

*НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»*

Бей Роман Васильович

УДК 621.757

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗБИРАННЯ МАШИН

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 і ремонту машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Зенкін Анатолій Семенович,
Київський технологічний інститут легкої промисловості, м. Київ,
професор кафедри метрології,
стандартизації і сертифікації;

кандидат технічних наук, доцент,
Ремньов Олексій Ілліч,
Сумський державний університет, м. Суми,
доцент кафедри технології машинобудування.

Провідна установа

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України, кафедра технології машинобудування, м. Київ..

Захист відбудеться "14" листопада 2002 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.12 у Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут" за адресою:

61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21

З дисертацією можна ознайомитись в 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. У результаті збільшення кількості точного, високопродуктивного автоматизованого технологічного устаткування значно ускладнюється завдання підтримання їхньої працездатності. Це дуже впливає на техніко-економічні показники роботи підприємства.

Так, простої автоматизованих ділянок через відмову і ремонт автоматизованих ліній складають 20-25% і становлять 65-75% їх машинного часу. Питома вага складально-розбірних робіт у трудомісткості ремонту складає 46-60%, а рівень механізації розбирання - 12%.

Аналіз сучасних технологій ремонту машин показує значне відставання рівня технологічного оснащення та технологій, що використовуються на виробляючому та ремонтному підприємствах. Однією з причин такого положення є відсутність методик синтезу оптимальних операційних комплексів для ремонту. Складність рішення задач висока у зв'язку з тим, що оригінальний не тільки шлях до місця дефекту, але і технологія відновлення елемента, що вийшов з ладу. Це пов'язане з випадковістю появи дефекту і різною надійністю складових частин машини.

Керування ремонтом і підтримка працездатності є однією з найбільш складних областей керування промисловим виробництвом. Щорічні витрати на ремонт і технічне обслуговування активної частини основних фондів у середньому складають 30% їхньої балансової вартості. Так, витрати на ремонт металорізальних верстатів за весь термін їх служби у 3-5 разів перевищують первинну вартість. Керування якістю машин на всіх стадіях їхнього життєвого циклу є важливою теоретичною і практичною задачею. Ремонтопридатність при цьому є однією з найважливіших показників підвищення конкурентоздатності машин. Складність рішення задач висока і пов'язана з одиничним або дрібносерійним типом ремонтних виробництв. Це впливає на якість засобів технологічного оснащення, що використовується.

Відомо, що повне розбирання устаткування при ремонті небажане, тому що при цьому порушуються відповідальні з'єднання, ушкоджуються працездатні деталі. Тому при ремонті важлива як правильна дефектація так і вибір оптимального шляху до вузла або деталі, що вийшла з ладу і вибір раціональних засобів технологічного оснащення для виконання розбірних робіт.

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 №20-99, №24-99, №27-99, №88/02 та інших, робота по яких проводилася у СНАУ протягом 1999-2002 років.

Мета і задачі дослідження. Мінімізація собівартості розбірних робіт шляхом розробки формалізованого методу побудови раціональних варіантів структур технологічних процесів

розбирання машин.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виконати аналіз показників і методик по оцінці ремонтної технологічності машин;
- розробити математичні моделі та методи оптимізації структур технологічних процесів розбирання машин;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення рішення задач;
- здійснити промислову апробацію отриманих результатів та впровадити їх в навчальний процес вузів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес розбирання машин.

Предмет дослідження – структура технологічного процесу розбирання машин.

Методи дослідження - методологічною основою роботи є системний підхід до розробки методу оптимізації технологічних процесів розбирання машин, який дозволяє мінімізувати собівартість робіт, що виконуються. Математична логіка, теорія графів та матриць використовувалися при розробці математичної моделі і алгоритмів рішення задачі оптимізації послідовності розбирання машин, алгоритмів синтезу раціональних операційних комплексів та технологічних процесів розбирання машин.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що на основі системного підходу до побудови структур технологічних процесів розбирання розроблено формалізований метод, який дозволяє оптимізувати процес по технологічній собівартості.

