

ВІДГУК

офіційного опонента Васильченко Яни Василівни
на дисертаційну роботу Гасанова Магомедеміна Ісамагомедовича
«Основи процесу відновлення точності та якості крупногабаритних
зубчатих передач із застосуванням методів імітаційного моделювання»,
подану до захисту в спеціалізовану вчену раду Д 12.105.02
Донбаської державної машинобудівної академії
Міністерства освіти і науки України, м. Краматорськ
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.03.01 - Процеси механічної
обробки, верстати та інструменти

1. Актуальність теми дисертації.

Дисертація присвячена науковим основам процесу відновлення точності та якості крупногабаритних зубчатих передач із застосуванням методів імітаційного моделювання. Підвищення технічного рівня робочих машин, його збереження протягом певного періоду експлуатації, а також відновлення на етапі ремонту і модернізації є актуальними завданнями сучасного машинобудування.

Для більшості машин і устаткування, особливо в важкому машинобудуванні, потрібні редуктори для зміни крутного моменту і частоти обертання виконавчого органу: барабану шахтної машини, механізму підйому стріли крану, млину або обробного верстату. Зубчасті передачі є найбільш поширеними з усіх видів механічних передач, що застосовуються в машинах, вироблених на підприємствах важкого машинобудування України.

До важконавантажених зубчастих передач відносяться приводи машин, при проектуванні яких висуваються жорсткі вимоги до мінімізації їх габаритів, маси і вартості. Сюди, в першу чергу, відносяться транспортні машини і гірські машини, що працюють в обмеженому просторі. Реалізація цих жорстких вимог призводить до значного зростання питомого силового навантаження, а вимога максимізації продуктивності машин призводить до зростання швидкісних характеристик приводу. До цього слід додати динамічний характер зовнішнього навантаження і значну забрудненість навколишнього середовища дрібнодисперсними речовинами абразивного характеру. Всі перераховані фактори сприяють зниженню надійності машин і їх приводів, габарити і маса яких в основному визначаються параметрами зубчастих передач.

Проблема забезпечення життєвого циклу подібних машин полягає у визначенні доцільності виготовлення нових деталей приводу або відновлення зношених. Практичний досвід показує, що для крупногабаритних зубчастих передач ремонт і відновлення є економічно найкращим.

Сучасний процес ремонту крупногабаритних зубчастих коліс вимагає розробки нових підходів до стратегії відновлення функціональних параметрів, методів формоутворення, забезпечення надійності процесів механічної обробки, верстатів та інструментів.

Забезпечення якості відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс може бути успішно реалізовано тільки при правильному виборі стратегії ремонту, заснованому на метрологічній системі контролю параметрів стану поверхневого шару зубчастих коліс, що характеризують їх експлуатаційні властивості.

Вивчення закономірностей процесів відновлення функціональних параметрів крупномодульних зубчастих коліс як основи комплексного варіаційного вибору стратегії ремонту є актуальною науково-технічною проблемою.

Актуальність теми підтверджена також тим, що дослідження виконувались відповідно до актуальних наукових програм, планів і є частиною досліджень держбюджетних тем кафедри технологій машинобудування та металорізальних верстатів НТУ «ХПІ»

2. Загальна характеристика роботи.

Дисертаційна робота Гасанова Магомедеміна Ісамагомедовича складається зі шести розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Наведено обґрунтування вибору теми дослідження, сформульовано мету, завдання і методи дослідження. Описано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про апробацію матеріалів дисертації, публікації, що відображають її зміст, виділено особистий внесок здобувача.

У першому розділі виконано аналіз експлуатації крупногабаритних зубчастих передач і проблем відновлення функціональних властивостей крупномодульних зубчастих передач.

Встановлено, що оцінка довговічності крупногабаритних зубчастих передач за початковими параметрами евольвентних профілів зубів без урахування забезпечення параметрів стану поверхневого шару зубчастих коліс і відновлених крупногабаритних зубчастих вінців є вельми наближеною, не відображає того факту, що через знос зубів форма профілю стає відмінною від початкової евольвентної поверхні. В результаті чого змінюються навантажено-кінематичні параметри контакту, які, в свою чергу, інтенсивно змінюють процес зношування і форму профілів зубів по лінії контакту і в поперечному перерізі.

