

ВПЛИВ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ НА РІВЕНЬ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

Клименко М.П. к.т.н., доц., Савченко В.Б., к.т.н., доц.
Гоман М.В. студ., Фенько В.О. студ., Усікова В.В. студ.
*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

У статті розглянуте питання про міру впливу точності виготовлення на надійність елементів на різних етапах життєвого циклу машини.

Вступ. Розвиток техніки по найважливішим напрямкам обмежується вимогами надійності. Сучасні технічні засоби складаються з безлічі взаємодіючих виробів і їх складових частин. Відмова в роботі хоча б одного відповідального елемента складної системи без резервування може привести до порушення роботи всієї системи, простою обладнання, іноді до аварії, пов'язаної з небезпекою для людського життя.

Підвищення надійності виробів є однією з найважливіших виробничих завдань. При недостатній надійності машини виготовляють деталей більше, ніж необхідно, що веде до перевитрати металу, надлишкам виробничих потужностей, завищення витрат на ремонт та експлуатацію.

Аналіз публікацій. Кожен виріб характеризується величинами, які визначають показники якості. Показники якості можуть характеризувати найрізноманітніші властивості виробу залежно від його призначення і тих вимог, які до нього пред'являються. Серед цих властивостей важливе значення відводиться взаємозамінності і супутнім їй властивостям: точності, надійності та стабільності.

Значні експериментальні і теоретичні роботи з визначення впливу точності виготовлення на надійність елементів машин виконали Анілович В.Я., Кухтов В.Г., Крагельський І.В., Погорілий Л.В., Сковородін В.Я. та інш.

Мета і постановка завдання. На підставі досвіду, як був отриманий у виробництві та експлуатації необхідно виконати аналіз впливу точності виготовлення на надійність деталей транспортних засобів.

Рішення поставленої задачі. Надійність в проблемі якості має свою власну міру характеристики виробу. Надійність є одним з аспектів якості, відображає властивості виробу зберігати необхідні якісні показники протягом усього періоду експлуатації, представляє якість в часі. Надійність обумовлюється точністю і взаємозамінністю.

Точністю виготовлення називають ступінь наближення дійсних значень геометричних і інших параметрів деталей і виробів до їх заданих

значень, зазначеним в кресленнях або технічних вимогах.

Точність - поняття складне і включає три її різновиди: конструкторську, технологічну та експлуатаційну.

Конструкторську точність розглядають у період проектних робіт і визначають похибки, закладені в робочому принципі з урахуванням впливу на функціонування і вартість виробів.

Технологічну точність розглядають у виробництві деталей. Застосовують три види впливу на технологічну точність: усунення, компенсацію і облік. Найбільш дієвими заходами впливу на технологічну точність є заходи усунення, які зводяться до усунення причин утворення погрішностей. Це супроводжується великими витратами на виробництві [1].

Експлуатаційна точність залежить від часу внаслідок зносу: механічного, корозійного, ерозійного.

Необхідно також розрізнити нормовану точність деталей і вузлів-сукупність допустимих відхилень від розрахункових значень геометричних і інших параметрів. Дійсна точність - сукупність дійсних відхилень, визначених в результаті вимірювання (з допустимою похибкою). Досягти заданої точності - значить виготовити деталі і зібрати механізм так, щоб погрішності геометричних та інших параметрів знаходилися у встановлених межах.

Необхідною умовою підвищення надійності є інформативність, одержувана від споживача, і професіоналізм персоналу, зайнятого забезпеченням надійності на всіх стадіях життєвого циклу.

Зазвичай кожен виріб характеризується низкою вихідних показників якості, і їх граничні значення контролюються і регламентуються нормативно-технічною документацією (НТД). У стандартизації виробів машинобудування вироблена практика, згідно з якою в НТД включають технічні умови, що підлягають дотриманню при створенні виробів.

Технічні умови (ТУ) є нормативним документом, що містить вимоги до якості продукції. У ТУ вироби машинобудування вводять два обов'язкових вказівки: номінальний розмір і вимоги до точності за величиною допуску. Номінальний розмір вводиться для проведення загальної ідентифікації, допуск обмежує відхилення стану виробу від показника якості.

Менші допуски підвищують якість продукції та витрати виробництва, великі допуски, навпаки, знижують якість, але підвищують економічність. Постійною проблемою залишається скорочення витрат при незмінному рівні якості, або поліпшення якості при незмінних витратах.

Даний фактор точності стимулює зменшення величини допуску, викликане: підвищенням вимог і надійності виробу, ресурсу, зовнішнім виглядом, скороченням витрат на підгонку і регулювання виробу в процесі складання, дотриманням взаємозамінності при експлуатації, розширенням використання технологічного оснащення.

Взаємозамінність - один із засобів досягнення остаточного результа-

ту в підвищенні якості виробів. Вона припускає з більшою вартістю виготовлення деталей досягти найменшої вартості збірки і монтажу, знижуючи загальні витрати на виробництво цих деталей.

