

УДК 622.831.325

Абрамов И. Л., доцент
Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН

Abramov I.L., docent
Institute of Coal FRC CCC SB RAS

АКУСТИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ГОРНОЙ МАШИНЫ

ACOUSTIC PORTRAIT OF A MINING MACHINE

Работа горных машин и оборудования сопровождается вибрациями и шумами. Количественные значения этих характеристик необходимы для решения различных практических задач, в частности для реализации спектрально-акустического метода непрерывного контроля напряженного состояния призабойного пространства [1].

Изменения напряженно-деформированного состояния призабойной области пласта оцениваемое на основе анализа его акустических свойств в процессе разрушения горных пород рабочим органом комбайна является основой спектрально-акустического метода прогноза выбросоопасности. Для его реализации в борт выработки на некотором расстоянии от забоя бурят шпур длиной до 1,5 м, в который устанавливают приемник акустических колебаний. Упругие колебания от источника распространяются по горному массиву и достигают приемника. Спектральный анализ регистрируемого приемником сигнала по определенному алгоритму позволяет оценить уровень опасности [2]. В качестве зондирующего сигнала принято рассматривать сигнал, формирующийся при работе исполнительного органа комбайна.

При реализации спектрально-акустического метода необходимо решить задачу фильтрации акустических помех, генерируемых оборудованием в забое: приводы комбайна, буровое оборудование, конвейеры, вентиляторы местного проветривания, перегружатели. Источниками вибрации при работе проходческого комбайна являются: редуктор исполнительного органа с приводом, редуктор ходовой части, привод конвейера, привод насосной установки, привод питателя погрузки горной массы. В приводе исполнительного органа комбайна источниками вибрации являются конструктивные элементы редуктора исполнительного органа: электродвигатели, муфты, шестерни, колеса, шлицевые соединения, подшипники качения

Для анализа высокочастотных составляющих спектров акустического излучения, характерных для работы подшипников качения, выполнен анализ кинематической схемы привода исполнительного органа комбайна

П110-01 широко применяемого на шахтах Кузбасса [3]. В редукторе установлены 24 подшипника: 3520Н, 3622Н, 53528Н, 53530Н, 3536, 3613Н, 53614Н, 53618Н, 9039417, 7318А, 8164Л, 3003164. Зная маркировку подшипника по каталогу можно определить характеристики подшипника: геометрические размеры и конструктивные особенности, позволяющие рассчитать, с учетом частоты вращения, основные частоты, характеризующие работу подшипника качения (частота вращения сепаратора, частота прохождения тел качения по внутреннему и наружному кольцу, частота вращения тела качения и др.) [4-5].

Частоты механических колебаний приводов горных машин определяют следующие дефекты: дисбалансы роторов, несоосности при соединении валов муфтами, механические ослабления корпусных элементов, дефекты подшипников и зубчатых зацеплений. Каждому виду дефектов соответствуют определенные частоты, на которых они проявляются. Параметры вибрации агрегатов с подшипниками качения в значительной мере определяются конструктивными особенностями подшипникового узла (радиальные, радиально - упорные, спаренные подшипники) и самого агрегата (с горизонтальным и вертикальным положением ротора, соотношением статических нагрузок и др.).

