

ОПЫТ ДИАГНОСТИКИ ТРУБНЫХ ЗМЕЕВИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ

EXPERIENCE IN DIAGNOSIS OF PIPE COILS PRODUCTION FURNACES

Ф.Г. АХУНДОВ

начальник отдела Технического Надзора НПЗ «Азернефть»
Госнефтекомпании Азербайджана
ЗАО «Панатест»

Баку
faik1966@yahoo.com

С.В. МИЛОВАНОВ

F.G. AKHUNDOV
S.V. MILOVANOV

Head of Technical Supervision refinery Azerefteyag «SOCAR»
«Panatest Company»

Baku

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
KEYWORDS:

Тепловизор, печь, трубный змеевик
Imager, wave, pipe coil

В данной статье автор делится опытом проведения диагностики технологических печей нефтеперерабатывающих предприятий, различными методами и приборами неразрушающего контроля. Представлено несколько способов определения дефектов и приведен анализ их происхождения.

In this article the author shares the experience of the diagnosis process furnaces refineries, various methods and instruments for nondestructive testing. Presented several ways to determine the defects and the analysis of their origin.

Одним из основных узлов технологических установок нефтехимических процессов являются технологические печи, точнее трубные змеевики этих печей. В силу происходящих процессов, условия работы в печах по праву считаются наиболее агрессивными, с одной стороны химически активный продукт под высоким давлением и температурой, а с другой мощное термическое воздействие в связи с чем надзор за их безопасной эксплуатацией считается одним из важным и первостепенным.

Технологию технического осмотра и диагностики за этим видом оборудования можно разделить на две части; первая - во время эксплуатации, вторая - при плановой остановки оборудования для проведения планового - предупредительного ремонта (ППР).

В первом случае надзор за техническим состоянием можно осуществлять при помощи специальной тепловизионной системы, например как тепловизор от компании NEC марки TH 9100 с неохлаждаемой балометрической матрицей с диапазоном длин волн от 8 до 14 мкм (рис. 1) с возможностью смотреть сквозь пламя на оборудование в период эксплуатации. Визуально при помощи гляделок

или смотровых окон непосредственно расположенных на стенках печи для контроля состояния трубчатого змеевика, трубных решеток, подвесок и кронштейнов, тепловой изоляцией т.д. а так же - набором термомпар установленных в камерах конвекции и радиации для снятия и контроля показания температур необходимых при управлении технологическим процессом согласно эксплуатационному регламенту.

Во втором случае диагностика оборудования производится во время проведения планово - предупредительного ремонта то есть в момент вывода оборудования из эксплуатации при помощи визуального и ультразвукового вида контроля.

Предоставляем вашему вниманию один из примеров применения этих комбинированных методов контроля в определении технического состояния технологической печи вакуумного блока установки первичной перегонки нефти ЭЛОУ - АВТ 2 (рис 2);

До остановки установки на плановый ремонт было проведена первая часть технического осмотра - термографическое исследование при помощи тепловизора как с внешней стороны для определения

состояния теплоизоляции, так и через гляделки осмотрена внутренняя часть, форсуночное оборудование, трубы а так же проконтролировано температурное распределение внутри печи (рис 1), в результате чего было выявлено что на двух форсунках из восьми обнаружен ненормативный перегрев около сопловой зоны и поверхности некоторых труб а так же при визуальном осмотре через гляделки был выявлен обрыв опорного якоря в шатровой части печи, поддерживающего трубы (рис 4). Позже при внутреннем осмотре печи во время ремонта было определено что ненормативный перегрев форсунок был вызван частичным разрушением изоляции муфельной части форсунки (рис 3), а перегрев труб вызван отложением большого количества нефтяного кокса который препятствует нормальному теплообмену трубы (рис 5, 7).

Во второй части проведения технического освидетельствования при проведении планово - профилактических ремонтных работ на установке был произведен визуальный осмотр трубных змеевиков непосредственно в камере радиации. В результате визуального осмотра обнаружился прогар (рис 5.) на трех секциях из четырех имеющихся.

