

## بررسی روشهای تخمین عمر باقی مانده تیوپ کوره های فرآیندی نفت و گاز - مطالعه موردی

ملک جوکار<sup>۱</sup>: malek\_jowkar@yahoo.com

شهرام قاسم پور<sup>۲</sup>: prco1234@gmail.com

فرهاد جمیل زاده<sup>۳</sup>: fjamilzadeh@yahoo.com

### چکیده:

تخمین عمر باقی مانده قطعات داغ در مجتمع های صنعتی و نیروگاهی به دلیل استراتژیک بودن این قطعات، مورد توجه صنایع و مراکز تحقیقاتی می باشد. کوره های فرآیندی جزو تجهیزات مهم و حیاتی واحدهای عملیاتی در مجتمع های نفت و گاز به شمار می روند. تیوپ های این کوره ها بدلیل اینکه برای مدت زمان طولانی در معرض دمای بالا، تنش ناشی از سیال فرآیندی و محیط خورنده می باشند، عمر محدودی دارند و ارزیابی عمر باقی مانده آنها از جنبه اقتصادی و حفظ ایمنی تولید ضروری و مورد نیاز می باشد.

در این تحقیق روشهای تخمین عمر باقی مانده تیوپ کوره های فرآیندی نفت و گاز مورد بحث قرار گرفته است. این روشها شامل روشهای محاسباتی، روشهای مخرب و روشهای غیرمخرب می باشند. همچنین به عنوان مطالعه موردی، کوره فرآیندی یک پالایشگاه گازی مورد بررسی قرار گرفته است و تیوپ های آن که از جنس کربن استیل ASTM A 106 Gr. B با عمر کارکرد حدود ۱۶ سال می باشند مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی های ریزساختاری از تیوپ کوره و مقایسه ریزساختار در دو قسمت در معرض شعله و سمت مقابل آن نشان می دهد که مقدار فاز پرلیت در قسمت حرارت دیده از مقدار این فاز در سمت مقابل نمونه بیشتر است. همچنین حفرات خزشی در ریزساختار مشاهده نمی شود. نتایج ارزیابی عمر باقی مانده با استفاده از پارامتر ارتباطی لارسون-میلر و براساس استاندارد (API 530 (2008)، نشان می دهد که علیرغم اینکه دمای سطح تیوپ در مرز محدوده خزشی می باشد، لیکن به دلیل پایین بودن مقدار تنش، شرایط خزشی حاکم نمی باشد.

واژه های کلیدی:

تخمین عمر باقی مانده، کربن استیل، خزش، پارامتر ارتباطی لارسون-میلر

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد بازرسی فنی شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

<sup>۲</sup> مسئول بازرسی فنی شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

<sup>۳</sup> رئیس بازرسی فنی شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

## ۱- مقدمه:

کوره های فرایندی جزو تجهیزات مهم و حیاتی واحدهای عملیاتی در مجتمع های نفت و گاز به شمار می روند. تیوپ های این کوره ها بدلیل اینکه برای مدت زمان طولانی در معرض دمای بالا، تنش ناشی از سیال فرآیندی و محیط خورنده می باشند، عمر محدودی دارند و ارزیابی عمر باقی مانده آنها از جنبه اقتصادی و حفظ ایمنی تولید ضروری و مورد نیاز می باشد. نتیجه این ارزیابی ها تعویض زود هنگام تیوپ ها قبل از به پایان رسیدن عمر طراحی و یا استمرار استفاده از آنها حتی بعد از به پایان رسیدن عمر طراحی می باشد [۱].

