

УДК 621.833.383 (043.3)
МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЁС
СО СМЕННЫМИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

О. А. БАРАН, А. Л. ХУДОЛЕЙ
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА им. А. В. Лыкова
НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Существуют три основных пути экономии цветных металлов при изготовлении крупногабаритных червячных колёс: уменьшение их размеров (например, применение более узкого венца) и массы; использование более дешёвых заменителей антифрикционных материалов; изготовление червячных колёс составными, позволяющими осуществлять замену и восстановление изнашиваемых элементов с многократным использованием ступицы колеса.

Наиболее эффективным способом экономии антифрикционных материалов является использование составных конструкций червячных колёс со сменными элементами [1]. В виде сменных элементов могут выступать венец червячного колеса, подшипник скольжения и гайка ступицы. Сменные элементы целесообразно изготавливать биметаллическими, у которых слои прочно соединены между собой силами адгезии и диффузионной связью (рис. 1), что позволяет повысить их прочность, уменьшить величину натяга в сопряжении сменный элемент-ступица, сэкономить антифрикционный материал. На практике это позволяет многократно использовать ступицу, повысить показатели ремонтпригодности и в несколько раз увеличить ресурс червячного колеса.

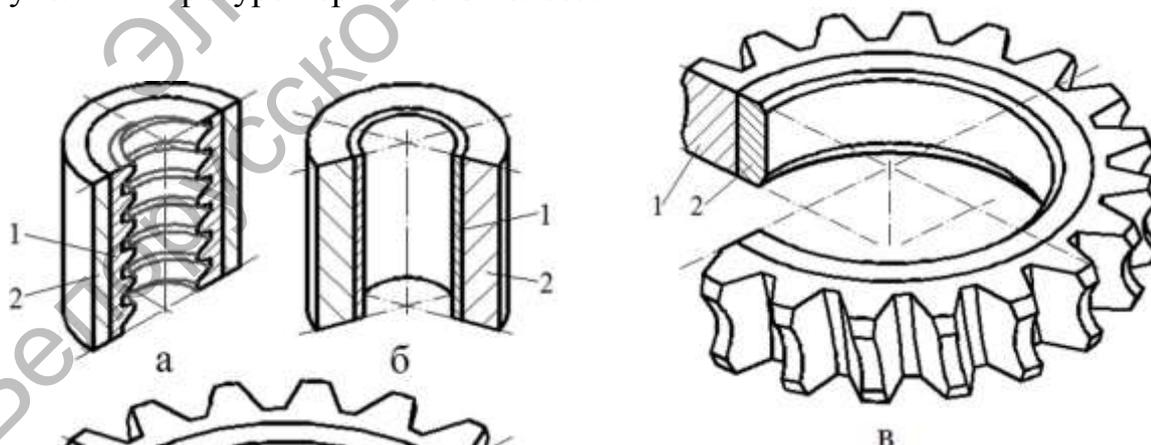


Рис. 1. Биметаллические элементы составного червячного колеса: а – гайка; б – подшипник скольжения; в – венец; 1 – бронзовый слой; 2 – стальная основа

Составная конструкция позволяет использовать различные материалы и технологии для изготовления колеса: ступицу колеса можно получать из чугуна, а сменные элементы – из стали и бронзы или из чугуна и бронзы.

При проектировании таких червячных колёс необходимо обеспечить эксплуатационные характеристики не ниже, чем в цельнометаллической конструкции. Ключевым моментом выбора геометрии сменных элементов (толщин слоёв) является выполнение условия прочности с требуемым коэффициентом запаса. Прочность биметаллических элементов определяется совместным действием нескольких факторов, основными из которых являются: воспринимаемый крутящий момент; центробежные силы; напряжения, обусловленные прессовой посадкой биметаллических элементов на/в ступицу; температурные напряжения при эксплуатации.

Расчёт сменных элементов, разъёмно соединённых со ступицей при помощи прессовых посадок, сводится к определению толщины антифрикционного слоя, необходимого натяга Δ в соединении ступица – биметаллический элемент, прочности сцепления антифрикционного слоя с основой биметаллического элемента. При этом зубчатый или резьбовой профиль биметаллического элемента можно представить эквивалентным кольцом, и расчётная модель примет вид трёхслойного цилиндра, состоящего из полого цилиндра части ступицы червячного колеса, бронзового и стального слоев биметаллического элемента.

На основе решения задачи Ламе в перемещениях для заданных эксплуатационных нагрузок, разработана комплексная методика проектирования составных червячных колёс с учетом изменения температуры в процессе их эксплуатации, основанная на анализе напряжённо-деформированного состояния нагруженного материала, которая включает расчёт прочности биметаллических элементов аналитическими методами с научно-обоснованным выбором прессового соединения биметаллического элемента со ступицей колеса. Это позволяет на практике определить оптимальные геометрические и конструкционные (прочность сцепления слоёв биметаллического элемента) параметры изготовления червячных колёс.

Применение этой методики обеспечивает надёжную эксплуатацию червячного колеса при уменьшении коэффициента применяемости бронзовых материалов до 0,1–0,25 (в зависимости от габаритных размеров червячного колеса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 4714 Респ. Беларусь, МПК 8 F16H 55/00. Составное зубчатое колесо с составной ступицей / А. Л. Худолей, О. А. Баран ; заявитель Объединенный ин-т машиностроения НАН Беларуси. – № u 20080196; заявл. 13.03.08 ; опубл. 30.10.08.