

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС РОТОРНЫХ НАСОСОВ

Ю.А. Дакало, ст. преподаватель, В.Ф. Григорьев, к.т.н., доц.
Брестский государственный технический университет
224017, г. Брест, ул. Московская, 267, тел. +375-162-42- 25-92 (152)
E-mail: vfgrigorev77@yandex.by

Увеличение выпуска конкурентоспособной продукции машиностроения стимулирует поиск и внедрение экономичных и производительных методов обработки.

Так, при изготовлении роторных насосов серий НМ, НР, ВЗ-ОР2-А-2 с целью повышения производительности изготовления синхронизирующих зубчатых колёс была поставлена задача замены зубошлифования более производительным и дешёвым методом обработки. Было предложено заменить операцию зубошлифования последующей приработкой в процессе эксплуатации.

Насосы роторные предназначены для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов (сливки, концентрированное и сгущённое молоко с концентрацией не выше 45%, смеси для мороженого и кисломолочные продукты) с температурой до 70°C. Рабочие органы насоса - роторы типа колёс Рутса, посажены на валы II, III (рисунок 1), и заключены в корпус. Крутящий момент с вала двигателя I передаётся через ременную передачу с диаметрами шкивов d_1 и d_2 . Для синхронного вращения роторов в насосе служит зубчатая пара (зубчатое колесо z_2 и шестерня z_1).

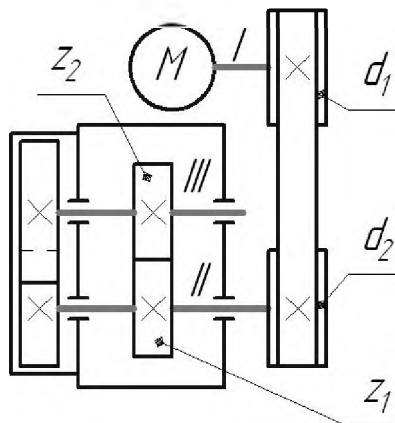


Рис. 1. Схема кинематическая принципиальная роторного насоса

Для повышения долговечности пар трения обычно стараются уменьшить их приработку в процессе эксплуатации, добиваясь финишной обработкой близкой к оптимальной равновесной шероховатости [1]. Заслуживает внимания и более экономичный подход, связанный с переносом финишных операций на этап приработки деталей. Имеются экспериментальные подтверждения того факта, что в процессе трения устанавливается оптимальная, с точки зрения износа, шероховатость поверхности, «не зависящая» от первоначальной, полученной при механической обработке [2].

На основании вышесказанного были сформулированы технические мероприятия по совершенствованию технологии обработки: 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 соответствует 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 [3].

Кроме этого, было предложено исключение из технологического процесса плоскошлифовальной операции шлифования торца колеса, сокращение числа контрольных операций с восьми до шести, а также слесарных с девяти до семи. В результате штучно-калькуляционное время изготовления колёс сократилось на 20 минут (на 31%), а, следовательно, снизилась себестоимость их изготовления.

После изготовления зубчатых колёс и последующих испытаний собранных насосов на стенде было произведено измерение шероховатости шлифованных и фрезерованных зубьев с помощью прибора для профильного измерения шероховатости TR200 (Time Group Inc.). Были получены следующие результаты: шероховатость шлифованного колеса до приработки $Ra3,3\pm 20\%$, после – $Ra2,5\pm 13\%$; шероховатость фрезерованного колеса до приработки $Ra5,3\pm 28\%$, после – $Ra3,4\pm 20\%$.

В качестве иллюстрации приближения шероховатости, полученной различными методами, к оптимальной равновесной на рисунке 2 приведены кривые относительной опорной длины профиля t_p .

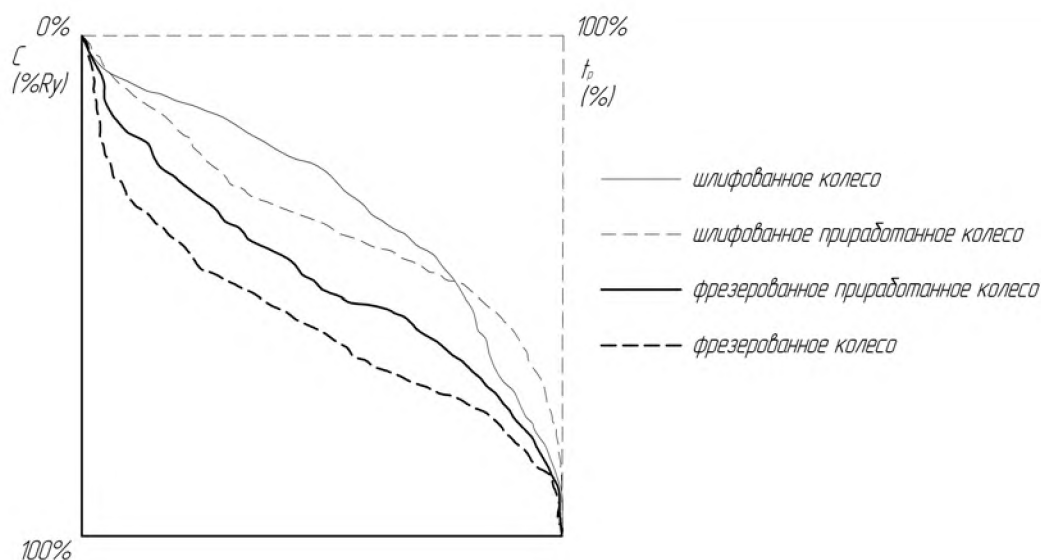


Рис. 2. Кривые относительной опорной длины профиля t_p

На рисунке 3 приведены кривые профиля реальной поверхности (Original) и прошедшей обработку через фильтр (Filtered) фрезерованного и шлифованного колёс.