При детальном осмотре прогоревших труб на их поверхности были обнаружены (рис 6.) области вслупивания. Обнаруженные участки были зачищены абразивными материалами, и в этих местах был произведен замер толщины при помощи ультразвукового толщиномера. Измерения показали, что на данном участке утонение составило всего 3% от первоначальной толщины трубы (учитывая то обстоятельство что трубный змеевик эксплуатируется на протяжении 8 лет), при этом твердость материала труб, замеренная при помощи твердомера, составила по шкале Брюнеля более 520 НВ. С такими параметрами, данный змеевик, изготовленный из стали марки Х9М, согласно нормативно - технической документации, (ИТН - 77, раздел 1.5 пункт В, где говорится, что «отбраковочным» считается превышение более 270 единиц НВ), подлежит выбраковке. Как известно, трубные змеевики, изготовленные из жаропрочной стали, должны хорошо сопротивляться ползучести и обладать высокой кратковременной ▶

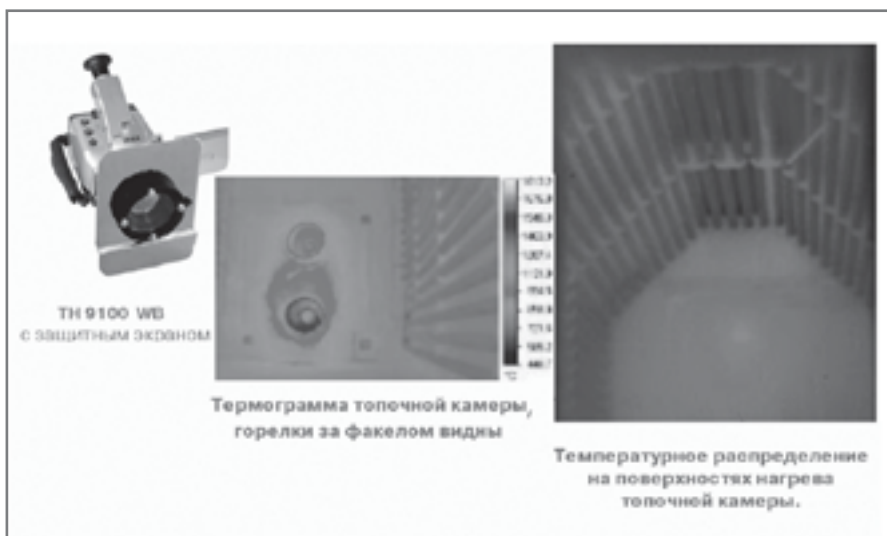


Рис. 1. Пример применения теплового контроля для оценки состояния топочной камеры



Рис 2. Установка первичной перегонки нефти ЭЛОУ – АВТ 2

Производительность установки	2 млн. т в год
Температура в камере радиации вакуумной печи	580°C
Число потоков	2
Число секций	4
Число форсунок	8
Изоляция печи	Ceramik Fiber Blanket 102 мм
Габаритные размеры печи	диаметр 5906 мм
	высота камеры радиации 10974 мм
Материал трубного змеевика	X9M

и длительной прочностью при высокой температуре. Жаропрочность зависит от межатомных связей сплава. В сплавах на одной и той же основе можно значительно увеличить жаропрочность легированием, так как при этом возрастает прочность межатомных связей и повышается температура рекристаллизации. Однако довольно высокая твердость, превосходящая нормативные параметры, приводит к хрупкости материала, что в конечном итоге вызывает разрыв труб и, как следствие, разгерметизации змеевика – что в конечном итоге приводит к аварии.

Хотелось бы обратить ваше внимание

еще и на тот факт, что бывают случаи так называемого «ложного прогара» способные дать неверную картину дефекта. Специфика работы данных печей заключается в способности их работать как на природном газе с теплотой сгорания топлива $Q^p = 6500 - 9000$ ккал/м³, так и на мазуте $Q^p = 9500 - 10850$ ккал/кг. Во время подготовки оборудования к ремонту, в силу объективных и субъективных причин, происходит попадание топчного мазута на поверхность труб. Согласно регламенту по проведению ремонтных работ на технологических печах, змеевики подвергаются термическому воздействию как с наружи, так

и внутренней части, с целью удаления образовавшегося на внутренних стенках нефтяного кокса. При проведении этих работ оставшиеся пятна топчного топлива начинают тлеть на поверхности труб, что вызывает их поверхностное структурное изменение, выражающееся в виде почернения и шелушения металла. При измерении твердости, приборы показывают повышенную твердость – однако опыт показал что, зачистив эти участки при помощи шлифовальной машины и повторно замерив, твердость, получаем совсем другие значения, которые не выходят за рамки «отбраковочных» параметров. ►

