діалоговий режим і аналіз конструкції, тому що застосовуване оснащення залежить не тільки від виду з'єднання (коду операції), але і від послідовності, у якій відбувається складання.

Основні вимоги до класифікації видів з'єднань та деталей (складальних одиниць) заключається в наступному:

- класифікація повинна дозволяти однозначно визначати вид з'єднання;
- класифікація видів з'єднань і складальних елементів повинна дозволяти виконувати швидкий вибір засобів технічного оснащення, в тому числі з використанням обчислювальної техніки;
- класифікація видів з'єднань повинна описувати траєкторію переміщення складальних елементів при їх складанні (з'єднанні);
- класифікація повинна мати можливість розширення при доповненні його новими з'єднаннями;
- наявність ілюстрованого визначника виду з'єднання на підприємстві дозволяє виконувати уніфікацію під час конструкторської підготовки виробництва.

Розроблюваний класифікатор повинен забезпечити зв'язок між предметом виробництва і засобами виробництва, а тому повинен мати наступні основні характеристики: однозначно

описувати конструкцію виробу; сприяти максимальній уніфікації знову створюваних конструкцій при конструкторській підготовці виробництва; використовуватися при групуванні об'єктів виробництва; використовуватися при визначенні послідовності складання; мати основні ознаки, конкретизація яких дозволяє робити вибір технологічного оснащення; бути простим, запам'ятовуватися легко і мати можливість для подальшого розширення; забезпечувати ефективне застосування обчислювальної техніки при виборі засобів технологічного оснащення.

Поділ складальних з'єднань за формою поверхонь, що сполучаються, полегшує задачу автоматизації їхнього складання. Процес складання типових з'єднань можна розглядати як ряд типових процесів з'єднань деталей по їхніх поверхнях: сферичних, конічних, циліндричних, різьбових, плоских та ін.

Положення будь-якої деталі в просторі визначається трьома переміщеннями і трьома поворотами в системі координат. Тому процес автоматичного складання будь-якої складальної одиниці (СО) являє собою просторову задачу, яку можна вирішити за допомогою розмірних ланцюгів відносних поворотів поверхонь системи „деталі, що складаються” – „складальна машина”. При використанні автоматизованого складального устаткування з ЧПУ з'являється можливість, створивши уніфіковані підпрограми для кожного виду з'єднання, одержувати керуючі програми для складання усього виробу.

В основу розробленого класифікатора видів з'єднань (табл. 2) покладені як геометричні параметри, що визначають траєкторію переміщення деталей при складанні, так і конструктивно-технологічні ознаки, що характеризують поверхні за призначенням і технології їх складання. Розділення кодування елементів, що з'єднуються, і видів з'єднань дозволило скоротити кількість знаків коду.

Таблиця 2 -

Конструкторсько-технологічна класифікація видів з'єднань

Номер класу	Характерна ознака	Підклас	Клас рухливості	Характеристика контуру з'єднання
1	2	3	4	5
0	Наявність циліндричної поверхні	00	03	по циліндричній поверхні
		01		по циліндричній поверхні та торцю
		02		по двом циліндричним поверхням та торцю
		03		більше двох циліндричних поверхонь різного діаметру
		04		по циліндричній та конічній
		05		по циліндричній, конічній та циліндричній
		06-09		резерв
1	Наявність конічної поверхні	10	03	по конічній
		11		по конічній та циліндричній
		12		по конічній, циліндричній та площині
		13		по циліндричній та торцю

1	2	3	4	5
		14-19		резерв
2	Наявність різьбової циліндричної поверхні	20	13	по різьбовій циліндричній поверхні
		21		по різьбовій циліндричній поверхні та площині
		22		по різьбовій циліндричній та конічній поверхням
		23		по циліндричній, різьбовій циліндричній поверхням та площині
		24		по циліндричній, різьбовій циліндричній та конічній поверхням
		25		по конічній, циліндричній, різьбовій циліндричній поверхням та площині
		26		по конічній та різьбовій циліндричній поверхні
		27-29		Резерв
3	Наявність конічної різьбової поверхні	30	13	по конічній різьбовій поверхні
		31		по конічній різьбовій та конічній поверхням
		32		по циліндричній та різьбовій конічній поверхням
		33		по циліндричній, конічній різьбовій та циліндричній поверхням
		34		по циліндричній, різьбовій конічній та конічній поверхням

