

УДК 621.923

МОДЕРНИЗАЦИЯ СРЕДСТВАМИ T-FLEX ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ»

Т. Д. Стасенко, Д. Л. Стасенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Информационная база T-FLEX Технология содержит большое количество справочников по составляющим технологических процессов – это наименования операций, оборудование и т. д. Имеются средства поиска и ускоренного подбора оснащения по различным условиям, а также механизмы фильтрации данных.

Шлифование зубьев в технологическом процессе изготовления зубчатого колеса – самая трудоемкая и дорогая операция. Она требует применения совершенных технических средств ее реализации и наукоемких методов управления точностью, в том числе и для исключения брака по прижогам, подрезам зубьев. Именно на этой операции формируются конечные геометрические параметры прецизионного колеса и его качественные характеристики, определяющие эксплуатационные показатели зацепления. Зубошлифование производят в основном при изготовлении колес повышенной точности с термической обработкой. Различают два метода шлифования: копирование и обкатка (рис. 1). Однако шлифование ухудшает качество поверхностного слоя и его физико-механические свойства, так как выделяемое при шлифовании тепло вызывает структурные изменения в поверхностном слое в виде прижогов и внутренних растягивающих напряжений [1].

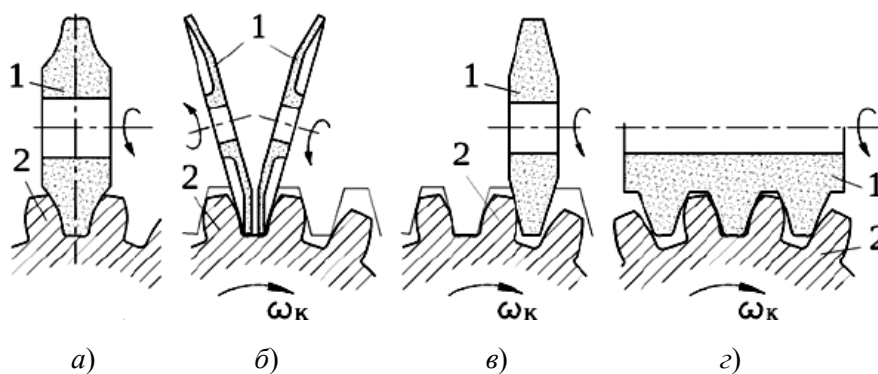


Рис. 1. Методы шлифования профиля зубьев цилиндрических колес:
а – модульными абразивными кругами; *б* – тарельчатыми абразивными
 кругами; *в* – абразивными кругами с трапециодальным профилем;
г – червячными абразивными кругами; *1* – абразивный круг;
2 – зубчатое колесо

Для доводки зубьев термически обработанных колес применяется зубохонингование (рис. 2), которое представляет собой высокопроизводительный процесс окончательной доводки зубьев цилиндрических колес с помощью зубчатого алмазного или абразивного колеса (хона), что позволяет повысить качество пятна контакта, плавность передачи, уменьшить шероховатость рабочих поверхностей зуба и уровень шума передачи [2].

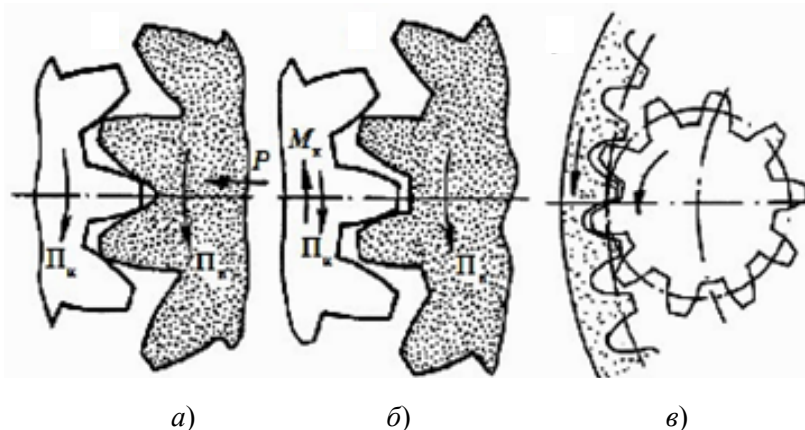


Рис. 2. Схемы зубохонингования при различном зацеплении зубьев хона:
 а – двухпрофильное зацепление; б – однопрофильное зацепление;
 в – «коронарное» зубохонингование

Задача исследования – совершенствование средствами T-FLEX технологического процесса изготовления цилиндрического зубчатого колеса КЗК-1624-0107614, устанавливаемого на наружную цилиндрическую поверхность полу корпуса дифференциала. Конструкторской документацией определены требования, предъявляемые к зубчатому венцу с числом зубьев $z = 49$, модулем $m = 6$ и шириной $b = 50$ мм. Твердость поверхностей зубьев обеспечивается цементацией на глубину 0,9–1,4 мм с последующей закалкой до поверхностной твердости HRC 58–64. Зубчатый венец изготавливают по 8-В степени точности согласно ГОСТ 1643–81. Шероховатость профилей зубьев не должна превышать $Ra \leq 2,5$ мкм. Оптимальный контакт зацепления обеспечивается за счет применения модификации профиля по головке зуба, глубина контакта составляет $f_k = 0,01–0,02$ мм, длина его развернутости – 0,09 мм.