При конструюванні необхідно враховувати вимоги технологічності і передбачати можливість вибору для перевірки параметрів на точність деталей, складальних одиниць і вироби такої схеми вимірювання, яка не вносила б додаткових похибок і дозволяла застосовувати прості і надійні універсальні або існуючі спеціальні вимірювальні засоби.

Таким чином, розробка креслень і технічних вимог з вказівкою точності розмірів і інших параметрів деталей, складальних одиниць і виробів, що забезпечує їх високу якість, є першою складовою частиною принципу взаємозамінності, що виконується в процесі конструювання виробів. Робоче креслення, в якому вказані вимоги до точності, є вихідним і директивним документом, по якому проектують і контролюють технологічні процеси, а також перевіряють точність деталей, складових частин і готової продукції.

Для дотримання взаємозамінності необхідно при виготовленні деталей і збірці виробів строго витримувати нормовану точність функціональних параметрів. Для практичного здійснення принципу функціональної взаємозамінності виробів необхідна чітка система конструкторської, технологічної, метрологічної та експлуатаційної документації.

Велике значення для досягнення високої якості виробів мають точність обладнання, інструменту і технологічної оснастки, а також їх профілактичний контроль. Точність устаткування і оснащення повинна бути декілька вище необхідної точності виготовлених деталей і складових частин, тобто необхідно мати запас точності. Для відповідальних деталей необхідно створювати оптимальну якість поверхні.

Для забезпечення високої якості машин та інших виробів необхідно, щоб технологічні та вимірювальні бази співпадали з конструктивними, тобто потрібно дотримуватися принцип єдності баз. Крім того, схема вимірювання повинна відповідати схемі робочих рухів деталі в механізмі. Ця вимога задовольняється, наприклад, при однопрофільному контролі зубчастих коліс.

Уніфікація в машинобудуванні дозволяє забезпечити зростання серійності виробництва продукції при одночасному зниженні її собівартості за рахунок типізації та оптимального розукрупнення технологічних процесів, скорочення термінів розробки і постановки виробів на виробництво, а, отже, істотне зниження питомої трудомісткості і витрат на виготовлення та експлуатацію продукції при значному підвищенні її надійності і якості.

Природно економічною вважати таку конструкцію, для якої величина сумарних господарських витрат на проектування, виготовлення, ремонт та усунення збитку, пов'язаного з її відмовою, буде мінімальною.

Величина перерахованих витрат залежить від рівня надійності виробу. Визначення оптимального рівня надійності та його реалізація дає передумови для створення деталей з високими техніко-економічними показниками.

Рішення завдання забезпечення мінімуму сумарних приведених витрат у сферах виробництва і експлуатації може служити базою для обґрунтованого підходу до призначення рівня надійності конструкцій та їх елементів. Це дає можливість переглянути та обґрунтувати норми, стандарти і правила на конструювання та розрахунки, на допустимі напруження, коефіцієнти запасу, методи випробувань [1]. Тому розробка обґрунтованих вимог до рівня міцнісний надійності деталей і способів його забезпечення за рахунок вибору матеріалу і режимів термічної обробки є актуальним завданням.

Крім того, під параметром "точність виготовлення" слід розуміти кількісну оцінку геометричних показників, що безпосередньо призводить до якісних змін у з'єднаннях деталей. Якщо в кулькових підшипниках застосовувати тіла кочення 0-го ступеня точності замість 01, то довговічність підшипників збільшується приблизно на 30%. Зниження рівня похибок робочих поверхонь підшипників з 2,5 до 1,0 мкм перевищує контактну витривалість приблизно в 3 рази. Збільшення точності форми шийок колінчастих валів з 10 до 6 мкм підвищує термін служби вкладишів підшипників в 2,5 - 4 рази [2].

Під ступенем точності розуміємо зменшення шорсткості взаємно дотичних поверхонь, допустиме зменшення зазорів, що позитивно впливає на ресурс деталей. Дослідження, проведені на заводах виробників, а також дані, наведені в [2], дозволяють використовувати таку залежність:

$$\beta_T = \beta_{\Delta}^{(0,81+4)}$$

Графічне зображення впливу кінематичної точності виготовлення на довговічність деталі представлено на рис. 1.

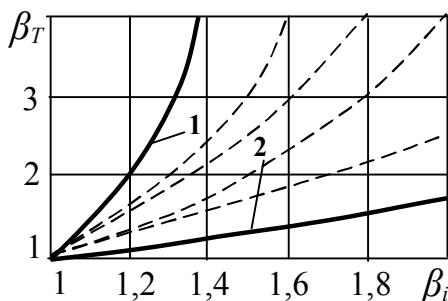


Рис. 1. Ступінь впливу точності виготовлення на ресурс деталей:
1 - при ступені рівної 4; 2- при ступені рівної 0,8.

На підставі залежностей [3], а також проведених лабораторних випробувань були запропоновані раціональні способи підвищення довговічності лімітують деталей трансмісії, які забезпечуються шляхом виконання наступних заходів: по зубчастих коліс - поліпшення кінематичної точності виготовлення, відновлення деталей, а саме замість дев'яти існуючого використовувати восьмий клас кінематичної норми точності виготовлення, що дозволить підвищити довговічність у 1,4-1,6 рази.

