

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 53.083(430.1)

Б.Л. Герике, П. Б. Герике

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА ДРАГЛАЙН

Вибродиагностика на сегодняшний день является единственным методом неразрушающего контроля, позволяющим без длительного непроизводительного простоя техники определить фактическое техническое состояние узлов и агрегатов машины. Сигнал, содержащий информацию о фактическом техническом состоянии работающего механизма можно получить практически мгновенно [1].

Динамическое оборудование экскаваторов типа драглайн, эксплуатируемых в угольной промышленности Кузбасса, в настоящее время на очень значительный процент выработало свой ресурс, часть его находится в недопустимом техническом состоянии. Подтверждением этому служат результаты замеров параметров вибрации основных узлов и агрегатов драглайнов, периодически проводимые в рамках экспертизы промышленной безопасности оборудования, выработавшего свой нормативный срок, согласно [2].

Выполненные исследования позволили выявить три основные причины возникновения и развития дефектов динамического оборудования экскаваторов типа драглайн:

- нарушение технологии изготовления (заводской брак);

- неквалифицированный монтаж (нарушение центровки, перекос валов);
- эксплуатационные дефекты.

На приведенных ниже примерах рассмотрим процесс выявления наиболее распространенных неисправностей и повреждений преобразовательного агрегата методами вибродиагностики.

Фактическое техническое состояния генераторной группы шагающего экскаватора оценивается, как правило, на основе анализа параметров виброскорости и виброускорения в расширенном до 7-10 кГц частотном диапазоне методом прямого спектрального анализа. На рисунке 1 представлен спектр вибрационного сигнала, полученный на подшипнике узле сетевого двигателя со стороны генератора тяги. Проведенный анализ позволил выявить множественные дефекты контролируемого узла - изменение формы тел качения, износ внутреннего и внешнего колец, раковина на сепараторе подшипника, в спектральном представлении полигармонической волны присутствуют одновременно все эти составляющие. Для подтверждения результатов выполненной диагностики дополнительно был применен анализ вибрационной характеристики методом эксцесса, результаты которого подтвердили недопустимость

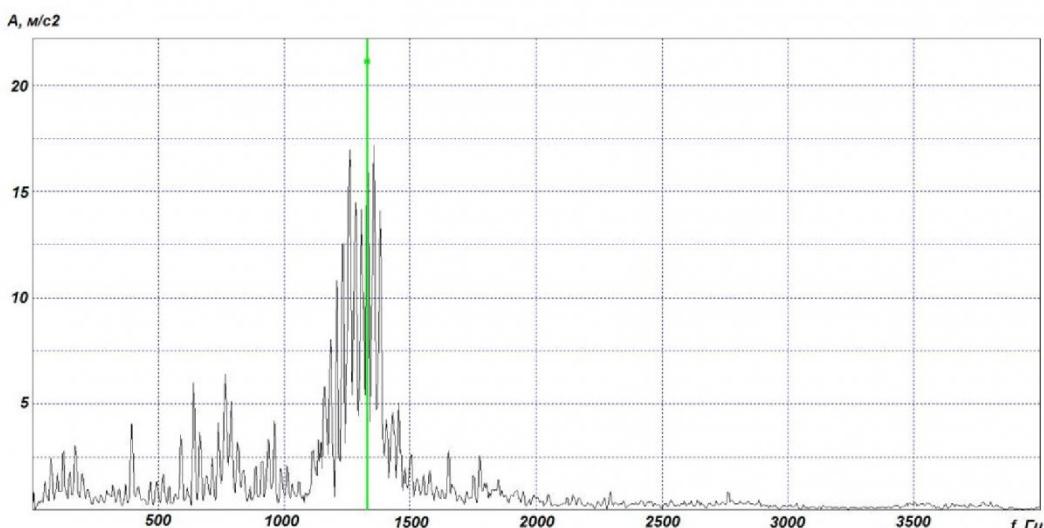


Рис. 1. Развитый дефект подшипника сетевого двигателя экскаватора ЭШ 10/70

дальнейшей эксплуатации. Согласно выданной рекомендации ремонтная служба эксплуатирующего предприятия провела экстренную замену дефектного подшипника, визуальный осмотр которого подтвердил наличие повреждений, выявленных методом вибродиагностики.

