

Отличие результатов расчета по упрощенным формулам (6) и (7) от результатов по формулам (3) и (5) не превышает 4%.

На рис. 3 представлены графические зависимости напряжения затяжки в крепежных деталях от количества ударов гайковерта. Кривые 1...4 построены для шпилек М 52 × 3, имеющих относительную податливость, равную, соответственно, 1; 0,5; 0,25; 0,125. Последние три значения относительной податливости соответствуют крепежным деталям фланцевых соединений технологического оборудования. Первая кривая построена для сравнения.

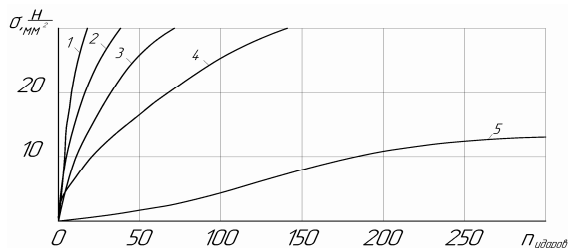


Рис. 3. Зависимость напряжения затяжки в крепежных деталях от количества ударов гайковерта.

Кривая 5 характеризует затяжку болта М 48 × 5.

В соответствии с имеющимися в литературе рекомендациями работа единичного удара принималась для шпилек М 52 × 3 и болтов М 48 × 5 равной, соответственно, 100 Н·м и 63 Н·м. Приведенный коэффициент трения в резьбовом соединении принят равным 0,17.

Выводы

Полученные результаты показывают, что эффективность ударной затяжки существенно снижается с уменьшением относительной податливости крепежной детали. Этим и объясняется упомянутый выше случай, когда применение гайковертов ударного действия для затяжки болтов газового затвора доменной печи оказалось неэффективным. В этом случае при затяжке более эффективным оказывается применение гайковертов статического действия.

Литература

1. Иосилевич Г. Б. Затяжка и стопорение резьбовых соединений / Иосилевич Г. Б., Строганов Г. Б., Шарловский Ю. Б. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
2. А. с. 729041 (СССР). Рычажный гайковерт / Сибогатов В. М., Бузунов В. Н., Красовский С. С., Славутский Г. Д. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 15.
3. А. с. 1618615 (СССР). Рычажный гайковерт для затяжки резьбовых соединений / Бузунов В. Н., Красовский С. С., Славутский Г. Д. – Опубл. в Б.И. – 1991. – № 1.
4. А. с. 1715572 (СССР). Устройство для затяжки крупных резьбовых соединений/ Красовский С. С. – Опубл. в Б.И. – 1992. – № 8.
5. А. с. 1710327 (СССР). Гайковерт для сборки крупных резьбовых соединений/ Красовский С. С. – Опубл. в Б.И. – 1992. – № 5.

Розглядається питання застосування пластичного деформування при відновленні деталей з метою підвищення післяремонтного ресурсу
Ключові слова: післяремонтний ресурс, пластичне деформування, надійність, технологія

Рассматривается вопрос использования пластического деформирования при восстановлении деталей с целью повышения послеремонтного ресурса
Ключевые слова: пластическое деформирование, восстановление, послеремонтный ресурс

The problem of using plastic deformation at details restoration with the purpose of increasing the post-repair life is considered
Keywords: plastic deformation, reconditioning, post-repair life

УДК 621.9.048

ВПЛИВ ЗМІЦНЮЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РЕСУРС ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРІВ

О. В. Іванкова
 Кандидат технічних наук, доцент
 Полтавська державна аграрна академія
 вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава, 36003
 Контактний тел.: (0532) 22-29-81

1. Вступ

Всі властивості машини, зокрема показники її надійності, проектується і закладаються в машину при

її конструюванні та виготовленні, проявляються і використовуються в процесі експлуатації. А відновити (частково) ці якості необхідно в процесі виконання ремонту.

Управління якістю під час ремонту техніки нерозривно пов'язано із забезпеченням нормативних вимог до надійності відремонтованих машин. Різноманітні методи відновлення зношених деталей автотракторних двигунів, що застосовуються в нинішній час, основним завданням мають досягнення максимального післяремонтного ресурсу роботи. Невід'ємною вимогою є також фактор зниження затрат на відновлення деталей.

2. Постановка проблеми

Деградаційні процеси, що пошкоджують деталі, впливають на їх роботу здатність, це погіршує умови роботи агрегату, хоча він залишається ще цілком робоздатним.

