

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИВодОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА ОТНОСИТЕЛЬНО ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Худяков С. А., Мигунов В. И.
научный руководитель ассистент Мигунов В. И.
Сибирский федеральный университет

При проектировании горных машин и оборудования за основу принимают идеальные условия (например, положение экскаватора относительно поверхности земли, строго горизонтальное). В реальных же условиях, в процессе эксплуатации, машина может находиться под различными углами относительно поверхности земли (максимальный угол наклона экскаватора ЭКГ-5А – до 12 град.; угол наклона привода бочки на драгах типа Д-250 расположен под наклоном в 7 град.) и на узлы и агрегаты воздействуют различные дополнительные силы и нагрузки. Вследствие чего, усиливают свое воздействие такие дефекты, как: дисбаланс, расцентровка валов, дефекты подшипниковых узлов, дефекты зубчатых передач и т.д., что приводит к ускоренному износу и поломке приводов.

Создана экспериментальная установка для моделирования дисбаланса, расцентровки, дефектов подшипниковых узлов, дефектов зубчатых передач и т.д., возникающих в приводах горных машин при различных углах наклона относительно поверхности земли. Данная установка представляет собой привод, который состоит из электродвигателя и трехступенчатого цилиндрического редуктора (цилиндрические косозубые передачи), соединенных между собой с помощью муфты (рис.1).

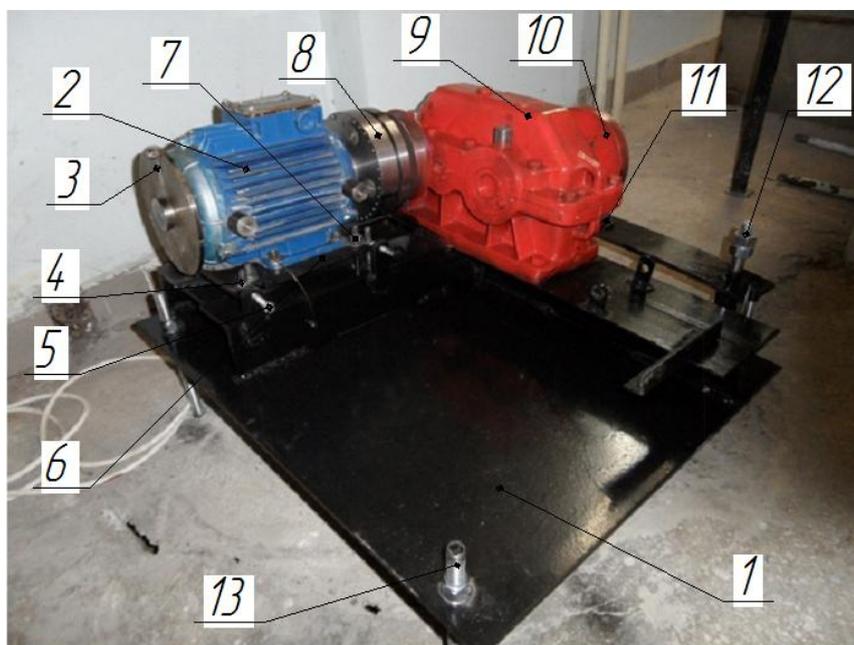


Рис. 1. Общий вид установки

1- рама; 2- электродвигатель; 3- балансирующий диск; 4- вертикальный регулировочный болт; 5- горизонтальный регулировочный болт; 6- подвижная платформа; 7- фиксатор платформы; 8- муфта; 9- редуктор; 10- нагрузочный диск; 11- рессора с фрикционной накладкой; 12- регулировочный болт; 13- регулировочные шпильки.

Рама установки крепится к бетонному основанию с помощью анкерных болтов на шпильках. С их помощью производится регулировка угла наклона в четырех плоскостях.

На валах электродвигателя располагаются диски с просверленными в них отверстиями для моделирования дисбаланса, с помощью установки в них грузов (в одной или двух плоскостях) (рис. 2).