Расцентровка валопровода агрегата также является очень распространенным дефектом генераторных групп экскаваторов типа драглайн. Признаки некачественно проведенной центровки валопровода присутствуют практически повсеместно. Причем не так важно, какое оборудование использовалось для проведения наладочных работ — лазерный прецизионный комплекс, или же со-сность восстанавливалась при помощи проволоки и школьной линейки. Качество проводимых работ по центровке валов можно оценить только путем определения величины остаточной несоосности.

Наибольшее распространение получил дефект т.н. «горизонтальной» остаточной расцентровки – нарушения соосности валов агрегата в горизонтальной плоскости (см. рисунок 2). При неквалифицированном монтаже либо наладке обычно минимизируется только вертикальная компонента механических колебаний путем подкладки центротовочных пластин и/или затягиванием крепежа. Недостаточно компенсированная горизонтальная/осевая компонента со временем приводит к значительному росту величин параметров вибрации. Последствия нарушения центровки хорошо известны – срок службы подшипников качения сокращается до 10-15% от расчетного; повреждения получают элементы соединительных муфт; значительно повышается уровень механических колебаний, действующий на машиниста экскаватора.

Дисбаланс ротора генератора

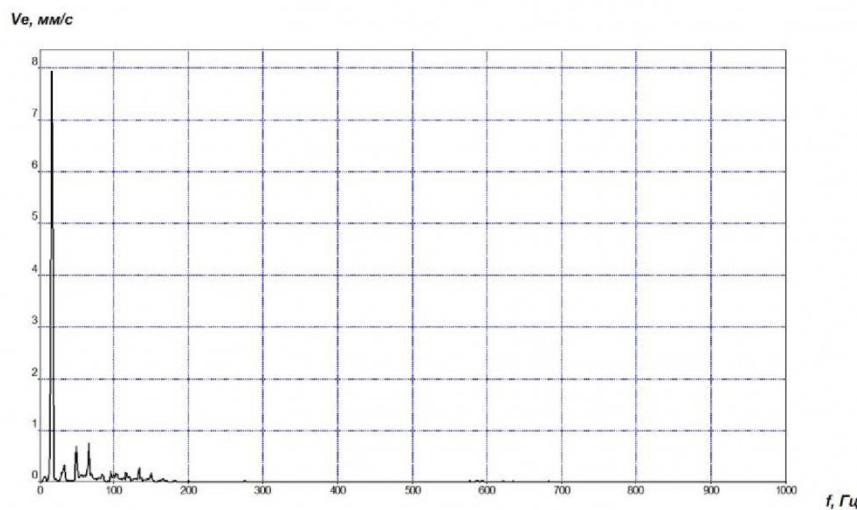


Рис. 2. Преобразовательный агрегат экскаватора ЭШ 13/50. Ярко выраженная расцентровка генераторов поворота и тяги в горизонтальной плоскости.

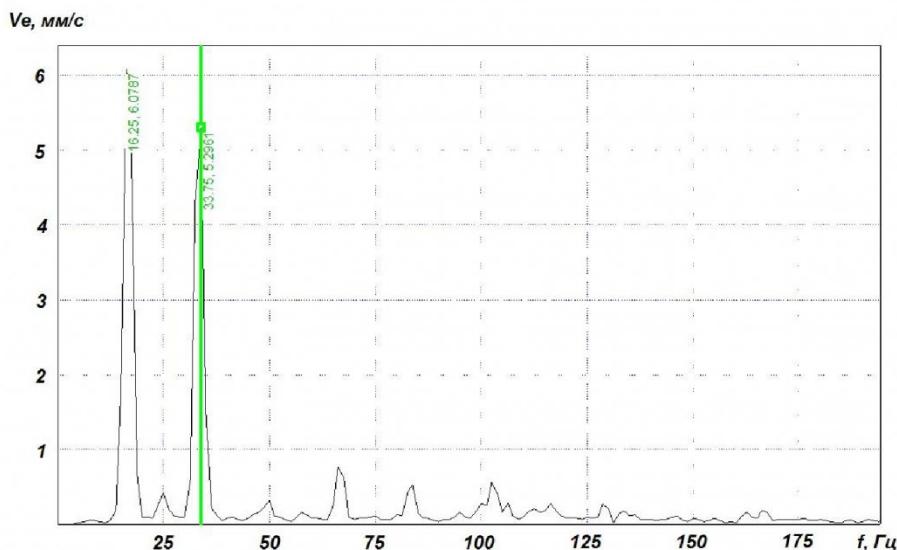


Рис. 3. Дисбаланс ротора генератора поворота, расценитровка с генератором тяги экскаватора ЭШ 15/90.