При цьому:

- розроблено математичну модель структури виробу і технологічно обґрунтовано алгоритм визначення послідовності розбирання з використанням ЕОМ;
- розроблено алгоритм синтезу раціональних операційних комплексів розбирання машин, що враховує наявність і технологічні можливості існуючих засобів технологічного оснащення і дає змогу визначити технологічні можливості необхідних операційних комплексів в разі їх відсутності на ремонтному підприємстві;
- на основі технологічних закономірностей виконання складальних робіт обґрунтовано метод синтезу структури технологічних процесів розбирання, що складається з трьох етапів: побудова варіантів послідовності розбирання виробу, синтезу раціональних операційних комплексів і вибору раціональної структури технологічного процесу розбирання.

Практичне значення одержаних результатів визначається використанням їх у виробництві і навчальному процесі і складається: з розробки практичних рекомендацій для побудови раціональних структур технологічних процесів розбирання машин при виконанні госпдогвірних робіт; з розробки програмного забезпечення рішення задачі, що дозволяє знизити собівартість робіт, що виконуються і зберегти якість виробу. Результати дисертаційної роботи

впроваджено: в ВАТ „Сумиоблагротехсервіс”; при виконанні госпдоговірних робіт між СНАУ та ДКП „Міськводоканал” (м. Суми) при ремонті насосів; на виробничому об’єднанні ДНВП “НИКМАС-РОТОР”; а також у навчальному процесі Національного аграрного університету (м. Київ) та Сумського національного аграрного університету (СНАУ). Використання одержаних результатів у промисловості дозволило підвищити якість ремонтних робіт і знизити їх собівартість. Економічна ефективність від впровадження розробок на підприємстві складає 48 тис. грн. Використання одержаних результатів у навчальному процесі дозволяє підвищити якість підготовки спеціалістів.

Достовірність результатів дослідження забезпечується: використанням системного підходу, сучасного математичного апарату (теорії графів і теорії матриць, математичної логіки, математичного моделювання, методів оптимізації), а також апробацією одержаних результатів у промисловості.

Особистий внесок здобувача полягає у тому, що ним на основі аналізу показників і методик оцінки ремонтної технологічності машин розроблено математичні моделі варіантів структур технологічних процесів розбирання машин, розроблено математичну модель синтезу раціональних операційних комплексів розбирання машин, запропоновано метод оптимізації технологічних процесів розбирання машин, який відрізняється тим, що на основі системного підходу враховується комплекс факторів, які дозволяють знизити собівартість ремонтних робіт, підвищити їх якість та зберегти якість виробу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися на: 7^й, 8^й міжнародних науково-методичних конференціях “Сучасні технології, економіка та екологія в промисловості, на транспорті та у сільському господарстві”, м. Алушта, 2000, 2001 роки; 3^й міжнародній конференції “Прогресивна техніка і технологія – 2002”, м. Севастополь, 2002 рік; 2^{му} міжнародному науково-технічному семінарі “Сучасні методи складання в машинобудуванні та приладобудуванні”, 26-28 лютого, м. Свалява, 2002 рік; науково-методичних конференціях викладачів та аспірантів Сумського національного аграрного університету у 1999, 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.; Всеукраїнській науковій конференції “Системи автоматизованого проектування та комп’ютерного моделювання”, м. Суми, 2001 р.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків та 4 додатків. Повний обсяг дисертації 174 сторінки, 49 ілюстрацій по тексту, 8 ілюстрацій на 8 сторінках; 9 таблиць по тексту, 2 таблиці на 2 сторінках; 4 додатки на 26 сторінках; 162 найменувань використаних літературних джерел на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи та її зв'язок з науковими програмами, приводиться мета роботи і задачі досліджень, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, відомості про апробацію і опубліковані матеріали, структуру дисертації.

В першому розділі виконано аналіз техніко-економічних проблем та організаційних форм ремонту машин, розглянуто існуючі рішення по побудові структур технологічних процесів ремонту, визначена мета та розроблені задачі дослідження.

Аналіз науково-технічної літератури і практики виробництва показав, що в області удосконалення технології складання та розбірних і ремонтних робіт займалися відомі вчені: В.Н. Авер'янов, Б.М. Арпентев, Ю.С. Борисов, В.Г. Бутенко, Л.Ф. Вознюк, Л.Н. Воробйов, В.І. Гриценко, А.Ф. Дергачов, Л.В. Дехтеринський, І.Е. Дюмін, М.В. Захаров, А.С. Зенкін, І.І. Івашко, П.Р. Левковець, В.Я. Микотін, А.Я. Поліський, Є.О. Сухарев, О.І. Сидашенко, Н.Ф. Тел'янов, І.Е. Ульман, М.І. Черновол та інші.

