

УДК 622.27: 621.83

В.И. Князькина¹, С.Л. Иванов¹, М.М. Тяктев²

V.I. Knjaz'kina¹, S.L. Ivanov¹, M.M. Tjaktev²

¹Санкт-Петербургский горный университет

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет

¹St. Petersburg Mining University

²Perm National Research Polytechnic University

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО СИГНАЛА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ГОРНЫХ И НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ МАШИН

DETECTION OF THE REGULATIONS OF THE CHANGING OF THE ACOUSTIC-EMISSION SIGNAL IN FRICTION COATS OF MINING AND OIL-PROMISING MACHINES

Проведен эксперимент в целях подтверждения достоверности оценки технического состояния элементов трансмиссии при ее работе по величине и характеру акустико-эмиссионного сигнала.

Ключевые слова: диагностика, горные и нефтепромысловые машины, трансмиссия, трение.

An experiment was conducted to confirm the reliability of the evaluation of the technical state of the transmission elements when it operates on the magnitude and nature of the acoustic-emission signal.

Keywords: diagnostics, mining and oilfield machines, transmission, friction.

Качественное и своевременное проведение мероприятий по техническому обслуживанию является важнейшим фактором поддержания эксплуатационной надежности горного и нефтепромыслового оборудования. Наиболее прогрессивной является стратегия технического обслуживания по фактическому состоянию, однако такое обслуживание предполагает применение современного оборудования при проведении диагностических процедур.

Наиболее информативным и интегральным методом диагностики состояния трансмиссии машины является акустико-эмиссионный метод [1]. Анализ данных о характере и величине акустико-эмиссионного сигнала, при решении практических задач оценки технического состояния оборудования, дает возможность предупреждать аварийные отказы ранним выявлением повреждений и дефектов, рационально распределять силы и средства при ремонте и техническом обслуживании.

Вопросами оценки технического состояния трансмиссии занимались такие ученые, как И.А. Биргер, И.И. Артоболевский, Ю.И. Болицкий, В.В. Ключев и др. Широкий класс задач технической диагностики успешно решается методами акустического неразрушающего контроля. Им занимались такие ученые, как И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, Н.А. Баркова, Е.А. Воробьев и др. [3].

В зубчатых передачах горных и нефтепромысловых машин контакт между зубьями осуществляется по линии, поэтому контактные давления велики и достигают 2 ГПа, при этом температура в контакте варьируется в широком диапазоне и может достигать 150–600 °С. В столь тяжелых условиях эксплуатации смазка должна гарантировать разделение контактирующих поверхностей, предотвращать задиры и заедание, снижать износ. Кроме перечисленных требований, смазка должна иметь стабильную вязкость, низкую температуру застывания, хорошие противокоррозионные свойства [2].

При определении смазывающей способности масла необходимо достоверно определить состояние пары трения в контакте. Для этого наиболее подходящим является акустико-эмиссионный метод, который определяет состояние в контакте пары трения. Данный метод не зависит от температуры и материалов пары трения, свойств смазки, а также площади пятна контакта.

Для выявления закономерностей по формированию акустико-эмиссионного сигнала зависимостей нагрузки и скорости в контакте, а также параметров искусственной среды, при протекании процесса омеднения, был разработан стенд и получены результаты, сообщающие о том, что изменение величины акустико-эмиссионного сигнала пропорционально изменению величины коэффициента трения (рис. 1).

Использование омедненных образцов в эксперименте было связано с тем, что процесс омеднения предоставляет возможность снизить коэффициент трения и износ и повышает безотказность работы трансмиссии.

Контроль характера взаимодействия в паре «контртело – плита» определялся прибором АРП-11 путем фиксации показателя D , пропорционального величине акустической эмиссии, возникающей в контакте при трении. Учитывая тот факт, что результаты экспериментов имели хорошую повторяемость, величину показателя D получали как среднее арифметическое трех измерений в эксперименте для каждого сочетания частоты вращения и давления в паре.

