

Опыт диагностики насосного оборудования установок первичной перегонки нефти тепловым методом контроля

Ф.Г. Ахундов (Баку, Азербайджан)
faik1966@yahoo.com

начальник отдела Технического надзора НПЗ
«Азербайтъяг» SOCAR

В этой статье рассматриваются некоторые пути и методы диагностики в условиях эксплуатации насосного оборудования с использованием камеры тепловидения. Показано, что состояние технического оборудования может быть определено детальным анализом тепловым изображением, полученным во время запланированной проверки.

Материалы и методы

М.А.Берлин. Ремонт и эксплуатация насосов нефтеперерабатывающих заводов. Издательство «Химия» Москва 1970 стр 7–19
Майкл Брамсон. Инфракрасное излучение. Справочник для практического применения. РД 13–04–2006. Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

Ключевые слова

диагностика, тепловизор, насос, торцовое уплотнение, подшипник

Pumping equipment of preliminary oil distillation units. Experience of diagnostics by thermal inspection

Authors

Faik Akhundov (Baku, Azerbaijan)

The Chief of the Technical Control
«Azernetyaq» Oil Refinery SOCAR

Abstracts

Some ways and methods of field diagnostics of pumping equipment with the use of thermal imaging camera are considered in the article. It is shown that the status of equipment performance can be determined by detailed analysis of thermal images obtained during scheduled inspections.

Materials and methods

M.A.Berlin. Repair and maintenance of pumps, oil refineries. Publisher "Chemistry", Moscow 1970 p. 7-19

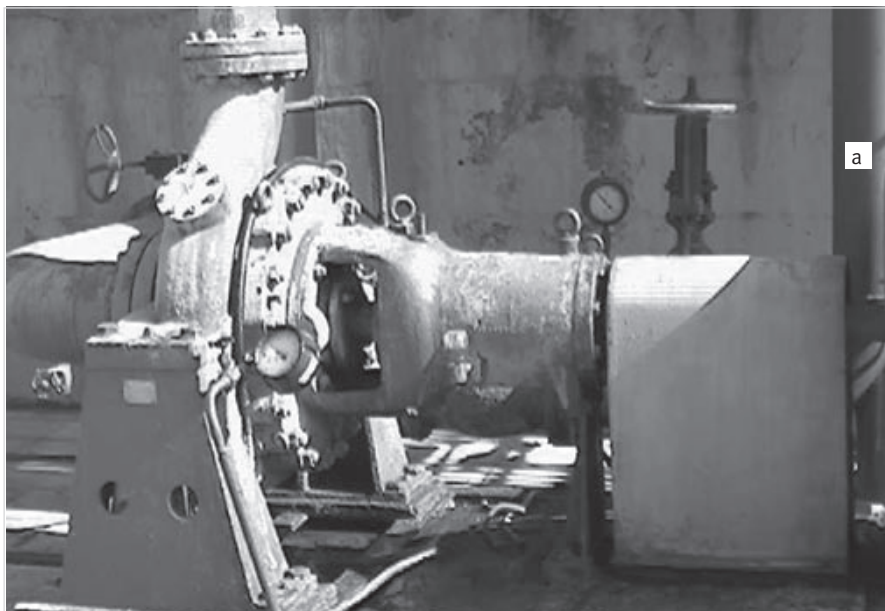
В предложенной вашему вниманию статье рассматриваются некоторые способы и приемы диагностики во время эксплуатации насосного оборудования при помощи тепловизионной камеры.

Насосы представляют собой один из наиболее сложных видов оборудования нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий в отношении эксплуатации и ремонта.