Розглянуті критерії формування структур і параметрів систем обробки, що забезпечують задані експлуатаційні властивості зубчастих коліс, які зношуються і відновлюватимуться.

У другому розділі проведено аналіз методів відновлення функціональних характеристик крупномодульних зубчастих передач та особливостей відновлення крупномодульних коліс різними методами зубообробки з забезпеченням мінімальних пластичних деформацій зубів крупномодульних зубчастих коліс, що відновлені

Комплексне використання запропонованих принципів створює можливість отримання високопродуктивних процесів зубообробки циліндричних зношених і відновлених крупногабаритних зубчастих коліс за умови забезпечення необхідних параметрів якості і точності поверхневого шару оброблюваних зубчастих коліс.

Удосконалені схеми різання і обладнання для відновлення коліс з урахуванням жорсткості динамічної верстатної системи і параметрів шорсткості поверхневого шару. Розроблено оснащення для інтенсивної і високоякісної зубообробки з урахуванням впливу параметрів хвилястості на експлуатаційні

властивості відновлених крупногабаритних зубчастих коліс та комплексні параметри оцінки довговічності відновлених крупномодульних зубчастих коліс з критеріями формування якісних характеристик поверхневого шару зубів при чистовій зубообробці відновлених крупномодульних коліс.

Науково–обґрунтований підхід, результати теоретичних досліджень формоутворення параметрів стану поверхневого шару циліндричних зношених і відновлених крупногабаритних зубчастих коліс при зубофрезеруванні, швидкісному зубофрезеруванні, ППД обробкою накатними кінчними роликками, їх математичний опис, експериментальна перевірка дають можливість управляти параметрами стану поверхневого шару в залежності від виду обробки.

У третьому розділі розроблено основи прогнозування структури і параметрів систем зубообробки крупномодульних зубчастих коліс після відновлення та моделювання параметрів поверхневого шару з метою зниження втомного викришування і запобігання поломки зубів відновлених крупногабаритних зубчастих коліс.

Задачі моделювання процесів оптимального управління параметрами точності, якості і продуктивності зубообробки крупногабаритних зубчастих коліс пропонується вирішувати методами впливу з урахуванням специфічних умов формоутворення зубчастих коліс.

Аналіз причин виходу з ладу зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс показав, що в 90 % руйнування крупногабаритних зубчастих коліс починається з поверхневого шару через появу мікротріщин, абразивного зносу, викришування активних поверхонь зубів, відшаровування поверхневого шару зубів, прогресуючого заїдання, пластичних деформацій зубів.

Розроблені загальні вимоги до вибору і призначення системи параметрів поверхневого шару відновлених крупногабаритних зубчастих коліс та проведено інформаційне моделювання процесів зубообробки. Експлуатаційні властивості поверхонь відновлених крупногабаритних зубчастих коліс забезпечуються за допомогою системної оптимізації на основі імітаційного моделювання з урахуванням прогресуючих видів зносу.

У четвертому розділі удосконалена конструкторська і організаційна оптимізація систем відновлення крупномодульних зубчастих передач зовнішнього зачеплення з моделюванням внутрішніх взаємозв'язків процесу зубообробки крупномодульних передач.

Задачі моделювання процесів оптимального управління параметрами точності, якості і продуктивності зубообробки зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс пропонується вирішувати методами впливу з урахуванням специфічних умов формоутворення зубчастих коліс.

Розроблені схеми багатокритеріальної оптимізації процесу відновлення крупномодульних зубчастих коліс та оцінка характеру зміни якісних характеристик зубчастої передачі. Розроблена методика вибору і призначення параметрів процесу відновлення геометрії і фізикомеханічних властивостей

відкритих циліндричних крупномодульних зубчастих передач.