На рис. 2 приведены закономерности изменения величины акустической эмиссии, выраженной через показатель D для последовательного ряда угловых скоростей при неизменных давлениях в паре. Результаты экспериментальных данных были обработаны с получением среднегармонической оценки трех измерений с последующей аппроксимацией степенной функцией. Как видно из рис. 2, существует устойчивая тенденция к увеличению показателя D с возрастанием угловой скорости, при этом чем выше давление в паре трения, тем интенсивнее происходит переход от объемного к сухому трению.

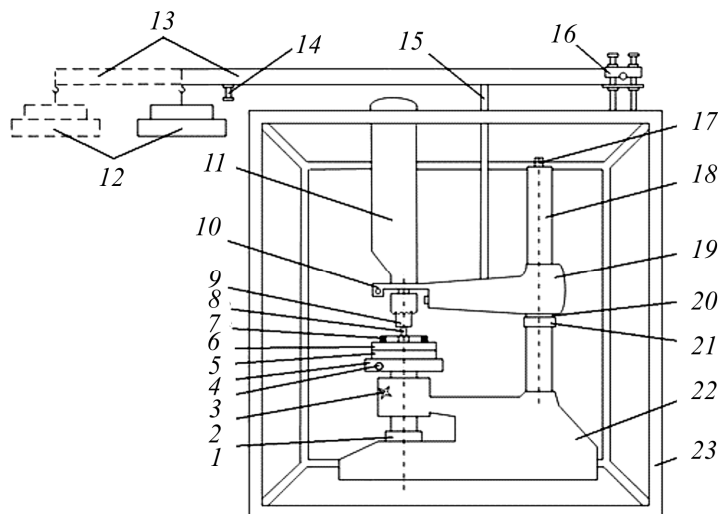


Рис. 1. Стенд для оценки трения в контакте «индентор – плита»:

1 – установочное кольцо; 2, 3 – установочные винты; 4 – столик; 5 – основание; 6 – контргтело; 7 – ванна масляная; 8 – индентор; 9 – трехкулачковый патрон; 10 – зажим; 11 – электродвигатель; 12 – груз; 13 – телескопический рычаг; 14 – стопорный винт; 15 – стержень; 16 – регулируемая поворотная опора; 17 – место установки датчика АЭ; 18 – стойка; 19 – кронштейн; 20 – рабочий зазор; 21 – гайка предохранительная; 22 – основание; 23 – рама

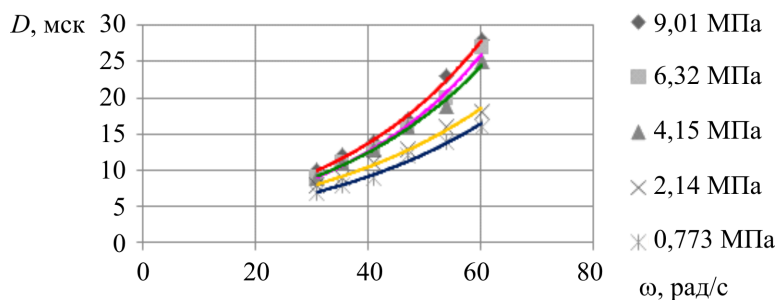


Рис. 2. Изменение величины показателя D от скорости в паре трения со смазкой «Индустриальное масло И-20»

На рис. 3 представлены графики изменения величины акустической эмиссии, выраженной через показатель D , для последовательного ряда давлений в паре трения при неизменных угловых скоростях. Экспериментально полученные данные не удалось аппроксимировать с достаточной точностью какой-либо функцией, поэтому данные были подвергнуты линейной фильтрации с использованием Excel.