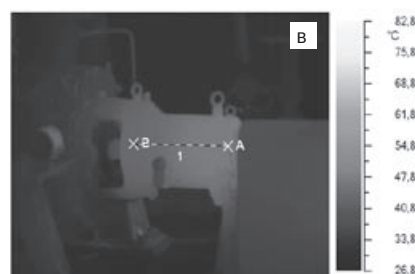
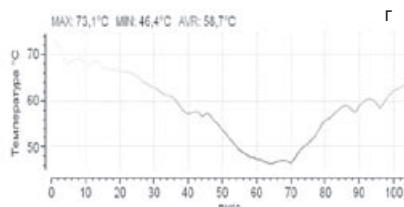
Известно что нормальная, без аварийная работа любого оборудования в оптимальных режимах в значительной степени

зависит не только от правильного выбора и обеспечения основных конструктивных решений при проектировании и изготовлении машин и аппаратов, но и от условий выполнения и правил их эксплуатации.

По температурному режиму работы все насосы нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий делятся на холодные (перекачивающие жидкости при температуре до 200 °С) и горячие (перекачивающие потоки при температуре выше 200 °С). Для повышения коррозионной стойкости деталей насосов в эксплуатируе-



Контур-Линия 1



Контур-Линия 1

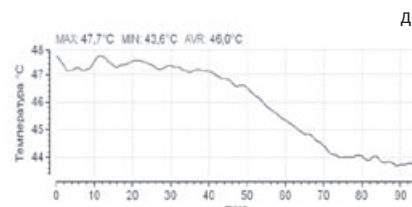


Рис. 1 — (а) общий вид насоса; (б) термограмма дефектного насоса; (в) термограмма исправного насоса; (г) линейный профиль температур дефектного насоса; (д) линейный профиль температур исправного насоса.

мой среде различных нефтепродуктов и химических веществ предусматривается семь вариантов их исполнения по применяемым материалам. Однако практически используются только три наиболее распространенных варианта. При тепловом контроле за этой категорией насосов необходимо учитывать различную теплопроводность материалов деталей — ибо при существующей разности теплопроводности материалов выход информации на дисплей тепловизора может создать неверную картинку что в свою очередь приведет к ошибочному заключению по дефектности оборудования.

Конечно учитывая большое количество насосов участвующих в производственном процессе легче было бы установить автоматическую систему диагностирования — но в виду больших затрат и учитывая то что эта система является стационарной, применение теплового метода снижает уровень материальных затрат и делает этот вид контроля мобильным, экономичным и оптимальным применительно ко всему оборудованию расположенному на предприятии.

Так при плановом осмотре насосного оборудования технологической установки по первичной переработке нефти ЭЛО-АВТ-2 при помощи тепловизора марки ТН-9100 с неохлаждаемой балометрической матрицей производства компании NEC на основании требований РД 13-04-2006 (которое предписывает проведение такого рода работ в не солнечную погоду и силой ветра не более 6 м/с) на одном из насосе марки EBARA 250 x 150 UCWM-57 (рис. 1а) с эксплуатационными параметрами: $Q = 425 \text{ м}^3/\text{час}$, $P = 9 \text{ кгс/час}$, $n = 1450 \text{ об/мин}$, перекачиваемый продукт техническая вода с $t = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ для системы охлаждения, был обнаружен перегрев в частях опор подшипников (рис 1б) который превышал нормативный предел установленный для этого типа насосов (основание пункт 2.5.8. ОТУ-78 в котором говорится что температура подшипникового узла не должна превышать 60 $^\circ\text{C}$).

Конструкция подшипникового узла данной марки насоса в виду низких оборотов не предусматривает системы принудительного охлаждения масляной камеры и подшипники охлаждаются и одновременно смазываются для плавного скольжения при помощи маслоподающего кольца установленного на валу насоса. Таким образом проведя термографическое исследование термограмм и линейных профилей температур (рис. 1 г, д) поверхности дефектного и исправного насосов а также косвенные показатели, такие как «металлический» шум и превышение значения показателя амперметра относительно показаний амперметра параллельно работающего насоса (рис. 1 в) той же марки на 2 Ампера была дана рекомендация для вывода данного насоса из эксплуатации и детальной проверки предполагаемого дефектного узла. По результатам проверки обнаружилось что у опорного и радиального подшипников разрушился один из шариков (рис. 2). В результате чего был нарушен плавный ход что неизбежно вызвало нагрев подшипника, и переход насоса в аварийный режим работы.