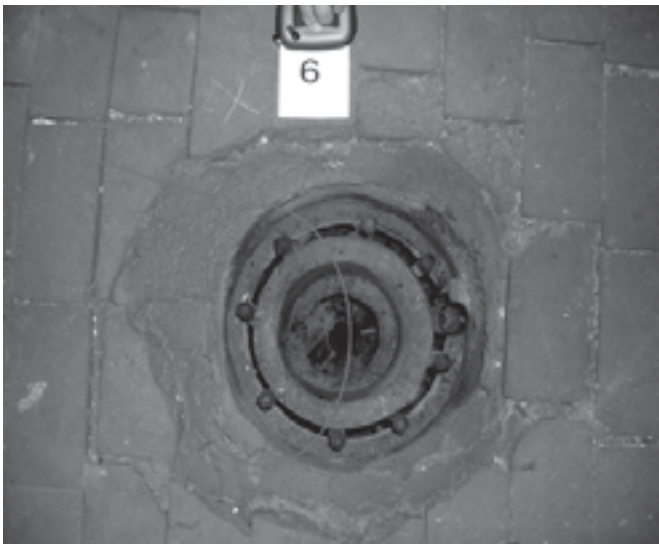


Рис 3



Рис 4

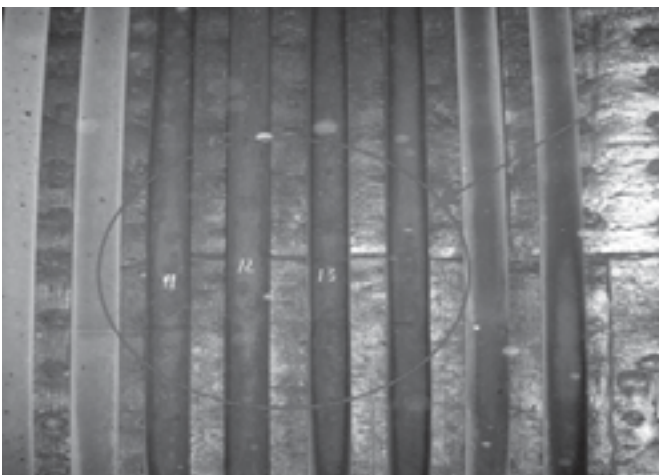


Рис 5. Прогар на трех секциях



Рис 6. Области вспучивания

На наш взгляд это связано с тем, что жаропрочные свойства стали (длительная прочность, предел ползучести) в значительной степени зависят также от микроструктуры, термической обработки, размера зерна, наличия легкоплавких примесей и других компонентов которые в результате попадания на их поверхность изменяют свою структуру. В данном случае под термической обработкой ни в коем случае не подразумевается непосредственное горение топочного материала на поверхности труб, что вызывает частичное повышение твердости материала, вызывающее ошибочное мнение о дефектности змеевика в целом.

На основании анализа полученных значений было принято решение и выдано заключение о непригодности к дальнейшей эксплуатации данного змеевика. Трубный

змеевик был демонтирован и заменен на новый. Исследуя внутреннюю часть, после ремонта отбракованных труб, мы обнаружили, что стенки труб изнутри покрыты толстым слоем, достигающим в некоторых местах до 5 мм. нефтяного кокса, который активно мешал теплообмену, проходящему по трубам продукту (рис 7).

Причинами образования этого кокса, а также запредельных параметров твердости труб, как мы считаем, является неподготовленность сырья к переработке, неотрегулированные топочные форсунки, нарушение температурного режима эксплуатации печи. Персонал вынужден был поднимать температуру в камере радиации с целью достижения необходимой температуры, и работать на температурном пределе, вследствие чего на поверхности

стальных труб (рис 8) образовались области с эффектом «Rhino - Hide», то есть «шкура носорога» – мелкие поверхностные вспучивания и усталостные трещины, а так же, расслоение металла, имеющее характерное распределение по высоте труб, что подтверждает их «термическое» происхождение.

Наряду с выявлением дефектов и составлением заключения, нами были разработаны рекомендации для обслуживающего персонала, которые помогут исключить такие происшествия в будущем. Соблюдение указаний регламента и правил эксплуатации, плюс профессиональный технический надзор, с использованием методов неразрушающего контроля – это, на наш взгляд, гарант безопасной и долговечной эксплуатации оборудования. ■



Рис. 7.

