

Твердость поверхностного слоя 0,1-0,4мм образовавшегося в результате совмещения цементации с электроискровым легированием повышается в два раза по сравнению с электроискровым легированием и в три раза выше по сравнению с цементацией (рис.1). Начиная с 0,8 мм твердость образцов обработанных комбинированным методом, незначительно отлична от образцов подвергнутых только цементации, а нецементованные легированные образцы, имеют твердость Ст.3.

Вывод. Полученные результаты объясняются образованием большого количества карбидов титана, образовавшихся при диффузии углерода в поверхностный слой образцов.

Таким образом, комбинированный метод позволяет получить двукратное увеличение твердости поверхностного слоя стальных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.М. Лахтин, В.Н. Арзамасов. Химико-термическая обработка. Москва. Металлургия, 1985.
2. А.Е. Гитлевич, В.В. Михайлов, Н.Я. Парканский и др. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев. «Штиница».1983.
3. Хейфец М.Л. Проектирование процессов комбинированной обработки. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.

УДК 53.088.22:004.942:621.7.08:621.833

ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

К.Д. Михайлова¹, В.А. Дербоба², С.Т. Пацера³

¹студент группы ТМа-14, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: myhai_kate@ukr.net

²кандидат технических наук, доцент кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: Vitalii_Derbaba_5762634@gmail.com

³кандидат технических наук, профессор кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: witiw@rambler.ru

Аннотация. По результатам численных экспериментов определены зависимости влияния предельного интервала случайных инструментальных погрешностей измерения радиального биения зубчатых колес на процент неправильно забракованных деталей.

Ключевые слова: измерение, погрешность, модель, зубчатое колесо, радиальное биение.



FEATURES IMITATION-STATISTICAL MODEL OF THE INSTRUMENTAL ERRORS OF MEASURING THE RADIAL RUNOUT OF GEAR WHEELS

K. Mykhailova¹, V. Derbaba², S. Patsera³

¹student, State Higher Educational Institution “National mining university”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: myhai_kate@ukr.net

²Ph.D., associate professor of technology of mining machinery, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: Vitalii.Derbaba.5762634@gmail.com

³Ph.D., Professor of technology of mining machinery, State Higher Educational Institution “National mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: witiw@rambler.ru

Abstract. According to the results of numerical experiments determined the influence of the limiting interval random instrumental errors in the measurement of radial run-out of gears on the percentage of incorrectly rejected parts

Keywords: measurement error, model, gear wheel, radial runout.

Введение. Актуальной остается проблема определения допустимого уровня инструментальных погрешностей измерения нормируемых геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес.

Научные проблемы и практические вопросы определения необходимой точности средств измерений рассмотрены в общем виде в работах Сергеева А.Г., Рубичева М.А., Фрумкина В.Д. [1]. В работах [2,3] обосновано применение метода имитационно-статистического моделирования и определены зависимости влияния предельного интервала случайных инструментальных погрешностей на процент неправильно забракованных деталей. Но полученные ранее зависимости касались только толщины зубьев и длины общей нормали.

Цель работы. Остаются неопределенными закономерности влияния инструментальных погрешностей измерения радиального биения эвольвентных зубчатых колес на процент неправильно забракованных деталей при пассивном контроле. Устранение этого и является целью изложенной статьи, а для достижения указанной цели решены следующие задачи: уточнена структурная модель и методика имитационно-статистического моделирования, осуществлено моделирование случайных процессов измерения и контроля радиального биения с последующими расчетами процентов неправильно забракованных, неправильно принятых зубчатых колес, определены соответствующие зависимости.

Материал и результаты исследований. Структуру модели контрольно-измерительной системы будем рассматривать так, как показано на рис.1.

Применены следующие обозначения блоков: T_1 – моделирование радиального биения зубчатого колеса при отсутствии погрешностей измерения, K_1 – имитация предыдущей процедуры контроля при условии отсутствия погрешностей измерения M_1 – моделирования инструментальных погрешностей первого измерения, M_2 – моделирования инструментальных погрешностей второго измерения, M – моделирования результата измерения, K_2 – имитация процедуры контроля с учетом погрешностей измерения, ПЗ, НЗ, ЧП, ЧП – определения соответствия зубчатого колеса группам правильно забракованных, неправильно забракованных, правильно принятых, неправильно принятых колес.