Виконаний аналіз показав, що, не дивлячись на великий обсяг існуючих робіт, доцільний подальший розвиток теорії оптимізації технологічних процесів розбирання і ремонту машин. Аналіз сучасних технологій ремонту машин, методів оптимізації технологічних процесів, рівня використовуваного технологічного оснащення, методів діагностики технічного стану машин вказує на необхідність виконання подальших теоретичних і практичних досліджень.

Значний обсяг складально-розбірних робіт у трудомісткості ремонту, низький рівень їхньої механізації та автоматизації приводять до значних простоїв дорогого технологічного устаткування. Керування працездатністю засобів технологічного оснащення є однією з найскладніших задач промислового виробництва.

У результаті виконання досліджень у першому розділі обґрунтована мета роботи і задачі.

В другому розділі розроблено формалізовану методику рішення задачі визначення послідовності розбирання машин.

Розроблено модель оптимізації структури технологічних процесів по технологічній собівартості наведено на рис. 1.

Виконано аналіз можливості використання технологічних схем складання виробів для визначення послідовності їх розбирання. В результаті великої кількості експериментів встановлено, що технологічну схему складання виробу не завжди доцільно використовувати для побудови технологічної схеми розбирання.

Технологічна схема складання виробу багатоваріантна, залежить від ряду факторів та використовуваних критеріїв оптимізації. Тоді і процес розбирання буде спрямований аналогічним шляхом. Аналіз, виконаний у першому розділі, показує, що умови розбирання, а потім і складання, на ремонтному підприємстві і підприємстві-виробнику виробу можуть значно відрізнятися. Проблема не тільки в наявності необхідних засобів технологічного оснащення, але й у вартості окремих деталей і складальних одиниць, імовірності бездефектного розбирання складальних з'єднань, кваліфікації ремонтного персоналу, вартості складальних операцій по забезпеченню заданої точності, герметичності і т.п. При оптимізації розбірних робіт необхідні нові методики, що дозволяють виконати розбирання до деталі, що вийшла з ладу по оптимальному шляху існуючого виробництва.

Аналіз варіантів послідовності розбирання виявив, що істотний вплив на оптимальний варіант має: наявність необхідного технологічного оснащення і його вартість; вартість виконання операцій розбирання та складання, налагодження і контролю окремих вузлів машин; вартість окремих деталей, що входять до виробу; екологічну безпеку доступу до деталей, що працюють в умовах небезпечних для людини. Встановлено необхідність обліку можливих поломок при розбиранні і порушенні цілісності деталей з'єднання та їх подальшого використання при складанні.

Для математичного представлення інформації про виріб (рис. 2), при проектуванні технологічного процесу розбирання, виріб подається у вигляді графа, вершинами якого є деталі, а ребрами - зв'язки сполучення деталей (рис. 3).

Граф виробу подається у вигляді матриці базування деталей:

$$B[i,j]_{n \times n},$$

де n – кількість деталей у виробі.

Матриця базування $B[i,j]_{n \times n}$ будується наступним чином:

$$B[i,j] = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-а, } j\text{-та деталі мають зв'язок спряження;} \\ 0, & \text{в протилежному разі.} \end{cases}$$

Для виробу, який представлено на рис. 2, матриця базування має вигляд, наведений на рис. 4.

Важливим елементом математичної моделі є також матриця доступу. Матриця доступу (рис. 5) відображає зв'язки передування при розбиранні окремих деталей та складальних одиниць. Дана матриця будується наступним чином:

$$D[i,j] = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-й деталь в процесі розбирання передує } j\text{-та деталь;} \\ 0, & \text{якщо зв'язку передування між } i\text{-ю та } j\text{-ю деталями при розбиранні не існує.} \end{cases}$$

не алгоритмічне та програмне забезпечення визначення варіантів послідовності розбирання машин. Загальний алгоритм визначення послідовності розбирання машин представлений на рис.6.

У результаті рішення задач на даному етапі одержуємо безліч можливих варіантів послідовностей розбирання до деталі, що вийшла з ладу. Уточнення порядку розбирання здійснюється при формуванні операцій (другий етап) і їхньої послідовності з урахуванням можливостей технологічної системи і вартості виконання розбірних робіт (третій етап рішення задач).

