

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ПО МЕТОДУ СВОБОДНОГО ВЫБЕГА

(тезисы для Юбилейного X конгресса молодых ученых 2021 в ИТМО)

**Зинков В. А.** (АО «НПФ «Меридиан»)  
**Научный руководитель – Медунецкий В.М.** (д.т.н., профессор)  
(Университет ИТМО)

Кратко описан метод свободного выбега для оценки качества цилиндрических зубчатых передач. Качество зубчатого зацепления оценивается путём измерения времени свободного вращения зубчатой передачи. Предложена конструкция стенда для реализации данного метода и перечислены основные возможности его применения.

**Введение.** В настоящее время наблюдается следующая тенденция: металлические зубчатые передачи все больше вытесняются полимерными, полимерно-композиционными и комбинированными. Силовые передачи по-прежнему в большинстве своем остаются металлическими, но во всем, что связано с кинематическими передачами уже используются альтернативные материалы. С развитием современных аддитивных технологий теперь изготовить зубчатые колеса можно непосредственно 3D печатью при единичном производстве или изготовлением мастер-модели 3D печатью с последующим литьем в формообразующие матрицы при мелкосерийном производстве. Полимерные зубчатые передачи применяются в приборостроении, пищевой промышленности, медицинской технике, теплоэнергетике и в других отраслях. Например, такие компании как Maytag, Hewlett-Packard, Whirlpool вывели пластиковые шестерни на новые стандарты качества изготовления. Литые пластмассовые шестерни в итоге стали стоить примерно в пять раз меньше оригинальных металлических, и сделали привод легче. В ходе исследования зубчатых передач новых типов из полимерно-композиционных материалов возникла необходимость создания стенда для оценки качества зубчатых передач.

**Основная часть.** Во время цикла зацепления пары зубьев реализуется движение, включающее качение и скольжение, причем скорость скольжения равна разности скоростей, линейно изменяющихся при движении точки контакта вдоль линии зацепления. При этом трение, возникающее в зацеплении, является комплексным показателем качества зубчатой передачи. Для оценки качества зубчатых передач предложено использовать метод свободного выбега, адаптированный под данные задачи. Суть метода заключается в следующем: исследуемая зубчатая передача с помощью электродвигателя и механически соединенные с ним элементы, разгоняются до некоторой устанавливаемой частоты вращения. После этого двигатель отключают от сети, и наступает процесс самопроизвольного торможения, то есть торможения исключительно за счет внутренних сил трения. Измеряемое время от свободного вращения до полной остановки зубчатой передачи является относительным показателем трения в том числе и в зубчатом зацеплении. Стенд для реализации указанного метода состоит из главной платформы и двух оснований, на которых установлены подшипниковые узлы с валами. Одно из подвижных оснований позволяет выставлять необходимое межосевое расстояние (по оси Y). После чего данное основание фиксируется с главной платформой при помощи винтов. При этом конструкция стенда также позволяет перемещать и фиксировать второе подвижное основание в продольном направлении (по оси X) для установления оптимального зазора в зацеплении. Электродвигатель и датчик угла поворота при помощи муфт присоединяются к соответствующим валам. Для проверки устанавливаются цилиндрические зубчатые колеса: ведущее и ведомое. Также на валу с ведомым зубчатым колесом устанавливается

инерционная нагрузка, массу которой можно изменять для получения более точных измерений. На платформе расположена панель управления, которая состоит из ЖК-дисплея, кнопок и переменного резистора для регулировки скорости вращения. ЖК-дисплей предназначен для отображения скорости и времени вращения, мощности, угла поворота. Контроль измерительного межосевого расстояния и зазора в зацеплении осуществляется при помощи измерительных цифровых устройств. Для измерения потребляемой электродвигателем электрической мощности в цепи установлены вольтметр и амперметр. Также предусмотрена возможность передачи данных на персональный компьютер. Метод свободного выбега может быть применен для оценки качества не только цилиндрических зубчатых передач, но и нестандартных конусообразных зубчатых венцов. Следует последовательно смещать одно зубчатое колесо вдоль оси его вращения и фиксировать показания прибора. В итоге следует получить график зависимостей времени выбега от значений бокового зазора, по которым можно выбрать его оптимальное значение. На данном стенде также имеется возможность выбрать зазор в зоне цилиндрического зубчатого конусообразного зацепления при минимальных значениях кинематического мёртвого хода передачи.

**Выводы.** Оценку качества зубчатой передачи можно реализовать по методу свободного выбега на универсальном стенде путём измерения времени свободного вращения зубчатых звеньев. Предложенная конструкция стенда позволяет проводить исследования зубчатых венцов, выполненных из различных материалов, с разными покрытиями, а также исследовать нестандартные виды зацепления цилиндрических зубчатых передач.