Насосное оборудование на современных

установках по переработке углеводородного сырья требует наличия устройств с уплотнением вала так называемых механических уплотнений (рис. 3), отличающихся широким диапазоном функциональных возможностей. Основным фактором, обеспечивающим низкий уровень утечки и надежную работу механического уплотнения, является поддержание минимальной, но достаточно тонкой пленки жидкости между рабочими поверхностями графитовых колец с величиной зазора на уровне ниже 1 мкм. Указанная толщина пленки, как правило, соответствует степени обработки поверхности, обеспечивая низкий коэффициент трения и, соответственно, низкий уровень тепловыделения.

Имеет место очень легкое соприкосновение пиков шероховатости, и в трибологии данный процесс называется «смешанное трение». Скользящие рабочие поверхности притираются до оптимального уровня шероховатости.

Динамическая рабочая поверхность может рассматриваться в качестве поршня, на котором уравновешены несколько действующих сил:

- гидростатическое давление (закрывающая и открывающая силы)
- механический контакт между рабочими поверхностями (минимальный)
- гидродинамическое давление (минимальное для жидкостного уплотнения)
- сила сжатия пружины или сальфона.
- трение прокладки (сопротивление уплотнительного кольца)

Конструкция уплотнения сконструирована таким образом, что перемещающаяся в осевом направлении рабочая поверхность находится в идеальном равновесии

Michael Bramson. *Infra-red radiation. Handbook for practical application.*

RD 13-04-2006 *Guidelines on the order of the thermal control of technical devices and facilities used and operated at hazardous production facilities.*

Results

As with all methods of non destructive testing, this method has its pros and cons. Techniques specifically for this type of equipment is not enough, given the operating conditions, the composition and quality of the equipment may be non-standard solutions, which ultimately will improve the safe and durable operation of the equipment, safety and environmental protection.

Conclusions

I consider appropriate this application of the method of thermal control for the equipment.

Keywords

diagnostics, thermal images camera, pumping, butt-end, bearing

References

1. M.A.Berlin. *Repair and maintenance of pumps, oil refineries. Publisher "Chemistry", Moscow 1970 p. 7-19*
2. Michael Bramson. *Infra-red radiation. Handbook for practical application.*
3. RD 13-04-2006 *Guidelines on the order of the thermal control of technical devices and facilities used and operated at hazardous production facilities.*