رخداد شکست (Failure) تیوپ کوره ها در حین سرویس می تواند خسارات جانی و مالی سنگینی در پی داشته باشد و می بایست حداکثر توجه برای جلوگیری از شکست این تجهیزات در حین سرویس بعمل آید [۲]. فولادهای کربن استیل و فولاد Cr-Mo بیشترین استفاده را جهت تیوپ کوره ها دارند. برای بیشتر این تجهیزات عمر طراحی ۲۰ سال در نظر گرفته می شود، لیکن تجربیات گذشته نشان داده است که بسته به شرایط کارکرد، این تجهیزات می توانند عمر مفید بیشتر از طراحی اولیه را داشته باشند [۲]. بعضی از فاکتورهای متالورژیکی و عملیاتی باعث می گردند عمر مفید بیشتر از عمر طراحی باشد و بالعکس. پارامترهایی که باعث افزایش عمر مفید، بالاتر از عمر طراحی می گردند عبارتند از [۳]: اعمال ضرایب اطمینان بالا در عمر طراحی، دقت در پردازش و برونمایی داده ها، تقریب بیش از حد تأثیر عوامل مخرب مانند اکسیداسیون در عمر طراحی. فاکتورهایی که باعث می شوند عمر واقعی کمتر از عمر طراحی باشد عبارتند از [۳]: تنشهای ناخواسته و پسماند، عوامل محیطی و عملیاتی پیش بینی نشده در طراحی، کاربری خارج از محدوده طراحی، همانند دمای بالا و بار سیکلی، کاهش خواص مواد در سرویس.

روشهای متفاوتی برای تخمین عمر باقی مانده تیوپ کوره ها مورد استفاده قرار می گیرد. این روشها شامل روشهای محاسباتی، روشهای مخرب و روشهای غیرمخرب می باشند. در این تحقیق ضمن بررسی روشهای تخمین عمر باقی مانده تیوپ های کوره های فرآیندی نفت و گاز، نمونه تیوپ کوره از جنس ASTM A 106 Gr B با عمر کارکرد حدود ۱۶ سال (مربوط به یک پالایشگاه) مورد بررسی قرار گرفته است و براساس استاندارد API 530 (2008) ارزیابی عمر باقی مانده انجام شده است.

## ۲- روشهای تخمین عمر باقیمانده

روشهای تخمین عمر باقیمانده خزشی را می توان به شکلهای مختلفی تقسیم بندی نمود. از جمله این تقسیم بندیها، می توان به روشهای محاسباتی، روشهای مخرب و روشهای غیرمخرب اشاره نمود [۳].

### ۱-۲- روشهای محاسباتی

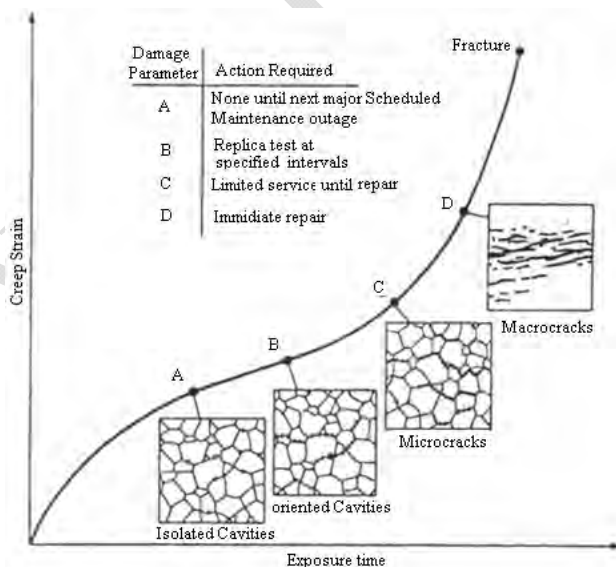
تخمین عمر باقیمانده در روشهای محاسباتی و یا تحلیلی، بر اساس تاریخچه کاری و بارگذاری، ثبت اطلاعات دما، فشار، هندسه قطعات داغ، خواص مواد، استارتها و خاموشیهای دستگاه و مدل‌های تئوری موجود در زمینه مکانیک شکست الاستیک و پلاستیک، خزش و خستگی صورت می گیرد. روشهای محاسباتی، با بکارگیری از یک تابع مناسب، برای مواردی که آزمایشات پرهزینه و زمانبر می باشند، مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین این روشها می توانند به عنوان اولین قدم جهت شناسایی محل های مستعد به آسیب در نظر گرفته شوند.

