

ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

Куцин Андрій Миколайович

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗБИРАННЯ
СКЛАДЕНИХ ОДИНИЦЬ ІЗ З'ЄДНАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ
З НАТЯГОМ**

Спеціальність 05. 02. 08 - Технологія машинобудування

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Харків, 1994

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00810401 (E)

ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

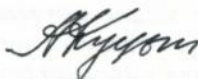
Куцин Андрій Миколайович

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗБИРАННЯ
СКЛАДЕНИХ ОДИНИЦЬ ІЗ З'ЄДНАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ
З НАТЯГОМ**

Спеціальність 05. 02. 08 - Технологія машинобудування

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків, 1994



Харківський політехнічний інститут
Україна

AB 29, 734

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі "Технологія машинобудування"
Харківського інженерно-педагогічного інституту,

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Арпентьев Борис Михайлович

Офіційні опоненти: академік інженерної академії України,
професор, доктор технічних наук
Тернюк Микола Емануїлович

кандидат технічних наук, доцент
Сізій Юрій Анатольевич

Провідна організація: Лозовський ковальсько-механічний завод

Захист відбудеться "28" квітня 1994 р. о 14 годині на
засіданні спеціалізованої вченої Ради Д 02. 09.01 у Харківському
політехнічному інституті за адресою:
310002, м. Харків, 2, МСП, вул. Фрунзе, 21

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського
політехнічного інституту.

Автореферат розісланий "21" березня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Узунян М. Д.

AB-29.734

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми дослідження.

Розвиток складального виробництва, яке має високу трудомісткість, можливий за рахунок прогресивних технологій. Важливе значення має удосконалення процесів складання складених збиральних одиниць із з'єднаннями з натягом, які використовують у відповідальних машинах різного призначення.

Раніше виконані дослідження міцності та довговічності з'єднань із натягом виявили ефективний засіб їх одержання - складання після термовпливу на деталі. Але вироблені на основі практичного досвіду і роздрібнених теоретичних досліджень методи і прийоми не дозволяють у повній мірі використати потенціал цієї технології. Виробничий досвід показує, що продуктивність при складанні складених збиральних одиниць із з'єднаннями з натягом низька, витрати енергії великі, а температурний режим не завжди відповідає вимогам якості виробу.

Необхідно комплексне розглядання технологічних і конструктивних особливостей складених збиральних одиниць. Це дозволить проектувати продуктивні технологічні процеси, які забезпечують високу якість виробів.

Розв'язання задачі підвищення ефективності технологічних процесів складання має велике значення для машинобудівного виробництва і необхідність досліджень у цьому напрямку відображена у науково-технічних програмах Держкомітету по праці і техніці і Міністерства освіти України.

Мета роботи.

Підвищення якості та продуктивності збирання складених збиральних одиниць із з'єднаннями з натягом при використанні нагріву.

Об'єкти досліджень.

Об'єкти досліджень - технологія збирання складених збиральних одиниць із з'єднаннями з натягом при використанні індукційного нагріву деталей. Метод досліджень - комплексний, розглядаючий конструкцію і технологію у взаємозв'язку.

У теоретичній частині роботи використовується аналіз, механіка, теорія імовірності, апалитична теорія теплопровідності і термопружності. Для трудомістких розрахунків створені програми для ЕОМ.

У експериментальних розділах обгрунтована організація досліджень і доведені результати лабораторних і практично-виробничих досліджень. Застосовувалось тензометрування, прилади і апаратура для реєстрації переміщення, температур і електричних

параметрів. Для експериментів по нагріву розроблено оригінальний індуктор. Для одержання при обробці результатів вимірювання використовувалась вимірювально - обчислювальна система СІТ - 3.

Наукова новизна дисертації.

Визначені критерії технологічності конструкцій складених збиральних одиниць, які мають з'єднання з натягом, для складання з використанням термовпливу й запропонована їх конструкторсько - технологічна класифікація.

Дано наукове обґрунтування запасу деталей при складанні багатоеlementних складених збиральних одиниць методом групової взаємозаміни.