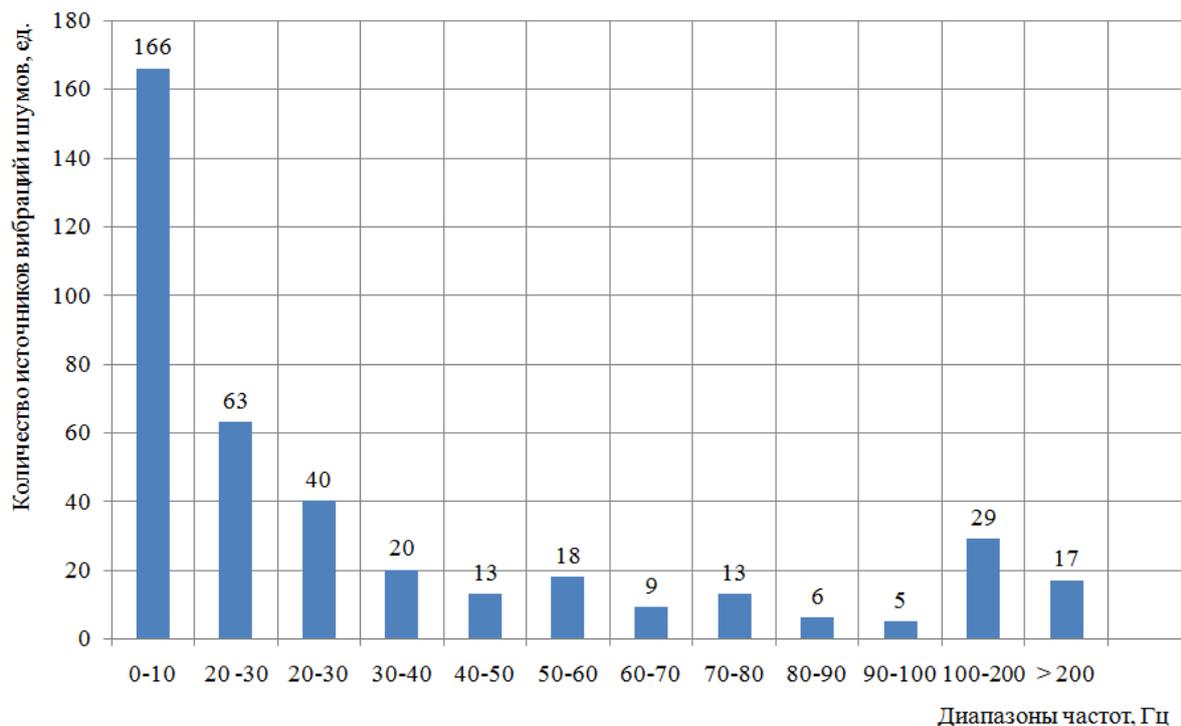


Рис. 1 - Частотные характеристики виброакустических сигналов редуктора привода рабочего органа проходческого комбайна П110-01

Определив характерные частоты подшипника можно рассчитать значения частот на которых проявляются дефекты подшипника: расцентровка,

износ, увеличенные радиальные зазоры, перекосы наружного или внутреннего кольца, повреждение тел качения, нарушение формы тел качения, нарушение внутренних зазоров, нарушение посадки, ослабления в корпусе, неуравновешенность, несоосность, неравномерный износ и др.

Для автоматизации расчета акустических характеристик оборудования проходческого забоя разработана программа для ЭВМ [6]. С ее помощью выполнен расчет характерных частот дефектов подшипников качения редуктора исполнительного органа проходческого комбайна П110-01.

Для систематизации и обработки результатов расчета параметров акустических сигналов разработана, сформирована и зарегистрирована «База данных акустических характеристик проходческого комбайна» [7].

Результаты распределения частотных характеристик вибрации редуктора привода рабочего органа проходческого комбайна П110-01 представлен на рис. 1.

После расчета характерных частот, генерируемых роторными механизмами горных машин, при решении задачи формирования цифровой модели горной машины, необходимо установить вторую важнейшую характеристику акустических колебаний - амплитуду, а точнее диапазон изменения амплитуд кинематических характеристик вибрации элементов горных машин.

