

УДК 622.23:681

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Лунегов М. В. студент гр. ГОс-141.2

Кузин Е. Г. ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, филиал КузГТУ в г. Прокопьевске
г. Прокопьевск

Бесперебойная работа ленточных конвейеров является важным требованием в повышении производительности горных предприятий. В числе актуальных вопросов производителей и потребителей продукции горного машиностроения обеспечение надежности при использовании современных методов технического обслуживания. Последние достижения в области технической диагностики позволяют использовать стратегию упреждающего технического обслуживания для продления срока службы эксплуатируемого оборудования. Кроме этого, представляется возможным сокращать затраты за счет проведения ремонта по фактическому техническому состоянию объекта.

Определить текущее состояние элементов и узлов ленточных конвейеров возможно путем сравнения измеряемых (диагностируемых) параметров с требованиями нормативных документов. Для создания базы данных таких параметров требуется проведение большого числа статистических наблюдений для конкретного типа машин, при его эксплуатации в конкретных условиях.

В данной работе рассматриваются вопросы теплового контроля редукторов, барабанов и роликов конвейеров методом инфракрасной термографии.

Трение в сочленениях, подшипниковых узлах и других элементах приводит к рассеянию энергии и изменению теплового поля излучения, которое характеризует происходящие в машине процессы. Таким образом, с точки зрения контроля зарождающихся неисправностей температура является важным параметром.

При этом, на практике не существует единого критерия оценки температурного состояния, который можно с успехом использовать для машин любых видов, используемых в промышленности. Поэтому разработка критериев для каждой категории машин должна выполняться с учетом их конструкции, технологии изготовления, условий функционирования, монтажа и стратегии технического обслуживания [1]. Так остановка транспортно-технологической цепочки ленточных конвейеров приводит к остановке всего механизированного комплекса. Работы по замене вышедшего из строя редуктора могут занять целые сутки и привести к значительным потерям.

Таким образом, задача распознавания возникновения дефекта на более ранней стадии весьма актуальна. Преимущества и недостатки инфракрасной термографии рассмотрены в работах [2, 3] и главным достоинством остается быстрота и безопасность проведения обследования, а главным недостатком сложность установления коэффициента излучения.

С другой стороны не столько важна точность определения температуры, сколько разность температур (температурная аномалия) для объектов.

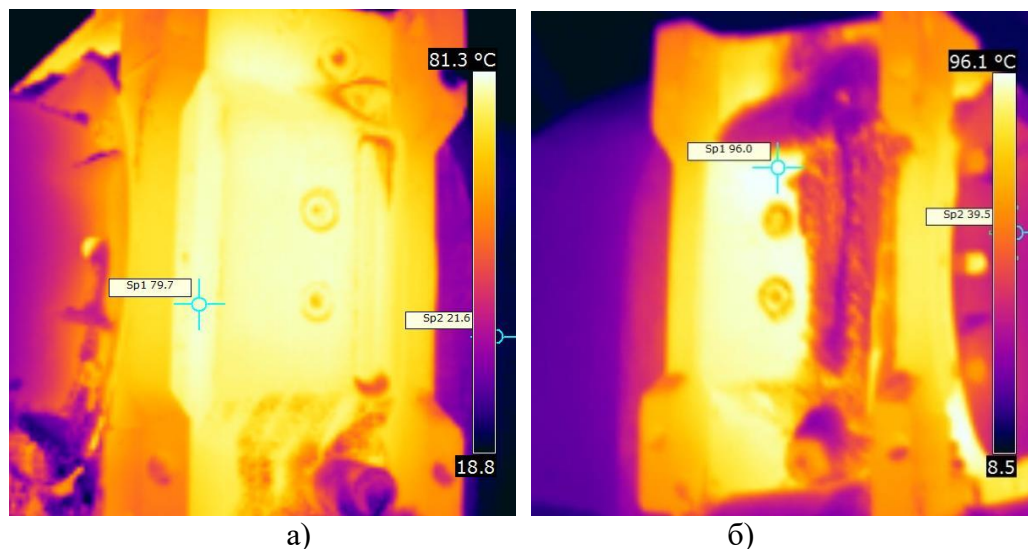


Рис. 1. Термограммы редукторов ленточного конвейера: а) P1 и б) P2

На рис. 1 представлены термограммы двух редукторов работающих на один приводной барабан ленточного отвалообразователя. Разность температур на поверхности редукторов P1 и P2 превышает 16,3 °C. Учитывая более высокую температуру масла данную температурную аномалию можно рассматривать как критическую.