Визначені та описані закономірності теплових і деформаційних змін у деталях при формуванні з'єднань типу втулка - втулка і на їх основі одержані залежності для розрахунків режимів збирального процесу складених збиральних одиниць.

Автор захищає теоретичні і експериментальні розробки:

- методику проектування технологічних процесів складання складових збиральних одиниць із з'єднаннями з натягом при використанні термовпливу з розрахунком мінімально необхідного запасу деталей і часових режимів, що дозволяють одержати найбільшу продуктивність;

- методи розрахунку температур і деформації деталей при формуванні з'єднання з натягом типу втулка-втулка, що дозволяють одержати їх мінімальне значення, що забезпечує високу якість виробу;

- аналітичні співвідношення для розрахунку технологічних режимів складання з'єднань із натягом складеної збиральної одиниці масового виробництва - проміжної опори карданного валу трактора, забезпечуючих якість виробу.

Практична цінність роботи.

Розроблені інженерні методи розрахунку запасу деталей, циклів складання, часових та температурних режимів з'єднань із натягом у складених збиральних одиницях, які забезпечують найменші витрати теплової енергії, найвищу продуктивність і якість, дозволяють краще організувати роботу збиральника.

Запропоновано ефективне технологічне рішення складання і відповідно внесені конструктивні зміни у вироб масового виробництва - проміжну опору карданної передачі трактора.

Реалізація результатів роботи.

Введено розділ по проектуванню технології складених збиральних одиниць у програмно - методичний комплекс (ПМК) автоматизованого проектування технології складання з'єднань із використанням нагріву.

Методика проектування технологічних процесів та технологія впроваджена для складання елементів ходової частини локомотивів і проміжної опори трактора.

Апробація роботи.

Дисертація і окремі її розділи доповідались і обговорювались на міжнародній (Крим, 1993 р.) і регіональних науково-технічних конференціях.

Робота обговорена та схвалена на семінарах кафедри технології машинобудування і металоріжучих верстатів Харківського політехнічного університета (1994 р.), кафедри технології машинобудування Київського технологічного інституту легкої промисловості (1993 р.), засіданні кафедри технології машинобудування Харківського інженерно-педагогічного інституту (1993, 1994 р. р.).

Публікації.

Опубліковані 1 монографія і 6 статей та тезисів доповідей у трудах науково-технічних конференцій.

Структура і обсяг роботи.

Дисертація складається із вступу , чотирьох глав, закінчення, списку джерел інформації з 83 найменувань та додатків. Викладена на 126 сторінках машинописного тексту і вміщує 30 рисунків і 3 таблиці.

Додаток включає документ, підтвержуючий виробниче використання результатів досліджень, схеми та вихідні графіки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Складені збиральні одиниці - багатоелементні вузли, в яких 3 - 4 деталі, установлені одна на одну (наприклад, колесні пари з обандаженими колесами , зубчасті колеса з вінцем та втулкою). Звичайно, відповідальні вироби можуть включати і підшипники кочення (наприклад, опори валів). Як правило, в них є деталі, з'єднані посадкою з натягом.

Технологія збирання з'єднань із натягом у цих вузлах рідко включає операції, які використовують термовплив на деталі (нагрів чи охолодження). Зв'язано це з тим, що прагнуть виключити довгі перерви в технологічному процесі із-за урівнення температур у з'єднанні. Бо кожна з охоплюючих деталей, скріплюючись із охоплюємою, міняє рівень її теплоутримання та, якщо втулок декілька, то кожна слідує повинна мати підвищену температуру, що компенсує прогрів попередньої. Крім

того, уникають дії на елементи збиральної одиниці термосилового поля, щоб гарантувати якість.

Це являється наслідком відсутності методик розрахунків режимів технологічних процесів, питань технологічності конструкцій з точки зору використання термодії та інженерних методів розрахунків температурних деформацій деталей. Труднощі викликає також дуже сильна взаємозалежність конструкції та технології. Разом із тим засіб складання з'єднань із натягом, при якому використовується нагрів чи охолодження, принципово збільшує міцність з'єднання у порівнянні з запресовкою і розширює можливості автоматизації завдяки переходу складання з області натягів в область зазорів.

