

линдрических зубчатых колес на автоматической линии. —М.: ЭНИМС, 1961, -37с.  
2. Производство зубчатых колес. Справочник/ Под ред. Б.А.Тайца. —М.: Машиностроение, 1990.- 464с. 3. Методические указания по внедрению ГОСТ 1643-72 "Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски" Государственный комитет стандартов при СМ СССР. —М.: ЦНИИТМАШ, МИЭИ, 1975. -57с.

УДК 621.831

М.М.Кане, А.И.Медведев

## ТАБЛИЧНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ПОВЕРХНОСТИ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН НА РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ИХ ОБРАБОТКИ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Нами проведены исследования изменения основных параметров качества поверхности зубьев (микротвердости  $H_n$  и шероховатости  $R_a$ ) шестерен тракторов и автомобилей после шести операций обработки зубьев (зубофрезерование, шевингование, химико-термическая обработка (ХТО), зубообкатка, шлифование) в производственных условиях Минских заводов шестерен и автомобильного.

Методика выполнения этих исследований приведена в работе [3].

Установлено, что изменения таких параметров качества поверхности зубьев, как  $H_n$  и  $R_a$  на исследованных операциях носит линейный характер и его моделирование может быть выполнено с помощью полинома 1-ой степени

$$\bar{y} = a + b\bar{x} \quad (1)$$

где  $\bar{y}$  — среднее значение исследуемого параметра на выполняемой операции;

$\bar{x}$  — среднее значение этого параметра на предшествующей операции;

$a, b$  — постоянные для данных условий обработки коэффициенты.

Для определения допустимых значений  $\bar{x}$  при заданных значениях  $\bar{y}$  можно использовать методику, описанную в работе [3]. Результаты выполненных с ее помощью расчетов допустимых значений параметров качества поверхности зубьев на различных операциях их обработки приведены в табл. 1 — 3.

По значениям пооперационных коэффициентов изменения параметров качества поверхности зубьев  $K_{\text{тех}}$  и разработанной методики [3] возможен выбор маршрута обработки зубчатых колес, обеспечивающего необходимое качество поверхности зубьев в готовых деталях.

Например, для случая, описанного в работе [3] принят следующий маршрут об-

работки зубьев: зубофрезерование, шевингование, ХТО, зубохонингование. Для выбора требований к параметрам качества поверхности зубьев на промежуточных операциях для данного маршрута обработки можно использовать табл. 2.

С учетом материала детали (сталь 20ХН3А) принимаем следующие требования к твердости и шероховатости поверхности зубьев после последней операции зубохонингования:  $HRC_3 = 58-60$ ;  $R_a = 1,25$  мкм.

Таблица 1

Допустимые значения показателей качества поверхности зубьев цилиндрических шестерен на промежуточных операциях их обработки

Промежуточные операции обработки цилиндрических шестерен	Требуемые значения показателей качества поверхности зубьев окончательно обработанных шестерен после операции зубообкатки								
	Микротвердость ( $кгс/мм^2$ )			Шероховатость, $R_a$					
	Твердость ( $HRC_3$ )								
	Материал деталей, сталь								
	25ХГТ, 20ХН3А			25ХГТ			20ХН3А		
	746-803 59-61	803-867 61-63	867-940 63-65	1,6	2,5	3,2	1,0	1,6	2,5
ХТО	694-774 58-60	774-835 60-62	835-904 62-64	2,0	3,2	5,0	1,25	2,5	4,0
Зубошевингование	152-170	170-183	183-200	1,6	2,5	3,2	1,0	2,0	3,2
Зубофрезерование	170-183	183-200	200-224	4,0	6,3	8,0	2,5	4,0	6,3

Примечания:

1. После зубообкатки и ХТО в числителе приведены значения микротвердости в  $кгс/мм^2$ , а в знаменателе значения твердости по  $HRC_3$ .
2. На операциях шевингования и зубофрезерования указаны значения твердости по Бринелю (НВ).

Таблица 2

Допустимые значения показателей качества поверхности зубьев цилиндрических шестерен на промежуточных операциях их обработки

Промежуточные операции обработки цилиндрических шестерен	Требуемые значения показателей качества поверхности зубьев окончательно обработанных шестерен после операции зубохонингования								
	Микротвердость ( $кгс/мм^2$ )			Шероховатость, $R_a$					
	Твердость ( $HRC_3$ )								
	Материал деталей, сталь								
	25ХГТ, 20ХН3А			25ХГТ			20ХН3А		
	636-694 56-58	694-774 58-60	774-835 60-62	1,25	1,6	2,5	0,8	1,25	1,6
ХТО	694-774 58-60	774-835 60-62	835-904 62-64	1,6	3,5	3,2	1,25	1,6	2,5
Зубошевингование	152-170	170-183	183-200	1,25	2,0	2,5	1,0	1,25	2,0
Зубофрезерование	170-183	183-200	200-224	2,5	5,0	6,3	2,5	3,2	5,0

