

УДК 62-133.42

АНАЛИЗ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ВИБРАЦИЕЙ В СИСТЕМАХ С ЗУБЧАТЫМИ КОЛЕСАМИ

Рекадзе П. Д., Родионов Л. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Цель исследования – определение наиболее актуальных и эффективных методов борьбы с вибрацией в зубчатой передаче.

Борьба с вибрацией в упругих системах с зубчатыми колесами подробно описаны в работе М.И. Курушина др. [1]. По мнению авторов при заданном постоянном режиме работы зубчатых колес вибрация возникает только за счет периодического изменения жесткости в зацеплениях. Интенсивность возбуждения при этом пропорциональна разности жесткостей в зонах двухпарного и однопарного зацеплений, а также усилию в зацеплении зубчатых передач.

Авторы утверждают, что эффективная борьба с вибрацией в упругих системах с зубчатыми колесами возможна при введении разношаговости (рисунок 1) на одном из зубчатых колес, равной номинальному значению параметрического смещения зубьев за счет разности жесткостей в зацеплении зубьев. В этом случае вибрации в упругой системе не происходит. Для того чтобы не было вибрации в упругой системе разношаговость на одном из зубчатых колес можно заменить фланкированием в области двухпарного зацепления такой же величины.

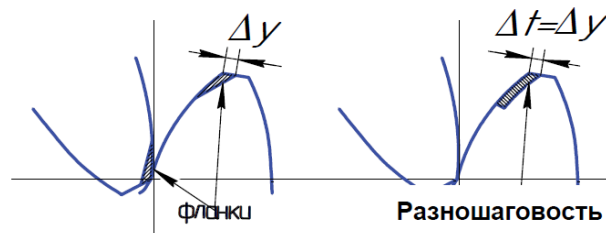


Рис. 1. Схема замены фланкирования на разношаговость

В работе [2] также отмечается эффективность фланкирования как отношение нагрузок в передаче до и после фланкирования:

- 1,7...2,7 для прямолинейной формы фланка;
- 2,2...2,7 для криволинейной формы фланка.

Также один из перспективных методов борьбы с вибрацией и пульсациями давления на выходе из насоса по мнению Девендрана Р. и Вакка А. [3] является оптимизация профиля зуба с симметричного на ассиметричный (рисунок 2).

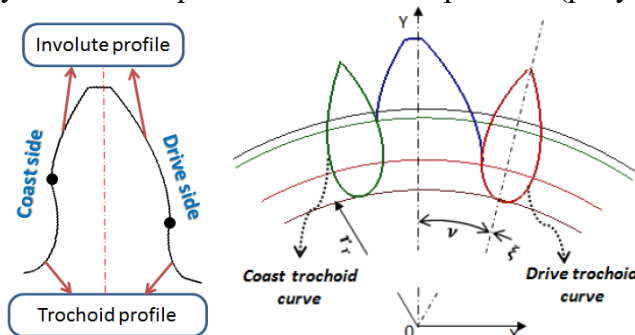


Рис. 2. Ассиметричный профиль зуба, процесс его генерации и точки контакта зубчатой пары

Исследования проводились на шестеренном насосе по параметрам пульсации давления и расхода, пиковому давлению, кавитации и объемному КПД на режимах до 280 бар и 3600 об/мин.

В зависимости от режима испытания преимущества использования оптимизированного (асимметричного) профиля зубьев таковы:

- пульсации давления снижены в 5...8 раз;
- пульсации расхода снижены в 4 раза;
- пиковые значения давлений снижены в 2,5...4 раза;
- объемный КПД увеличен на 2,5%.

Подобные результаты получены в работе [4]. Автор также исследовал шестеренный насос с роторами с асимметричным профилем зуба на пониженных оборотах (до 300 об/мин).

В зависимости от режима испытания преимущества использования асимметричного профиля зубьев таковы:

- снижение вибрации было получено на 200 об/мин и достигало 45%;
- пульсации расхода жидкости на выходе из насоса были снижены на 13...88% в диапазоне оборотов вала привода 100...300 об/мин;
- уровень звука ниже на 8,10 и 6 % на 100, 200 и 300 об/мин соответственно;
- снижение потребляемой мощности составляет 13...16% в диапазоне 100...300 об/мин;
- наибольшие преимущества нового профиля зуба наблюдались на 200 об/мин.

Таким образом, одними из наиболее эффективных методов борьбы с вибрацией в зубчатых передачах являются введение разношаговости (или фланкирования) и оптимизация профиля зуба с симметричного на асимметричный.

Результаты работы были получены с использованием средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (номер гранта МК-1098.2017.8).

Библиографический список

1. Курушин, М. И. Методы борьбы с вибрацией в упругих системах с зубчатыми колесами [Текст]/ М. И. Курушин, В. Б. Балякин, С.А. Курушин// Труды второй Международной научно-технической конференции «Динамика и виброакустика машин». – Самара: СГАУ, 2014. - 746с.
2. Челомей, В.Н., Вибрация в технике: Колебания машин, конструкций и их элементов [Текст]/ Справочник в 6-ти т./ В.Н. Челомей. – М.: Машиностроение, 1980.-544 с.
3. Devendran, R. Design of potentials of external gear machines with asymmetric tooth profile [Текст]/ R. Devendran, A. Vacca // Proceedings of the ASME/Bath 2013 Symposium on Fluid Power and Motion Control (FPVC2013). - 2013. pp. 1 - 13.
4. Olguner, S. Experimental analysis of external gear pumps with symmetric and asymmetric spur gears [Текст]/ S. Olguner, E. Evyapan, H. Filiz// Proceedings of the 17th International Conference on Machine Design and Production. -2016. pp. 1 - 15.