Допустимая температура для редукторов NORD согласно руководству по эксплуатации $T_{p,max}=121^{\circ}C$, при этом температура поверхности редуктора должна быть ниже как минимум на 15 градусов и определяется по формуле

$$T_{p,факт} + T_{окр,max} - T_{окр,факт} < T_{p,max} - 15^{\circ}C \quad (1)$$

где $T_{p,факт}$, °C - фактическая температура поверхности редуктора;

$T_{окр,max}$, °C - максимально допустимая температура окружающей среды;

Фактическая температура окружающей среды на момент замера $T_{окр,факт}=17^{\circ}C$.

Таблица 1 – Результаты теплового контроля отвалообразователя

| Наименование узла | Допустимая температура, °C | Фактическая температура поверхности, °C | Фактическая температура смазки, °C |
|-------------------|----------------------------|---|------------------------------------|
| Редуктор P1 | 106 | 79,7 | 97,7 |
| Редуктор P2 | 106 | 96 | 114 |
| Букса правая | 70 | 42,9 | 47,9 |
| Букса левая | 70 | 40,5 | 45,5 |

Предварительный анализ результатов теплового контроля ленточного конвейера характеризует следующее:

1. Подшипники приводного барабана имеют тепловое отклонение не более 5°C , их техническое состояние удовлетворительное;
2. Температура смазочного масла в редукторе P2 близка к максимально допустимой;
3. Разность температур приводных редукторов более 15°C , означает дефект уровня «С» - ограниченно годен. Данный дефект может быть вызван недостаточным уровнем масла, нарушением работы системы охлаждения, либо износом элементов редуктора.

В приводе P2 наблюдались незначительные протечи масла и несколько меньший уровень масла по сравнению с приводом P1.

В нашем случае редукторы P1 и P2 имеют жесткую кинематическую связь с барабаном. Токи электродвигателей на момент замера были практически одинаковые. Результаты исследования смазочного масла показали повышенное содержание механических примесей в редукторе P2.

Таким образом, существовала необходимость в замене масла в редукторе P2

На рис. 2 приведены термограммы редукторов Moventas с условными номерами P3 и P4 установленными на разные барабаны одного конвейера. Анализ термограмм показывает температурную аномалию в $5,2^{\circ}\text{C}$. В данном случае один барабан работает с ходовой стороной ленты (загрязненной материалом), а другой с неходовой (чистой). Меньший коэффициент сцепления загрязненной ленты с барабаном приводит к проскальзыванию и меньшей нагрузке на привод, что подтверждается величиной тока.

Проведенный анализ термограмм редукторов ленточных конвейеров позволяет создать предварительный уровень критериев оценки температурных аномалий для редукторов шахтных ленточных конвейеров. Критерии сведены в таблицу 2

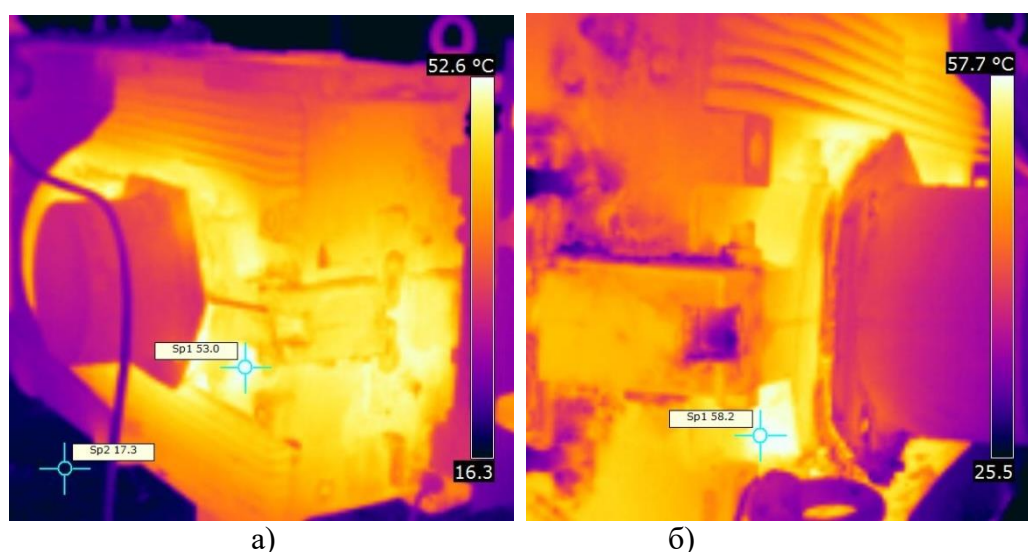


Рис. 2. Термограммы редукторов а) P3, б) P4

Таблица 2 – Критерии оценки состояния редукторов по результатам теплового контроля

| Температурная аномалия, ΔT °С | Фактическая температура смазки, °С | Критерии оценки |
|---------------------------------------|------------------------------------|--|
| 0 - 5 | Не более 80 | Категория А – хорошее состояния |
| 5 - 10 | 80 - 90 | Категория В – ограниченно работоспособное, требуется дополнительная диагностика |
| 10 - 15 | 90 - 100 | Категория С – критическое состояние, требуется оперативное вмешательство, дополнительная диагностика |
| Более 15 | Более 100 - 110 | Категория D – недопустимое состояние, возможна авария, требуется оперативное вмешательство, возможно ремонт. |