Примечание: Обозначения в табл. 2 соответствуют приведенным в табл. 1

Таблица 3

Допустимые значения показателей качества поверхности зубьев цилиндрических шестерен на промежуточных операциях их обработки

Промежуточные операции обработки цилиндрических шестерен	Требуемые значения показателей качества поверхности зубьев окончательно обработанных шестерен после шлифования червячным или коническим кругами								
	Микротвердость (кг/мм <sup>2</sup> )			Шероховатость, R <sub>a</sub>					
	Твердость (HRC <sub>2</sub> )								
	Материал деталей, сталь								
	25ХГТ, 20ХНЗА			25ХГТ			20ХНЗА		
	659-746 57-59	746-803 59-61	803-867 61-63	1,0	1,25	2,5	0,8	1,0	2,0
ХТО	694-774 58-60	774-835 60-62	835-904 62-64	3,2	4,0	8,0	2,5	3,2	6,3
Зубофрезерование	159-178	178-192	192-207	2,5	3,2	6,3	2,0	2,5	5,0

Примечание: Обозначения в табл. 3 соответствуют приведенным в табл. 1

Находим значения данных параметров на всех промежуточных операциях:

после ХТО HRC<sub>2</sub> = 60-62; R<sub>a</sub> = 1,6 мкм;

после зубошвингования HRC<sub>2</sub> = 170-183; R<sub>a</sub> = 1,25 мкм;

после зубофрезерования HRC<sub>2</sub> = 183-200; R<sub>a</sub> = 3,2 мкм.

Эта методика весьма удобна при проектировании техпроцессов изготовления зубчатых колес и позволяет в отличие от существующих методов учесть характер пооперационного изменения параметров качества поверхности зубьев, материал колес, вероятностную природу изучаемых процессов обработки деталей.

При отладке данных процессов необходимо по всей технологической цепочке обработать 1-2 партии деталей, установить значения коэффициентов пооперационного изменения параметров качества зубьев и параметров уравнения (1) для всех операций. Затем по методикам, описанным в работах [1, 2], уточнить маршрут обработки зубьев и требования к качеству их поверхности на промежуточных операциях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кане М.М. Выбор рациональной точности цилиндрических зубчатых колес на различных операциях их обработки// Вестник машиностроения. -1966. -№8. -С. 3-8.
2. Кане М.М., Медведев А.И. Изменение параметров качества поверхности зубьев цилиндрических зубчатых колес на различных операциях их изготовления// Вестник машиностроения. -1997. -№7. -С.3-7.
3. Кане М.М., Медведев А.И.. Обеспечение па-

УДК 621.01

А.Л. Климентьев, В.С. Мисевич

## ДЕТАЛИ, ДОПУСКАЮЩИЕ МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВАРИАНТОВ ПРОЦЕССА ИХ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

*Витебский государственный технологический университет*

*Витебск, Беларусь*

Технологический процесс (ТП) изготовления несборных изделий и деталей сборных изделий и, в частности, процесс их формообразования в большинстве случаев допускает различные варианты своего исполнения, рациональный выбор которых является основой оптимизации ТП [1, 2]. В связи со значительным ростом номенклатуры деталей и появлением и развитием новых процессов формообразования переменность построения ТП возросла и вместе с ней возросла актуальность рационального выбора варианта ТП из нескольких возможных для определенной детали или группы деталей с целью повышения качества и эффективности ТП.

Следует отметить, что не все детали допускают множественность вариантов процесса их формообразования. Некоторые детали обладают определенной спецификой, обусловленной повышенными требованиями к ним, которая обеспечивается применяемым материалом и в совокупности с ним некоторыми другими характеристиками детали. В свою очередь, материал детали в сочетании с ее другими характеристиками в значительной мере обуславливают применяемый процесс формообразования и вариант ТП в целом. Например, шпиндель металлорежущего станка в силу высоких требований по точности, жесткости, прочности и др. изготавливается из термически обработанных сталей методами лезвийного и абразивного резания. Проектирование ТП специфических деталей обычно осуществляется по аналогии с ТП изготовления подобных деталей с учетом возможностей существующего производства.

Поэтому из всего многообразия изделий и деталей необходимо выбрать допускающие множественность вариантов процесса формообразования и определить критерии, на основе которых этот выбор может осуществляться.

Детали, которые не допускают множественности вариантов построения ТП, назовем *специфическими*, а детали, которые напротив допускают множественность вариантов ТП назовем *неспецифическими* или *ординарными*.