Тому, щоб отримати повне відновлення агрегату потрібно замінювати зношені деталі новими, що мають значно більший ресурс або забезпечувати цей ресурс при їх відновленні, використовуючи зміцнюючі технології.

Основні умови, що визначають доцільність підвищення ресурсу деталей при їх відновленні:

- фактичний ресурс нових деталей або запасних частин низький порівняно з нормативним для машини, що призводить до необхідності виконувати за строк служби 2...3 заміни;

- ремонтне підприємство має технічну можливість реалізації технології зміцнення при відновленні зношених деталей [1].

3. Аналіз основних досліджень і публікацій по даній проблемі

В.Я.Анілович [1] формулює основні фактори, наявність яких робить доцільним збільшення ресурсу деталей при ремонті.

Вихідними статистичними даними для оцінки довговічності деталей при ремонті можуть бути результати вибіркового вимірювання зміни розмірів (зазорів), що проводяться при дефектації.

Методика оцінки показників довговічності деталей по даних ремонтного підприємства передбачає, що ресурс агрегату визначається величиною основного структурного параметру, який контролюється при дефектації.

У випадку, коли контролюється розмір або зазор в спряженні, процес його зміни є монотонним і відноситься до деградаційних процесів зношування.

Параметром стану деталі є додатня величина:

$$\Delta = /U - U_n / , \quad (1)$$

де U_n – початкове значення основного структурного параметру.

Граничне значення параметру визначається:

$$\Delta_1 = /U_1 - U_n / , \quad (2)$$

де U_1 – граничний рівень структурного параметру.

Якщо значення параметру перевищує допустиме D_0 , то деталь при дефектації вибраковують, тобто

$$D_0 = /U_0 - U_n / , \quad (3)$$

де U_0 – допустимий рівень параметру.

Під час дефектації (виходячи із статистичних даних) деталі, які не задовольняють умову $\Delta \leq D_0$ вважаються тими, що відказали. Вони замінюються новими або відновленими.

Якщо величина розміру (зазору в спряженні) перевищує допустиме значення, то деталі вважаються такими, що відказали і замінюються новими або відновленими [2].

Поршневі пальці є найбільш навантаженими і відповідальними деталями шатунно-поршневої групи двигунів. В процесі експлуатації пальці сприймають змінні за величиною і знаком сили а також теплове навантаження. В цих умовах масляний шар не має достатньої товщини і деталі спряження працюють в умовах граничного тертя при великих питомих тисках, що зумовлює підвищений знос поршневого пальця і втулки [1].

До поршневих пальців висуваються такі вимоги: стала маса, мінімальна деформація в процесі роботи, міцність і висока зносостійкість робочої поверхні. Знос поверхні поршневого пальця не повинен перевищувати 0,02 мм, а втрата маси – 0,08% [3] тоді міцність і зносостійкість суттєво не змінюється.

Поршневі пальці двигунів СМД-62 виготовлені з сталі 12ХНЗА, зовнішня поверхня цементована на глибину 1,3...1,9 мм, загартована 800...810°C в маслі і відпущена при 200...220°C на повітрі до твердості HRC 56...63. Згідно технічних умов передбачено вибраковувати пальці при зносі 0,1 мм [3].

4. Результати досліджень

Проведені в ряді районних ремонтних підприємств Полтавської області дослідження дефектів поршневих пальців двигунів СМД показали, що 20% пальців мали тріщини і відшарування цементованого шару і відновленню не підлягали.

Для визначення зносу пальців виміри зовнішнього діаметра проводилися в перетинах п'яти поясів і чотирьох площинах із статистичною обробкою даних для кожного пояска окремо.

Знос визначався за формулою:

$$I = d_n - d_{\text{вим}} , \quad (4)$$

де d_n – номінальний зовнішній діаметр;

$d_{\text{вим}}$ – вимірний діаметр поршневого пальця.

Максимальний знос – 0,027...0,030 мм був зафіксований в зоні контакту з бобишками поршня, а в з'єднання поршневого пальця – втулка верхньої головки шатуна – 0,015...0,019 мм. По результатах досліджень приблизно 72% пальців можуть бути відновлені [5].

Після відновлення партії деталей формувалась певна група деталей, що складалась із тих, що були замінені замість тих, що відказали.

Післяремонтний ресурс залежить від способу відновлення деталей, вибракуваних при дефектації та від кількості деталей, придатних до подальшої експлуатації.

