

УДК 621.833.
ОСОБЕННОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ДИНАМИЧЕСКИХ
НАГРУЗОК В ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Б.К.ШМАН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Внутренним и динамическим нагрузкам и колебаниям посвящено много работ Петрусевича А.И., Гавриленко В.А., Генкина М.Д., Гринкевича В.К., Полоцкого М.С., Ковалева Н.А., Абрамова Б.М., Доллежалъ В.А., Решетова Д.Н., Андожского В.Д., Малинковича М.Л. и др. Это вызвано тем, что большие динамические нагрузки являются решающими в ухудшении эксплуатационных качеств зубчатых передач, характеризуемых рядом показателей, среди которых плавность и равномерность вращения зубчатых колес, определяющих вибрацию и шум передач.

Зубчатые передачи имеют коэффициент перекрытия больше единицы и являются механизмами с пассивными связями. Их движение возможно только при наличии определенных геометрических соотношений (например, шаг зубьев должен быть одинаков). Если эти соотношения нарушены, то пассивные связи становятся активными. Движение возможно в случае незначительных нарушений соотношений за счет возникновения деформаций элементов передачи. Появляются динамические нагрузки. Таким образом для определения динамических усилий в зубчатых передачах нужно учитывать упругие свойства элементов передачи – зубьев, валов, опор, а также и ошибки, допущенные при изготовлении колес.

Если основной шаг ведомого колеса больше, чем ведущего, то происходит преждевременный вход в зацепление кромки ведомого колеса, то есть кромочный удар. Для уменьшения кромочного удара выполняют фланкирование зубьев.

Если основной шаг ведомого колеса меньше, чем шаг ведущего, то происходит запаздывание выхода из зацепления предшествующей пары, то есть срединный удар. Теоретическими исследованиями, подтвержденные экспериментом, установлено, что рост динамических нагрузок прекращается после достижения определенной скорости. При кромочном ударе динамические нагрузки остаются постоянными при увеличении скорости, а при срединном даже уменьшаются. Это приводит к увеличению надежности передачи и не учитывается в расчетах на усталость.

Интенсивность колебаний одинаковых зубчатых передач, работающих при одинаковых условиях, зависит от того на каких участках теоретической линии зацепления находится ее активная часть. Интенсивность тем меньше, чем дальше отстоит начало активной линии зацепления от начала теоретической и меньше в конце, изменяясь по закону близкому к гиперболическому. Удаления начала активной линии зацепления от начала теоретической (и, следовательно, снижения интенсивности колебаний) можно достичь применением соответствующих коэффициентов смещения при проектировании и нарезании зубчатых колес.

Интенсивность колебательного процесса значительно возрастает с увеличением размеров и масс колес, менее значительно – с увеличением угловой скорости ведущего звена и величины передаточного отношения практически не зависит от увеличения угла зацепления от 200 до 280.

При одинаковом межосевом расстоянии с уменьшением размеров зубьев уменьшается и величина динамической нагрузки, но и уменьшается изгибная прочность.

Нагрузки, действующие в зацеплении, вызывают упругие колебания зубьев колес, которые носят высокочастотный характер. Колебательный процесс при раздельном рассмотрении его по зонам однопарного и двухпарного зацепления, имеет периодический характер с частотами, равными частотам собственных колебаний.

Наибольшие упругие деформации зубьев наблюдаются в зоне однопарного зацепления. Следовательно, этот участок находится в более тяжелых условиях с точки зрения динамического воздействия сил.

Величина стационарной нагрузки (взятой в допускаемых пределах) на колебательный процесс в зацеплении не оказывает существенного влияния при условии неразрывного контакта рассматриваемой пары зубьев.

Интенсивность колебательного процесса уменьшается с уменьшением (в разумных пределах) жесткости зубьев колес.

Внутреннее зацепление по сравнению с внешним, с точки зрения действия динамических сил, находится в более благоприятных условиях.