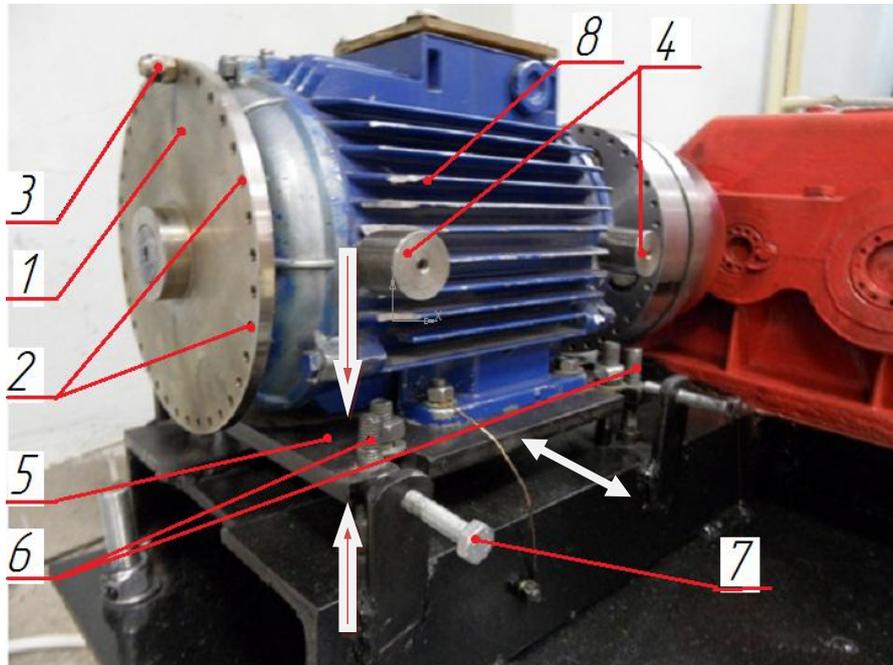


Рис. 2. Подвижная платформа под электродвигателем

1- балансировочный диск; 2- отверстия для моделирования дисбаланса 3- груз; 4- точки приложения датчика; 5- подвижная платформа; 6- вертикальный регулировочный болт; 7- горизонтальный регулировочный болт; 8- электродвигатель.

Электродвигатель жестко крепится к платформе, а платформа перемещается относительно рамы по вертикали и горизонтали с помощью регулировочных болтов. Благодаря перемещению данной платформы, на которой крепится электродвигатель, можно моделировать дефект – расцентровку (рис. 2).

Для моделирования дефектов подшипниковых узлов в наличии имеются сменные подшипники с дефектами: тел качения, колец и сепаратора.

Для моделирования дефектов зубчатых передач в наличии имеются сменные шестерни с дефектами: износа зубьев, поломки зубьев.

Изменяя угол положения установки относительно горизонтальной поверхности на величину 7 град. (поочередно поднимая левую, правую, заднюю и переднюю стороны установки), произвели замеры с помощью виброанализатора СД-21. Настройки виброанализатора: интегрирование однократное цифровое; частотный диапазон измерения среднеквадратического значения виброскорости: 3-800 Гц, разрешение - 800 линий; количество усреднений - 6; режим усреднения - нормальный; тип окна данных – Ханнинга; первичный сигнал снимался с помощью вибропреобразователя типа 603V01, (чувствительностью 106 mV/g, способ крепления – магнит). В качестве численной характеристики вибрации использовалось среднеквадратическое значение (СКЗ) виброскорости (мм/с). Измерения вибрации проводились на подшипниковых узлах в трех взаимно-перпендикулярных

направлениях. Показания прибора получены в виде спектров, для удобства анализа - наложенных друг на друга, для каждой измеренной точки вибрации (рис. 3).