Підвищення довговічності деталей за рахунок поліпшення якості і точності виготовлення не потребують зміни конструктивних параметрів, що є позитивною стороною прискореного переходу на випуск модернізованих деталей, але в сою чергу потребують посилення дисципліни виробництва.

Один з напрямів у моделюванні показників надійності технічних виробів являє собою виявлення впливу надійності деталей, що входять до складу виробу, на надійність вузла, агрегату, машини [4]. Це дозволяє виявити ті деталі, які необхідно удосконалювати в першу чергу, вибрати стратегію підвищення надійності технічного виробу, оцінити кількісно величину поліпшення характеристик надійності машини.

Об'єктом цих досліджень є технічний виріб, що представляють собою функціональну систему, що складається з M послідовно з'єднаних деталей. Відмова будь-якої деталі призводить до відмови виробу. Працездатність виробу відновлюється шляхом заміни деталі, яка вийшла з ладу i -ою ($i = 1, 2, \dots, M$) на нову. Так як відмова відбувається у випадковий момент, час життя деталі можна описати за допомогою процесів відновлення.

При цьому вважається, що кожна i -а деталь виробу характеризується напрацюванням $t_{спij}$ від $(j-1)$ до j -го відмови ($j = 1, 2, \dots, Z$), розподіл яких не суперечить одному з наступних законів: нормальному, експоненціальному, логарифмічно-нормальному, Ерланга і двохпараметричному закону Вейбулла.

Основними характеристиками процесу відновлення, є функція потоку відмов $W(t)$ і параметр потоку відмов $w(t)$. Так як в ході досліджень розроблені методики розрахунку функції потоку відмови $W(t)$ за аналітичними залежностями (1) і методом статистичного моделювання, то це дозволяє аналізувати виробу, життєвий цикл яких описується будь-яким процесом відновлення, зокрема, простим, загальним і загальним нестационарним. За допомогою моделі також можна розглядати системи, у яких закони, що описують наробіток до чергової заміни, різні.

Цільовою функцією математичної моделі прийнятий мінімум сумарних середніх питомих витрат $C_{yo}(t)$ на виготовлення технічного виробу і підтримання його у справному стані [4]:

$$C_{yo}(t) = \frac{(D+1)}{t} \sum_{i=1}^M C_{\dot{\alpha}_i} \Omega_i(t) + \frac{C_u}{t}, \quad (1)$$

де M -кількість елементів, що входять у виріб; D - коефіцієнт, що враховує трудовитрати, витрата матеріалів і втрати від простоїв при заміні деталей виробу; $C_{\dot{\alpha}_i}$ - вартість i -ої деталі; C_u - первісна вартість виробу; $W_i(t)$ - функція потоку відмов i -ої деталі.

Крім мінімуму сумарних середніх питомих витрат $C_{yo min}$, у якості показників надійності, що оптимізуються, прийняті рівень надійності n , оптимальний ресурс t_{onm} , та напрацювання виробу до першої відмову t_{ou} .

Висновки. Подальшими напрямками досліджень з підвищення точності виготовлення деталей слід вважати поєднання операцій, що полегшує механізацію та автоматизацію процесів, і в свою чергу, дає можливість підвищити продуктивність, краще використовувати обладнання, створити умови для безпечної роботи і знизити собівартість.

Список використаних джерел.

1. Технические науки. Транспорт. [Электронный ресурс] / Четчина А.А. Востров А.Ю. ВКТУ им. Д Серикбаева. 2009. Режим доступа: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2009/Tecnic/47662.doc.htm
2. Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др.; под общ. ред. К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 256с.
3. Клименко М.П., Лупандина А.П., Концевич А.А. Степень влияния шероховатости поверхности сопряженных элементов на долговечность трактора типа Т-150К. // Тракторная энергетика в растениеводстве: сб.науч.трудов. – Харьков: ХГТУСХ, 2002. – Вып. 5. – С. 102–109.
4. Научная библиотека диссертаций и авторефератов. [Электронный ресурс] / Татаринцев В.А. Обоснование уровня прочности надежности литых деталей грузовых вагонов и его обеспечение за счет механических свойств материала. 1984. Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/obosnovanie-urovnya-prochnosti-nadezhnosti-litykh-detalei-gruzovykh-vagonov-i-ego-obespechen>

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА УРОВЕНЬ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН

**Клименко Н.П., Савченко В.Б., Гоман М.В., Фенько В.А.,
Усикова В.В.**

В статье рассмотрен вопрос о степени влияния точности изготовления на надежность элементов на разных этапах жизненного цикла машины.

Abstract

INFLUENCE ON THE ACCURACY PAYMENT RELIABILITY OF LEVEL ELEMENTS MACHINES

N.Klymenko, V.Savchenko, M.Goman, V.Fenko, V.Usikova

Question disclosed in the article the degree of influence on the reliability of manufacturing precision components at different stages of the life cycle machine.