



ФИЗИКА И ТЕХНИКА

Н. А. Алешкевич, С. В. Короткевич, В. В. Кравченко
г. Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И ТУРБИННЫХ МАСЕЛ

Весьма актуальными в сфере энергетики являются вопросы улучшения показателей надежности, экономичности, маневренности и ремонтпригодности роторного оборудования. Увеличение сроков службы механизмов во многом определяется функциональным состоянием подшипников различного назначения, используемых в узлах трения энергетического оборудования. При нестационарном или переходном режимах работы энергоемкого оборудования (остановка и разгон турбины) безопасный режим эксплуатации турбин может нарушаться, при этом особую опасность вызывают температурные изменения в узлах трения [1, с. 25]. Поэтому задачи разработки новых методов и средств неразрушающего контроля узлов трения энергетического оборудования, позволяющих на ранних стадиях обнаруживать отклонения их эксплуатационных параметров, являются сегодня приоритетными.

Разрушение и износ подшипников скольжения во многом определяется механизмами разрушения приповерхностных слоев металлов при фрикционном нагружении. Физико-химические процессы, протекающие в граничном смазочном слое (ГСС), определяют характер формирования дислокационной структуры поверхности металлов. Период изменения плотности дислокаций и интенсивности изнашивания поверхности металлов определяется нагрузочно-скоростными режимами эксплуатации узла трения и состоянием ГСС, его прочностными, антифрикционными и противозадирными свойствами. Продление срока эксплуатации подшипников скольжения во многом также определяется свойствами используемых масел.

Многообразие методов оценки противозадирных свойств масел и неоднозначность трактовки полученных результатов, ставит перед конструкторами задачи разработки новых экспресс-методов и критериев объективной оценки состояния и свойств ГСС, которые бы адекватно в режиме реального времени позволили бы контролировать эксплуатационные показатели конкретного узла трения.

Ранее мы уже говорили о возможностях использования метода электрофизического зондирования для диагностики подшипниковых узлов трения. В работе [2, с. 59] показано, что метод электрофизического зондирования позволяет оценивать эксплуатационные свойства смазочных материалов, изучать кинетику формирования и разрушения ГСС в подшипниковых узлах трения качения. Отмечено, что достаточно информативным параметром для оценки эксплуатационных свойств смазочных материалов, является значение контактного сопротивления слоя, которое коррелирует с механической прочностью и триботехническими параметрами ГСС.

Для диагностики жидких смазочных материалов, используемых в гидродинамических опорах скольжения, нами разработан стенд, имитирующий работу подшипников скольжения энергетического оборудования. Данный стенд позволяет имитировать критические режимы эксплуатации гидродинамических опор (пуск, остановка, масляное голодание, критические нагрузки), определять критические параметры применяемых смазочных материалов, отлаживать систему обратной связи (обеспечивающую подачу смазочного материала в зону трения под большим давлением, либо меняющую нагрузку на валу ротора или его скорость, а возможна реализация сразу всех возможных вариантов). Принципиальная схема стенда приведена на рисунке 1.

Стенд состоит из регулируемого электрического привода, устройства измерения энергетических затрат, реального узла трения, оснащенного схемой электрофизического контроля состояния граничного смазочного слоя (гидродинамический или гидростатический подшипник скольжения), регулируемая гидростанция для подачи смазочного материала в узлы трения, регулируемой нагрузки.