### ۲-۲- روشهای غیرمخرب

از جمله روشهای غیر مخربی که برای تحلیل عمر خزشی صرف شده وجود دارند عبارتند از: (۱) اندازه گیری ابعادی ، (۲) مدل حفرات خزشی [۳]. اندازه گیری ابعادی در بعضی مواقع می تواند امکان تخمین عمر باقیمانده را فراهم نماید. با اندازه گیری ابعادی توسط ابزار های دقیق می توان کرنش ایجاد شده را محاسبه کرد. اساس چنین محاسبه ای تعیین میزان کرنش ایجاد شده با توجه به مقدار اعوجاج اندازه گیری شده می باشد. مقدار کرنش بدست آمده را می توان با کرنشی که منجر به شکست می شود مقایسه نمود و عمر باقیمانده را محاسبه کرد [۴]. همچنین اگر اندازه گیری ابعادی در فواصل زمانی متوالی صورت پذیرد، می توان با توجه به نرخ خزش بدست آمده، عمر باقیمانده را با استفاده از رابطه Monkman-Grant محاسبه کرد. در این موارد، افزایش ناگهانی سرعت خزش بیانگر آغاز مرحله سوم خزشی در نظر گرفته شده و بیانگر آسیب های احتمالی بعدی تلقی می گردد. یکی دیگر از شاخصهای ارزیابی آسیبهای ناشی از خزش ، وجود حفره های خزشی در مرز دانه ها می باشد. اگر چه مشاهدات کیفی در مورد حفرات ایجاد شده توسط محققین زیادی گزارش شده است، ولی نتایج کمی در این زمینه محدود می باشد [۳]. این تکنیک می تواند بین تغییرات ریزساختاری و خسارات خزشی (مثل تشکیل حفرات در مرز دانه) ارتباط برقرار کند. برای این منظور بوسیله روشهای نمونه برداری، در مناطق حساس به ترک که در معرض دما و تنش های بالا هستند، اندازه گیری انجام می شود. این مناطق معمولاً بوسیله تجربه و تحلیل خسارات قبلی شناسایی می شوند [۳].

اولین تلاشها برای ارتباط بین عمر خزش قطعات با میزان حفرات خزشی بوجود آمده توسط آقایان Neubauer و Wadel [۵] صورت گرفته است. آنها ارتباط بین عمر خزشی قطعات و خسارت دیدن ناشی از خزش و مراحل تشکیل حفرات را طبق شکل (۱) به چهار مرحله تخریبی دسته بندی کردند:

حفرات پراکنده و منفرد (A) ، حفرات جهت یافته (B) ، بهم پیوستن حفرات (C) ، ترکهای ریز (D) گزارش شده است که در صورت تشکیل آسیب های نوع A، هیچگونه اقدام ایمنی لازم نمی باشد. برای حفرات نوع B که در بر گیرنده تشکیل حفرات جهت دار است، بازرسی های مجدد در فواصل زمانی ۱/۵ تا ۳ سال مورد نیاز است. برای آسیب های نوع C، بایستی تغییر و جایگزینی قطعات در طی شش ماه صورت پذیرد. در صورت مشاهده آسیب های از نوع D، تغییر و جایگزینی می بایست بلافاصله انجام شود [۳].

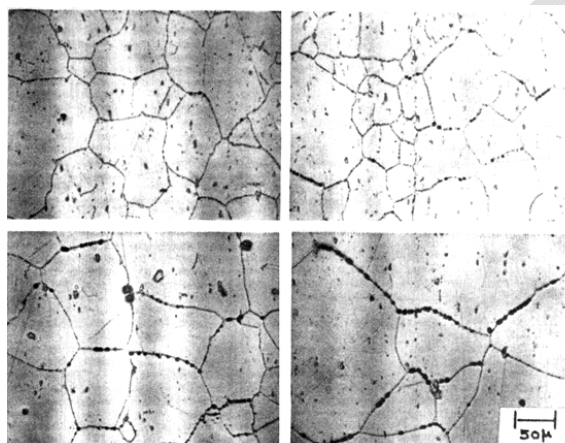


شکل (۱) ارزیابی عمر باقیمانده بر اساس طبقه بندی حفرات [۳]

تکنیک دیگر، مقایسه حفره های خزشی در یک نمونه مستعمل با یک کاتالوگ مرجع از یکسری داده‌های آزمایشگاهی بدست آمده می‌باشد. رابطه حفرات خزشی با درصد عمر خزشی صرف شده بر اساس آزمایشاتی که روی Nimonic 108 انجام شده است در شکل (۲) نشان داده شده است [۳].

