

**МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПРОФИЛЯ  
НАКАТНОГО МЕЛКОМОДУЛЬНОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА  
С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО МИКРОСКОПА**

**Вавилов Д.В., Смирнов А.П., Елисеев Д.Б.**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Иптышев А.А.**

***Сибирский федеральный университет, г. Красноярск***

Моделирование позволяет исследовать суть сложных процессов и явлений с помощью экспериментов не с реальной системой, а с ее моделью. При разработке инновационного продукта часто возникает необходимость в моделировании процесса получения изделия, ключевым элементом которого является адекватность получаемой модели натурному эксперименту.

Одним из средств для проверки адекватности полученных данных может являться использование цифрового микроскопа. Преимуществом цифрового микроскопа помимо большого увеличения и вывода изображения непосредственно в ПК, является наличие измерительной шкалы. Наличие измерительной шкалы позволяет масштабировать изображение в координатную систему численной модели и построить точки на профиле аналогично точкам численной модели.

Так, при апробации методики проектирования накатных мелко модульных зубчатых передач из условия обеспечения заданных показателей качества, возникла необходимость в проверке адекватности предлагаемой модели.

В ходе работы было реализовано несколько моделей с различными параметрами формообразования и геометрией накатного инструмента. Для проверки разработанной модели использовался профиль колеса, накатанного при одноступенчатом внедрении в соответствии с натурным экспериментом. Для сравнения использовались колеса накатанные накатниками с параметрами  $z_H = 198$ ,  $m = 0.3$  мм,  $x = 0$ . Параметры накатываемого колеса –  $z_k = 76$ ,  $m = 0,3$ ,  $x = 0$ .

Для анализа геометрии накатного колеса полученного в результате натурального эксперимента с помощью цифрового микроскопа с размерной шкалой фотографировался торец колеса. В нашем случае для сравнения результатов численного и натурального эксперимента использовался цифровой микроскоп Webbers G50.

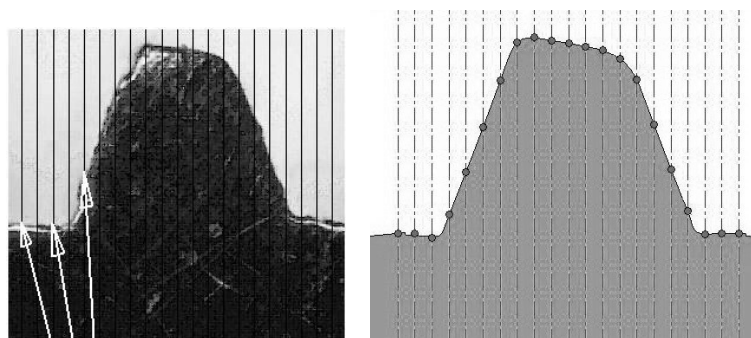


Рисунок 1 - Измерение геометрии зуба колеса (натурный и численный эксперимент)

Затем фотоснимок импортировался в САД пакет, масштабировался согласно измерительной шкале, после чего были произведены замеры. Инструментальная погрешность измерений при таком подходе составила  $\pm 3.5$  мкм, т.е. 8% от максимального расхождения геометрии профилей. Полученный профиль зуба разбивался на 20 равных отрезков от середины впадины перед зубом до середины впадины после. После чего оп-

ределялось расстояние (радиус-вектор) от центра колеса до пересечения поверхности зуба и измерительной прямой (рис. 1). В результате на каждый профиль было получено по 20 величин.

Для измерения зуба колеса, полученного при помощи натурального эксперимента, был разработан программный модуль для импорта геометрии из CAE-пакета в CAD-среду SolidWorks. После чего в CAD-среде были произведены измерения численной модели зуба аналогично профилю зуба, полученному в ходе натурального эксперимента.

Для учета рассеяния характеристик механических свойств материалов были произведены измерения 20 натуральных образцов и 20 образцов (рис. 2), полученных в результате компьютерного моделирования.

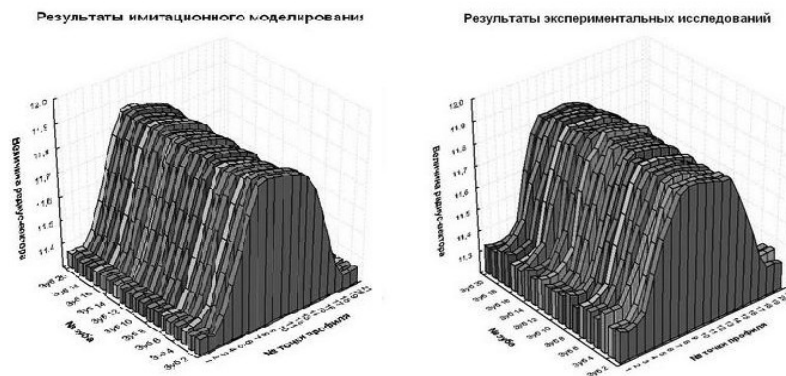


Рисунок 2 - Координаты численного и натурального профилей

Обработка экспериментальных данных проводилась в пакете обработки статистических данных Statistica 8.0. Сравнение результатов натурального и имитационного экспериментов проведено по распределению выборочных среднего, медианы и дисперсии измерений точек профиля 20 зубьев.

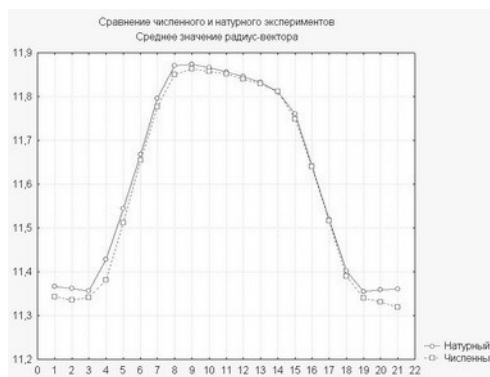


Рисунок 3 – Статистическая обработка результатов (медианы)

Максимальное расхождение точек профилей составляло 46 мкм и наблюдалось в точке 4 (рис. 3).

В результате проделанной работы была разработана методика измерения геометрии мелкозубчатых колес на основе использования цифрового оптического микроскопа и обработки изображения на ЭВМ.