Відмінними рисами розробленого алгоритму розбирання машини є:

.

Рис. 2 Клапан запірний прохідний.

Рис. 3 Граф базування деталей клапану запірного прохідного.

Рис. 4 Матриця базування деталей запірного клапану.

Рис. 5 Матриця доступу при розбиранні запірного клапану.

- необхідність перевірки можливості розбирання на всіх попередніх рівнях графа розбирання, якщо зроблене розбирання хоча б однієї деталі на наступних рівнях розбирання;
- якщо при розбиранні необхідно зберегти цілісність деяких із з'єднань, то ця інформація задається в схемі доступу;
- у тому випадку, якщо на одному рівні графа розбирання знаходяться одночасно кілька деталей (або складальних одиниць), значить конструкція виробу дозволяє здійснити операцію розбирання цих одиниць у будь-якій послідовності. Фактичну послідовність можна буде визначити при виборі структури операції й операційних комплексів і при оптимізації

структури технологічного процесу розбирання.

Розроблене алгоритмічне і програмне забезпечення рішення задач визначення послідовності розбирання машини має блочно-модульну структуру і дозволяє доповнювати алгоритм у випадку одержання нових технологічних знань.

Рис. 6 Загальна схема алгоритму визначення послідовності розбирання виробу.

Інформація про можливі варіанти послідовності розбирання машини є вихідною при синтезі технологічних операцій і виборі раціональних операційних комплексів для розбирання.

У третьому розділі вирішується задача оптимізації структури технологічних процесів розбирання машин.

Технологічні можливості операційних комплексів та інформація про деталі, що від'єднуються (маса, габаритні розміри, точнісні характеристики й ін.), подається в табличній формі.

При синтезі операцій в першу чергу вибираються засоби технологічного оснащення та операційні комплекси з числа тих, які є на підприємстві. Загальна схема алгоритму рішення задачі синтезу операцій технологічного процесу розбирання представлений на рис. 7.

Рис. 7 Схема алгоритму синтезу раціональних операційних комплексів

На третьому етапі рішення задачі необхідно вибрати таку структуру технологічного процесу розбирання яка б забезпечила в заданих умовах оптимальну по собівартості технологію. Технологічна собівартість операції виражається залежністю:

$$C_{on} = E_3 + E_p + E_e + E_n + E_n + E_a,$$

де E_3 - витрати по прямій заробітній платі; E_a - амортизаційні відрахування, що приходяться на операцію; E_p - витрати на ремонт устаткування, віднесені до однієї операції; E_e - витрати на електроенергію; E_n - витрати на оснащення; E_n - витрати на налагодження верстата для виконання операції.

При рішенні задачі оптимізації структури технологічних процесів розбирання цільова функція має такий вигляд:

$$\Phi = \sum_{i=1}^n C_{oni} \rightarrow \min, \quad i = \overline{1, n},$$

де n - кількість операцій, які необхідно виконати для здійснення технологічного процесу розбирання машини.

Обмеженнями при рішенні задачі є:

1. Тип виробництва на розглянутих ремонтних підприємствах одиничний або дрібносерійний;
2. Ремонт виробу виконується в умовах діючого ремонтного підприємства. При плануванні розбирання виробу, що надійшло, задіюються лише ті комплекси, що мають необхідний резерв часу і необхідні технологічні можливості;
3. При відсутності необхідного операційного комплексу розглядається можливість його придбання. У даному випадку вартість засобів технологічного оснащення додається до технологічної собівартості операції;
4. При виконанні технологічного процесу розбирання здійснюється розбирання не усього виробу, а лише його частини, до деталі, що вийшла з ладу;
5. Обмеження на конструкторсько-технологічні характеристики машин, що розбираються, не встановлюються. Однак пріоритет на використання запропонованого рішення мають машини, які містять деталі високої вартості і потребують спеціальних засобів технологічного оснащення для виконання робіт розбирання.

При оптимізації структури технологічного процесу розбирання вибирається оптимальна відповідність між технологічною системою виробу з урахуванням її членування до деталі, що вийшла з ладу, і технологічною системою виробництва:

$$TCH \equiv \bigcup_{i=1}^k TCSE_i \bigcup_{S=1}^l TCD_S$$

$$\dots\dots\dots$$

$$TCSE_i \equiv \bigcup_{j=1}^m TCD_{ij}$$

де TCH – позначення технологічної системи «виріб»; $TCSE_i$ – i -а технологічна система «складальна одиниця» ($i \in \overline{1, k}$); TCD_S – S -а технологічна система «деталь», що входить безпосередньо в цілий виріб; TCD_{ij} – j -а технологічна система «деталь», що входить в i -у складальну одиницю ($j \in \overline{1, m}$ и $i \in \overline{1, k}$).