### ۲-۳- روشهای مخرب

روشهای مخرب به عنوان سومین مرحله استراتژی تخمین عمر باقیمانده در نظر گرفته شده است [۶]. روشهای مخرب بر اساس انجام آزمایشات مخربی همچون متالوگرافی روی نمونه بریده شده از تیوپ کوره، تخمین عمر باقیمانده درستی از شرایط کاری فراهم می نمایند. از جمله روشهای مخربی که برای تحلیل عمر خزشی قطعات وجود دارند شامل آزمایشات تنش گسیختگی و روشهای متالوگرافی موارد ذیل می‌باشند.



شکل (۲) رابطه بین حفرات خزشی با عمر خزشی سپری شده. شکل بالا سمت چپ و راست به ترتیب ۴۰٪ و ۶۰٪ عمر خزشی سپری شده، شکل های پایین ۸۰٪ درصد عمر خزشی سپری شده [۳]

### الف) آزمایشات تنش گسیختگی

اطلاعات مربوط به آزمایش های خزش یا تنش گسیختگی عموماً از یک آزمایش ساده در یک دمای ثابت و بارگذاری ثابت تک محوری بدست می‌آیند. متغیرهای آزمایش معمولاً تنش (که در طول آزمایش ثابت نیست)، درجه حرارت و زمان است. معمولاً در این موارد اطلاعات استخراج شده به شکل نمودار و یا منحنی ارائه می‌شوند. اینگونه منحنی ها و نمودارها اغلب شامل نمودار تنش-درجه حرارت، تنش- زمان و یا زمان-درجه حرارت می باشند، که معمولاً در مقیاس لگاریتمی و یا در مختصات دستگاه کارترین و یا ترکیبی از هر دو ارائه می‌شوند. سپس این اطلاعات به دقت مورد بررسی قرار می‌گیرند و از طریق درون یابی یا برون یابی اطلاعات، پیش بینی‌های لازم انجام می‌پذیرد.

### ب) روشهای متالوگرافی

با انجام متالوگرافی بر روی تیوپ کوره، نوع خوردگی داغ و همچنین دمای کاری (با توجه به نوع خوردگی داغ) قابل تشخیص است. با انجام مطالعات ریزساختاری، بر روی پروفیل منطقه خورده شده، منطقه تخلیه شده از عناصر آلیاژی و همچنین سطح مقطع باقیمانده می‌توان قابلیت تحمل نیرو توسط قطعه را مورد ارزیابی قرار داد. این روش همچنین می‌تواند به آشکارسازی ترک (که ممکن است توسط سایر روشهای ذکر شده شناسایی نشود) کمک کند [۳]. موارد دیگر همچون حفرات خزشی، بررسی ریزساختار برای بررسی میزان تخریب و تخمین زمان گسیختگی آلیاژ مورد استفاده قرار گیرند.

### ۳- نحوه ارزیابی عمر قطعات داغ با استفاده از داده های آزمایش تنش گسیختگی

در این روش از آزمونهای تنش گسیختگی در شرایط بحرانی تر از شرایط واقعی (تنش و درجه حرارت بالاتر) بر روی نمونه ها انجام و سپس نتایج حاصل با استفاده از روشهای موجود به شرایط نزدیک به شرایط کارکرد واقعی برون یابی می‌شوند [۳].

#### ۳-۱- روشهای موجود برای ارزیابی عمر قطعات داغ با استفاده از داده های خزشی

##### الف) پارامتر زمان-درجه حرارت (Time-Temperature Parameter)

پارامترهای زمان-درجه حرارت توابعی هستند که ارتباط بین متغیرهای آزمایش خزش یعنی درجه حرارت، تنش و زمان را بیان می‌کنند. ایده بکارگیری پارامترهای زمان-درجه حرارت از تلاشهایی که برای ارائه یک مدل برای آزمایش کشش بعمل آمده، گرفته شده است. مطالعات انجام شده در سالهای قبل نشان داده است که متغیرهای آزمایش کشش را می‌توان به نحوی باهم ترکیب نمود بگونه ای که نهایتاً به شکل یک تابع یا پارامتر ظاهر شوند [۳]. بعنوان مثال، سختی فولادها را به صورت تابعی از زمان و درجه حرارت بازپخت می‌توان به شکل معادله (۱) ارائه کرد [۳].

