

УДК 621.9.048.6

О.Д. Клименко, Е.Л. Селезньов

Луцький національний технічний університет

ПОРІВНЯЛЬНІ НАТУРНІ ВИПРОБУВАННЯ ЗМІЦНЕНИХ ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОЮ ОБРОБКОЮ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС СИЛОВИХ ПЕРЕДАЧ

В роботі розглядаються методи проведення і результати порівняльних натурних випробувань зміцнених вібраційно-відцентровою обробкою зубчастих коліс силових передач.

Ключові слова: *вібраційно-відцентрове зміцнення зубчастих коліс, зносостійкість, натурні випробування.*

Постановка проблеми. Основою вібраційно-відцентрового зміцнення зубчастих коліс (ВВЗК) є трансформація обкочувального руху масивного обкатника в направлену ударну взаємодію деформівних тіл із зміцнюваною боковою поверхнею зубів зубчастих коліс. При цьому, найефективнішим засобом надання обкатникам обкочувального руху є направлені вібрації привідного тіла [1].

Одним з показників, що впливає на довговічність зубчастих коліс є зносостійкість матеріалу бокової поверхні їх зубів. В зв'язку з цим є актуальним проведення порівняльних натурних випробувань зміцнених вібраційно-відцентровою обробкою зубчастих коліс на зношування матеріалу бокової поверхні.

Основна частина. Порівняльні натурні випробування зміцнених зубчастих коліс проводили на спеціальному стенді, фрагмент якого зображено на рис. 1. Під випробувальний стенд було пристосовано універсальний токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62М. В його трьохкулачковому патроні фіксували ведучий вал 1 випробувального пристрою, корпус 2 якого розташовували на різетримачі верстату. Ведений вал випробувального пристрою розміщено на опорах кочення паралельно осі ведучого валу, а на його вихідному кінці розташовано колодковий гальмівний механізм 3.

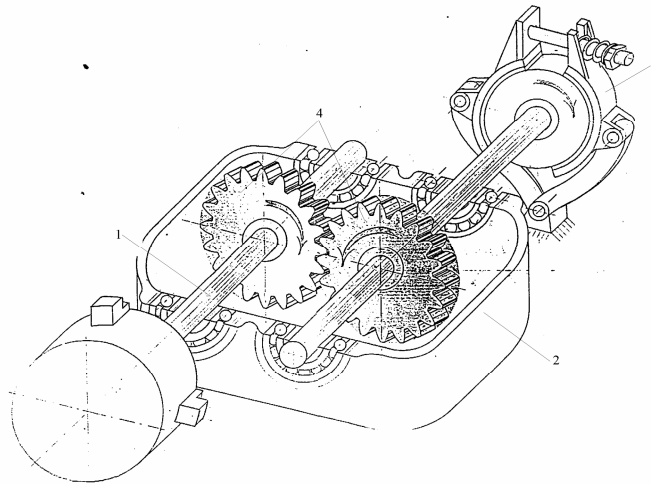


Рис. 1. Пристрій для випробування зубчастих коліс на довговічність

Ведучий та ведені вали оснащено шпонками для фіксації за допомогою гайок досліджуваних зубчастих коліс 4. Корпус пристрою оснащено заливною горловиною для заливки оливи, в середовищі якої здійснювали випробування.

Порівняльні натурні випробування зміцнених вібраційно-відцентровою обробкою (ВВО) зубчастих коліс на зношування матеріалу бокової поверхні їх зубів проводили у такій послідовності. Зміцнене ВВЗК при тих, чи інших з числа досліджуваних технологічних параметрах зміцнювальної обробки зубчасте колесо встановлювали на шпонці на ведучому валу випробувального стенду. В зубчасте зачеплення з ним вводили розміщене на веденому валу аналогічне еталонне зубчасте колесо, виготовлене за традиційною заводською технологією. Від електродвигуна приводу стенда ведучому валу надавали обертового руху, який досліджуваним

зубчастим колесом передавався еталонному колесу, утворюючи зубчасту передачу. Величина крутного моменту на ведучому валу при цьому становила 150 Н·м.

Вмикаючи розміщений на веденому валу гальмівний механізм, пригальмовували еталонне зубчасте колесо, навантажуючи тим самим бокову робочу поверхню зубів та імітуючи реальні умови експлуатації силової зубчастої передачі. Гальмівний момент при цьому змінювали в діапазоні від 15 до 30 Н·м, а частоту обертання ведучого валу в межах від 500 до 3000 об/хв. Після 10^6 циклів навантаження бокової поверхні зуба здійснювали реверс електродвигуна приводу стенду і впродовж чергових 10^6 циклів зношували протилежну поверхню зубів досліджуваних зубчастих коліс. Після цього випробувальний стенд вимикали і здійснювали виміри.

Результати випробувань оцінювали по величині лінійного зношування бокової поверхні зуба на ділянці ділильного кола. Під лінійним зношуванням, в даному випадку, розуміли зменшену, порівняно із заміряною до випробувань, товщину зуба на ділянці ділильного кола, яку вимірювали на всіх без виключення зубах досліджуваних коліс і упосередковували. Заміри товщини зуба на ділянці ділильного кола здійснювали зубомірним кромковим індикаторним моделі ЗИМ-16 та ЗИМ-32 за стандартною методикою з точністю 0,01 мм.