Продовження табл.2

1	2	3	4	5
		35		по циліндричній, різьбовій конічній, циліндричній поверхням та площині
		36-39		Резерв
4	Комбінація поверхонь та ліній з використанням різних фізичних основ виконання з'єднання	40	01÷33	клепане з'єднання
		41		пайка
		42		зварювання
		43		з'єднання тиском
		44		з'єднання на основі температурних деформацій (з підвищенням температури)
		45		з'єднання на основі температурних деформацій (з пониженням температури)
		46		розвальцювання
		47		відбортування
		48		чеканка
		49		резерв
5	Комбінація поверхонь чи складна поверхня	50	01÷33	шліцьове з'єднання
		51		шпонкове з'єднання
		52		сферичне з'єднання
		53		лабіринті з'єднання
		54-59		резерв
6	З'єднання по площинам	60	01÷33	з'єднання в одній площині (три точки контакту)
		61		з'єднання по площині та точці в різних площинах
		62		з'єднання по площині та двох точках
		63		з'єднання по площині, двох точках та точці
		64-69		резерв
7	З'єднання по лінії	70	01÷33	по одній лінії
		71		по лінії та точці в одній площині
		72		по лінії та точці в різних площинах

1	2	3	4	5
		73		по двох лініях в різних площинах
		74		по двох лініях та точці в різних площинах
		75-79		Резерв
8	Комбінація ліній або складних ліній	80	01÷33	зубчасте зчеплення
		81		в'язка джгутів
		82		скручування тросу
		83		стопоріння різьбових з'єднань проволокою
		84		стопоріння різьбових з'єднань шплінтами
		85		намотування проволоки
		86		чеканка
		87-89		резерв
9	З'єднання по точках	90	01÷33	по точці
		91		по двох точках в різних площинах
		92		по трьох точках в різних площинах
		93-99		резерв

Віднесення до того чи іншого підкласу виконується за визначальною для даного підкласу ознаці. У класифікаторі передбачена можливість подальшого його розширення як по видах елементів, що з'єднуються, так і по видах з'єднання. Ті види з'єднання, що складно описуються сполученням поверхонь або ліній, виділені в окремі підкласи за найменуванням методу утворення з'єднань.

Система класифікації і кодування виробів (СО) передбачає їхній подальший опис у виді графа, вершинами якого є елементи, що з'єднуються, а ребрами - код зв'язку між ними. Для кожного підкласу видів з'єднань можуть бути складені можливі види елементів, що з'єднуються, що використовується для додаткової перевірки технолога під час кодування виробу (СО). З метою уніфікації знову створюваних конструкцій на стадії конструкторської підготовки виробництва, розробляються ілюстровані визначники з'єднань.

Кожний розглянутий підклас має свій клас рухливості при з'єднанні. Код класу рухливості двозначний: перша цифра коду позначає ступінь рухливості обертання, друга - переміщення.

Використання запропонованої методики класифікації СО дозволяє проводити уніфікацію виробів, що випускаються, скоротити терміни технологічної підготовки виробництва, а при використанні складального устаткування з програмним керуванням створювати уніфіковані програмні модулі для кожного підкласу видів з'єднань.

Точність виконання складальної операції залежить від точності переміщення та обертання у просторі. На рис. 2 показано геометричну модель автоматизованого виконання з'єднання “вал зі шпонкою” – “зубчасте колесо”.

Рис. 2 Геометричне моделювання складання шпонкового з'єднання

Автоматизоване складальне устаткування, зокрема роботи, виконують переміщення з визначеним класом рухливості (рис. 3).

Рис. 3. Класифікація робіт по класах рухливості.

Аналогічно, маємо рухливості видів з'єднань, для яких розроблена класифікація складального устаткування в залежності від реалізованої рухливості органів маніпуляції.

Точнісні характеристики при виконанні складальних робіт та вартість устаткування приводяться в технічних паспортах устаткування.

У третьому розділі виконано моделювання виробничої технологічності та розроблено алгоритмічне і програмне забезпечення оптимізації технологічності при складанні виробів

На основі розроблених класифікацій розроблений метод керування виробничою технологічністю, що дозволяє мінімізувати собівартість складання виробу. Алгоритм, що реалізує розроблений метод, наведено на рис. 4.

