

**ПРОВЕДЕНИЕ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ДЛЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПЕРЕДАЧИ
ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

Каменецкий Б.С., Щепин А.Н.
Научный руководитель - к.т.н., доцент Колбасина Н.А.

Сибирский федеральный университет г. Красноярск

Участие в конференции проходит в рамках участия в качестве исполнителя в выполнении хоз. договора №10034 (грант Роснауки) «Создание параметрического ряда универсальных измельчителей, реализующих способ экструзионного измельчения для переработки с/х сырья».

При проведении вибродиагностики достигаются следующие результаты: распознавание состояния эксплуатируемого агрегата и выявление причин и условий, вызывающих неисправности, которые следует устранить.

Возможности современного цифрового привода переменного тока (Micromaster 440 от фирмы Siemens) в сочетании с современными технологиями автоматизации исследований (техника National Instruments и программная среда LabVIEW) позволяют создавать средства для эффективного физического исследования самых разнообразных объектов, одним из которых может быть универсальный измельчитель материалов, реализующий способ экструзионного измельчения.

На рисунке 1 показан общий вид экспериментального стенда для испытания измельчителя ИЗЦ-08 с цилиндрической зубчатой передачей внутреннего зацепления.

Стенд включает в себя:

- измельчитель 1, имеющий клиноременной привод вращения от асинхронного электродвигателя *Siemens* 2 (мощность 5,5 кВт, частота вращения до 750 об/мин) и пульт управления 3, которые смонтированы на несущем каркасе 4;
- компьютер с управляющим ПО на базе *LabVIEW* и *Simatic Net*;
- шкаф управления.



Рисунок 1 - Общий вид экспериментального стенда для испытания измельчителя

Измерения параметров вибрации в контрольных точках производятся на подшипниковых опорах агрегата.

Первая контрольная точка расположена на заднем корпусе подшипника вал-шестерни (без выходного конца вала), вторая контрольная точка расположена на переднем корпусе подшипника вал-шестерни (с выходным концом вала).

В ходе вибродиагностики в каждой контрольной точке получен вибрационный сигнал в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, который интерпретируется программным обеспечением «Атлант», входящим в комплект поставки виброметра «Корсар+», в амплитудно-частотную характеристику. Данная информация позволяет сверить полученные частоты с возмущающими частотами, действующими в различных частях конструкции и проанализировать конструкцию на близость к резонансу.

В ходе аналитического расчета были получены следующие возмущающие частоты:

- 6,67 Гц – возмущающая частота сепараторов подшипников в опорах колеса;
- 8,333 Гц – возмущающая частота электродвигателя, ведущего и ведомого шкивов ременной передачи;
- 33,33 Гц – возмущающая зубцовая частота шестерни и частота прохождения тел качения по наружным кольцам подшипников вал-шестерни;
- 46,67 Гц – частота прохождения тел качения по наружным кольцам подшипников колеса;
- 50 Гц – частота прохождения тел качения по внутренним кольцам подшипников вал-шестерни;
- 66,66 Гц – возмущающая зубцовая частота колеса;
- 70 Гц - частота прохождения тел качения по внутренним кольцам подшипников колеса.

Если расчетная собственная частота системы привода попадает в резонансную полосу какой-либо возмущающей частоты, то это свидетельствует о несовершенстве разрабатываемой конструкции.

Динамическое качество может быть оценено при помощи коэффициента близости к резонансу $K_{fi} = \frac{f_{Ki}}{f_{Bi}}$, где f_{Ki} - собственная частота системы, f_{Bi} - возмущающая частота.

Жирным шрифтом выделены значения с недопустимой оценкой, подчеркиванием - значения с плохой оценкой.

Таблица 1 – Близость к резонансу во второй контрольной точке

Значение коэффициента	Измеренная частота	Возмущающая частота	Направление
0,975	32,5	33,332	Горизонтальное
1,125	52,5	46,67	Горизонтальное
1,05	52,5	50	Горизонтальное
1,013	67,5	66,66	Горизонтальное
0,964	67,5	70	Горизонтальное
1,124	7,5	6,67	Вертикальное
0,9	7,5	8,33	Вертикальное
0,975	32,5	33,333	Вертикальное
0,911	42,5	46,67	Вертикальное

Таблица 1 – Продолжение

1,018	47,5	46,67	Вертикальное
0,95	47,5	50	Вертикальное
1,179	55	46,67	Вертикальное
1,1	55	50	Вертикальное
1,088	72,5	66,66	Вертикальное
1,034	72,5	70	Вертикальное
0,975	32,5	33,332	Осевое
0,857	40	46,67	Осевое
1,071	50	46,67	Осевое
1	50	50	Осевое
1,179	55	46,67	Осевое
1,1	55	50	Осевое
1,05	70	66,664	Осевое
1	70	70	Осевое
1,107	77,5	70	Осевое

Таблица 2 – Близость к резонансу в первой контрольной точке

Значение коэффициента	Измеренная частота	Возмущающая частота	Направление
1,124	7,5	6,67	Горизонтальное
0,9	7,5	8,33	Горизонтальное
0,975	32,5	33,33	Горизонтальное

0,911	42,5	46,67	Горизонтальное
1,018	47,5	46,67	Горизонтальное
0,95	47,5	50	Горизонтальное
1,179	55	46,67	Горизонтальное
1,1	55	50	Горизонтальное
1,088	72,5	66,66	Горизонтальное
1,034	72,5	70	Горизонтальное
1,124	7,5	6,67	Вертикальное
0,9	7,5	8,333	Вертикальное
0,975	32,5	33,33	Вертикальное
0,857	40	46,67	Вертикальное
0,9	60	66,66	Вертикальное
1,013	67,5	66,66	Вертикальное
0,964	67,5	70	Вертикальное
0,975	32,5	33,332	Осевое
1,013	67,5	66,66	Осевое
0,964	67,5	70	Осевое

По результатам вибродиагностики можно сделать вывод, что в данной конструкции самым слабым элементом является шестерня. Также вибрации шестерни и колеса могут быть обусловлены недостаточной жесткостью подшипниковых опор или недостатком конструкции рабочего органа.

Наиболее часто измеренные частоты совпадают с возмущающими частотами подшипников шестерни и зубцовыми частотами шестерни и колеса, также некоторые возмущающие частоты совпадают друг с другом. В связи с этим есть необходимость замены некоторых элементов конструкции, например, замена ременной передачи на зубчатую передачу или муфту, замена подшипников шестерни на подшипники с другим количеством тел качения.