Однако, снижение шероховатости до $Ra = 0,25$ мкм позволяет повысить срок службы колеса более чем на 50 %, что связано с толщиной масляной пленки, которая в свою очередь зависит от шероховатости. Уменьшение шероховатости является одним из способов увеличения удельной толщины масляной пленки. На операцию зубошлифования цилиндрическое зубчатое колесо поступает после химико-термических операций с шероховатостью профиля зубьев $Ra = 3,05$ мкм. Снижение себестоимости изготовления одного зубчатого колеса можно достичь уменьшением времени отдельных операций.

Анализируя базовый технологический процесс, было установлено, что время операции 170 – Зубошлифование составляет 93 из 242 мин общего времени обработки – более 38 %, а лимитирующими операциями являются операции 020–030 – Токарные с числовым программным управлением (ЧПУ) и 040 – Зубофрезерная, на которых $T_{шк} \approx 30$ мин. Кроме того, такие операции, как 080 – Фрезерная с ЧПУ и 090 – Сверлильная, выполняются последовательно, что требует дополнительного рабочего места для выполнения сверления, причем время сверлильной операции составляет 3,32 мин. Для снижения себестоимости производства предлагается внести следующие изменения в технологический процесс: перераспределить переходы на токарных операциях с ЧПУ 010–030 так, чтобы уменьшить их количество; объединить операции 110 торцешлифование и 140 – Внутришлифовальную, которые по времени составляют 6,45 и 3,32 мин, соответственно, заменить операцию 170 – Зубошлифование на станке ВЗ-676 Ф4 на шлифование червячным абразивным кру-

гом на станке Reichauer RZ 410, что позволит сократить время обработки зубошлифованием на 30 %, т. е. до 60 минут, однако для обеспечения такта выпуска 30 мин понадобится два таких станка.

Оценка экономической целесообразности обеспечения равной точности венца различными методами зубообработки показала, что затраты на зубофрезерование и шевингование в два раза ниже, по сравнению с зубошлифованием. Если оценивать тенденции технологии изготовления зарубежных зубчатых передач, то для получения нормы точности 7 и 8-7-7 по ГОСТ 1643–81 можно успешно использовать технологические процессы без зубошлифования, поэтому за рубежом получила распространение следующая технология: фрезерование – шевингование – термообработка – хонингование.

При использовании станков с ЧПУ маршрут изготовления зубчатых колес будет иметь следующий вид: токарная обработка на станках с ЧПУ – зубофрезерование на станках с ЧПУ с базированием по центровым отверстиям – термообработка – зубохонингованием алмазным хоним. Такой подход обеспечит использование на последней операции единицы оборудования, так как зубохонингование составляет 30 мин.

Таким образом, на основе проведенного анализа предложен современный вариант технологического маршрута изготовления зубчатых колес, основой которого является использование станков с ЧПУ. Перечисленные выше предложения по изменению технологического процесса в значительной мере будут способствовать снижению себестоимости изготовления детали и будут способствовать росту производительности труда.

Литература

1. Макаров, В. Ф. Обработка зубчатых колес сборными шлифовально-профильными кругами / В. Ф. Макаров // Вестн. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Машиностроение, материаловедение. – 2020. – Т. 22, № 1. – С. 79–87.
2. Механическая обработка зубчатых колес : учеб. пособие / В. И. Жиганов [и др.]. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 134 с.

УДК 621.9

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБНОСТЕЙ

А. Ю. Бердин

ОАО «СтанкоГомель», Республика Беларусь

На конкурентных рынках для сохранения (или увеличения) доли рынка крайне важно повышать удовлетворенность клиентов. Удовлетворенность клиентов способствует их лояльности и увеличению доходов.

С другой стороны, неудовлетворенность, которая имеет быстрый и противоположный эффект. Даже всего один-два случая некачественного обслуживания могут привести к потере клиента. Мы провели анализ и выяснили, что 59 % клиентов готовы перейти к конкуренту из-за некачественного обслуживания.

Чтобы не переживать из-за потери клиентов по причине их неудовлетворенности, рассмотрим, как измерить удовлетворенность клиентов, а также связанные с ней показатели.

Этапы измерения удовлетворенности клиентов:

- 1) определить показатели для измерения удовлетворенности клиентов;
- 2) определить цели и создать ключевые показатели эффективности (КПЭ);