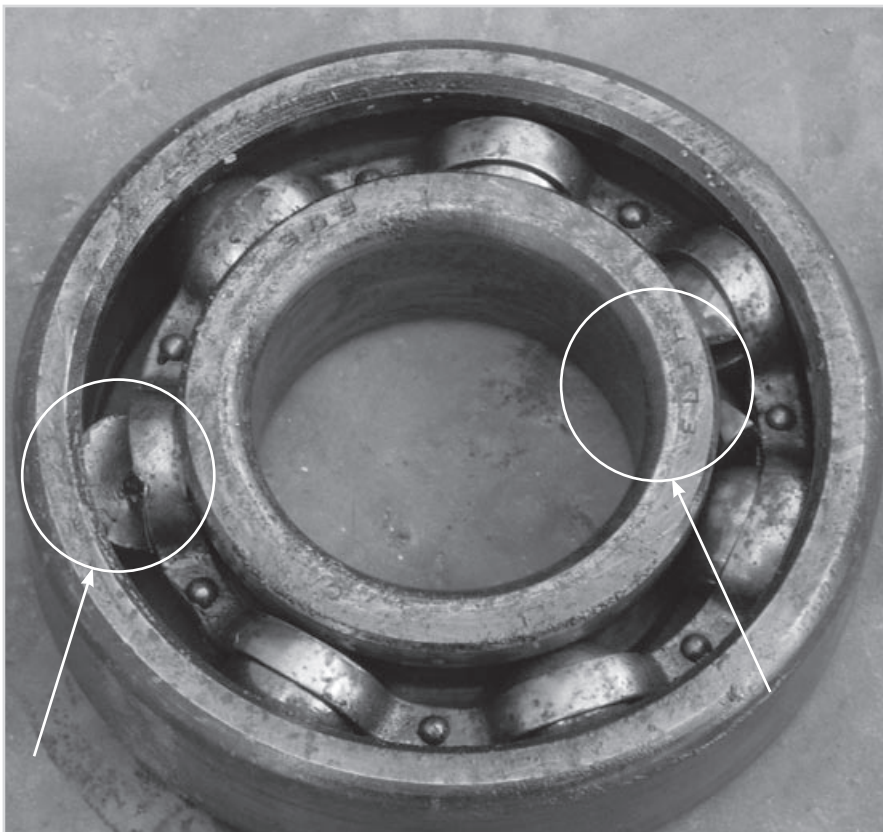


Рис. 2 – Разрушенный на две части шарик в обойме подшипника

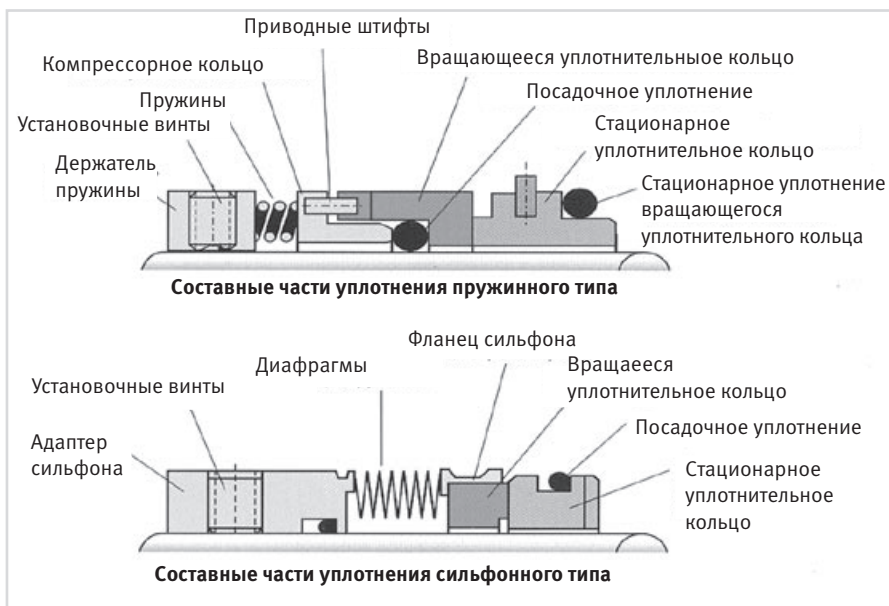


Рис. 3 – Схема устройства торцового уплотнения

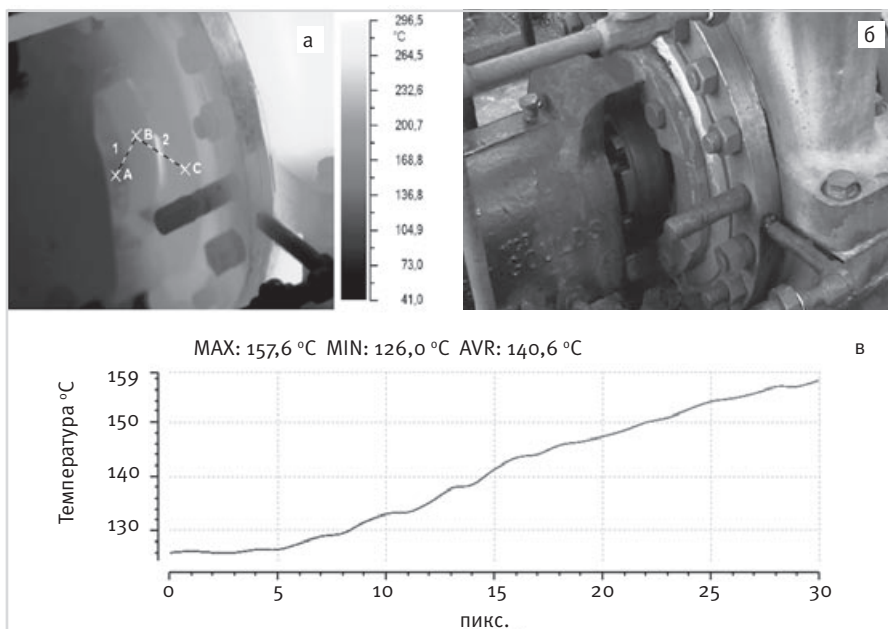


Рис. 4 – (а) термограмма насоса; (б) общий вид насоса; (в) температурный профиль насоса