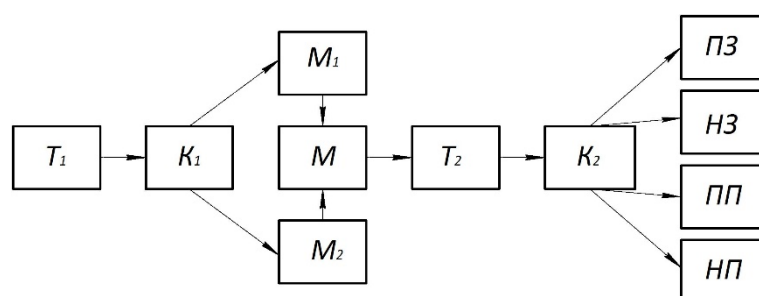


Рис. 1 – Структура имитационно-статистической модели измерения радиального биения

В среде Microsoft Office Excel создана электронная таблица, отдельные фрагменты которой показаны в табл.1. В строках таблицы имитируются события – результаты измерения и контроля деталей, а в столбцах отображаются результаты статистического моделирования.

Моделирование выполнено на примере конкретного цилиндрического прямозубого колеса. Колесо имеет следующие конструктивные параметры и допуски: m – модуль 3 мм, d – делительный диаметр 150 мм, z – количество зубьев 50, F_r – допуск на радиальное биение 36, 50, 63 мкм соответственно для 6, 7, 8 степеней точности зубчатого колеса.

В строках таблицы имитируются события – результаты измерения и контроля деталей, а в столбцах отображаются результаты статистического моделирования. Данные в столбцах 1 и 2 соответствуют блоку T_1 , в котором реализовано моделирование радиального биения зубчатого колеса при отсутствии погрешностей измерения.

Объем выборки для моделирования составлял 5000 колес, что обеспечило доверительный интервал 0,1% при доверительной вероятности 0,95. Во втором столбце моделировались величины радиального биения при нулевой погрешности измерения. При этом принимался нормальный закон распределения. Разрядность значений в столбце 2 соответствовала одному

знаку после запятой, то есть 0,1 мкм, чего вполне достаточно для точности моделирования радиального биения.

Таблица 1 – Фрагмент электронной таблицы моделирования измерительно-контрольной системы (показаны не все строчки)

Соответствующие блоки структурной модели														
T ₁	K ₁	M ₁		M ₁		M	K ₂	ПЗ	НЗ	ПП	НП			
Номера столбцов														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер зубчатого колеса	«Истинное» биение зубчатого венца, мкм	Оценка годности зубчатого венца по критерию радиального биения	Моделирование первого измерения при отсутствии погрешности, мкм	Погрешность первого измерения, мкм	Результат первого измерения с учетом погрешности, мкм	Моделирование второго измерения при отсутствии погрешности, мкм	Погрешность второго измерения, мкм	Результат второго измерения с учетом погрешности, мкм	Измеренное биение, мкм	Оценка годности зубчатого венца	Правильно забракованные детали	Неправильно забракованные детали	Правильно принятые детали	Неправильно принятые детали
1	1,8	1	0	-40,2	-40,2	1,8	46,0	47,7	88	0	0	1	0	0
2	32,7	1	0	-1,7	-1,7	32,7	23,5	9,1	11	1	0	0	1	0
2597	10,8	1	0	-12,6	-12,6	10,8	18,0	28,9	42	0	0	1	0	0
2598	30,2	1	0	-20,6	-20,6	30,2	23,3	53,5	74	0	0	1	0	0
2599	21,7	1	0	42,7	42,7	21,7	-35,5	-13,8	56	0	0	1	0	0
2600	11,2	1	0	-7,0	-7,0	11,2	-15,1	-3,9	3	1	0	0	1	0
2601	36,9	0	0	-3,3	-3,3	36,9	-3,6	33,3	37	0	1	0	0	0
2602	43,1	0	0	46,8	46,8	43,1	-21,4	21,8	25	1	0	0	0	1
3483	21,9	1	0	-5,2	-5,2	21,9	4,2	26,2	31	1	0	0	1	0
3484	0,6	1	0	-18,7	-18,7	0,6	38,5	39,1	58	0	0	1	0	0
3485	15,5	1	0	-6,2	-6,2	15,5	-0,9	14,6	21	1	0	0	1	0
3486	18,0	1	0	-19,5	-19,5	18,0	32,9	50,9	70	0	0	1	0	0
3487	44,2	0	0	-22,2	-22,2	44,2	16,8	61,0	83	0	1	0	0	0

Продолжение табл.1

4999	28,9	1	0	19,6	19,6	28,9	-24,0	4,9	15	1	0	0	1	0
5000	6,6	1	0	45,9	45,9	6,6	-32,5	-26,0	72	0	0	1	0	0
Всего, шт.	3618			Всего, шт.			2572	794	1634	1984	588			
Итого, %				Итого, %			51,44	15,88	32,68	39,68	11,76			

В столбце 3, который соответствует блоку K_1 , проводилась оценка годности зубчатых колес по двухбалльной шкале: годным деталям присваивался балл $\beta_i = \langle 1 \rangle$, а бракованным – соответственно балл $\beta_i = \langle 0 \rangle$. Для компьютерного заполнения столбца 3 использовалась логическая формула

$$IF(F_{ritr} \leq Fr; 1; 0),$$

где F_{ritr} - «истинное» значение радиального биения (при условии нулевой погрешности при его измерении). Сумма баллов (3618) в столбце 3 отражает долю (72,36%) годных деталей при избранной для моделирования точности технологического процесса.

