

зубчатых передач. - Л., 1978. 4. Марков Н.Н. Зубоизмерительные приборы: Иностраный опыт. - М., 1971. 5. Хлебакин Н.Ф., Кондюрин В.А. Технические процессы и оборудование для обработки конических зубчатых колес. - М., 1978.

УДК 621.787.4

Р.Н.Шадуго, инженер (ММИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ШЛИЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОРНОВАНИЯ

Шлицевые отверстия прямобочного профиля с центрированием по наружному диаметру D находят широкое применение в зубчатых колесах в качестве базовых поверхностей. После термической обработки (ТО) отверстия получают усадку, достигающую иногда (в зависимости от материала) 0,10...0,15 мм, при этом поля рассеяния размеров имеют величины, соответствующие допускам 10...11 качества по СТ СЭВ 144-75.

Как показывает производственная практика, шлицевые отверстия часто после ТО дальнейшей обработке не подвергаются и по этой причине точность зубчатых венцов шестерен необоснованно занижается. Применение в этих случаях финишных операций обработки зубчатых венцов (шлифование, зубохонингование) характеризуется невысокой эффективностью по причине низкой точности технологических баз.

Поэтому вопрос восстановления точности шлицевых отверстий зубчатых колес после ТО, особенно в условиях крупносерийного и массового производства, является весьма актуальным.

Цель данного исследования - изыскание возможности повышения точности изготовления шлицевых отверстий зубчатых колес с помощью дорнования.

Для этого были проведены исследования точности изготовления шлицевых отверстий прямобочного профиля для следующих вариантов их обработки:

протягивание - ТО - дорнование;

протягивание - дорнование - ТО - дорнование.

Образцами для исследований служили зубчатые колеса, изготавливаемые из стали 12ХНЗА, модулем $m = 2$ мм со стан-

дартными шлицевыми отверстиями 6 x 16 x 20 x 4 и с переменной жесткостью стенок $\frac{D_H}{D} = 1,5...2,5$. Химико-термическая обработка (ХТО) заключалась в цианировании на глубину 0,2...0,4 мм и закалке до твердости HRC 58...62.

Для обоих вариантов обработки размер партий шестерен был равен 50 штукам.

Измерение наружного диаметра шлицевого отверстия осуществлялось при помощи специально переоборудованного нутромера (ГОСТ 9244-75) с ценой деления 0,002 мм и горизонтального оптиметра типа ИКГ. Измерение производилось в среднем поперечном сечении (при этом действительный размер определялся как среднее арифметическое из размеров по трем парам пазов).

Шлицевые отверстия дорновали многозубыми дорнами с углами заборного и обратного конусов $\alpha = \alpha_1 = 5^\circ$ и шириной цилиндрической ленточки $b = 1,5$ мм. В качестве смазки применялся сульфозрезол Р. Ввиду невысокой и переменной жесткости стенок шестерен дорнование после ХТО проводилось со сравнительно небольшими натягами (0,11...0,18 мм).

С применением математической статистики, а именно закона нормального распределения случайной величины непрерывного типа, были построены эмпирические кривые распределения и определены их статистические характеристики: среднее арифметическое значение размеров \bar{X} и среднее квадратическое отклонение размеров σ . По полученным данным строились теоретические кривые распределения диаметров шлицевых отверстий партий шестерен после ТО и дорнования (рис. 1, а, б). Все статисти-

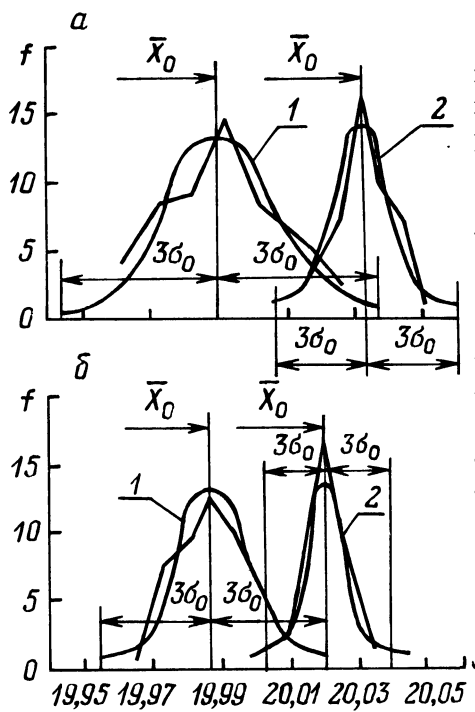


Рис. 1. Теоретические и эмпирические кривые нормального распределения размеров наружного диаметра шлицевых отверстий 6x16x20x4 соответственно для первого (а) и второго (б) вариантов технологических процессов: 1 – после ХТО, 2 – после дорнования.