У п'ятому розділі виконано моделювання процесів формоутворення поверхневого шару зубчастих коліс з урахуванням внутрішніх зв'язків, прогнозування показників якості у взаємозв'язку з комплексним параметром стану поверхневого шару загартованих крупномодульних зубчастих коліс та розроблено метод оцінки впливу теплового балансу на продуктивність, точність і якість формування поверхневого шару загартованих крупномодульних зубчастих коліс. Удосконалена методика оцінки впливу вібрацій на процес формоутворення поверхневого шару при зубонарізуванні зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс.

У шостому розділі проведено оптимізацію процесу відновлення крупногабаритних зубчастих вінців підвищеної точності та ремонту і відновлення крупномодульних загартованих зубчастих коліс методом високошвидкісної лезової обробки. Для поліпшення характеристик поверхневого шару зубів відновлених і зношених крупногабаритних зубчастих коліс удосконалено метод відновлення накатними роликками.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно та відповідають змісту дисертаційної роботи.

У додатках наведено види зносу великогабаритних зубчастих коліс з аналізом загальних вимог до вибору і призначення системи параметрів поверхневого відновлення великогабаритних зубчастих коліс, наведені результати досліджень конструкторсько-технологічних особливостей застосування вихідних контурів українського, англійської, німецької, французького і американського стандартів зубчастих передач у ремонтному виробництві.

Список використаних джерел досить повний і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

Автореферат повною мірою відображає зміст дисертації. Робота має достатній обсяг апробації і публікацій.

3. Оцінка наукової новизни, висновків і рекомендацій.

У роботі вирішена науково-практична проблема – розроблення наукових основ процесу відновлення точності та якості крупногабаритних зубчастих передач із застосуванням методів імітаційного моделювання. Автором отримано такі нові наукові результати.

- Вперше встановлено і науково обґрунтовані комплексні параметри оцінки стану поверхонь, довговічності, мінімально можливих пластичних деформацій зубів зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс після лезової обробки, що дозволило забезпечити їх якісне відновлення та експлуатаційні властивості.

- Удосконалено теорію імітаційного моделювання взаємозв'язків якості зубчастого зачеплення крупногабаритних модульних коліс в процесі експлуатації при зношуванні і процесів їх обробки при відновленні, що дозволило

оптимізувати параметри різання та якісні властивості відновленого поверхневого шару евольвентного профілю зубчатих коліс.

- Досліджено вплив питомого зносу зубів в контактній зоні на потужність, затрачену на подолання сил тертя з урахуванням забезпечення параметрів стану поверхневого шару зубів відновлюваних коліс, що забезпечило збільшення продуктивності обробки.

- Отримала подальшого розвитку математична структурно-параметрична модель процесу обробки крупногабаритних зубчастих коліс, яка забезпечує задані експлуатаційні властивості поверхонь відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс, що враховує дійсну форму профілю зуба після зносу.

- Вперше визначено та математично описано взаємозв'язок експлуатаційних властивостей поверхонь зношених і відновлених крупногабаритних зубчастих коліс на основі оцінки показників якості поверхонь, що дозволило вирішити основну проблему зубообробки – забезпечення продуктивності, точності та якості відновлення крупногабаритних зубчастих коліс.

4. Оцінка достовірності та обґрунтування основних положень дисертації.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки, наукові положення та рекомендації обґрунтовані. Вони базуються на відомих фундаментальних наукових положеннях теорії технології машинобудування, різання металів, моделювання, ймовірності та математичної статистики. Математична обробка результатів досліджень виконувалася з використанням розробленого сучасного програмного забезпечення. Достовірність результатів, отриманих в роботі підтверджено експериментальними дослідженнями. Результати роботи в повній мірі викладено в опублікованих автором працях.

Достовірність теоретичних положень роботи підтверджується результатами експериментальних досліджень і промисловим впровадженням результатів досліджень процесів формоутворення при обробці зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс.

Це дозволяє вважати, що отримані результати досліджень дисертації є обґрунтованими і достовірними.

5. Практичне значення отриманих результатів.