Тепловой контроль может помочь оперативно, без остановки оборудования и безопасно для оператора-термографиста выявить места локального перегрева элементов ленточных конвейеров. Причиной перегрева являются: заклинивание ролика вследствие поломки подшипников ролика, попадание породы в зазор между поверхностью ролика и конструктивным элементом конвейера, трение ленты о конструкцию конвейера [4]. Термограммы дефектных роликов представлены на рис. 3.

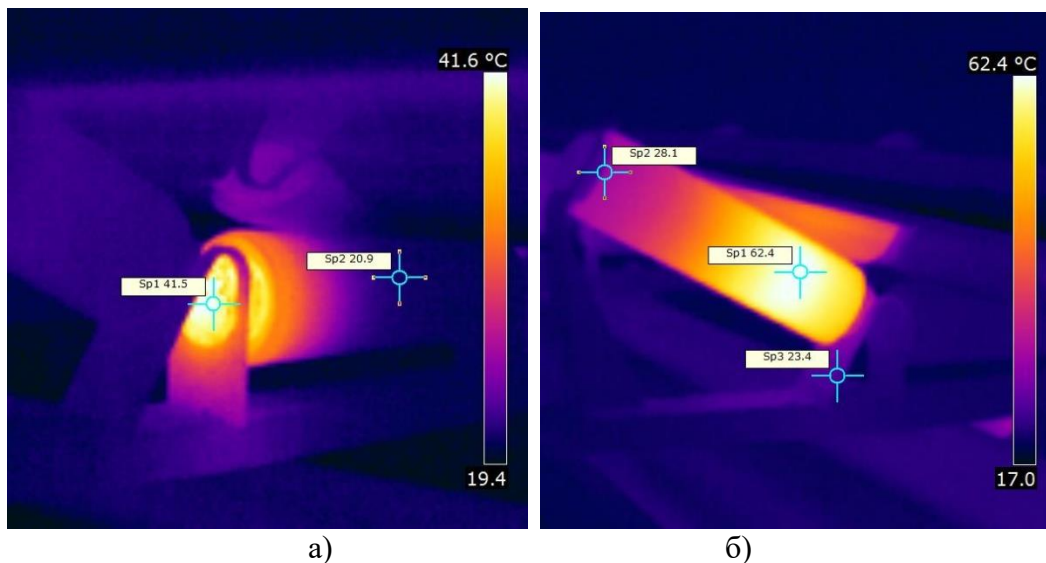


Рис. 3. Термограммы роликов а) средний нагрев, б) сильный нагрев

Трение в подшипниках качения представляет собой сложный физический процесс, обусловленный контактными и общими деформациями соприкасающихся тел, макро- и микрогеометрией поверхностей качения, свойствами смазки и т.д.

Расчитав момент трения в подшипнике ролика $\varnothing 159 \times 600$ установленном на ленточном конвейере ЗЛЛ1600 с технической производительностью 3500 т/ч и скоростью движения ленты 4 м/с получили $M_{тр} = 6,8$ Н·м.

$$\text{Угловая скорость ролика составит } \omega = \frac{2v}{D_p} = \frac{2 \cdot 4}{0,159} = 50,3 \text{ рад/с.}$$

Мощность потерь на трение $P_{тр} = 6,8 \cdot 50,3 = 342$ Вт. приводит к повышению температуры ролика на $0,6 - 0,8$ °С [5]. Указанные превышения температуры подтверждены тепловизионным контролем роликов конвейера.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013 Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы
2. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. ИД Спектр, Москва: 2009.
3. Maldague X. Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing. New York: John Wiley & Sons, 2001. 682 p. (Wiley Series in Microwave and Optical Engineering).
4. Организация теплового контроля роликов ленточного конвейера в целях энергосбережения. Кузин Е.Г., Бочеров М.О. Современные тенденции и инновации в науке и производстве. Материалы IV международной научно-практической конференции. 2015 Издательство: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева (Кемерово). С. 40 – 41.
5. Экспресс оценка состояния роликов ленточных конвейеров с применением инфракрасной термографии. Кузин Е.Г., Бочеров М.О. Санкт Петербург. НМСУ «Горный». Проблемы недропользования. Сборник трудов международного форума-конкурса молодых ученых 22-24 апреля 2015 г. часть 1 с. 156-158.