Технологічна система виробництва (у даному випадку: система розбирання виробу):

$$TCP \equiv C\mathcal{E}_i \bigcup P_\gamma \bigcup PO_\varepsilon \bigcup P_\lambda \bigcup C\mathcal{E}_{i-1} \bigcup TC_i$$

де TCP – технологічна система розбирання виробу; $C\mathcal{E}_i \in TCH$ – i -й елемент технологічної системи виробу, який розбирається; P_γ – пристосування для $C\mathcal{E}_i$; PO_ε – технологічне оснащення для розбирання; P_λ – пристосування для $C\mathcal{E}_{i-1}$ відокремлюваного складального елемента; $C\mathcal{E}_{i-1} \in TCH$ – $(i-1)$ -ий розбираємий елемент; TC – технологічне середовище (запиленість, вологість, температура повітря й ін.) при виконанні технологічного процесу розбирання виробу.

Технологічна система виробництва синтезується з набору операційних комплексів.

$$TСП = \{TCP_{01}, TCP_{02}, ..., TCP_{\gamma\nu}, ..., TCP_{nk}\}$$

Кожна з складових $TCP_{\gamma\nu}$ реалізується операційним комплексом (OK):

$$TСП = \{OK_{01}, OK_{02}, ..., OK_{\gamma\nu}, ..., OK_{nk}\}$$

Кожен з OK_{ij} реалізує частину технологічного процесу розбирання (одну чи декілька операцій).

При цьому технологічний процес розбирання (ТПР) має таку структуру:

$$ТПР \equiv \bigcup_{i=1}^n O_i, \quad i \in [\overline{1, n}];$$

$$O_i \equiv \bigcup_{j=1}^m Y_j, \quad j \in [\overline{1, m}];$$

$$Y \equiv \bigcup_{i=1}^{\lambda} Y_i, \quad i \in [\overline{1, k}];$$

$$ПЗ \equiv \bigcup_{i=1}^n ТПер_i \bigcup_{j=1}^m ВПер_j, \quad i \in [\overline{1, n}], j \in [\overline{1, m}];$$

$$ТПер \equiv \bigcup_{i=1}^m PX_i \bigcup_{j=1}^n BX_j, \quad i \in [\overline{1, m}], j \in [\overline{1, n}],$$

де O_i – операції технологічного процесу; Y , $ПВ$, $ТПер$, $ВПер$, PX , BX – складові структури технологічного процесу розбирання, відповідно: установи, позиції, технологічний перехід, допоміжний перехід, робочий хід, допоміжний хід.

Для реалізації розбірних робіт обирається раціональна відповідність:

$$ТСИ \equiv \bigcup_{i=1}^n OK_i$$

.....

$$ТССЕ_i^T \equiv \bigcup OK_i$$

де OK – символічне позначення операційного комплексу.

Загальна схема алгоритму оптимізації структури технологічних процесів розбирання наведено на рис. 8

Для вибору оптимального складу операцій та ОК технологічного процесу розбирання будується мережева модель переходу від виробу в зборі ($S_{и}$) до дефектного місця розібраного ($S_{к}$).

Вершини графа відповідають ОК, ребра мають вагові характеристики - технологічну собівартість виконання операції. На одному рівні знаходяться ОК, що можуть бути використані на даному етапі технологічного процесу.

На рис. 9 представлена мережева модель технологічного процесу розбирання. Використовуючи програму оптимізації методом лінійного програмування вибирається оптимальний у заданих умовах варіант.

Рис. 8 Загальна схема алгоритму оптимізації структури технологічних процесів розбирання машин.

Рис. 9 Мережева модель технологічного процесу розбирання.

На сьогодні варіантність рішення задачі розбирання, через обмежену кількість різновидів ОК для виконання розбірних операцій, невелика. Тому задачу оптимізації доцільно вирішувати методом лінійного програмування. При збільшенні кількості альтернативних ОК задача вирішується методом динамічного програмування.