Таблица 1

Фрагмент базы данных "Амплитудно-частотные характеристики горного оборудования"

Тип оборудования	П 110-01			
	3520Н	3613Н	53614Н	53614Н
Тип подшипника	3520Н	3613Н	53614Н	53614Н
Частота вращения ротора, Гц	25	25	19,6	11,5
Максимальный радиальный внутренний зазор, мкм	100	65	80	80
Амплитуда виброперемещения, максимальная, мкм	50	32,5	40	40
Амплитуда виброскорости, максимальная, мм/с	7,9	5,1	4,9	2,9
Амплитуда виброускорения, максимальная, м/с ²	1,2	0,8	0,6	0,20

Допуски на радиальные внутренние зазоры для подшипников редуктора исполнительного органа проходческого комбайна П110-01 установленные ГОСТ 24810-2013 позволяют определить диапазоны изменения амплитуд виброперемещения, виброскорости и виброускорения (табл. 1). Результаты расчетов оформлены в виде базы данных "Амплитудно-частотные характеристики горного оборудования" [8] и позволяют опре-

делить для каждого подшипников качения редуктора рабочего органа проходческого комбайна П110-01 диапазоны изменения кинематических характеристик (рис. 2).

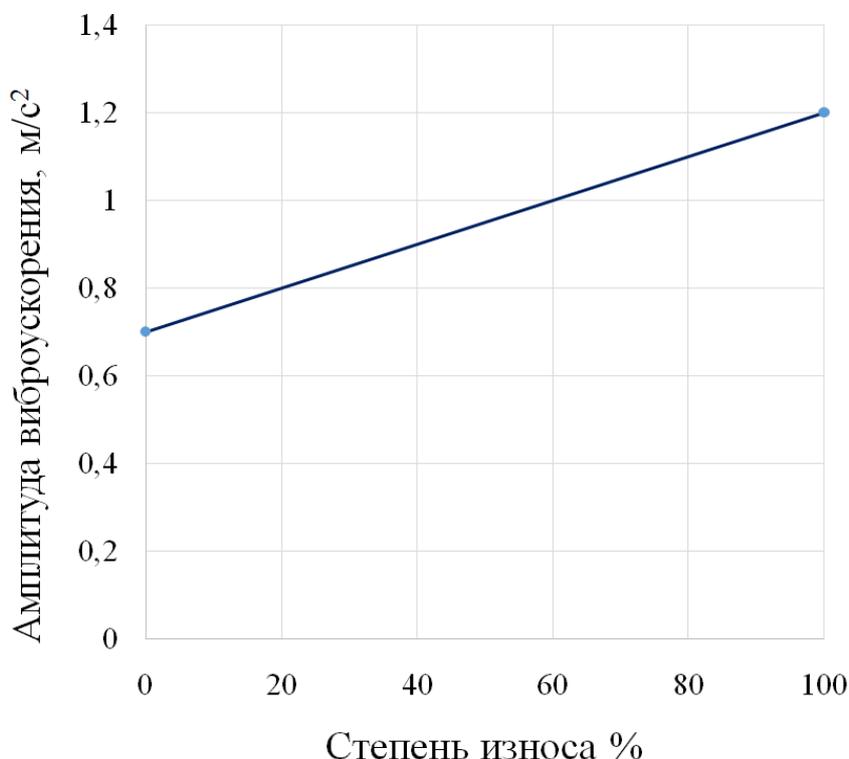


Рис. 2 - Диапазон изменения амплитуды виброускорения (в) подшипника 3520Н привода комбайна П-110-01 в процессе эксплуатации

Выводы

Для решения задачи определения амплитудно-частотных характеристик виброакустических сигналов акустических сигналов привода комбайна П-110-01 выполнен расчет частот и амплитуд виброперемещения, виброскорости и виброускорения. Разработанный подход к оценке характеристик виброакустических сигналов горного оборудования позволяет решить задачу фильтрации акустических помех при реализации метода непрерывного контроля напряженного состояния призабойного пространства с помощью спектрально-акустического метода. Установленные теоретические характеристики позволяют решить задачу формирования акустического цифрового портрета горной машины для совершенствования методов прогноза динамических явлений в угольных шахтах.

Список литературы

1. Мирер, С.В., Хмара О.И., Шадрин А.В. Спектрально-акустический прогноз выбросоопасности угольных пластов. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 1999. - 92 с.

