

УДК [621.833: 005.591.6]-027.45

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И  
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЁТА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

А. С. РОМАНЮК, В. Ф. ГРИГОРЬЕВ, О. А. МЕДВЕДЕВ

Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брест, Беларусь

Повышение конкурентоспособности продукции машиностроения стимулирует поиск и внедрение экономичных и производительных методов обработки, поскольку основной задачей производства является изготовление качественных изделий с наименьшей трудоёмкостью и себестоимостью.

Существенную долю в трудоёмкости изготовления машин составляет трудоёмкость изготовления зубчатых колёс. Распространённым методом отделочной обработки эвольвентных поверхностей зубьев является зубошлифование. Обычно шлифованию подвергаются зубья ответственных цементированных и закаленных колес. Однако данный метод обработки является трудоёмким и дорогостоящим способом обеспечения шероховатости и других показателей качества поверхности, определяющих её ресурс.

Для повышения долговечности пар трения обычно стараются уменьшить их приработку в процессе эксплуатации, добиваясь финишной обработкой близкой к оптимальной равновесной шероховатости. Заслуживает внимания и более экономичный подход, связанный с переносом финишных операций на этап приработки деталей [1].

Такой подход позволяет в обоснованных случаях исключить из технологического процесса дорогостоящие отделочные операции, повысить производительность и снизить затраты на изготовление машин. Так, одним из вариантов совершенствования технологии изготовления эвольвентных зубчатых колёс может быть замена отделочной операции зубошлифования последующей приработкой в процессе эксплуатации для достижения требуемой шероховатости. Целью исследования было установление возможности замены зубошлифования приработкой при изготовлении синхронизирующих зубчатых колёс роторных насосов серий НМ, НР, ВЗ-ОР2-А-2 для снижения трудоёмкости.

В процессе поиска мер по совершенствованию технологии были наработаны следующие технические мероприятия: зубошлифование исключается из техпроцесса, зубонарезание производится более точными червячными фрезами, предшествующая абразивной обработке закалка ТВЧ заменяется улучшением.

По исходному рабочему чертежу точность колёс по нормам кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев соответствовала 7-й степени точности, шероховатость эвольвентных

поверхностей зубьев Ra=1,6 мкм, твёрдость зубьев HRC 43...48. Снижение твёрдости до HB 269...302 (HRC 28...33) позволило заменить операцию шлифования фрезерованием с использованием более точной фрезы класса AA-2510-4014AA P18 ГОСТ 9324-80, обеспечивающей седьмую степень точности по трем нормам. При этом отделка для достижения эксплуатационной шероховатости переносилась на этап приработки.

В результате корректировки технологического процесса штучно-калькуляционное время изготовления колёс уменьшилось на 31 %.

Для оценки влияния предложенных изменений технологии на ресурс зубчатых колёс, был выполнен расчёт на прочность и долговечность активных поверхностей зубьев до и после изменения техпроцесса. Рассчитывались контактные напряжения на активных поверхностях зубьев и сравнивались с допустимыми значениями, при которых будет обеспечен требуемый уровень прочности и долговечности колёс. Были получены следующие значения напряжений: для шлифованного колеса  $\sigma_H=397,9$  МПа <  $[\sigma_H]=1586,3$  МПа, для фрезерованного –  $\sigma_H=397,8$  МПа <  $[\sigma_H]=704,4$  МПа. Таким образом, даже при меньшей твёрдости и большей исходной шероховатости эвольвентных поверхностей зубчатых колёс прогнозируется заданный срок службы.

Кроме того, был произведён расчёт себестоимости изготовления колёс по отношению к их сроку службы, изготовленных по базовому и внедрённому техпроцессам. Было установлено, что себестоимость одного часа срока службы фрезерованных колёс (5,1 р./ч.) ниже, чем шлифованных (6,9 р./ч.). Данные расчётов показывают, что стоимость часа работы колеса, изготовленного по внедрённому техпроцессу меньше на 26 % по сравнению с базовым техпроцессом.

С целью повышения производительности и уменьшения трудоёмкости прогнозных вычислений, была разработана программа автоматизированного расчёта долговечности и экономически приемлемого срока службы колеса.

Предложенные трудосберегающие изменения технологического процесса изготовления синхронизирующих зубчатых колёс роторных насосов и программа расчётов долговечности и экономически приемлемого срока службы внедрены на Брестском машиностроительном заводе ОАО «Брестмаш».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.