Дослідження проводили на виготовлених із сталі 40Х прямозубих циліндричних зубчастих колесах з модулем $m = 5$ мм і числом зубів $z = 27$.

Еталонні зубчасті колеса виготовляли за типовим заводським технологічним процесом, що включав такі основні операції: - першу термообробку для покращення механообробних властивостей матеріалу; - зубофрезерувальну; - другу термообробку для забезпечення належної твердості матеріалу поверхонь зубів; - шліфувальну для забезпечення геометричної точності бокових поверхонь зубів.

Натурні порівняльні випробування зміцнених ВВО коліс проводили для зубчастих коліс, виготовлених по двох запропонованих варіантах. У першому випадку типовий технологічний процес виготовлення, по якому виготовляли еталонні зубчасті колеса, доповнювали заключною оздоблювально-викінчувальною операцією поверхневого зміцнення робочих бокових поверхонь зубів ВВО сталевими загартованими кульками.

Технологічний процес виготовлення зубчастих коліс другої партії включав наступні основні технологічні операції:

- термічну для покращення механообробних властивостей матеріалу;
- зубофрезерувальну із новою модифікованою схемою обкочувального руху;
- шліфувальну для забезпечення геометричної точності бокових поверхонь зубів;
- зміцнення радіусних переходів у ніжку зуба ВВО деформівними елементами для забезпечення міцності матеріалу зубів і підвищення його опору втомі;
- зміцнення бокової поверхні зубів ВВО сталевими загартованими кульками для підвищення зносотривкості матеріалу бокової поверхні зубів.

Порівняно із типовим технологічним процесом виготовлення зубчастих коліс тут термічну зміцнювальну операцію замінено зміцненням поверхневим пластичним деформуванням вібраційно-відцентровою обробкою.

Дані порівняльних натурних випробувань зведено у таблицю 1.

Висновки. Як слідує із їх результатів, додаткове включення до типового технологічного процесу виготовлення коліс операції поверхневого зміцнення ВВО сталевими загартованими кульками в середньому на $40 \div 45\%$ підвищує зносотривкість матеріалу робочої бокової поверхні зубів завдяки формуванню стійкого до зношування мікрорельєфу із "олійними кишнями".

При цьому, завдяки покращенню умов роботи трибопари на $10 \div 15\%$ зменшується і лінійне зношування бокової поверхні зубів контактуючого із зміцненим веденого зубчастого колеса, що виготовлене за типовим технологічним процесом.

Лінійне зношування зубів коліс, для яких замість термообробної операції було запроваджено двоетапне зміцнення радіусного переходу в ніжку зуба деформівними елементами та їх бокової поверхні сталевими кульками, наближається до рівня зношування зубчастих коліс, виготовлених за типовим технологічним процесом, несуттєво на $3 \div 5\%$ перевищуючи його. Як і в попередньому випадку, зношування матеріалу контактуючого із зміцненим зубчастого колеса зменшується.

Таблиця 1

Результати порівняльних натурних випробувань

№ з/п	Матеріал зубчастих коліс		Особливості технологічного процесу виготовлення досліджуваних ведених зубчастих коліс	Номер досліджуваної зубчастої передачі	Номер досліджуваного зубчастого колеса	Опосередковане лінійне зношування на ділянці ділительного кола, мм		Середнє значення лінійного зношування, мм	
	ведене	ведуче				ведене	ведуче	ведене	ведуче
1.	Сталь 45	Сталь 45	Типовий технологічний процес	I	I.1	1,20	1,30	1,1	1,2
					I.2	1,15	1,1		
					I.3	1,10	1,25		
					I.4	1,05	1,20		
					I.5	1,00	1,15		
			Зміцнення сталевими кульками	II	II.1	0,90	0,80	1,0	0,7
					II.2	1,10	0,60		
					II.3	1,05	0,65		
					II.4	0,95	0,70		
					II.5	1,00	0,75		
			Двоетапне зміцнення сталевими кульками і деформівними елементами	III	III.1	0,95	1,15	1,0	1,25
					III.2	1,00	1,20		
					III.3	1,05	1,25		
					III.4	1,10	1,30		
					III.5	0,90	1,35		
2.	Сталь 40X	Сталь 40X	Типовий технологічний процес	IV	IV.1	0,75	0,80	0,8	0,9
					IV.2	0,80	0,85		
					IV.3	0,90	0,90		
					IV.4	0,85	0,95		
					IV.5	0,70	1,00		
			Зміцнення сталевими кульками	V	V.1	0,80	0,40	0,7	0,5
					V.2	0,60	0,60		
					V.3	0,75	0,45		
					V.4	0,70	0,55		
					V.5	0,65	0,50		
			Двоетапне зміцнення сталевими кульками і деформівними елементами	VI	VI.1	0,70	1,05	0,7	0,95
					VI.2	0,65	0,90		
					VI.3	0,75	0,95		
					VI.4	0,60	1,00		
					VI.5	0,80	0,85		

- Афтаназив І.С., Берник П.С., Сивак Р.І., Клименко А.Д. Вибрационно-центробежная упрочняющая обработка деталей машин. – Вінниця: ВДАУ, 2002. – 235 с.