Для заданих варіантів послідовності складання виробів з урахуванням кінематики елементів, що складаються, та заданої точності, наявності автоматизованого обладнання, яке забезпечує задану кінематику та точність, вибирається варіант технологічного процесу і технологічного оснащення, що дозволяє забезпечити складання з мінімальною технологічною собівартістю.

В тому випадку, коли варіант не задовольняє, виконується корегування конструкції виробу або застосовується інше технологічне оснащення.

В четвертому розділі розроблена математична інженерна методика управління виробничою технологічністю при складанні виробів. Виконано аналіз заводських технологічних процесів складання виробів в ВАТ "Сумсільмаш", ДНВП "НІКМАС-РОТОР" та СМНВО ім. Фрунзе та запропоновані заходи по їх удосконаленню.

Використання розробленого методу керування виробничою технологічністю дозволило в умовах ДНВП "НІКМАС-РОТОР", ВАТ "Сумсільмаш" та СМНВО ім. Фрунзе знизити собівартість виконання складальних робіт при виготовленні насосів і компресорів на 76 тис. на рік. Розроблений метод реалізований у вигляді пакета прикладних програм.

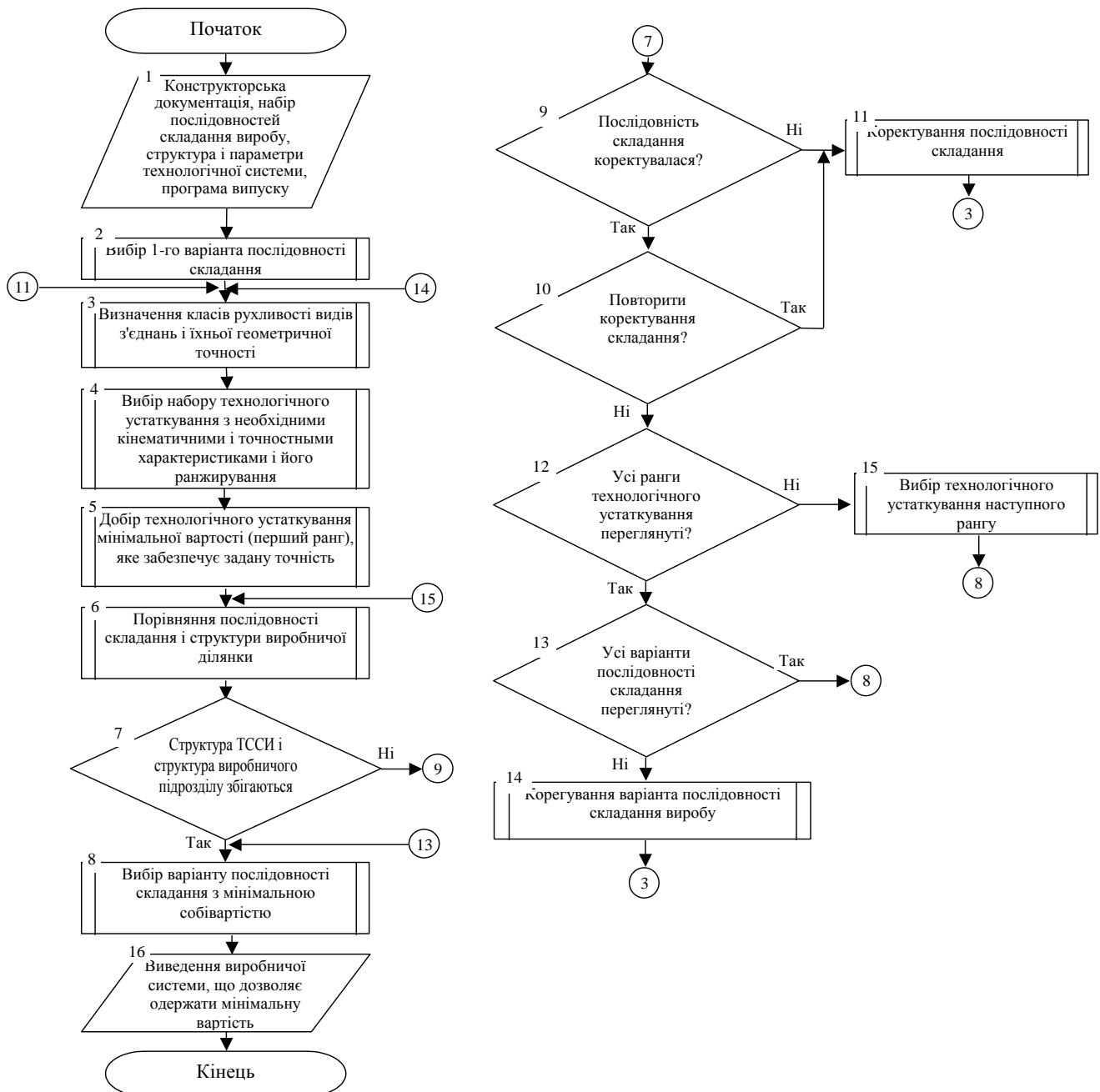


Рис. 4. Алгоритм керування виробничою технологічністю при складанні виробів.

По матеріалам дисертаційних досліджень видано навчальний посібник, який використовуються в навчальному процесі СНАУ.

ВИСНОВКИ

- 1 Аналіз сучасного стану складального автоматизованого виробництва та технологічних можливостей автоматизованого обладнання, виконані класифікації складальних з'єднань і роботів дали можливість розробити алгоритмічне та програмне забезпечення, яке дозволяє здійснити моделювання та забезпечити вибір технологічного процесу з мінімальною собівартістю.
- 2 На основі теоретичного узагальнення вирішена актуальна для машинобудування науково-

технічна задача: управління виробничою технологічністю в умовах автоматизованого складального виробництва, що дало можливість мінімізувати собівартість виготовлення виробів.

- 3 Класифікація деталей та видів з'єднань за конструкторсько-технологічними параметрами дозволило розподілити їх за площинами, лініями і точками, що дало можливість визначити ступінь рухомості їх при складанні.
- 4 Встановлено, що вибір виконавчих органів автоматизованого складального устаткування доцільно вести на основі розробленої класифікації їх кінематики, що дає змогу враховувати задану точність з'єднань.
- 5 Використання розробленого методу управління виробничою технологічністю на виробництві дозволило скоротити собівартість складальних робіт на 12-15% і одержати річний економічний ефект в сумі 76 тис. грн.
