

## МЕТОДИКА РАСЧЁТА ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС С ПРОГНОЗИРУЕМЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

Стасенко Т. Д. (магистрант, гр. ММ-11)

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

**Актуальность.** Прогнозирование износа рабочей поверхности зубчатых колес является необходимостью для обеспечения надёжной эксплуатации машин. Также это важно в для корректирования параметров зубчатой передачи до этапа производства.

**Цель работы** – разработка методики расчёта зубчатых колёс с прогнозируемым сроком службы.

Цилиндрические эвольвентные передачи весьма чувствительны к погрешностям, которые вызывают крошечный контакт и повышенные напряжения. С целью ослабления или исключения торцевого крошечного контакта используют продольную модификацию рабочих поверхностей зубьев (обычно одного из пары колес), придавая им слегка бочкообразную форму. При наличии технологических погрешностей и деформаций деталей происходит перекатывание поверхностей таких зубьев в продольном направлении с перемещением контактной площадки в сторону одного из торцов зубчатого венца. Учитывая, что бочкообразные зубья работают в условиях локального контакта (объемного напряженного деформированного состояния), то изгибные напряжения в основании зубьев, выполненных на базе стандартного исходного контура, можно рассчитать.

Особый подход к расчету изнашиваемых кинематических пар содержится в работах В.В. Шульца, в которых на основании вариационных методов определены устойчивые формы естественного износа, обладающие свойством энергетического экстремума в заданном относительном движении. Расчеты передач на износ производятся с целью определения ресурса работы или стыкования конструктивных параметров передачи, при которых он имеет максимальное значение.

Суть моделирования основывается на положениях упруго-статической модели, успешно применяемой при синтезе приближенных зацеплений. В соответствии с этой моделью предполагается, что все зубья геометрически одинаковы и равномерно распределены по ободу колеса, контакт зубьев осуществляется по активным поверхностям, под нагрузкой зубья колес деформируются и их упругие свойства одинаковы, пластические деформации отсутствуют. Дополнительно приняты следующие допущения: а) зубья каждого колеса изнашиваются одинаково; б) условия работы передачи, такие как температура окружающей среды, свойства смазывающего материала,

концентрация и свойства абразивных частиц и т. д. считаются неизменными; в) к выходному валу приложен постоянный момент сопротивления; г) шестерня вращается с постоянной угловой скоростью; д) частота вращения шестерни достаточно мала, чтобы динамическими нагрузками, обусловленными неравномерностью вращения колеса, можно было пренебречь; е) износ считается достаточно малым, чтобы можно было не учитывать изменения упругих свойств зубьев; ж) трение в зацеплении не учитывается.

В основе эволюционного подхода к моделированию лежит деление процесса изнашивания на ряд шагов. Изменение наработки на каждом шаге выбирается настолько малым, что в его пределах условия изнашивания можно считать постоянными. Отсюда следует, что приращение износа можно считать постоянным и в любой точке профиля с достаточной степенью точности можно определить расчётом. Суммарный износ зубьев в контактной точке определяется износом зуба шестерни и колеса. Каждое из этих слагаемых представляет собой сумму основного износа, обусловленного кинематикой зацепления, и дополнительного износа вследствие относительного смещения зубьев из-за радиального биения зубчатых колес. Суммарный износ зубьев шестерни и колеса в контактной точке прямо пропорционален значениям удельной мощности сил трения.

**Заключение.** В результате проведенной работы предложена методика для определения износов рабочих поверхностей зубчатых колёс и определены их численные значения, по которым можно прогнозировать ресурс работы.

**Благодарность.** Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Стасенко Дмитрию Леонидовичу, к.т.н., доцент, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

### **Список литературы**

1. Стасенко, Т. Д., Стасенко Д. Л. Моделирование износа на рабочих поверхностях зубчатых колес / Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сб. науч. ст. 7-й Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 2. – Гомель : Гомсельмаш, 2023. – С. 211–215.

2. Стасенко, Т. Д. Модернизация средствами T-FLEX технологии производства зубчатых колес на ОАО «Гомсельмаш» / Т. Д. Стасенко, Д. Л. Стасенко // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.]; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 97–99.