В роботах Новікова М.П., Федорова Б.Ф., Андреева Г.Я., Жабіна Л.І., Зенкіна А. С. приводяться відомості про технології з'єднань із використанням термовпливу на деталі, головним чином, двоелементних з'єднань. Арпентьев Б. М. розглянув з'єднання багатовісних складених одиниць при установці на вал кількох нагрітих втулок. Технологія з'єднання складених одиниць при використанні термовпливу не розглядалась.

Таким чином необхідні, як теоретичні, так і експериментальні дослідження складання складених збиральних одиниць. До робіт, які дозволяють створити наукову базу технології цього виду збиральних одиниць, відносяться також труди по теплопередачі та термопружності.

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити рекомендації по створенню технологічних конструкцій складених збиральних одиниць із з'єднаннями із натягом, відповідає вимогам складання із нагрівом, та основні принципи побудови структур технологічних процесів складання;

- виявити взаємозв'язки між імовірністю складання і кількістю необхідних деталей при складанні методом групової взаємозаміни і одержані розрахункові залежності, що дозволять визначити об'єм накопичувачів;

- дослідити теплові процеси, що відбуваються при локальному нагріву і формуванні з'єднань із натягом, що входять у складені збиральні одиниці і визначені режими, що забезпечують процес з'єднання при невеликих напруженнях та деформаціях у матеріалі деталей на прикладі проміжної опори карданної передачі трактора;

- вивчити закономірності термосилового поля у з'єднаннях із натягом типу втулка-втулка і запропоновані залежності для розрахунку температур і температурних деформацій деталей;

- виконати дослідно-виробничі розробки по створенню технології складання і устаткування для нагріву деталей з'єднання з натягом складеної збиральної одиниці типу проміжна опора карданної передачі трактора.

Часовий та температурний режим складання з'єднань із натягом при використанні термодії у складеній збиральній одиниці залежать від структури технологічного процесу (ТП):

1) на вал послідовно встановлюються охоплюючі деталі (центр, бандаж або вінець);

2) виконується складання двоелементних з'єднань (центр із вінцем), а потім вони встановлюються на вал. У другому варіанті може бути економія теплової енергії за рахунок повторного використання тепла бандажа: центр після складання з бандажем тільки догрівають, тому що він частково вже прогрітий. При цьому має значення і кількість нагрівальних чи охолоджуючих пристроїв.

Цикл складання складеної збиральної одиниці при використанні, наприклад, нагріву для кожного з'єднання і при використанні одного нагрівача та транспортного засіб дорівнює: $\tau_y = \sum \tau_m + \sum \tau_{mp} + \tau_{cj}$, де $\sum \tau_m$ - сумарний час завантаження позиції; $\sum \tau_{mp}$ - сумарний час транспортування деталей; τ_{cj} - час з'єднання та скріплення останньої, j -ї деталі.

Якщо транспортних засобів два - для подачі деталей на нагрів та складання, то $\tau_y = \sum \tau_m + \sum \tau_{mp} + \tau_{cj}$.

Якщо нагрів паралельний та нагрівачів стільки, скільки з'єднань, а транспортний засіб один, то

$\tau_y = \sum \tau_{mi} + \sum \tau_{mpi} + [\tau_{cj} - \tau_c(j-1)]$, де τ_{mi}, τ_{mpi} - час найбільш тривалої операції нагріву і відповідної їй транспортної операції.

При складанні двоелементних з'єднань методом групової взаємозаміни питання запасу деталей для розмірних груп не актуальні, бо в цілому це невелика кількість. Для багатоелементних з'єднань, якщо всі вони збираються методом групової взаємозаміни виникають труднощі з розміщенням запасу на складальній ділянці. Тому необхідно мати точний розрахунок дійсно можливої кількості деталей у групах для вибору відповідно мінімально необхідних кількостей.