- 6 Використання результатів в навчальному процесі Сумського національного аграрного університету при читанні лекцій, проведенні практичних занять з технології машинобудування, виконанні курсових та дипломних робіт, дозволило підвищити якість підготовки спеціалістів та магістрів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Захаров Н.В., Яременко В.П. Параметрическая технологичность изделий при сборке // Труды Междунар. конф. «Современные технологии, экономика и экология в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве». – Том 2. – Киев: НМЦВОУ. - 2000. - С. 3-11. Здобувачем розглянуті показники для оцінки параметричної технологічності при складанні.
2. Захаров М.В., Яременко В.П., Хворост В.А. Автоматизация в промышленности Японии // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2001.-№6.-С. 113-119. Здобувачем виконаний аналіз технологічних систем складання виробів у Японії.
3. Захаров М.В., Яременко В.П. Конструкторсько-технологічна класифікація складальних одиниць // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2001. – № 7. – С. 86-92. Здобувачем запропонована структура та методика конструкторсько-технологічної класифікації складальних одиниць.
4. Захаров Н.В., Тимофеев Ю.В., Яременко В.П., Бей Р.В. Необходимость оптимизации сборочно-разборочных работ в турбокомпрессорном машиностроении // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – Харьков: НТУ «ХПИ».- 2001. – Вып.10. – С. 161-168. Здобувачем обґрунтована необхідність вирішення задачі управління виробничою технологічністю складальних робіт в

турбокомпресорному машинобудуванні.

5. Моделювання та оптимізація виробничої та експлуатаційної технологічності машин: Навчальний посібник / Захаров М.В., Яременко В.П., Бей Р.В., Чибіряк Я.І. – Суми: СНАУ, 2001. – 56 с. Здобувачем розроблена методика управління виробничою технологічністю при складанні.
6. Яременко В.П. Кінематичні схеми та математичні моделі автоматизованого складання виробів // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2002. – № 8. – С. 89- 94.
7. Яременко В.П. Управління виробничою технологічністю машин при складанні // Матеріали Международной научно-практической конференции «Межрегиональные проблемы экологической безопасности». – Том 3. – Сумы: ВАТ “СОД”, видавництво “Козацький вал”. – 2002. С. 11-14.
8. Яременко В.П. Підвищення рівня виробничої і експлуатаційної технологічності шляхом вибору раціональної послідовності складання машин // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2002.-№9. -С. 78-90.

