

УДК 681.518.43

## ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ГОРНЫХ МАШИН МЕТОДАМИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Мокрушев А.А., аспирант гр. МС-2016, II курс

Научный руководитель: Герике Б.Л., д.т.н., профессор

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН  
г. Кемерово

Горная промышленность Кузбасса является ведущей областью развития экономики региона, основным получателем инвестиций, источником высокооплачиваемых рабочих мест и бюджетных поступлений [1].

В настоящие времена проблема повышения надежности технических объектов, агрегатов, машин стала одной из первостепенных. Попытки ее решения предпринимаются по многим направлениям, и усовершенствование методов и средств технической диагностики – одно из них [2].

Техническая диагностика – научно-техническая дисциплина, изучающая и устанавливающая признаки дефектов технических объектов, а также методы и средства обнаружения и поиска дефектов.

В настоящие времена существуют различные методы диагностики технического состояния оборудования такие как дефектоскопический, дефектометрический, диагностический (функциональный) методы.

Вибрация – типичное явление для любого оборудования, содержащего движущие элементы конструкции [1, 3], возникающая из-за ряда свойств, которые являются естественным следствием изготовления элементов оборудования и характеристик материалов [1]. При увеличении вибрации эти свойства могут развиваться в более серьезные дефекты. В свою очередь развитие дефекта в оборудовании приводит к изменению характеристик вибрации. Увеличение вибрации выше определенного уровня может привести к разрушению элементов оборудования или характеризовать разрушение [1].

Одним из наиболее часто используемых методов технической диагностики является анализ параметров вибрации – единственный метод неразрушающего контроля, позволяющий без длительного простоя техники определить фактическое техническое состояние динамически работающего агрегата [4]. Именно поэтому вибродиагностика является обязательной процедурой при проведении экспертизы промышленной безопасности технических устройств.

Преимущества вибродиагностики заключаются в том, что применяемые методы позволяют:

- находить скрытые дефекты;

- не требуют, как правило, сборки-разборки оборудования и значительного времени диагностирования;
- обнаруживать неисправности на этапе их зарождения;
- снижать риск возникновения аварийной ситуации при эксплуатации оборудования [5, 6].

Однако вибродиагностика не лишена и недостатков, к которым можно отнести:

- особые требования к способу крепления датчика вибрации;
- зависимость параметров вибрации от большого количества факторов и сложность выделения вибрационного сигнала, обусловленного наличием неисправности, что требует глубокого применения методов корреляционного и регрессионного анализа;
- точность диагностирования в большинстве случаев зависит от числа сглаженных параметров, например числа оценок SPM [5].

С точки зрения построения технического регламента виброакустической диагностики необходимо на стадии создания изделия, в процессе его отработки решить ряд задач, направленных на формирование технических признаков и величин их диапазонов, соответствующих требованиям технических условий или безопасной эксплуатации. Для формирования диапазонов пригодности для вибродиагностики одной из важнейших задач является определение собственных и вынужденных частот колебаний изделий [2].

Собственная частота элемента является индивидуальной характеристикой, как геометрический размер, но в отличие от однозначности любого параметра собственная частота несет дополнительную информацию, связанную с изменением не только геометрических размеров, но и качества изготовления (наличие дефектов) и пр. Поэтому изменение собственных частот конкретного изделия может служить основой проведения технической диагностики объекта, как в процессе его эксплуатации, так и в процессе хранения, и других технологических процедур (транспортировка, сборка и т.п.) [2].

Вынужденная частота, как правило, связана с определенным циклом в функционировании агрегата. Вращение ротора, возвратно-поступательные движения поршней, открытие-закрытие клапанов, срыв вихря в газовом потоке и т.д. формируют структуру вынужденных сил с частотой, связанной с периодом этого цикла и амплитудой, которая зависит от массоустойчивых характеристик объекта и связей между его элементами. Особое место в анализе колебательных процессов, особенно в оценке допустимого значения параметров вибрации занимают резонансные взаимодействия конструктивных элементов в объекте, вынуждающей силы и его собственных колебаний [2].

В качестве примера рассмотрим опыт диагностирования редукторов на обкаточном стенде одного из машиностроительных заводов. Измерение

параметров вибрации проводятся как на холостом ходу, так и при нагрузке, а также при реверсивном режиме работы редуктора.

По результатам вибродиагностики, можно обобщить следующие типы неисправностей возникающих в редукторах горных машин, вследствие которых появляется повышенная вибрация и шумовое загрязнение:

1. Нарушение жесткости системы.
2. Износ элементов зубчатой передачи, износ оси ведущего и ведомого валов, а также увеличение или уменьшение тепловых зазоров, в подвижных частях редуктора.
3. Дефекты центровки и балансировки зубчатой передачи, осей валов.
4. Нарушение температурного режима работы редуктора.
5. Масленое голодание подвижных частей редуктора.

Вибродиагностический подход эффективен, если включает в себя методы прямого спектрального анализа, анализа огибающей и синхронного накопления, что позволяет получить необходимую информацию о состоянии редукторов, а также выявлять признаки дефектов и критерии предельно допустимого технического состояния.

Отдельного рассмотрения заслуживает вопрос нормирования уровней вибраций редукторов, для чего необходимо накапливать статическую информацию, которую необходимо использовать для построения диагностических правил и разработки математических моделей развития дефектов редукторов ленточных и скребковых конвейеров [4].

### **Список литературы**

1. Герике Б.Л. Обеспечение качества выпускаемой продукции заводов горного машиностроения / Б.Л. Герике, А.А. Хорешок, Ю.В. Дрозденко // Вестник КузГТУ. - 2016. - №5. - С. 33-40.
2. Сальников А. Ф. Вибрационная диагностика технических объектов : учебное пособие / А. Ф. Сальников. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. – 246 с.
3. Вибрации в технике: Справочник: В 6т./ Ред.совет: В.Н. Челомей (пред.). М.: Машиностроение, 1978. Т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина, 1978. – 352 с.
4. Герике П.Б. Анализ вибрационных характеристик двигателей внутреннего сгорания / П.Б. Герике // Вестник КузГТУ. - 2014. - №2. - С. 15-18.
5. Герике Б.Л. Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. /Б.Л. Герике, П.Б. Герике, В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, А.А. Хорешок // Москва, 2012. – 400 с.
6. Клишин В.И. Монтаж, демонтаж, эксплуатация и ремонт горно-шахтного оборудования. Учебное пособие. /В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, В.И. Клишин // Москва, 2012. – 511 с.