

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ИХ ОБРАБОТКИ

Для исследования величины остаточных напряжений в поверхностном слое были использованы методы рентгеноструктурного анализа. Рентгеновская съемка боковой поверхности зуба в зоне делительной окружности проводилась на дифрактометре ДРОН 05 с неподвижных образцов, установленных в специальной державке. Режимы съемки: напряжение на трубке 35 кВ, сила тока 7 мА.

Для исследования были взяты цилиндрические шестерни тракторов ДТ-75М, МТЗ-82 и др., изготовленные из сталей 40Х, 25ХГТ, 20ХНЗА. Для каждого материала взяты три партии деталей по 35 зубчатых колес в каждой. Зубчатые колеса из стали 40Х подвергались последовательно зубофрезерованию и шевингованию, а из сталей 25ХГТ и 20ХНЗА – зубофрезерованию, шевингованию, химико-термической обработке (ХТО) (нитроцементации, закалке, низкому отпуску), зубохонингованию.

Обработка результатов эксперимента проводилась на ЭВМ с использованием методов корреляционно-регрессионного анализа. Был сделан перебор следующих законов распределения исследованных параметров: нормального, логнормального, Рэлея, Грамма-Шарлье, равномерного и по критериям Колмогорова и Пирсона χ^2 выбран оптимальный. Графически некие результаты исследований показаны на рис. 1 и в табл. 1. Как видно из данных табл. 1, происходит снижение уровня остаточных напряжений после шевингования по сравнению с предыдущей зубофрезерной операцией, что связано с разупрочнением поверхностного слоя деталей, снижением его твердости после шевингования по сравнению с предыдущей обработкой.

После ХТО уровень остаточных напряжений значительно повышается (одновременно повышается твердость и прочность поверхностного слоя) и далее этот уровень несколько снижается после зубохонингования.

Коэффициент корреляции достаточно высок ($r_{xy} = 0,7...0,88$), что подтверждает наличие тесной связи исследованного параметра на смежных операциях, т.е. подтверждается явление технологического наследования величин остаточных напряжений при последовательном выполнении операций механической и химико-термической обработки.

В табл. 2 приведены части общей дисперсии значения остаточных напряжений, возникающих на выполняемой операции (А) и перенесенной с предыдущей (В). Здесь наблюдается прямая зависимость – чем выше значение коэффициента корреляции, тем больше величина переноса В. Данные табл. 2 наглядно подтверждают наличие фактора технологической наследственности в пооперационном изменении величины остаточных напряжений.

В ы в о д ы. 1. Установлен линейный характер изменения остаточных напряжений для трех марок сталей на четырех операциях механической и химико-термической обработки зубчатых колес.

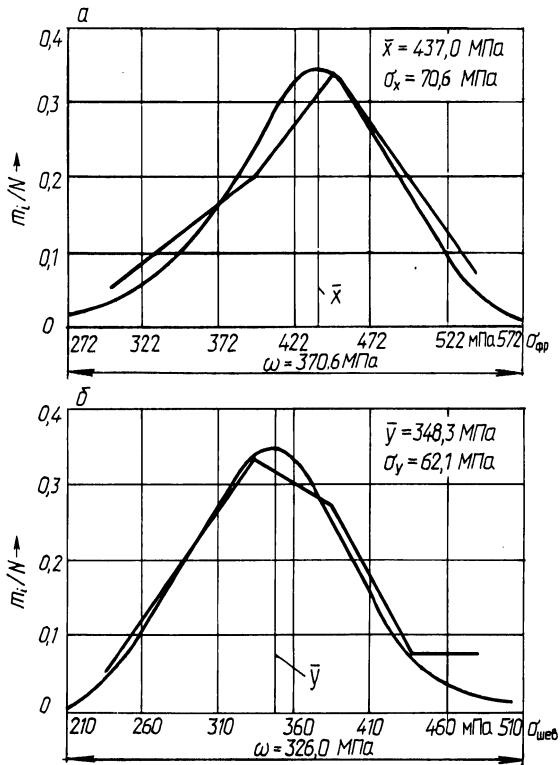


Рис. 1. Экспериментальные полигоны и кривые нормального распределения значений остаточных напряжений в поверхностном слое зубьев цилиндрических зубчатых колес из стали 40 X:
 а — зубофрезерование; б — шевингование

Таблица 1

Остаточные напряжения в поверхностном слое цилиндрических зубчатых колес

Материал детали (марка стали)	Зубофрезерование	Шевингование	ХТО	Зубохонингование
40X	437,0	348,3*	—	—
	—	0,88		
25ХГТ	220,0	126,3	548,0	466,0
	—	0,8	0,75	0,82
20ХНЗА	273,36	162,0	642,3	509,7
	—	0,85	0,7	0,76

* П р и м е ч а н и е. Первая цифра — значение напряжений $\bar{\sigma}$, МПа; вторая — коэффициент корреляции r_{xy} .

Остаточные напряжения, возникающие на выполняемой операции (А) и перенесенные с предыдущей (В), %

Материал детали (марка стали)	$\sigma_{\text{шев}} = f(\sigma_{\text{фр}})$		$\sigma_{\text{ХТО}} = f(\sigma_{\text{шев}})$		$\sigma_{\text{зубохон.}} = f(\sigma_{\text{ХТО}})$	
	А	В	А	В	А	В
40Х	23,0	77,0	—	—	—	—
25ХГТ	36,0	64,0	44,0	56,0	33,0	67,0
20ХНЗА	28,0	72,0	51,1	48,9	42,1	57,9

2. Доказано наличие тесной корреляционной зависимости между значениями остаточных напряжений на исследованных операциях и, следовательно, возможности управления уровнем этих напряжений на поверхностях зубьев окончательно изготовленных деталей за счет выбора их рациональных значений на предшествующих операциях.

3. Результаты работы могут быть использованы для повышения эксплуатационных характеристик цилиндрических зубчатых колес.

УДК 621.882:53.08

В.И.ШАГУН, канд. техн. наук,
Л.Т.КУДРЯВЦЕВА (БПИ)

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ОТКЛОНЕНИЙ ШАГА ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ

Анализ условий формообразования профиля резьбы позволяет по результатам контроля собственно среднего диаметра d_2 резьбы на каждом витке вычислить уширение ΔV_i впадин резьбы и по ним оценить отклонения шагов, вызываемых основными причинами, а именно, воздействием осевых и радиальных сил.

В случае наиболее распространенного способа нарезания резьбы методом самозатягивания под действием осевых сил P_0 (рис. 1) метчик боковыми режущими кромками прижимается к правым (опорным) сторонам только что сформированных витков резьбы. Если удельные значения осевых сил, т.е. сил, приходящихся на единицу длины опорных кромок метчика, превысят предел прочности обрабатываемого металла, то эти кромки метчика внедряются в тело опорных сторон резьбы и снимают с них дополнительную стружку. Впадина нарезаемой резьбы уширяется, средний диаметр увеличивается. По мере продвижения метчика в отверстие суммарная длина опорных кромок метчика увеличивается, удельные значения осевых сил падают и подрезание опорных сторон резьбы уменьшается от витка к витку. На неопорных (левых) сторонах резьбы остаются следы работы главных режущих кромок мет-