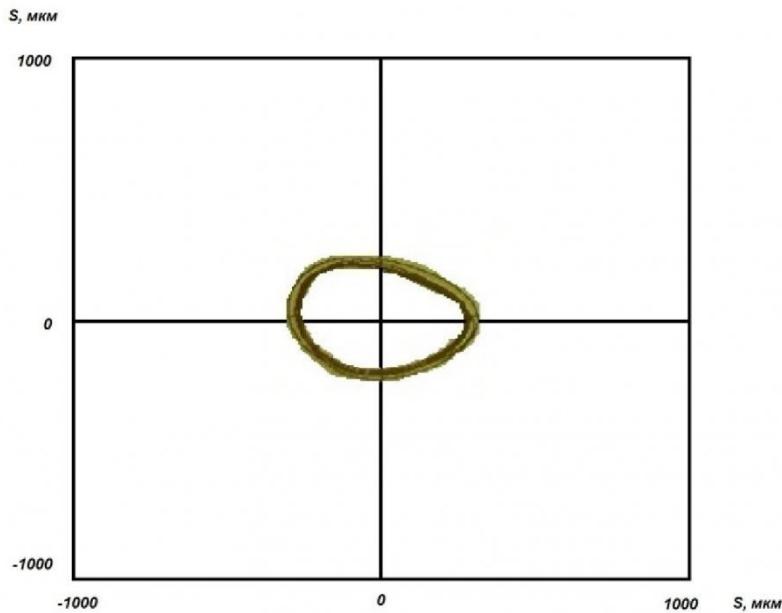


Рис. 4. Орбита синхронного виброакустического сигнала, полученная на сетевом двигателе экскаватора ЭШ 6/45.

ра/электродвигателя является довольно частым явлением на генераторных группах карьерных шагающих экскаваторов (иллюстрации на рисунках 3, 4). К сожалению, такой тип дефекта, хотя и подлежит вибоналадке по месту установки агрегата, силами ремонтных служб эксплуатирующих предприятий практически не устраняется. На сегодняшний день в Кузбассе очень мало специалистов – балансировщиков высокого класса, которые могли бы устраниить такое повреждение на месте, провести балансировку ротора электрической машины в собственных подшипниках на собственных опорах агрегата. Ремонтные службы разрезов продолжают закрывать глаза на эту проблему, решая ее по своему – либо производят демонтаж и отправляют агрегат для выполнения балансировки ротора на завод (в лучшем случае), либо продолжают эксплуатацию заведомо дефектного узла «до поломки», планируя замену генератора после выхода его из строя. Безусловно, такой подход к организации системы ремонтов значительно снижает их эффективность и многократно повышает риск преждевременного выхода узла из строя и время непроизводительных аварийных простоев технологического оборудования.

Проведенными специалистами ИУ СО РАН исследованиями доказано, что наиболее эффективным является применение комплекса диагностических подходов, включающего в себя анализ прямого спектра в расширенном частотном диапазоне, метод экспесса для экспресс-диагностики подшипников качения, анализ огибающей спектра, вейвлет преобразование сигнала, пик-фактор

и метод анализа траектории/процессии движения ротора. Использование предложенного комплексного подхода накладывает определенные дополнительные требования на применяемую виброметрическую аппаратуру – синхронный сбор данных минимум по двум каналам, дополнительное математическое обеспечение для обработки исходного сигнала, расширенный частотный и динамических диапазон, высокое разрешение снимаемых характеристик. Таким образом, появляется возможность не только выявить дефекты на начальной стадии их развития, но и гораздо более точно диагностировать неисправность (например, в случае, когда частоты различных дефектов совпадают практически до 0,1 Гц).

Представленная на рисунке 4 характеристика представляет собой фазовый портрет, полученный при помощи специальной математической обработки синхронного сигнала вибрации по параметру виброперемещения. Форма кривой свидетельствует о развитом дисбалансе ротора электрической машины [3].