Столбцы 4, 5 и 6 соответствуют блоку M_1 , столбцы 7, 8 и 9 – блоку M_2 . В них воспроизводится методика измерения радиального биения, по которой определяется наименьшее, а затем наибольшее показания измерительного средства (первое и второе измерения). При этом выполняют регулирование шкалы таким образом, чтобы наименьшее показание было равно нулю (столбец 4). В таком случае результат второго измерения в столбце 7 (при отсутствии погрешности) будет равняться значению, смоделированному в блоке T_1 . В столбцах 4 и 8 моделируются погрешности измерения радиального биения.

Для моделирования погрешностей измерений применено равномерное распределение. Параметрами распределения являются предельные значения погрешности Δ . В примере рассматривается случай, когда систематическая погрешность отсутствует. Результаты первого и второго измерений с учетом погрешностей отображаются в столбцах 6 и 9. В столбце 10 (блок M) отображается измеренное радиальное биение F_{ri} , при условии учета ошибок. Для этого проведено суммирование соответствующих ячеек из столбцов 6 и 9.

В столбце 11 (блок K_2) годным деталям присваивается балл $\beta_\delta = \langle 1 \rangle$, а бракованным соответственно балл $\beta_\delta = \langle 0 \rangle$ по формуле

$$IF(F_{ri} \leq Fr; 1; 0),$$

где F_{ri} – значение радиального биения, полученное при измерении с учетом погрешностей.

Далее в столбцах 12-15 проводится разбраковка колес.

Зависимости долей неправильно забракованных деталей для зубчатых колес разной степени точности от предельного значения инструментальной

погрешности приведены на рис.1. Анализ графиков показывает, что погрешности измерения существенно влияют на результаты контроля.

Выводы.

1. Метод имитационно-статистического моделирования является эффективным при исследовании контроля радиального биения зубчатых колес.

2. При контроле радиального биения зубчатых колес 6 и 7 степеней кинематической точности для ограничения количества неправильно забракованных деталей на уровне до 5% необходимо ограничить погрешности измерения до 5 мкм.

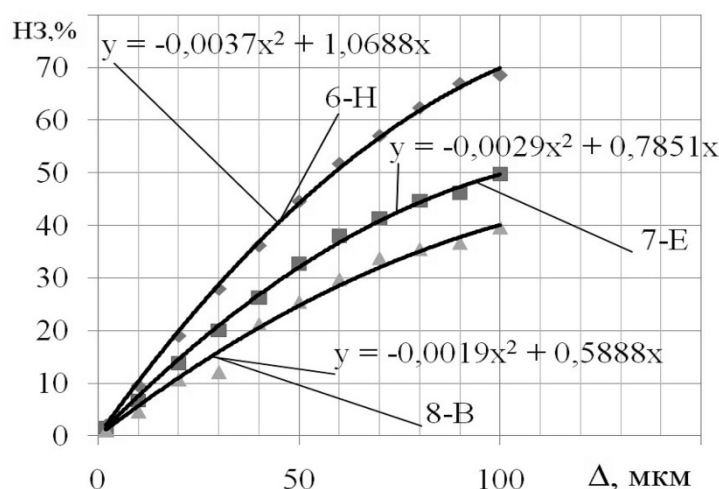


Рис. 2 – Зависимости процента неправильно забракованных колес (НЗ) от предельной случайной ошибки измерения для разных степеней точности зубчатых венцов

3. При контроле радиального биения зубчатых колес 8 степени кинематической точности для ограничения количества неправильно забракованных деталей на уровне до 5% погрешность измерения не должна превышать 10 мкм.

4. В перспективе имитационно-статистические исследования могут касаться контрольно-измерительных систем для зубчатых колес, точность которых оговаривается нормами плавности работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубичев Н.А. Достоверность допускового контроля качества / Н.А. Рубичев, В.Д. Фрумкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 171 с.

2. Derbaba, V.A., Zil, V.V., Patsera, S.T. (2014), "Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes", Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk – Scientific and technical journal, no. 5 (143), pp. 45-50.