ческие исследования проводились на основании методик, изложенных в работе [1], и ГОСТ 16467-70 и 11.006-74. Оценка соответствия эмпирического распределения теоретическому нормальному осуществлялась с помощью критерия Пирсона (χ^2).

Как видно из рис. 1, а (кривые 1), при обработке по первому варианту технологического процесса ширина поля рассеяния размеров после ХТО была $\delta\sigma = 0,093$ мкм, что соответствует допуску 11-го качества точности, а после дорнования — $\delta\sigma = 0,052$ мкм (рис. 1, а, кривые 2), что соответствует 9-му качеству точности. Во втором варианте технологического процесса введение дорнования как промежуточной операции позволило повысить точность отверстия после ХТО — $\delta\sigma = 0,065$ мм (рис. 1, б, кривые 1), что дало возможность окончательным дорнованием обеспечить ширину поля рассеяния размеров $\delta\sigma = 0,036$ мм, соответствующую допуску восьмого качества.

Для этих же партий зубчатых колес проводились исследования точности формы поперечных сечений. За показатель точности формы поперечного сечения единичного отверстия было принято наибольшее колебание размеров наружного диаметра по пазам. Закономерности, выявленные для точности наружного диаметра при обработке по обоим вариантам оказались характерными и для точности формы поперечного сечения.

Аналогичные исследования были проведены для шлицевых отверстий из стали 40Х, объемно-закаленных до твердости HRC 46...50, и отверстий из стали 20Х, цементированных $h = 0,6...0,8$ мм и закаленных до твердости HRC 56...60. Результаты, полученные для стали 12ХН3А, оказались справедливыми и для данных материалов, хотя для шлицевых отверстий из стали 40Х эффективность повышения точности несколько ниже, что определяется меньшими коэффициентами уточнения при дорновании объемно-закаленных материалов.

Таким образом, существенное влияние исходной точности (после протягивания) на точность окончательной обработки можно снизить за счет введения в технологический процесс предварительного дорнования.

В условиях крупносерийного и массового производств предварительное дорнование может быть осуществлено с применением специального инструмента — оправки-дорна [2] (в случае, когда детали по технологическому процессу обрабатываются на жесткой шлицевой оправке) или с использованием на протяжной операции режуще-деформирующей протяжки [3]. Оба варианта не

повышают трудоемкость технологического процесса и не увеличивают количество операций и требуемого оборудования.

Итак, целесообразно использовать дорнование как промежуточную операцию перед ТО, позволяющую повысить размерную точность отверстий после ТО, а следовательно, и после окончательного дорнования.

Предварительное дорнование может быть осуществлено с помощью оправки-дорна (на токарной операции) или режуще-деформирующей протяжки (на протяжной операции).

Л и т е р а т у р а

1. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. - М., 1972. 2. Чистосердов П.С., Шаду-ро Р.Н. Оправка-дорн. - Машиностроитель, 1979, № 9. 3. Чистосердов П.С. Комбинированные инструменты для отделочно-упрочняющей обработки. - Мн., 1977.

УДК 621.933.042

В.И.Шагун, канд. техн. наук (БПИ)

НЕКРУГЛОСТЬ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СРЕДНЕГО ЦИЛИНДРА РЕЗЬБЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ МЕТЧИКА

Любые погрешности формы среднего цилиндра резьбы уменьшают полноту контакта резьбовых поверхностей в сопряжении и понижают его качество. Некруглость является следствием радиальных колебаний метчика во время нарезания резьбы под действием сил, природа которых различна. Это радиальные силы, возникающие от радиального биения режущих кромок метчика, биение метчика вместе со шпинделем станка по причине несоосности рабочей части метчика и шпинделя или радиального биения последнего; радиальные и тангенциальные силы резания, разные по величине на разных перьях метчика из-за неравенства активных участков главных режущих кромок на этих перьях или погрешностей формы поперечного сечения отверстий под резьбу.

Любое изменение условий работы метчика, облегчающее его радиальные колебания, приводит к увеличению некруглости поперечного сечения цилиндра нарезаемой резьбы.

В момент установившегося резания, когда вся заборная часть метчика работает, положение вектора суммы радиальных