$$P=f(t,T) \quad (1)$$

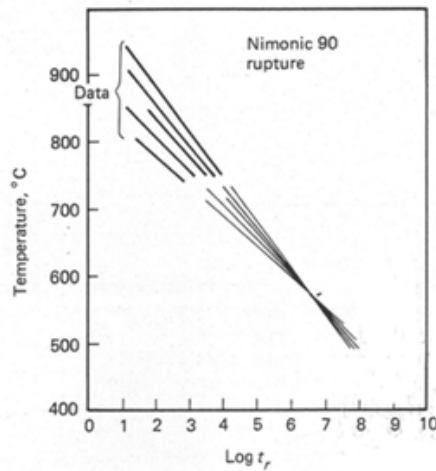
پارامترهای مشابهی برای خزش ارائه شده است که در ادامه تعدادی از رایج ترین آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

##### الف) پارامتر ارتباطی منسون-هافرد (Manson-Haford Correlation Parameter)

این رابطه بعلاوه انعطاف پذیری بیشتر، در برون یابی داده های گسیختگی ناشی از تنش، بیشترین تطابق را برای سوپر آلیاژهای پایه نیکل از خود نشان می‌دهد. با این حال خسارتهای ناشی از خزش با این پارامتر بخوبی نشان داده نمی‌شود. پارامتر ارتباطی منسون-هافرد (MHCP) در واقع شیب منحنی درجه حرارت بر حسب  $\log t_r$  است و بصورت زیر تعریف می‌گردد [۷]:

$$MHCP = \frac{T - T_G}{\log t_r - \log t_G} \quad (2)$$

نمودار نتایج آزمایشات تنش گسیختگی بر حسب لگاریتم زمان شکست خطی می‌باشد. با رسم خطوط تنش ثابت، این خطوط یکدیگر را در نقطه ثابتی قطع می‌کنند بگونه ای که مختصات آن برای تمامی خطوط ثابت می‌باشد و ثوابت رابطه منسون-هافرد را تعریف می‌کنند (شکل ۳) [۷].



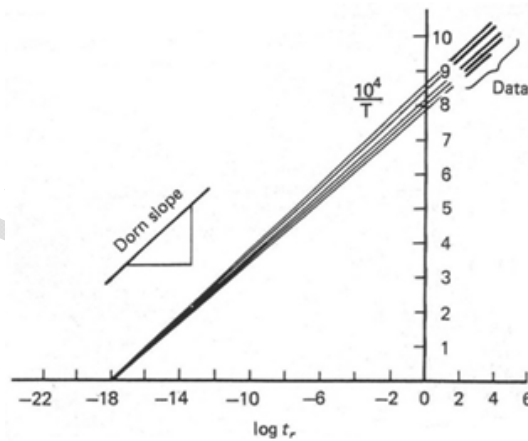
شکل (۳) نمودار منسون-هافرد برای ارتباط داده های خزشی آلیاژ Nimonic 90 [۷]

الف/۲) پارامتر ارتباطی DORN (Dorn Correlation parameter)

پارامتر ارتباطی Dorn (DCP) به صورت زیر تعریف می شود [۷]:

$$DCP = t_r \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right) \quad (۳)$$

با رسم  $\log t_r$  بر حسب  $\frac{1}{T}$  شیب خطوط با تنش های ثابت برابر  $\frac{2.3R}{Q}$  می باشد (شکل ۴).



شکل (۴) رسم  $\log t_r$  بر حسب  $\frac{1}{T}$  (پارامتر ارتباطی Dorn) [۷]

الف/۱) پارامتر ارتباطی لارسون-میلر (Larson – Miller Correlation Parameter)

پارامتر ارتباطی لارسون میلر (LMCP)، با هدف مرتبط ساختن درجه حرارت و زمان گسیختگی پارامتری را به شکل معادله

(۲) ارائه می شود [۱]:

$$LMCP = (T + 273)(C_{LM} + \text{Log } t_{DL}) \times 10^{-3} \quad (۴)$$

نمودار لارسون میلر برای فولاد ASTM A106 Grade B در شکل شماره (۵) نشان داده شده است.