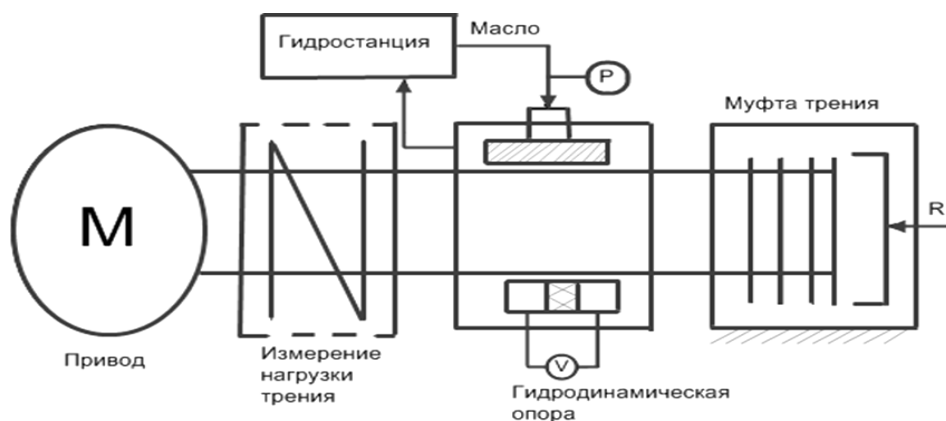


Рисунок 1 – Принципиальная схема стенда для диагностики подшипников скольжения и турбинных масел

В реальных турбинах энергетического оборудования, ротор турбины вращается в неподвижных опорных вкладышах подшипников, установленных в их корпусах. Вкладыш заднего подшипника является комбинированным, в нем установлены колодки, воспринимающие от ротора через упорный диск осевое усилие. Муфта передает крутящий момент на ротор генератора.

В основу конструкции стенда положена бабка изделия шлифовального станка модели 3У10А, имеющая аналогичные узлы трения скольжения (рисунок 2).

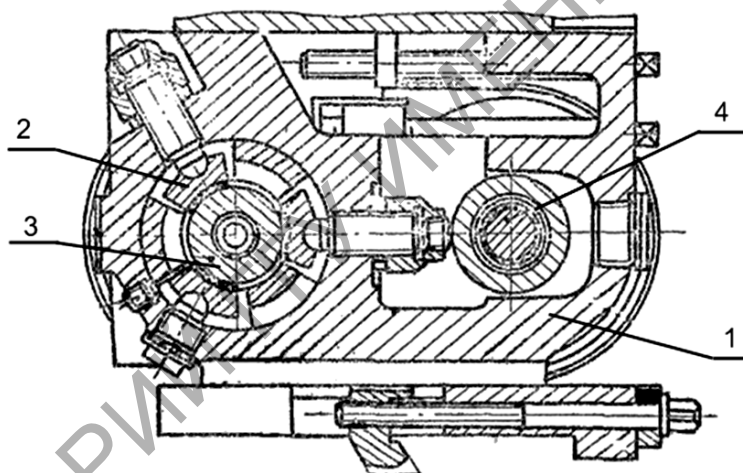


Рисунок 2 – Бабка изделия шлифовального станка (модель 3У10А)

Дооснадив бабку изделия приводом (состоящим из электрического мотора и устройства частотного управления), промежуточными ременными передачами, устройством нагружения (фрикцион), электрической схемой контроля состояния граничного смазочного слоя и гидростанцией удалось получить функционально законченный стенд, имитирующий работу подшипников скольжения энергетического оборудования и позволяющий оценивать характеристики турбинных смазочных материалов. Конструктивная схема стенда приведена на рисунке 3.

Принцип работы стенда состоит в следующем (рисунок 2). Исследуемый смазочный материал заливается в корпус стенда 1, где на трехвкладышных самоустанавливающихся гидродинамических подшипниках скольжения 2 смонтирован шпиндель 3, вращаемый через плоскоременную передачу от электрического двигателя с частотным управлением. В осевом направлении шпиндель фиксируется торцевым подшипником скольжения, к которому его прижимают пружины. На переднем фланце корпуса установлена поводковая планшайба, приводимая во вращение от шкива через промежуточный вал 4. К планшайбе прижимается фрикцион задающий нагрузку, которая рассчитывается для контактного давления, создаваемого в реальных подшипниковых узлах турбоагрегатов.