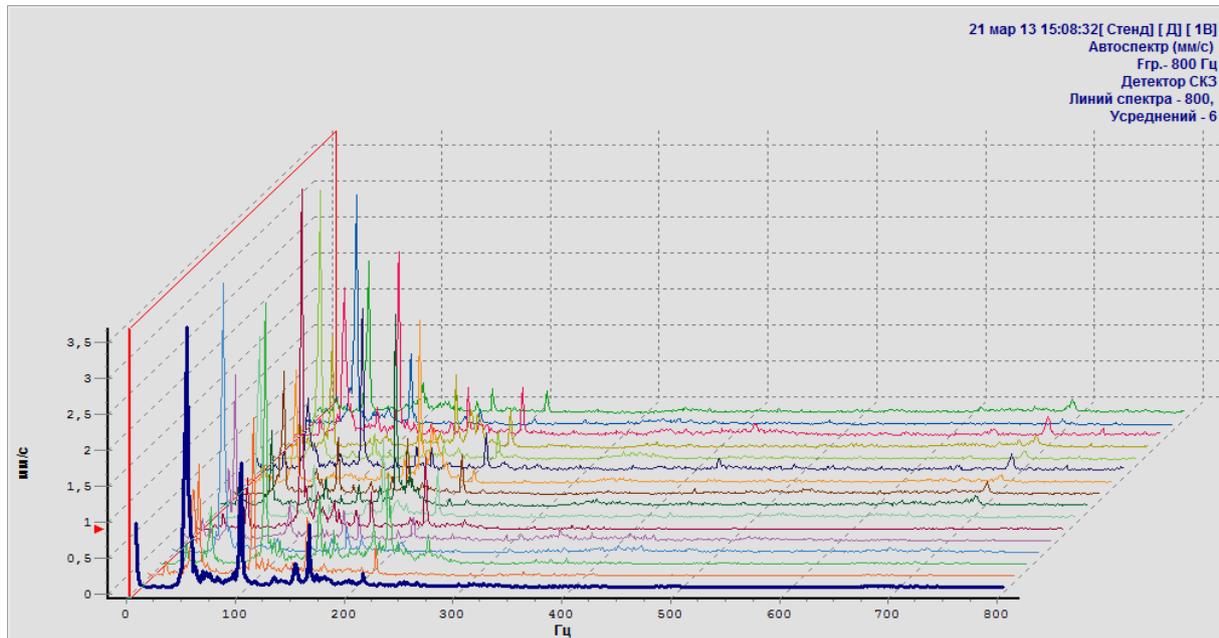


Рис. 3. Спектры виброанализатора СД-21

Проведя спектральный анализ полученных данных построили тренды вибрации по данным СКЗ (мощности спектра) для каждой точки измерения вибрации при поднятии поочередно каждой стороны установки на угол 7 град. относительно поверхности земли (рис. 4).