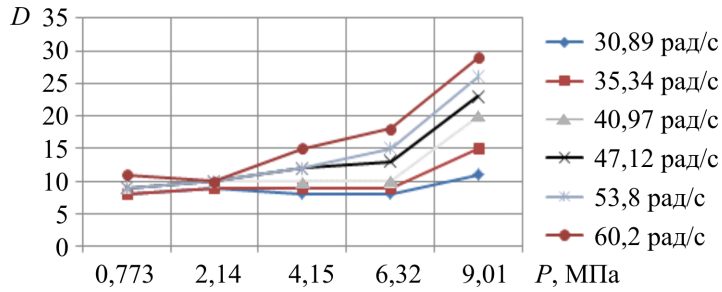


Рис. 3. Изменение величины показателя D от давления в паре трения со смазкой «Индустриальное масло И-20»

Подобно влиянию угловой скорости, прослеживается тенденция к изменению величины акустической эмиссии, соответствующей коэффициенту трения, в зависимости от величины давления в паре. У всех кривых в зоне граничного трения имеется характерная точка перегиба, после прохождения которой происходит резкое возрастание трения, сопровождающееся стремительным переходом в зону сухого трения. В зонах объемного и граничного трения имеет место нелинейное изменение с промежуточным экстремумом измеряемого показателя D . Переход к сухому трению при высоких скоростях происходит уже при небольших значениях давления, при этом при малых скоростях в паре трения сохраняется объемное трение даже при значительных усилиях.

С учетом выявленных тенденций на основании лабораторных экспериментов удалось определить области граничного трения. Данная область является предельной для конкретного вида смазки «Индустриальное масло И-20» при протекании процесса омеднения и разделяет области объемного и сухого трения. Также следует вывод, что при функционировании зубчатых колес в среде индустриального масла целесообразно омеднять поверхности в трибосопряжениях для снижения их износа.

В заключение следует отметить, что качественное регулярное обслуживание и ремонт технологических машин и оборудования является важным условием для обеспечения эксплуатационной надежности элементов трансмиссий горных машин. Наиболее информативными при оценке состояния трансмиссии торфяной машины являются показатели величины и характера акустико-эмиссионного сигнала [4]. Использование именно этой информации расширяет возможности существующих методов неразрушающего контроля, позволяет решать практические задачи мониторинга состояния оборудования и, как следствие, предупреждать аварийные отказы, рационально распределять силы и средства при ремонте и техническом обслуживании. Удалось получить экспериментальное подтверждение того, что изменение величины акустической эмиссии пропорционально изменению величины коэффициента трения в паре и по его величине можно оценить характер трения. В конечном итоге, экспериментально

подтверждена возможность получения оценки технического состояния элементов трансмиссии при ее работе по величине и характеру акустико-эмиссионного сигнала, с одновременной комплектовкой негативных воздействий искусственной окружающей среды на долговечность элементов трансмиссии.

Список литературы

1. Иванов С.Л., Князькина В.И. Диагностика технического состояния трансмиссий горных машин по величине и характеру генерируемого сигнала акустико-эмиссионного трения // Опыт прошлого – взгляд в будущее: материалы VI науч.-практич. конфер. молодых ученых и студентов, 2–3 ноября 2016 г. / под ред. Р.А. Ковалева. – Тула: Тульский государственный университет, 2016. – Т. 1. – С. 65–69.

2. Информационно-диагностические средства объективного контроля как инструмент повышения эффективности эксплуатации добычных горных машин / С.А. Асонов, В.В. Габов, С.Л. Иванов, М.Г. Трифанов, Н.В. Чекмасов, Д.И. Шишлянников // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 14. – С. 62–71.

3. Методы оценки технического состояния и ресурса механических трансмиссий проходческо-очистного комбайна «Урал-20Р» / Н.В. Чекмасов, М.Г. Трифанов, Д.И. Шишлянников, С.Л. Иванов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 4. – С. 272–278.

4. Стенд для оценки технического состояния трансмиссии по параметрам питания электропривода / Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов, В.А. Романов, С.Л. Иванов, С.А. Асонов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 4. – С. 227–233.

Получено 5.03.2018

Князькина Валерия Ивановна – аспирант, электромеханический факультет, Санкт-Петербургский горный университет, e-mail: knyazzmirasego@gmail.com.

Иванов Сергей Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машиностроение», электромеханический факультет, Санкт-Петербургский горный университет, e-mail: lisa_lisa74@mail.ru.

Тяктев Максим Максимович – магистрант, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: tyaktev1995@mail.ru.