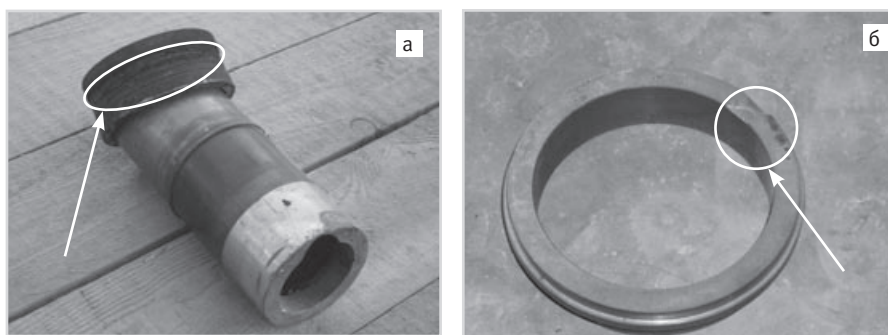


Рис. 5 – (а) дефектный сифон; (б) дефектное графитовое кольцо с местом скола.

на протяжении всего диапазона условий эксплуатации. При повышенных уровнях давления для уплотнений применяется метод изменения «степени разгрузки» за счет уменьшения гидростатической закрывающей силы.

Гидравлическое давление на рабочие поверхности приводит к деформации вогнутости. В результате такой деформации пленка жидкости фиксируется в зазоре, что приводит к изменению распределения гидростатического давления между рабочими поверхностями. К счастью, данный эффект компенсируется выделением в зазоре тепла при трении, которое за счет формы распределения температуры вызывает направленную в противоположном направлении температурную деформацию выпуклости.

Используя выделение теплоты в этом процессе, а так же учитывая излучательную способность металлических частей механического уплотнения при тщательном и внимательном осмотре можно определить степень его технического состояния на основании детального анализа термограмм (рис. 4.) зафиксированных во время плановых осмотров насосного оборудования.

На основании ОТУ-78 пункта 2.9.15. говорится, что (при нормальном эксплуатационном режиме утечка жидкости не должна превышать 10 капель в минуту, при температуре уплотнения не более 60 °C для «холодных» насосов и 100 °C для «горячих») при визуальном наблюдении и рассмотрении температурного профиля наблюдается перегрев узловых контактов в следствии чего температурный мостик с трещащим пар распространяется дальше по другим узлам уплотнения в данном случае в результате термического воздействия на сифон (рис. 5а) который теряет свои физические свойства что в свою очередь приводит к повреждению уплотняющих графитовых колец (рис. 5б) и как следствие его не правильной работе, выхода из строя и утечки продукта через механическое уплотнение объемом превышающий указанный выше норматив.

Итоги

Как и у всех методов неразрушающего контроля у данного метода есть свои плюсы и минусы. Методик, конкретно по этому виду оборудования недостаточно, учитывая условия эксплуатации, состав и качество оборудования возможны не стандартные решения, в конечном счете которые приведут к улучшению безопасной и долговечной эксплуатации оборудования, охране труда и защите окружающей среды.

Выводы

Применение теплового метода контроля для данного оборудования считаю целесообразным.

Список использованной литературы

1. М.А.Берлин. Ремонт и эксплуатация насосов нефтеперерабатывающих заводов. Издательство «Химия» Москва 1970 стр 7-19
2. Майкл Брамсон. Инфракрасное излучение. Справочник для практического применения. РД 13-04-2006. Методические рекомендации о
3. РД 13-04-2006. Методические рекомендации о

порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.