АНОТАЦІЇ

Яременко Віктор Петрович. “Мінімізація собівартості автоматизованого складання виробів шляхом управління виробничою технологічністю”.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків, 2002.

Дисертація присвячена питанням зниження собівартості процесу складання завдяки раціональному управлінню технологічністю виробів в умовах автоматизованого виробництва. Розроблено метод управління виробничою технологічністю в умовах автоматизованого складального виробництва. Розроблена конструкторсько-технологічна класифікація деталей і видів з'єднань. Розроблено кінематичні схеми застосувань складальних елементів при складанні кожного підкласу видів з'єднань, які дозволяють враховувати задану точність з'єднань і кінематику виконавчих органів автоматизованого складального устаткування. Розроблено математичні моделі геометричних застосувань складальних елементів і виконавчих органів автоматизованого складального устаткування, алгоритмічне та програмне забезпечення рішення задачі підвищення технологічної раціональності конструкції складальних елементів. Запропоновані практичні рекомендації щодо управління виробничою технологічністю. Результати дисертаційної роботи впроваджені у виробництво та в навчальний процес.

Ключові слова: технологія складання, технологічна система, моделювання, класифікація

складальних з'єднань, автоматизація виробництва, технологічні можливості, структурний синтез, автоматизоване проектування, оптимізація, виробнича технологічність.

Яременко Виктор Петрович. «Минимизация себестоимости автоматизированной сборки изделий путем управления производственной технологичностью». Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - технология машиностроения. Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, 2002.

В диссертации решена научно-техническая задача повышения эффективности автоматизированной сборки изделий за счет управления производственной технологичностью. Выполнен анализ существующих классификаций изделий, применения автоматизированного оборудования (в частности роботов) при сборке. Рассмотрены методики обработки изделий на производственную технологичность.

Разработана конструкторско-технологическая классификация деталей и соединений, учитывающая вид поверхности контакта, степень подвижности и точность сборки, разработаны кинематические схемы перемещений сборочных элементов, позволяющие учитывать заданную точность соединений и кинематику исполнительных органов автоматизированного сборочного оборудования. Разработаны математические модели геометрических перемещений сборочных элементов и исполнительных органов автоматизированного сборочного оборудования. Выполнено моделирование производственной технологичности и разработаны алгоритмическое и программное обеспечение для решения проблемы повышения технологической рациональности собираемых изделий.

Разработана инженерная методика управления производственной технологичностью при сборке изделий. Выполнен анализ заводских технологических процессов сборки изделий в ОАО «Сумсельмаш», ДНПП «НИКМАС-РОТОР», СМНПО им. Фрунзе и рекомендованы технологии по их усовершенствованию.

Результаты выполненных исследований используются при чтении лекций и проведении практических занятий по технологии машиностроения в Сумском национальном аграрном университете на кафедре эксплуатации и ремонта машин. Ключевые слова: технология сборки, технологическая система, моделирование, классификация сборочных соединений, автоматизация производства, технологические возможности, структурный синтез, автоматизированное проектирование, оптимизация, производственная технологичность.

Yaremenko Viktor Petrovich. "Minimization of the cost price of automized assembly of

workpieces by control by industrial adaptability to manufacture".- The manuscript.

Dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science till a speciality 05.02.08 - technique of a machine industry. National engineering university " The Kharkov polytechnic institute ", Kharkov, 2002.

The dissertation is devoted by a question to lowerings of the cost price of process of assembly due to rational control by adaptability to manufacture of workpieces in conditions of a automized production. The design-engineering classification of details and aspects of connections is developed. The kinematic configurations of applications of assembly elements are developed at assembly of each subclass of aspects of connections allowing to take into account the given exactitude of connections and kinematic of the executive organs of the automized assembly equipment. The mathematical models of geometrical applications of assembly elements and executive organs of the automized assembly equipment are developed. The algorithmic and program securities for the decision of a task of a heightening of technological rationality of a construction of assembly elements are developed. The offered practical recommendations for control by industrial adaptability to manufacture. The results of dissertation are introduced into manufacture and in educational process.

Keywords: know-how of assembly, technological system, simulation, classification of assembly joints, industrial automation, technological capabilities, structural synthesizing, design augmented by computer, optimization, manufacturing manufacturability.