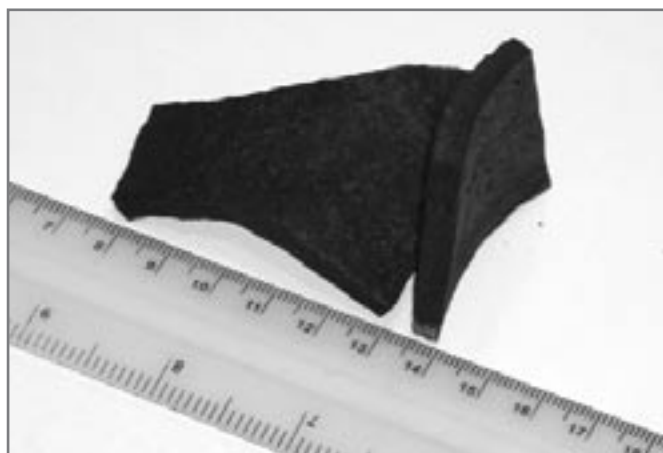


Рис. 8.

УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫСТАВКАХ:

15-16 октября, Сургут

«ДНИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА (ДЭС)
г. Новосибирск-Сургут - 2011»

Организаторы: инициативная группа при поддержке администрации Сибирского Федерального Округа и ТПП города Новосибирска, ТПП города Сургута и администрации города Сургута.

21-23 сентябрь, г. Оренбург

Тринадцатая специализированная выставка
«ОРЕНБУРГ. НЕФТЬ И ГАЗ. НЕФТЕХИМИЯ. ЭНЕРГО - 2011»
«ОРЕНБУРГ. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЖОХ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: Союз промышленников и предпринимателей Оренбургской области, Администрация Оренбургской области.

5-6 октября, г. Норильск

Восьмая специализированная выставка
«ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ - 2011»
«СИБИРСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»
«СТРОИТЕЛЬСТВО. ЖОХ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: Правительство Республики Саха (ЯК), Министерство промышленности РС, Министерство внешних связей РС, Администрация г. Норильск, Жардентская компания «ЛазуТолга».

13-14 октября, г. Ноябрьск

Пятая специализированная выставка
«НОЯБРЬСК. НЕФТЬ И ГАЗ. ЭНЕРГО - 2011»
«НОЯБРЬСК. СТРОЙКОМПЛЕКС. ЖОХ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: Администрация города Ноябрьска.

16-17 ноября, г. Красноярск

Третья специализированная выставка
«ТЭК. НЕФТЬ. ГАЗ. УГОЛЬ. ЭНЕРГО - 2011»
«ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ - 2011»
«ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: СО РАН РФ, Администрация Красноярского края.

2011 г.

второе полугодие



ноябрь, г. Свердловск

Первая специализированная выставка
«СУДОСТРОЕНИЕ - 2011»
«СТРОИТЕЛЬСТВО. ЭНЕРГЕТИКА. ЖОХ - 2011»

Поддержка: Администрация города Свердловска.

17-18 ноября, г. Ухта

Седьмая специализированная выставка
«УХТА. НЕФТЬ И ГАЗ. ЭНЕРГО - 2011»
«УХТА. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЖОХ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: Министерство промышленности и энергетики Республики Коми, Министерство архитектуры, строительства и коммунального хозяйства Республики Коми.

23-25 ноября, г. Салехард

Первая специализированная выставка
«НЕФТЬ И ГАЗ. ЭНЕРГЕТИКА ЯМАЛА - 2011»
«СТРОЙКОМПЛЕКС СЕВЕРА, ЖОХ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - 2011»

Поддержка: Администрация города Салехарда.

Если Вас заинтересовало наше предложение Вы можете связаться с нами:
Телефон/факс: (383) 330-42-30, 330-76-16
e-mail: apex@nov.net, apex-expo@list.ru
Адрес: Россия, 630090, Новосибирск, ул. Ильича, 10, к. 211, 219

С более подробной информацией вы можете ознакомиться на нашем сайте:
<http://www.apex-expo.net>

Возможны изменения и дополнения к предлагаемому плану

Всего доброго, фирма «АПЕКС»