Цінність результатів дисертації для науки і практичного використання полягає в розвитку теорії відновлення крупногабаритних зубчастих коліс на основі імітаційного моделювання виробничих процесів; розробці методики моделювання взаємозв'язку експлуатаційних властивостей поверхонь зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс з їх показниками якості; виборі і призначенні системи забезпечення параметрів поверхневого шару зношених і відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс; розробці методики імітаційного моделювання процесу фінішної лезової обробки зубів відновлюваних крупногабаритних зубчастих коліс на основі обмежень за якістю і точністю формованих зубів; розробці спеціального оснащення і різального інструменту для високошвидкісної зубообробки крупногабаритних зубчастих

коліс з модулем зачеплення 12–65 мм; розробці та дослідженні системи комплексних параметрів стану поверхонь зубів, що дозволяє оцінити довговічність зубчастих передач за критерієм мінімальних пластичних деформацій зубів, запропонованій методиці розрахунку параметрів стану поверхневого шару відновлюваних поверхонь зубів крупногабаритних коліс в залежності від умов їх обробки.

6. Зауваження до дисертації та автореферату.

1. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, залежність шорсткості поверхні циліндричних зубчастих коліс при зустрічному зубофрезеруванні від багатьох параметрів (стор. 76): режимів обробки, геометрії ріжучої частини фрез, радіуса округлення різальної кромки (ρ) фрези, жорсткості технологічної системи (J_{TC}), фізико-механічних властивостей оброблюваного та інструментального матеріалу, вихідної шорсткості оброблюваної поверхні. Бажано було б також врахувати вплив мастильно - охолоджуючої рідини.

2. У дисертації проаналізовано загальні закономірності зношування евольвентних зубчастих передач (стор. 102), які враховують вплив приведенного радіуса кривизни, стану наплавленого поверхневого шару (шорсткість евольвентної поверхні, хвилястість, параметри макровідхилення, мікротвердість, залишкові напруги поверхневого шару), тиску, питомого ковзання і створення умов самовідновлення евольвентного профілю зубчастого колеса за рахунок ефекту виборчого перенесення., але не визначено для яких передач: закритого чи відкритого типу.

3. В п.6.2 роботи наведені режими високошвидкісної лезової обробки крупномодульних загартованих зубчастих коліс. Але ж відсутні дані про інструментальні матеріали різальної частини дискових фрез. Бажано було б навести рекомендації з вибору режимних параметрів обробки для різних інструментальних матеріалів.

4. В розділі 6 при розробці операції чистового зубострогання та швидкісного зубофрезерування при ремонті і відновленні загартованих зубчастих коліс не проаналізовані основні фізико-механічні зміни поверхневого шару.

5. З роботи не зрозуміло за рахунок яких процесів формоутворення забезпечується зростання продуктивності обробки в 3-4 рази (розділ 6).

6. В дисертаційній роботі детально описано процес накатки профілю з кожного боку зуба, але не зрозуміло, яким чином формується його впадина.

7. У дисертації є орфографічні та стилістичні помилки.

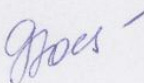
7. Заключна оцінка дисертаційної роботи.

Наведені зауваження не знижують результати досліджень і не змінюють позитивної оцінки роботи.

Дисертаційна робота Гасанова Магомедміна Ісамагомедовича «Основи процесу відновлення точності та якості крупногабаритних зубчастих передач із застосуванням методів імітаційного моделювання» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструментів. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка

розв'язує важливу наукову-технічну проблему, суть якої полягає в підвищенні ефективності ремонту крупногабаритних зубчастих передач шляхом вибору раціональної стратегії відновлення їх функціональних параметрів на основі системного аналізу дефектів і методів їх усунення імітаційним моделюванням взаємозв'язків геометричних, кінематичних і динамічних параметрів зачеплення зубів важконавантажених зубчастих коліс. Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» від 24 липня 2013 р. № 567 щодо докторських дисертацій, а здобувач Гасанов Магомедемін Ісамагомедович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент,
Зав. каф. «Комп'ютеризовані
мехатронні системи, інструменти та технології»,
Донбаської державної машинобудівної академії
доктор технічних наук, доцент

 Васильченко Я.В.

Підпис д.т.н., доц. Васильченко Я.В. завіряю

Ректор ДДМА, д.т.н., проф. Ковальов В.Д.