Говоря о таком объекте, как преобразовательный агрегат шагающего карьерного экскаватора, нельзя не упомянуть дефекты малой генераторной группы – традиционного источника повышенной вибрации, техническому состоянию которого служба главного механика и ремонтные подразделения эксплуатирующего предприятия практически не уделяют должного внимания. В 90% случаях здесь имеет место т.н. «работа до поломки». Вместе с тем, на малой группе присутствуют все те же дефекты, диагностируемые на преобразова-

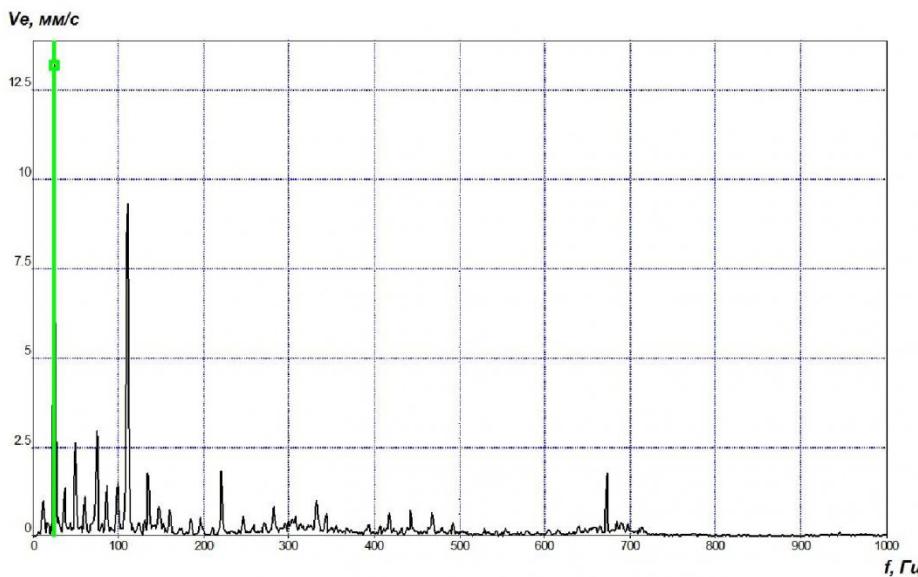


Рис. 5. Малая генераторная группа экскаватора ЭШ 11/70. Недопустимый дисбаланс ротора генератора собственных нужд, ярко выраженное нарушение жесткости системы, ослабление посадки подшипника и нарушение режима его смазки.

тельном агрегате, но степень их развития, как правило, гораздо серьезнее.

Исторически сложилось, что угольная промышленность являлась и является объектом повышенной опасности [4]. По результатам проводимых в Институте угля СО РАН диагностических работ сегодня создана единая представительная база данных по параметрам вибрации, включающая результаты измерений по более чем 60 единицам карьерных экскаваторов всех типов, эксплуатирующихся в Кузбассе. Причем, накопленная статистическая информация состоит не из единичных замеров, но из динамики изменения фактического технического состояния в процессе

эксплуатации техники более чем за 10 лет. Расчитаны и обоснованы критерии предельно допустимого состояния оборудования, которые могут быть взяты за основу как для математических моделей прогнозирования развития дефектов конкретных узлов, так и для определения остаточного ресурса горных машин. Созданы все научные предпосылки для обоснованного внедрения системного мониторинга технического состояния оборудования угольной и горнорудной промышленности по параметрам механических колебаний, который позволит качественно повысить безопасность проведения горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герике Б.Л. Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. /Б.Л. Герике, Г.И. Козовой, В.С. Квагинидзе, А.А. Хорешок, П.Б. Герике/ Москва, 2012. – 400 с.
2. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ.
3. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева, т.7 – Москва, 2005. – 828 с.
4. Клишин В.И. Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений. /В.И. Клишин, Л.В. Зворыгин, А.В. Лебедев, А.В. Савченко/ Новосибирск, 2011. – 524 с.

Авторы статьи

Герике
Борис Людвигович
докт техн. наук, проф., главный
научный сотрудник лабор.
угольного машиноведения Ин-
ститута угля СО РАН, проф. каф.
горных машин и комплексов
КузГТУ
Email: am_besten@mail.ru

Герике
Павел Борисович
канд. техн. наук, старший науч-
ный сотрудник лабор. средств
механизации отработки уголь-
ных пластов Института угля СО
РАН, доцент каф. горных машин
и комплексов КузГТУ.
Email: am_besten@mail.ru