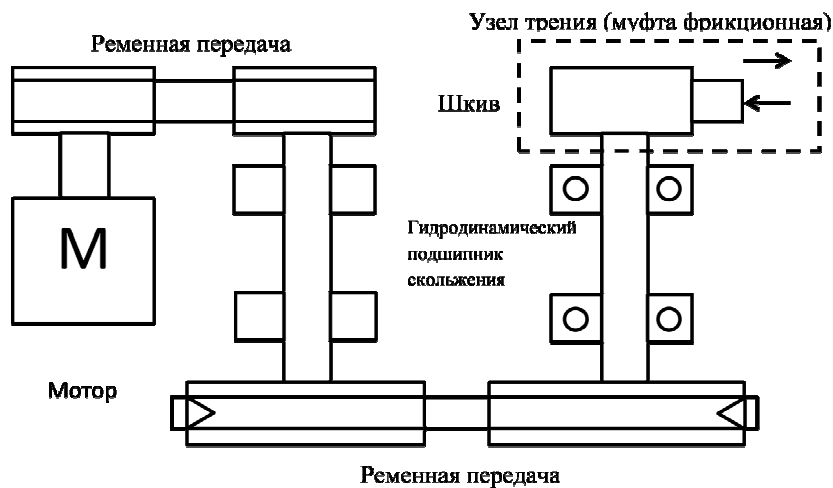
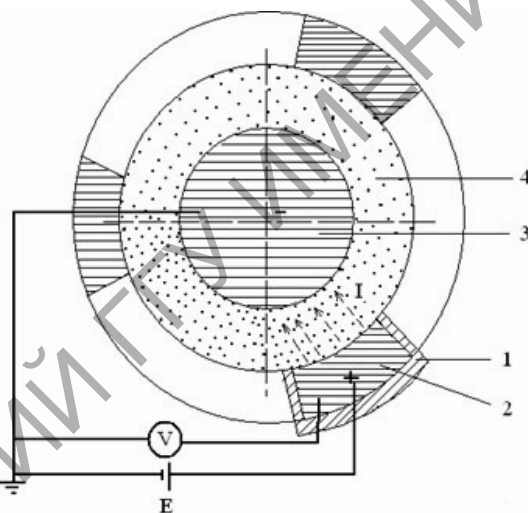


Рисунок 3 – Конструктивная схема стенда для диагностики подшипников скольжения и турбинных масел

Состояние граничного смазочного слоя в гидродинамическом подшипнике контролируется методом электрофизического зондирования. Метод основан на анализе параметров контактного сопротивления сопряженных тел по схеме, приведенной на рисунке 4.



1 – диэлектрик, 2 – гидродинамическая опора, 3 – ротор турбины, 4 – смазочный клин

Рисунок 4 – Схема электрофизического зондирования подшипников скольжения (гидродинамических опор)

Метод заключается в регистрации величины туннельного тока, протекающего между неподвижным электродом и заземленным металлическим валом. Данный метод позволяет в динамике отслеживать критические состояния узлов трения энергетического оборудования. На предварительной стадии разрушения ГСС, когда измеренное сопротивление R_c становится меньше значения нижней границы регистрируемого сопротивления, и наблюдается переход от гидродинамического режима трения к граничному, может сработать сигнализация в системе управления турбиной, что позволит предотвратить ее выход из строя.

Таким образом, разработанный макет стенда позволяет определять эксплуатационные характеристики подшипников скольжения энергетического оборудования и свойства используемых турбинных масел, а реализуемый в данной установке метод электрофизического зондирования состояния ГСС, позволяет регистрировать наступление аварийного режима эксплуатации энергетического оборудования на ранней стадии до наступления задира, схватывания и выхода узлов трения из строя.

Список использованных источников

- 1 Ахматов, А. С. Молекулярная физика граничного трения / А. С. Ахматов. – М. : Физмат-гиз, 1963. – 389 с.
- 2 Диагностика смазочных материалов в подшипниковых узлах трения / С. В. Короткевич, Н. А. Алешкевич, В. В. Кравченко, А. В. Ивахник // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2010. – Т. 5, № 2. – С. 59–63.