Вирішуючи імовірнісну задачу у предположенні розподілу посадкових розмірів деталей по закону Гауса, маємо закономірність для розрахунку кількості деталей даного виду для того, щоб складання пройшло з можливістю γ :

$$n = \frac{\ln(1-\gamma)}{\ln(1-P)},$$

де $P = \sum_{j=1}^l P_{\sigma}(j) \cdot P_{\sigma m}(j)$ - можливість складання вузла з двох деталей (вала та втулки). $P_{\sigma}(j)$ и $P_{\sigma m}(j)$ - можливості попадання розмірів вала і втулки у j -й інтервал розраховується з використанням інтегральної функції Лапласа.

Для складених з'єднаних одиниць необхідний запас розраховується, як сума запасів для кожної пари. Кількість залишившихся незібраними деталей для груп деталей у двоелементному з'єднанні:

$$n_n = n \sum_{i=1}^m |P_{\sigma}(j) - P_{\sigma m}(j)|.$$

Кількість незібраних деталей для складеного триелементного з'єднання (бандаж - центр - вал)

$$n_n = n - n \sum_{i=1}^m \min(P_i^1 \cdot P_i^{21} \cdot \sum_{j=1}^m P_j^{23} \cdot P_j^3),$$

де індекси 1; 21; 23 і 3 - відносяться до валу, з'єднанню вал-центр, з'єднанню центр - бандаж і бандажу.

Аналіз конструкції складених з'єднаних одиниць на технологічність по тепловому критерію дозволив розділити їх на 3 групи в залежності від складності: 1) Одиниці, які не потребують обмеження по розміру та розподілу температур. Звичайно вони містять тільки посадки з натягом і деталі, які нагріті, мають плавні переходи між ступицями і дисками, що виключає виникнення високих температурних напружень і деформацій. 2) Одиниці, які потребують обмеження по температурі. 3) Одиниці, температурний і силовий вплив (обжим) яких на деталі обмежений. Ці деталі легко деформуються.

При скріпленні деталей, які зібрані після термовпливу, тимчасовий термічний з'єднаний зазір зменшується до нуля і далі, при формуванні з'єднань, утворюється натяг N . Формування характеризується деформаціями деталей не тільки у результаті виміру їх температури, але і внаслідок постійного збільшуючого тиску ρ на контакті. Розглянута модель нестационарного теплового стану

ізотропних у тепловому відношенні тіл із зосередженими масами (вала і втулки), зона контактування яких характеризується коефіцієнтом контактної теплопередачі α_k , а поверхні - коефіцієнтом тепловіддачі у середовищі, і вирішено систему диференціальних рівнянь. Маємо рівняння, які описують температурний градієнт ΔT між деталями в кожному мить часу τ :

$$\Delta T = T_n \cdot e^{(a_1 - b_1)\tau},$$

де T_n - початкова температура нагріву (охолодження) деталі, без температури середовища; a_1 і b_1 - коефіцієнти, які ураховують розміри деталей і теплофізичні властивості матеріалів.

З його допомогою визначаються також часові режими:

$$\tau = \frac{1}{(a_1 - b_1)} \cdot \ln \frac{\Delta T}{T_n}.$$

Підставляючи значення градієнта температур між деталями у мить закінчення скріплення $\Delta T_{ск}$, формування ΔT_{ϕ} і охолодження ΔT_o , можна визначити час скріплення $\Delta T_{ск}$, час формування ΔT_{ϕ} і час ΔT_o охолодження з'єднання:

$$\Delta T_{ск} = \frac{N}{d \beta_{см}}; \Delta T_{\phi} = (4 \dots 5)^\circ C; \Delta T_o = (0,5 \dots 1)^\circ C,$$

де d - діаметр посадки, $\beta_{см}$ - коефіцієнт лінійного розширення матеріала втулки.

Для деталей із однакового матеріала рівняння приймає вид:

$$\tau = - \frac{c m_{вт} m_{в}}{\alpha_k S_k (m_{см} + m_{в})} \ln \frac{\Delta T}{T_n},$$

де c - теплоємність матеріалу; $m_{вт}, m_{в}$ - маси втулки і вала під посадковою поверхнею. S_k - площа контакту деталей.

