**Жаровський Андрій Мирославович. Технологічне забезпечення точності циліндричних зубчастих коліс на операції зубофрезерування шнековими фрезами : дис... канд. техн. наук: 05.02.08 / Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л., 2005.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Жаровський А.М. Технологічне забезпечення точності циліндричних зубчастих коліс на операції зубофрезерування шнековими фрезами.**– Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. – НУ „Львівська політехніка”, Львів, 2005.  Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень процесу зубофрезерування циліндричних зубчастих коліс шнековими фрезами, а також проаналізовано існуючі методи забезпечення їх заданої точності. Визначено ступінь впливу точності виготовлення кожної з деталей зубчастої передачі та вплив її на вимоги до ступеня точності зубчастих коліс. Досліджено вплив геометричних похибок технологічної системи, зумовлених неточністю виготовлення та встановлення шнекової фрези, пристрою і заготовки, пружними деформаціями технологічної системи під дією сили різання та геометричними похибками верстату. Проведено експериментальні дослідження впливу технологічних чинників процесу зубофрезерування та конструктивних чинників зубчастого колеса на основні показники точності по усіх комплексах контролю згідно з ГОСТ 1643-81. Розроблено оптимізаційну модель вибору технологічних чинників на операції зубофрезерування з метою отримання максимальної продуктивності обробки із забезпеченням заданої точності зубчастих коліс. | |
| |  | | --- | | 1. Результати аналізу сучасного стану із забезпеченням точності циліндричних зубчастих коліс на операції зубофрезерування шнековими фрезами свідчать, що основою в цьому є обґрунтований вибір для цієї операції достатньої жорсткості та точності технологічної системи. На точність зубофрезерування найбільше впливають точність фрези, конструкція зубчастого колеса, точність і жорсткість пристрою, а також точність налагодження верстата. Розглянуті існуючі методи забезпечення точності зубчастих коліс на зубофрезерувальній операції дають можливість отримати колеса не вище 8 ступеня точності згідно з ГОСТ 1643-81 із значними затратами в т.ч. через використання автоматизованих систем керування. Не виконувалися комплексні дослідження впливу технологічних і конструктивних чинників на кінематичну точність, плавність роботи та контакт зубців у передачі, тобто існуючі методи забезпечення ступеня точності циліндричних зубчастих коліс шнековими фрезами не враховують вимог до точності за усіма комплексами контролю згідно із стандартом. 2. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано метод підвищення ступеня точності циліндричних зубчастих коліс на операції зубофрезерування шнековими фрезами за рахунок використання оптимальних режимів різання, які забезпечують при цьому і максимальну продуктивність зубооброблення. 3. Результати аналітичних досліджень з використанням аналізу розмірних ланцюгів для циліндричної зубчастої передачі свідчать, що для досягнення заданого ступеня її точності зубчасті колеса потрібно виготовляти точнішими на 1-2 ступені точності, з метою компенсації похибок виготовлення її складових елементів, що і забезпечить заданий ступінь точності передачі. 4. Встановлено, що на точність зубчастих коліс найбільше впливають пружні деформації технологічної системи. Цей вплив становить 45,8-90,1% від значення загальної похибки зубофрезерування шнековими фрезами. Наприклад, під час оброблення зубчастих коліс з модулем *mn* = 6 мм частка пружних деформацій технологічної системи в загальній похибці зубофрезерування досягає 62%. Найменше впливають на загальну похибку зубофрезерування кінематичні та геометричні похибки верстата. Їх величина становить 12,6-20,3% від загальної похибки. 5. Підвищення режимів різання неоднаково впливає на різні показники точності, наприклад, найбільше впливає збільшення подачі фрези на похибку профілю зубців *ffr* (із збільшенням подачі від 1 до 3 мм/об похибка зростає в 1,4-1,7 рази), похибку напряму зубців *F*в*r* (із збільшенням подачі з 1 до 3 мм/об зростання становить 1,4-1,8 рази) і незначнонаколивання довжини спільної нормалі *FvWr* (із збільшенням подачі в три рази похибки зростали в 1,2-1,35 рази).   Швидкість різання найбільше впливає на похибку профілю *ffr* та радіальне биття зубчастого вінця *Frr* (із збільшенням швидкості різання від 20 до 50 м/хв спостерігалось зростання похибок в 1,2-1,3 рази). Невеликий вплив має швидкість різання *v*на відносні розміри плями контакту (зростання швидкості різання призводить до зменшення її в 1,1 рази).  Із збільшенням числа зубців зубчастого колеса значно зростає коливання довжини спільної нормалі *FvWr* (в 1,6-3,1 рази) і радіальне биття зубчастого вінця *Frr* (1,6-2,0 рази), але зменшується похибка профілю зубця *ffr* (із збільшенням числа зубців з 10 до 40 похибка профілю зменшується на 1,5-3%).   1. Результати повного факторного експерименту підтвердили адекватність розрахункових значень показників точності, отриманих за аналітичними залежностями, дійсним; розбіжність становить 5-17,8%, що дає підґрунтя рекомендувати теоретичні залежності для визначення показників точності в процесі технологічної підготовки виробництва зубчастих передач. 2. Оптимізаційна математична модель, яка розроблена з використанням методу Монте-Карло, дає можливість визначати такі оптимальні значення режимів різання, які дають змогу отримувати максимальну продуктивність зубооброблення при забезпеченні необхідної точності зубчастого колеса згідно з ГОСТ 1643-81. Зубофрезерування циліндричних зубчастих коліс шнековими фрезами класу точності А дає можливість (з дотриманням оптимальних) режимів різання забезпечити 7-8 ступінь точності, а із зменшенням значень технологічних чинників (*s* приблизно в 2 рази, *v* в 1,5-2 рази) і конструктивних (*mn* 3 мм) можна досягти 6-7 ступеня точності зубчастих коліс. 3. Розроблений метод забезпечення точності циліндричних зубчастих коліс на операції зубофрезерування шнековими фрезами впроваджено у ВАТ “Львівський завод гідромеханічних передач” і у ВАТ “Львівський завод фрезерних верстатів”. Він дає змогу ще на етапі технологічної підготовки виробництва встановлювати оптимальні режими зубофрезерування. Економічна ефективність від впровадження методу становить у середньому 1,66 грн на одне зубчасте колесо (для *mn* = 4,5 мм, *z* = 27). | |