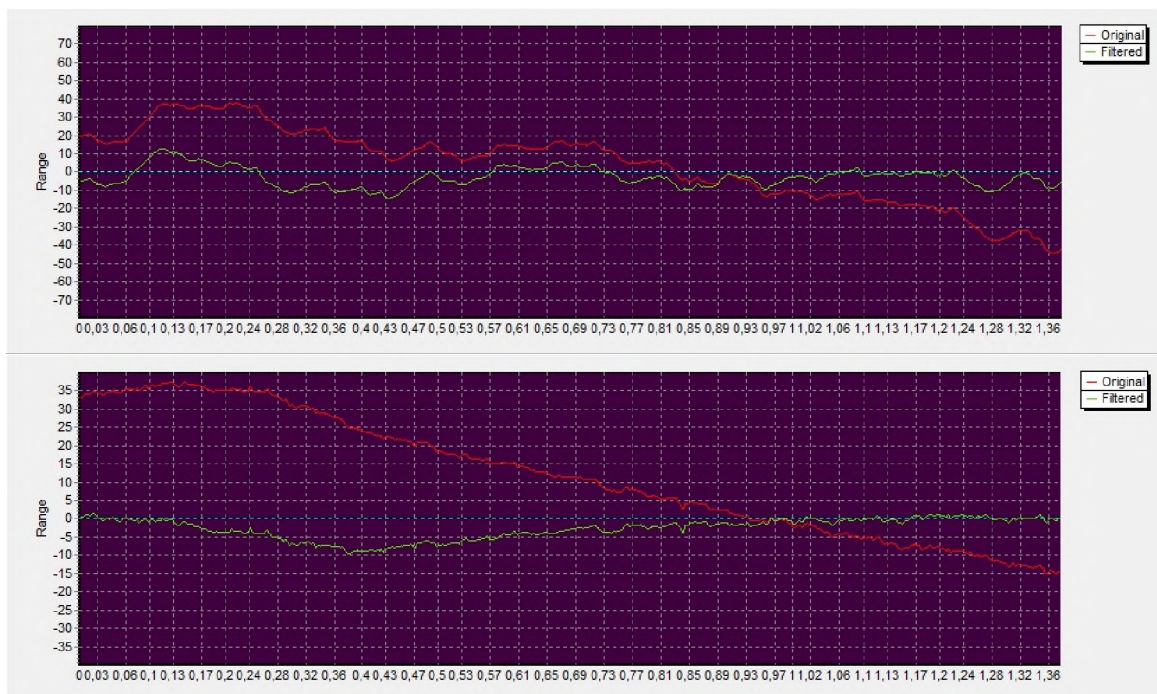


Рис. 3. Профилограммы фрезерованной (сверху) и шлифованной (снизу) поверхностей: мм – по оси абсцисс, мкм – по оси ординат

Поскольку твёрдость зубьев в разработанном варианте технологического процесса была уменьшена, был произведён проверочный расчёт на прочность и долговечность активных поверхностей зубьев до и после изменения твёрдости. Рассчитывались контактные напряжения на активных поверхностях зубьев и сравнивались с допустимыми значениями, при которых обеспечивается требуемый уровень прочности и долговечности колёс. В результате расчётов были получены следующие значения напряжений: для шлифованного колеса $\sigma_H=397,9$ МПа, для фрезерованного - $\sigma_H=397,8$ МПа,

что меньше допустимых значений $[\sigma_H]=1586,3$ МПа для шлифованного колеса и $[\sigma_H]=704,4$ МПа для фрезерованного колеса. Таким образом, даже при меньшей твёрдости зубьев и большей шероховатости уменьшения срока службы колёс не прогнозируется. В то же время уровень шума при работе насосов не превышал допустимого значения 80 дБА.

На основании результатов произведённых измерений и расчётов был сделан вывод о возможности замены зубшлифования приработкой без снижения эксплуатационных качеств зубчатых колёс. Изменение технологии изготовления синхронизирующих колёс роторных насосов было внедрено на машиностроительном предприятии в 2011 г.

Литература.

1. Суслов, А.Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов, А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
2. Комбалов, В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. М., «Наука», 1974.- 112 с.
3. Производство зубчатых колес: Справочник / С. Н. Калашников, А. С. Калашников, Г. И. Коган и др.; Под общ. ред. Б. А. Тайца. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990. — 464 с.