Вимірюючи величину зносу у вибірці деталей об'ємом n при дефектації, виділяємо групу деталей n_0 , які є придатними до подальшого використання. Підраховуємо реалізації величини зносу степеневими функціями вигляду [1]

$$\Delta_i = a_i \cdot t^\alpha, \tag{5}$$

де a_i – випадковий коефіцієнт, який визначається для групи придатних деталей за формулою:

$$a_i^{(0)} = \frac{\Delta_i^{(0)}}{t_g^\alpha}, \tag{6}$$

а для всіх деталей за формулою:

$$a_i = \frac{\Delta_i}{t_g^\alpha}, \tag{7}$$

де t_g – середній наробіток деталей на момент дефектації (середній до ремонтний ресурс).

Значення ресурсу придатних деталей визначаємо з виразу:

$$t_{oi} = \left(\frac{\Delta_n}{a_i^{(0)}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} = t_g \left(\frac{\Delta_n}{\Delta_i^{(0)}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \tag{8}$$

Для всієї вибірки

$$t_i = \left(\frac{\Delta_n}{a_i}\right)^{\frac{1}{\alpha}} = t_g \left(\frac{\Delta_n}{\Delta_i}\right)^{\frac{1}{\alpha}}, \tag{9}$$

де Δ_n – граничне значення величини зносу.

Підраховані значення приведені в [5].

Далі визначаємо відповідні середні значення ресурсів[2]:

$$\bar{t}_0 = \frac{1}{n_0} \cdot \sum_{i=1}^{n_0} t_{oi}, \quad \bar{t} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \tag{10}$$

де \bar{t}_0 - середній ресурс придатних деталей;

\bar{t} - середній ресурс нових деталей, встановлених замість вибракуваних.

Тоді, якщо частина придатних деталей $\gamma = \frac{n_0}{n}$ середній післяремонтний ресурс всієї сукупності визначаємо за формулою:

$$T_{пр} = (1 - \gamma_0) \cdot \bar{t} + (\bar{t}_0 - t_g) \gamma_0 \tag{11}$$

Якщо ж, як у нас використовуються не нові, а відновлені деталі, то:

$$T_{пр} = (1 - \gamma_0) \beta_p \cdot \bar{t} + (\bar{t}_0 - t_g) \gamma_0 \tag{12}$$

де β_p – коефіцієнт відновлення (або підвищення) ресурсу деталей, вибракуваних при дефектації.

Отже, для нашої вибірки деталей розраховуємо за формулами (7) середнє значення ресурсу:

для деталей придатних $\bar{t}_0 = 4380$ год.;

для всіх деталей $\bar{t} = 4260$ год.

Частка придатних деталей після дефектації:

$$\gamma_0 = \frac{15}{20} = 0,75$$

За формулою (9) визначаємо середній післяремонтний ресурс як функцію коефіцієнта β_p :

$$T_{пр}(\beta_p) = (1 - 0,75) 4260 \beta_p + (4380 - 3000) 0,65 = 1065 \beta_p + 1035$$

Використання зміцнюючих технологій, приводить до збільшення середнього післяремонтного ресурсу $T_{пр}(\beta_p)$, разом з тим збільшує і витрати ремонтного підприємства.

Розподіл післяремонтного ресурсу є суміш розподілів ресурсу деталей, визнаних при дефектації придатними і ресурсу відновлених деталей. Таку суміш для спрощення розрахунків заміняємо еквівалентним по середньому значенню експоненціальним розподілом із зміщенням $t_{\min} = t_g \frac{\Delta_n}{D_0}$ [2].

Визначаємо оптимальну величину β_p

$$R(\beta_p) = \frac{\frac{\Pi_0}{C_{во}} (1,25\beta_p - 0,25)}{\frac{C_g}{C_{во}} + [1 + 0,25(\beta_p - 1)^{2,2}] \cdot \left[(1 - \gamma_0) + \frac{C_{ib}}{C_{во}} (1 - \gamma_1) \right]^{-1}} \tag{10}$$

Задаємося величинами

$$\frac{\Pi_0}{C_{во}} = 1,25; \quad \frac{t_i}{t_g} = 1; \quad \frac{C_{ib}}{C_{во}} = 1,2; \quad \frac{\Pi_g}{C_{во}} = 0,05$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 1

Таблиця 1

Результати розрахунків функцій рентабельності

Коефіцієнт підвищення ресурсу, β	Післяремонтний ресурс, $T_{пр}$, год.	Значення рентабельності, $R(\beta_p)$
1	2097	0,39
2	3165	1,69
2,5	3697	1,64
3	4230	1,99
3,5	4762	1,52

Отже, найбільш раціональне значення коефіцієнта підвищення ресурсу β_p знаходиться в інтервалі от 2 до 2,5.