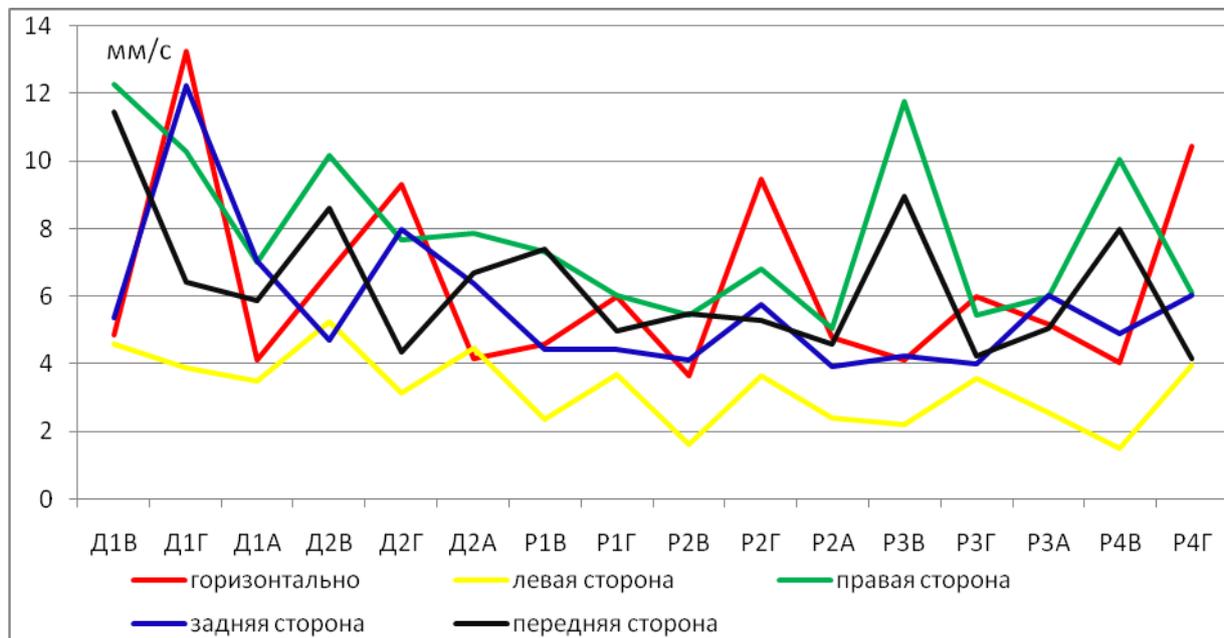


Рис. 4. Тренды вибрации

Д - электродвигатель; Р - редуктор; 1, 2, 3, 4 - плоскости измерений вибрации;
В, Г, А - направления измерений вибрации (В - вертикальное; Г - горизонтальное;
А - аксиальное.

Проведя анализ трендов вибрации, выявили характер изменения вибрации с изменением угла наклона установки относительно горизонтальной поверхности. При поднятии левой стороны установки вибрация значительно уменьшается, в других случаях изменения угла положения установки приводит к увеличению вибрации. Уменьшение вибрации при поднятии левой стороны, по сравнению с горизонтальным положением установки, связано с тем, что осевая сила зацепления противоположно направлена силе, вызывающей вибрацию (рис. 5).

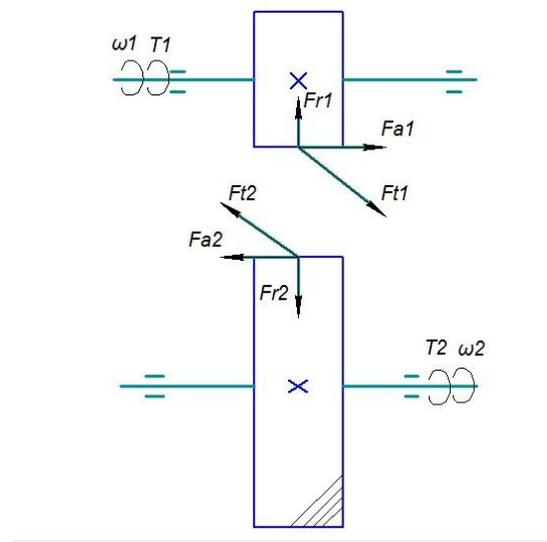


Рис. 5. Схема действия сил в зацеплении косозубых колес
 Fr – радиальная сила; Ft – окружная сила; Fa – осевая сила;
 ω – угловая скорость; T – вращающий момент.

Аналогично происходит воздействие сил зацепления на проявление таких дефектов как: дисбаланс, расцентровка валов, дефекты подшипниковых узлов, дефекты зубчатых передач и т.д. Наличие в зацеплении осевой силы, которая дополнительно нагружает валы и подшипники, является недостатком косозубых передач. Но при определенном угле наклона привода, косозубая передача компенсирует часть вибрации, что может быть использовано при проектировании приводов горного оборудования. В частности, привод бочки, состоящий из электродвигателя и четырехступенчатого цилиндрического редуктора с косозубыми передачами, на драгах типа Д-250 расположен под наклоном в 7 град., в силу конструктивных особенностей технического устройства.

Поэтому, при проектировании важно учитывать направление сил зацепления в косозубых передачах с силами вызывающими вибрацию при определенных углах наклона привода.