Таким чином, розроблений метод оптимізації структури технологічних процесів розбирання виробів включає три взаємозалежних етапи:

- вибір варіантів послідовностей розбирання машини, забезпечуваних конструкцією виробу;
- синтез операцій та вибір складу операційних комплексів для розбирання виробів (склад операційних комплексів може бути надлишковим);
- оптимізація структури технологічного процесу розбирання машини за технологічною собівартістю.

Якщо при рішенні задачі на 3-му рівні варіант структури не задовольняє, то передбачено повернення рішення задачі на попередні рівні.

При рішенні задачі вибору оптимального варіанту, передбачена можливість завдання "критичного значення" технологічної собівартості процесу. Тоді отриманий варіант, оптимальний серед безлічі інших, може бути прийнятий до виробництва.

При корегуванні варіанта структури технологічного процесу розбирання приймається рішення про зміну варіанта послідовності розбирання (перший етап рішення задачі) або структури, складу операцій і операційних комплексів (другий етап рішення задачі).

Оптимізація структури технологічного процесу розбирання виробу на першому та другому етапі здійснюється з використанням евристичних ітераційних алгоритмів, а на третьому етапі - з використанням методу лінійного програмування.

При зміні послідовності розбирання виробу змінюється його виробнича технологічність. Виконані дослідження дозволили розробити інженерну методику для оцінки ремонтної технологічності машин. Вона відображає вартісну залежність раціонального шляху до дефектного місця з урахуванням наявних засобів технологічного оснащення на ремонтному підприємстві.

В четвертому розділі розроблено методику оцінки визначення ремонтної технологічності машин. Виконано аналіз заводського технологічного процесу відновлення компресора та розроблено рекомендації по його вдосконаленню.

Результати наукових досліджень пройшли промислову апробацію на ремонтних підприємствах ВАТ “Сумиоблагротехсервіс”; при виконанні госпдоговірних робіт на суму 171 тис. грн. по ремонту насосів між СНАУ та ДКП „Міськводоканал” (м.Суми); на виробничому об’єднанні ДНВП “НИКМАС-РОТОР”; а також у навчальному процесі Національного аграрного університету (м. Київ) та Сумського національного аграрного університету (СНАУ). Аналіз заводських технологічних процесів розбирання насосного і компресорного устаткування, імпортої сільськогосподарської техніки показав, що вони проектуються на підставі досвіду і інтуїції технологів без наукового обґрунтування. Застосовуване рішення в даному випадку залежить від кваліфікації інженерно-технічних працівників. Перебір можливих раціональних варіантів як правило не здійснюється.

Використання розробленого методу синтезу раціональних варіантів структур технологічних процесів розбирання машин дозволяє обирати варіанти оптимальні по собівартості ремонту. При цьому, у залежності від виду дефекту і його місцезнаходження, наявності необхідних засобів технологічного оснащення, що використовується для розбирання, вибирається оптимальний по технологічній собівартості варіант технологічного процесу. При відсутності необхідних операційних комплексів видавалися рекомендації з їхнього створення і відомості про їх технологічні характеристики.

Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів виконаних досліджень у виробництво склав 48 тис. грн. на рік. При цьому мінімізується собівартість технологічного процесу ремонту і зберігається якість виробу.

Результати виконуваних досліджень використовуються в навчальному процесі Сумського національного аграрного університету на кафедрі експлуатації і ремонту машин при викладанні дисципліни технологія машинобудування, та Національному аграрному університеті (м. Київ). При цьому опубліковано навчальний посібник. Використання результатів дозволяє підвищити

якість підготовки фахівців.