### (ب) روشهای تحلیلی - ترسیمی (Graphical-Analytical Methods)

برای بدست آوردن پارامترهای زمان درجه حرارت که به آنها اشاره شد، حجم زیادی از آزمایشهای تجربی لازم است تا خطای موجود به میزان قابل قبولی کاهش یابد. از اینرو استفاده از روشهای تحلیلی برای تخمین عمر قطعات داغ همواره مورد توجه بوده است.

#### ب/۱) رابطه مانکن - گرانٹ (Monkman-Grant)

اغلب روابط ارائه شده برای مرتبط ساختن سرعت خزش در مرحله دوم و زمان گسیختگی از تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از آزمایش خزش با بارگذاری ثابت بدست می آید. یکی از متداولترین روابط موجود، رابطه ارائه شده توسط مانکن-گرانٹ است. در حالت کلی معادله مانکن-گرانٹ با رابطه (۳) نشان داده می شود [۸]:

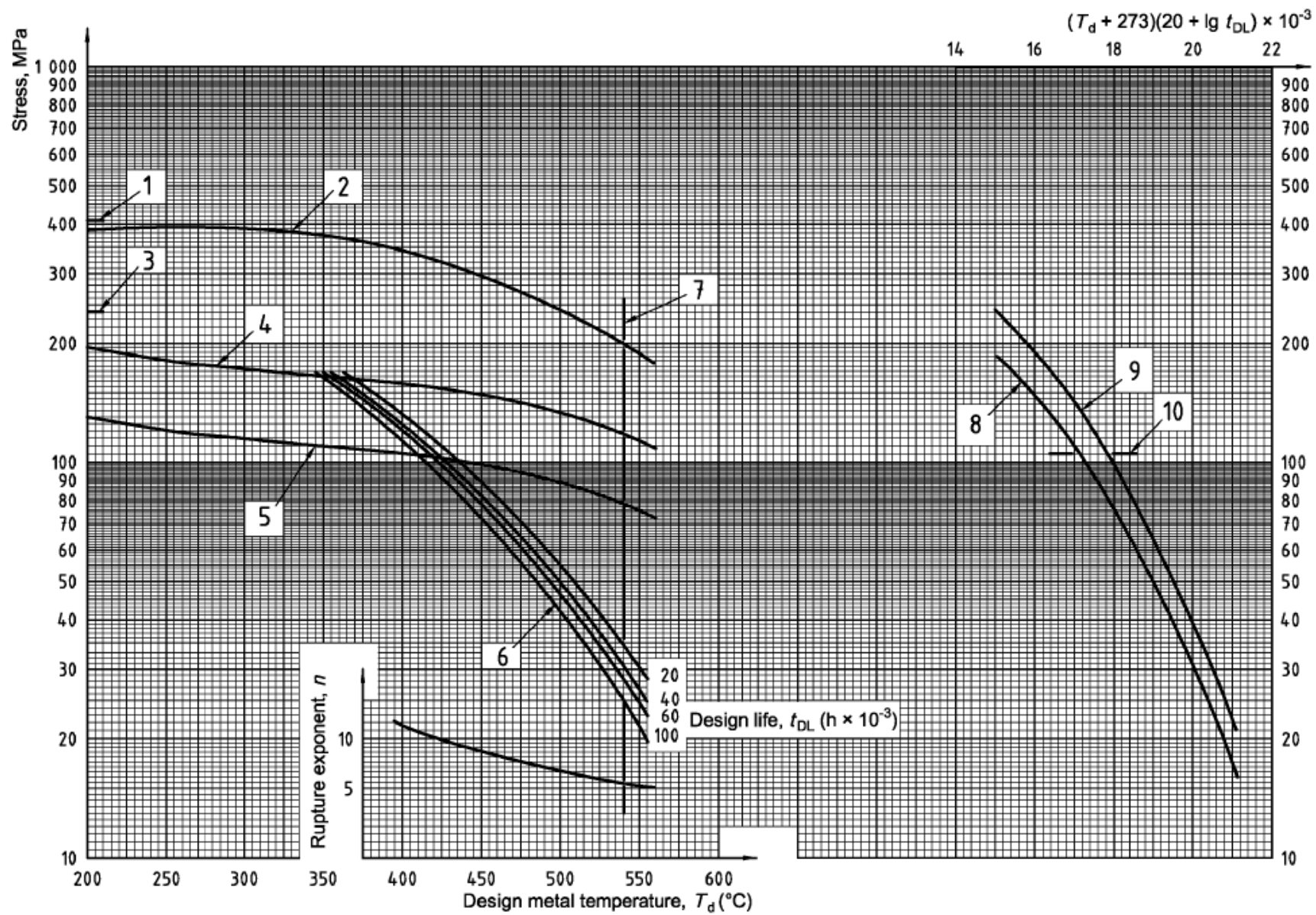
$$\epsilon_r \cdot \epsilon_s^m = C_{M.G} \quad (3)$$