Розмір деформацій зовнішньої поверхні охоплюємої втулки і отвору охоплюємої (з'єднання типу бандаж-центр) визначається, як різниця деформацій температурного поля і поля пружності.

$$\Delta D = D \left[T_2 \beta_{em} + \frac{2d [N - d (T_2 \beta_{em} - T_1 \beta_e)]}{E_{em} (D^2 - d^2) (C_1/E_e + C_2/E_{em})} \right];$$

$$\Delta d_o = d_o \left[T_1 \beta_{em} - \frac{2d [N - d (T_2 \beta_{em} - T_1 \beta_e)]}{E_e (d^2 - d_o^2) (C_1/E_e + C_2/E_{em})} \right],$$

де T_1 і T_2 - поточні температури охоплюємої і охоплючої втулки (без температури навколишнього середовища); β_e - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу охоплюємої втулки; E_e і E_{em} - модулі пружності матеріалів деталей; C_1 і C_2 - коефіцієнти жорсткості.

Для з'єднань із однакових матеріалів :

$$\Delta D = D \left[T_2 \beta + \frac{2D (N - d \beta \Delta T)}{(D^2 - d^2) (C_1 + C_2)} \right];$$

$$\Delta d = d_o \left[T_1 \beta + \frac{2d [N - d \beta \Delta T]}{(d^2 - d_o^2) (C_1 + C_2)} \right].$$

Метою експериментальних досліджень теплових і деформаційних процесів при збиранні з'єднань є оцінка правомірності теоретичних положень і достовірність результатів, одержаних методом порівняння, а також дослідження напружено-деформованого стану матеріала деталей складених з'єднаних одиниць при формуванні.

Експерименти проводилися у лабораторних умовах і на промисловому підприємстві з використанням дослідно-промислових нагрівачів, потенціометрів і цифрового тензометричного моста СІІТ-3. Принцип формування з'єднань проводився на зразках із визначенням температур і деформацій від впливу термосилового поля. Комплексно досліджувались температурні поля і термічні напруження у деталях проміжної опори карданної передачі трактора Т - 150.

Фізичну сторону процесів, які відбуваються при формуванні з'єднань, коли на охоплюєму деталь діє термосилове поле, ілюструє графік на рис. 1. Чим масивніше охоплююча деталь (більше D), тим вище найбільша температура охоплюємої T_{max} , здобутою за рахунок теплопередачі, але вище і контактний тиск ρ . При великих D

температура розширення посадкового отвіру d_o і тиск ρ збільшуються, а результуюча деформація Δd_o зменшується.

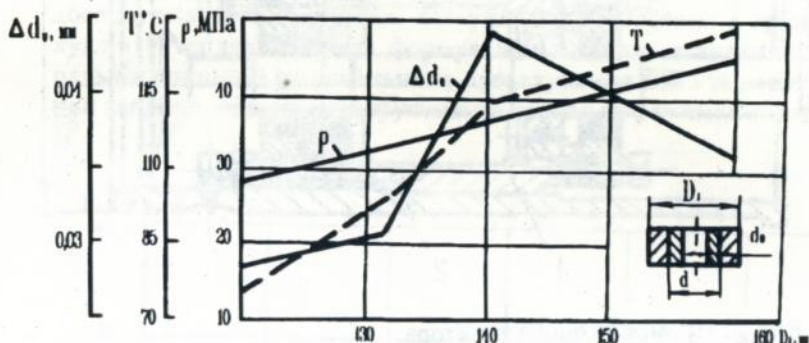


Рис. 1. Зміна деформації внутрішнього отвіру з'єднання Δd_o , температури T і тиску ρ при формуванні з'єднань.

Як було доведено раніше, N також впливає на деформації. Якщо формування з'єднань із натягом складеної збиральної одиниці проводилося після локального нагріву деталі, поточні напруження, виникаючі в матеріалі, можуть перевищувати свої кінцеві значення. Тому дослідження, які відбуваються при з'єднанні складної збиральної одиниці - проміжної опори карданної передачі трактора Т-150 (рис. 2) - проводилися з розгляданням її конструктивних особливостей. Розрахунки на міцність дозволили визначити посадку (183 Н9/У8), яка дозволяє мати мінімально можливу температуру нагріву (310°C) посадкової поверхні (60 мм). Останнє дає змогу проводити локальний нагрів труби опори з мінімальними енерговитратами.