Тоді середній післяремонтний ресурс деталі може бути визначений:

$$T_{пр} = 1065\beta_p + 1035 = 3697,5 \text{ год.}$$

Дослідження процесу відновлення зношених деталей типу втулок, зокрема поршневих пальців, проводяться в Полтавській державній аграрній академії.

Зразки-втулки піддаються роздачі вібрующим пуансоном з кутом $\alpha = 11^\circ \dots 13^\circ$ і амплітудою коливаний $A = 3 \dots 5$ мм. Зокрема, результати експериментів показали, що величина зносів деталей, відновлених вібраційним методом в 1,31...1,47 рази менша, ніж деталей, відновлених без вібрації. Тобто, пластичне віброеформування має зміцнюючий вплив на поверхню деталей [4].

5. Висновки

Результати проведених досліджень дають нам можливість зробити висновок, що застосування відновлення зношених деталей методом вібраційного пластичного деформування сприяє підвищенню післяремонтного ресурсу відновлених деталей. А прогнозований коефіцієнт підвищення післяремонтного ресурсу знаходиться в межах $\beta_p=2...2,5$. Це значення відповідає технології відновлення, яка передбачає

після наплавлення чистове точіння, зміцнення поверхневим пластичним деформуванням з наступним поверхневим гартуванням ТВЧ, відпусканням і шліфуванням ($\beta_p=2,42$).

Враховуючи те, що технологія проведення вібраційного деформування значно простіша і економічно доцільніша [5], можемо зробити висновок про доцільність впровадження технології і подальшого проведення досліджень по вібраційному деформуванню.

Література

1. Міцність та надійність машин. [Анілович В. Я., Грінченко О.С., Карабін В.В.] та ін.; за ред. В. Я. Аніловича -К.: Урожай, 1996.-288с.
2. Надійність машин в завданнях та прикладах [Анілович В. Я., Грінченко О.С., Литвиненко В. Л.] та ін.; за ред. В. Я. Аніловича - Харків: Око, 2001.-320с.-Рос.
3. Иванкова О. В. Дослідження зміцнюючих технологій при відновленні деталей при відновленні на підвищення післяремонтного ресурсу // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв: 2002. – Випуск 4 (18). - С.30-36
4. Дудников АА., Иванкова Е.В., Лапенко Т.Г. Упрочнение материала образцов с помощью вибраций //Сборник научных трудов: ХДТУСГ. Харьков: 1996. –С. 32-35.
5. Иванкова Е.В. Восстановление поршневых пальцев двигателей СМД методом вибрационного деформования в условиях сельскохозяйственных ремонтных предприятий: Дис. канд. тех. наук – Харьков, 1995.

В статті запропоноване нове зацеплення для зубчастих передач, якому дана назва еволютного. Головна перевага нового зацеплення - у підвищенні контактної міцності, що досягається за рахунок опукло-увігнутого контакту робочих поверхонь зубців

Ключові слова: еволюта, еволютне зацеплення, радіус кривизни

В статье предложено новое зацепление для зубчатых передач, которому дано название эволютного. Главное преимущество нового зацепления - в повышении контактной прочности, достигаемой за счет выпукло-вогнутого контакта рабочих поверхностей зубьев

Ключевые слова: эволюта, эволютное зацепление, радиус кривизны

The paper proposed a new evolute gearing for the gears. The main advantage of the new gearing to increase contact resistance is achieved by a convex-concave contact of working surfaces of the teeth

Keywords: evolute, evolute gearing, radius of curvature

УДК 621.833

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

А. И. Павлов

Доктор технических наук, доцент
Кафедра инженерной и компьютерной
графики
Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет
ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002
Контактный тел.: (057) 707-37-24,
(057) 737-90-87

Постановка вопроса

В теории зубчатых зацеплений можно рассматривать зацепления эволютные и безэволютные. К безэволютным зацеплениям следует отнести эвольвентное и циклоидальное, так как ни прямая линия, ни окружность не имеют эволют для линии зацепления. Для прямой линии, являющейся линией зацепления

эвольвентного, эволютой будет точка, находящаяся в бесконечности, а для окружности эволютой является ее центр, т.е. речи об эволютах не может быть вообще.

Но если в качестве линии зацепления выбрать кривую, у которой обязательно будет существовать эволюта, то такое зацепление является эволютным. Правда, при этом надо учитывать, что линией заце-