ВИСНОВКИ

1. Розроблений метод оптимізації структури технологічних процесів розбирання виробів включає три взаємозалежних етапи рішення задачі: вибір безлічі реалізованих, з погляду конструкції виробу варіантів послідовностей розбирання до деталі, що вийшла з ладу; синтез операцій і вибір складу операційних комплексів; оптимізація структури технологічного процесу розбирання машини за технологічною собівартістю. Метод дозволяє враховувати наявність засобів технологічного оснащення, їхнє завантаження, технологічні можливості. Алгоритмічне і програмне забезпечення має блочно-модульну структуру і дозволяє удосконалювати систему при одержанні нових технологічних знань.
2. Аналіз практики роботи розбірних виробництв показав, що в даний час варіантність рішення задачі розбирання невелика через обмежену різноманітність операційних комплексів, необхідних для виконання технологічного процесу. Це дозволило використовувати метод лінійного програмування при виборі оптимального за технологічною собівартістю варіанту технологічного процесу на третьому етапі рішення задачі.
3. Аналіз існуючих засобів транспортування об'єктів, що розбираються, між операційними комплексами показав, що використовувані сьогодні транспортні засоби забезпечують переміщення між будь-якими операційними комплексами.
4. Розроблені математичні моделі структури виробів і їх конструкторсько-технологічних характеристик, складу і технологічних можливостей операційних комплексів, забезпечують їх інформаційну сумісність. При відсутності на підприємстві необхідних для розбирання операційних комплексів видається інформація про їхні технологічні характеристики.
5. Відмінними рисами алгоритму і програми визначення безлічі реалізованих варіантів (з погляду конструкції машини) послідовностей розбирання є наступні:
 - при виявленні хоча б однієї деталі, яку можна відокремити на i -му рівні, необхідна послідовна перевірка на можливість розбирання всіх попередніх рівнів;
 - якщо при виконанні розбірних робіт доцільне збереження цілісності деяких з'єднань, то заборона на їхнє розбирання задається в схемі доступу;
 - програмне забезпечення дає можливість одночасного розбирання декількох деталей або складальних одиниць. Однак фактична послідовність розбирання визначається з обліком наявних операційних комплексів і з урахуванням оптимізації структури технологічних процесів розбирання за технологічною собівартістю.
6. Результати досліджень пройшли промислову апробацію на ремонтних підприємствах у

Сумському обласному ВАТ "Облагротехсервис", на ДНВП "НИКМАС-РОТОР" та ДКП „Міськводоканал” (м.Суми). Річний економічний ефект складає 48 тисяч гривень, забезпечується підвищення якості ремонтних робіт.

7. Використання результатів роботи в навчальному процесі Національних аграрних університетів (у м. Києві і м. Суми) при читанні лекцій, проведенні практичних занять з технології машинобудування, виконанні курсових і дипломних робіт, дозволило підвищити якість підготовки фахівців і магістрів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Захаров Н.В., Тимофеев Ю.В., Бей Р.В., Яременко В.П. Необходимость оптимизации сборочно-разборочных работ в турбокомпрессорном машиностроении // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – 2001. – №10. – С. 161-168. Здобувачем виконано аналіз виробничих технологічних процесів розбирання турбокомпресорів під час їх ремонту, обґрунтовано необхідність їх оптимізації.
2. Бей Р.В. Математичні моделі виробів при проектуванні технологічних процесів розбирання // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2001. – №7. – С. 92-97.
3. Захаров М.В., Чибирик Я.И., Яременко В.П., Бей Р.В. Моделирование та оптимізація виробничої та експлуатаційної технологічності машин: Навчальний посібник.- Суми: СНАУ. - 2001. – 56 с. Здобувачем розроблено методику оптимізації ремонтної технологічності машин.
4. Бей Р.В. Розробка алгоритму визначення послідовності розбирання виробів // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2002. – № 8. – С. 94-104.
5. Бей Р.В. Синтез операцій технологічних процесів розбирання машин // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2002. – № 9. – С.90- 102.
6. Бей Р.В. Совершенствование технологий ремонта машин // Материалы Международной научно-практической конференции «Межрегиональные проблемы экологической безопасности». – 2002. – С.89-96.
7. Бей Р.В. Виды ремонта и комплексный показатель ремонтной технологичности // Материалы Международной научно-практической конференции «Межрегиональные проблемы экологической безопасности». –2002. – С.64-71.
8. Захаров Н.В., Бей Р.В. Повышение эффективности ремонта машин // Материалы 2-го Международного научно-технического семинара «Современные методы сборки в машиностроении и приборостроении». – Киев: АТМ України. – 2002. – С. 41-46. Здобувачем визначені шляхи підвищення ефективності ремонту машин, обґрунтовано необхідність врахування екологічних показників.