На рис.3 - графік розподілу температур у трубі після її швидкісного нагріву за 35 с в індукційному обладнанні соленіодного типу, працюючого на тоці промислової частоти при формуванні з'єднань. Температурне поле дозволило зробити розрахунок напру-

жень, деформацій та переміщень у матеріалі труби і корпусу методом кінцевих елементів.

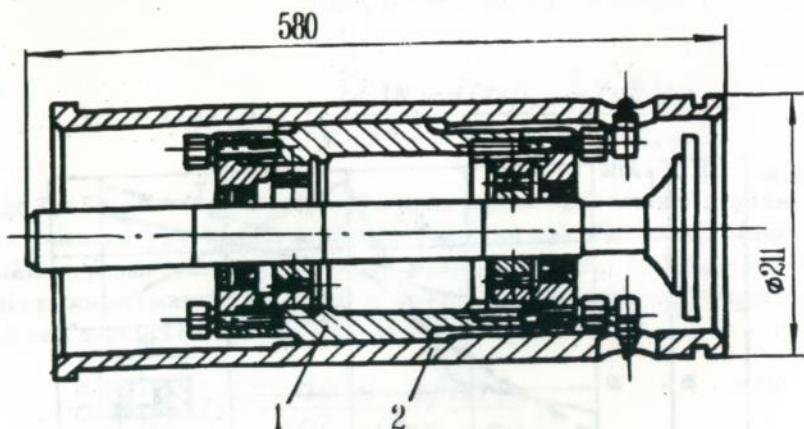


Рис. 2. Проміжна опора трактора.
1 - труба; 2 - корпус.

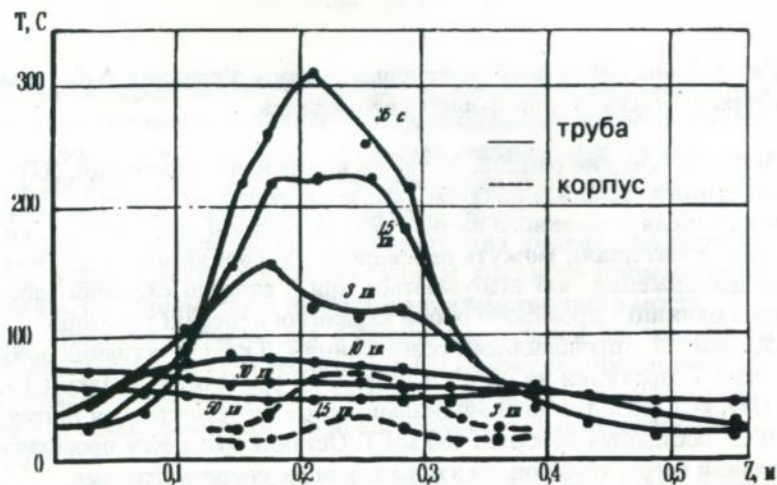


Рис. 3. Розподіл температур у трубі та корпусі після нагріву і формування з'єднань.

Розрахунок виконувався по 581 елементу у трубі та в корпусі з 374 вузлами. Радіальні (σ_r), осеві (σ_z) та окружні (σ_θ) напруження у трубі та корпусі при складанні з параметрами $T = 310^\circ\text{C}$, $N = 0,27$ мм і $d = 483$ мм знаходилися у доступних межах. Після повного охолодження через 8 годин напруження з'єднання змінили розмір, а деякі - і знак. Це у подальшому підтвердили експерименти по температурним деформаціям корпуса та труби. Експериментальні досліди підтвердили також доступність початкових і граничних вузлів у тепловій моделі формування з'єднань в складеній збірній одиниці і раціональність проектування ТП з термовпливом при запропонованих конструктивних змінах та режимах складання.



Рис. 4. Радіальні переміщення у трубі та корпусі від посадки.

Переміщення посадкових поверхонь корпуса під підшипники під впливом термосилового поля не перевищували доступних - 0,05 мм на передній (0,02 мм) і в задній (- 0,04 мм) гранях гнізда підшипника. Прогрів підшипників при з'єднанні не перевищував 80°C .