2. Шадрин А.В., Абрамов И. Л. Исследование спектров акустического излучения горного оборудования, используемого для контроля напряженного состояния призабойного пространства // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов, 2019. № 5, - С.22-29.

3. Комбайн проходческий П110. ТУ У12.00174065.116-96. Руководство по эксплуатации. Ч. 1 Устройство и эксплуатация. ЗАО «НКМЗ», 2012, 123 с.

4. Герике Б.Л., Абрамов И. Л., Герике П.Б. Вибродиагностика горных машин и оборудования. – Кемерово: КузГТУ, 2007. – 167 с.

5. Герике Б. Л., Абрамов И. Л., Герике П. Б., Мещерина Ю.А. Спектральный состав нагрузки в приводе резания проходческого комбайна // Вестник КузГТУ. - 2007. - № 5, с. 9-12.

6. Свидетельство № 2019662278 Российская Федерация. Программа расчета акустических характеристик оборудования проходческого забоя: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / Абрамов И.Л.; заявитель и правообладатель ФИЦ УУХ СО РАН. - № 2019619066; заявл. 23.07.19; зарегистр. в Реестре баз данных 20.09.2019. – [1] с.

7. Свидетельство № 2019621476 Российская Федерация. База данных акустических характеристик проходческого комбайна: свидетельство об официальной регистрации базы данных / Абрамов И.Л.; заявитель и правообладатель ФИЦ УУХ СО РАН. - № 2019621055; заявл. 21.06.2019; зарегистр. в Реестре баз данных 19.08.19. – [1] с.

8. Свидетельство № 2021621619 Российская Федерация. Амплитудно-частотные характеристики горного оборудования : свидетельство об официальной регистрации базы данных / Абрамов И.Л.; заявитель и правообладатель ФИЦ УУХ СО РАН. - № 2021621522 ; заявл. 07.04.21 ; зарегистр. в Реестре баз данных 28.07.21. – [1] с.

References

1. Mirer, S.V., Khmara O.I., Shadrin A.V. Spectral-acoustic forecast of coal seam emission hazard. - Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 1999. - 92 p.

2. Shadrin A.V., Abramov I. L. Researching acoustic radiation spectrum of the mining equipment used for controlling stress state of a face space // High-tech technologies for the development and use of mineral resources, 2019. №. 5, - p. 22-29.

3. The tunneling combine P110. TU U12.00174065.116-96. Operation manual. Part 1 Device and operation. CJSC "NKMZ". 2012, 123 p.

4. Gerike B.L., Abramov I. L., Gerike P.B. Vibration diagnostics of mining machinery and equipment.– Kemerovo: KuzSTU, 2007. – 167 p.

5. Gerike B. L., Abramov I. L., Gerike P. B., Mescherina Yu.A. The spectral composition of the load in the cutting drive of a tunneling machine // Bulletin of KuzSTU. - 2007. №. 5, pp. 9-12.

6. Certificate № 2019662278 Russian Federation. Program for calculating the acoustic characteristics of tunneling face equipment: certificate of official registration of a computer program / Abramov I.L.; applicant and copyright holder FRC CCC SB RAS. - № 2019619066; application 23.07.19; registration. in the Database Registry 20.09.2019. – [1] p.

7. Certificate № 2019621476 Russian Federation. The database of acoustic characteristics of the tunneling combine: a witness to the official registration of the database / Abramov I.L.; the applicant and the rightholder of FRC CCC SB RAS. - № 2019621055; application 21.06.2019; registration. in the Database Registry on 08/19/19. – [1] p.

8. Certificate № 2021621619 Russian Federation. Amplification-frequency characteristics of mining equipment : certificate of official registration of the database / Abramov I.L.; applicant and copyright holder FRC CCC SB RAS. - № 2021621522 ; application 07.04.21; registration. in the Database Registry 28.07.21. – [1] p.