АНОТАЦІЇ

Бей Роман Васильович. "Оптимізація структури технологічних процесів розбирання машин".- 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 ремонтних робіт завдяки оптимізації структури технологічних процесів розбирання машин. Виконано аналіз показників і методик по оцінці ремонтної технологічності машин. Розроблено математичні моделі варіантів структур технологічних процесів розбирання машин. Виявлено методи оптимізації структур технологічних процесів розбирання. Розроблено алгоритмічне і програмне забезпечення рішення задачі оптимізації послідовності розбирання машин. Запропоновано практичні рекомендації для побудови раціональних технологічних процесів розбирання машин. Результати дисертаційної роботи впроваджено у виробництво та навчальний процес.

Ключові слова: дефектність, технологічне керування процесом розбирання, синтез операцій, технологічна собівартість операцій, структура технологічних процесів розбирання, операційний комплекс, послідовність розбирання, система, моделювання, технологічне обмеження.

Бей Роман Васильевич. "Оптимизация структуры технологических процессов разборки машин".- Рукопись.

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

Диссертация посвящена вопросам снижения себестоимости ремонтных работ благодаря оптимизации структуры технологических процессов разборки машин.

Анализ современных технологий ремонта машин, методов оптимизации технологических процессов, уровня используемого технологического оснащения, методов диагностики технического состояния машин указывает на необходимость выполнения дальнейших теоретических и практических исследований.

Во втором разделе разработана формализованная методика решения задачи определения последовательности разборки машин. Выполнен анализ возможности использования технологических схем сборки изделий для определения последовательности их разборки. В результате многочисленных экспериментов установлено, что технологическую схему сборки изделия не всегда целесообразно использовать для построения технологической схемы разборки.

Проблема не только в наличии необходимых средств технологического оснащения, но и в стоимости отдельных деталей и сборочных единиц, вероятности бездефектной разборки сборочных соединений, квалификации ремонтного персонала, стоимости сборочных операций по обеспечению заданной точности, герметичности и т.п. При оптимизации разборочных работ необходимы методики, которые позволяют выполнить разборку к вышедшей из строя детали по оптимальному для существующего производства пути.

Для формализованного решения поставленной задачи разработана математическая модель изделий при проектировании последовательности их разборки. С учетом влияющих факторов, разработанных математических моделей изделий и технологических закономерностей разработано алгоритмическое и программное обеспечение определения вариантов последовательности разборки машин (первый этап). Уточнение порядка разборки осуществляется при формировании операций (второй этап) и их последовательности с учетом возможностей технологической системы и стоимости выполнения разборочных работ (третий этап решения задачи).

Разработанный метод оптимизации структуры технологических процессов разборки изделий включает три взаимозависимых этапа: - выбор вариантов последовательностей разборки машины, обеспечиваемых конструкцией изделия; - синтез операций и выбор состава операционных комплексов для разборки изделий (состав операционных комплексов может быть избыточным); - оптимизация структуры технологического процесса разборки машины по технологической себестоимости.

Результаты научных исследований прошли промышленную апробацию на ремонтных предприятиях ОАО «Сумиоблагротехсервис»; при выполнении хоздоговорных работ на сумму 171 тыс. грн. при ремонте насосов между СНАУ и ГКП «Горводоканал» (г. Сумы); на производственном объединении ДНПП "НИКМАС-РОТОР"; а также в учебном процессе Национального аграрного университета (г. Киев) и Сумского национального аграрного университета (СНАУ).

Ключевые слова: дефектность, технологическое управление процессом разборки, синтез операций, технологическая себестоимость операций, структура технологических процессов разборки, операционный комплекс, последовательность разборки, система, моделирование, технологическое ограничение.

Bei R. V. «Optimization of structure of technological processes of disassembly of machines». - Manuscript

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science behind

a speciality 05.02.08 – mechanical engineering technique. National engineering university “The Kharkov polytechnic institute”, Kharkov, 2002.

The dissertation is devoted to questions of lowering of the cost price of repair work due to optimization of structure of technological processes of disassembly of machines. The analysis of indexes and techniques is executed according to repair adaptability to manufacture of machines. The mathematical models of variants of structures of technological processes of disassembly of machines are developed. The methods of optimization of structures of technological processes of disassembly are detected. Is developed algorithmic and software of the decision of a task of optimization of a sequence of disassembly of machines. The practical recommendations for construction of rational technological processes of disassembly of machines are offered. The results of researches are introduced into manufacture and educational process.

Key words: presence of defects, technological process control of disassembly, synthesizing of operations, technological cost price of operations, pattern of technological processes of disassembly, operational complex, succession of disassembly, system, simulation, technological limitation.