Результати випробування тракторів із проміжними опорами підтвердили ефективність проведеного дослідження. Підвищення якості складання дозволило забезпечити довговічність роботи проміжних опор майже у 10 разів, а економічні показники при використанні нової технології складання з термовпливом кращі. По за-пресованій удосконаленій опорі ефект складає 522 крб. (у цінах 1992 року) на одну проміжну опору, порівняно із базовою конст-рукцією і технологією.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Всебічні дослідження технологічних і технічних закономірностей дозволили автору вирішити наукову задачу підвищення якості процесів збирання складених збиральних одиниць з'єднаних з нагягом , з використанням термовпливу на деталі. Рішення має велике значення для складального виробництва у важкому, сільськогосподарському і транспортному машинобудуванні.

Підводячі підсумок проведеної роботи , можна зробити слідуючі основні висновки :

1. Аналіз структури технологічних процесів, використовуючих термовплив, і можливих закономірностей накопичення деталей дозволив одержати залежності для розрахунку найменших циклів з'єднань і запасу деталей, необхідних груп при з'єднанні методом групової взаємозаміни . Доказано слідує наукове положення: має місто мінімально необхідна кількість деталей, забезпечуючих безперервний процес з'єднання, яка залежить від груп і заданої можливості з'єднань .

2. Запропонована модель взаємодії деталей в процесі формування з'єднання з натягом дозволила розробити метод розрахунку температурних і часових режимів збирання складених збиральних одиниць. Доказані слідує наукові положення: тривалість скріплення і формування змінюється по експоненціальним залежностям і тим більше по значності , чим більше термічний з'єднаний зазір і більше діаметр з'єднання; деформація деталі від дії термосилового поля в процесі формування з'єднання має екстремум.

3. Теоретичні узагальнення зроблених досліджень дозволили зробити і передати у виробництво на підприємство технологію складання і дослідно - промислове обладнання для індукційного нагріву труби пропори трактора і з'єднання її з корпусом, які підвищили якість складених одиниць.

ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кушаков В. И., Куцын А. Н. Универсальное ориентирующее устройство сборочных станков - автоматов. // Тезисы доклада конференции "СТАНКИ - 91" К. : РДЭНТП, 1991. - С. 68.

2. Зенкин А.С. , Куцын А.Н. Структурный анализ и синтез автоматического оборудования. // Тезисы доклада 44 научной конференции КТИЛП, К. : КТИЛП. 1992. - С. 165.

3. Андреев А.Г., Куцын А.Н., Щепкин А.В. К вопросу совершенствования конструкции промежуточной опоры карданного вала трактора Т-150. // Динамика и прочность машин . К. : Вища школа. 1993. № 54 / 93 - С. 148 - 165.

4. Кушаков В.И., Куцын А.Н. Повышение качества цилиндрических деталей машин. // Тезисы доклада конференции "Повышение эффективности и качества механообрабатывающего производства", К. : "Знание", 1993. - С. 76 - 77.

5. Куцын А. Н. Технологическое обеспечение надежности пром-опоры карданной передачи трактора . / Proseeding's second international conference " New leading - edge technologies in machine building ", Kharkov - Rybachie , 1993. - S. 289 - 292 .

6. Кушаков В. И., Кравцов М. К., Куцын А. Н. Повышение прочности соединений вал - зубчатое колесо на основе деформированного упрочнения . // Тезисы доклада конференции "Проблемы зубчатых передач и редукторостроения", Харьков : УкрНИИМет , 1993. - С. 88.

7. Арпентьев Б.М. , Зенкин В.С. , Куцын А.Н. Механизация и автоматизация сборки на машиностроительных предприятиях. К. : Техника , 1994 . - 272 с.

А. Куцын

ЛНБ ім. В. Стефана
АН України

Підписано до друку 17. 02. 94 Бумага типографська
Формат 60×84 Об'єм 1 д. л. Офсетний друк
Тираж 100 екз. Заказ № 17 Безкоштовно

462248

AB 29.734

AB 29.734