اهمیت رابطه (۳) در این است که با بدست آوردن ثوابت C و m برای یک ماده مشخص می توان زمان گسیختگی را بر اساس حداقل سرعت خزش پیش بینی کرد. این روش از ضرورت انجام آزمایشات طولانی مدت برای آلیاژهای دما بالا می کاهد، زیرا زمان لازم برای رسیدن به مرحله دوم خزش در این آلیاژها معمولاً بخش کوچکی از کل زمان لازم برای شکست قطعات را تشکیل می دهد. رسم تغییرات سرعت خزش مرحله دوم بر حسب زمان گسیختگی ( $t_r$ ) در یک محور لگاریتمی در این رابطه به صورت خطی است.

#### ب/۲) رابطه دابز - میلیکا (Dobes - Milika equation)

دابز و میلیکا (D-M) به منظور کم کردن پراکندگی نتایج حاصل از آزمایشات خزش، رابطه بهتری بین عمر گسیختگی و سرعت کرنش نسبت به معادله M-G ارائه نمودند که  $C^*$  و  $m^*$  مقادیر ثابتی می باشند [۹].

$$\frac{t_r}{\epsilon_r} \times \epsilon_s^{m^*} = C^* \quad (4)$$



شکل (۵): نمودار لارسون میلر برای فولاد کربن استیل از جنس ASTM A106 Gr. B [۱]



## ۴- نتایج و تحلیل:

در این تحقیق ریزساختار تیوپ کوره روغن داغ (Hot Oil Heater) موجود در یک پالایشگاه گاز مورد و همچنین عمر باقی مانده آن مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیز شیمیایی تیوپ کوره از جنس ASTM A 106 Gr. B در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. مشخصات تیوپ کوره و شرایط فرایندی کارکرد آن در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

شماره ۱:  
شیمیایی  
تیوپ کوره

C (Max)	Mn	P (Max)	S (Max)	Si (Min)	Cr (Max)	Cu (Max)	Mo (Max)	Ni (Max)	V (Max)
0.30	0.29-1.06	0.035	0.035	0.10	0.40	0.40	0.15	0.40	0.08

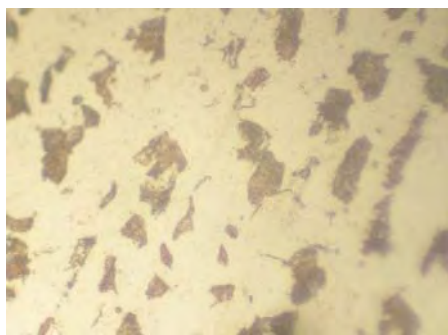
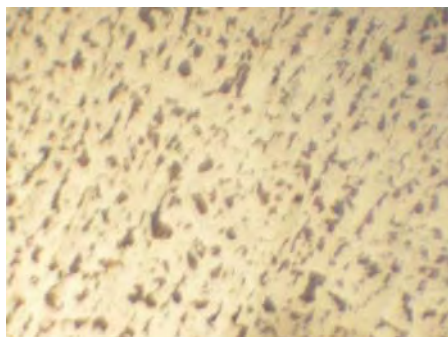
جدول  
آنالیز  
شیمیایی

از جنس ASTM A 106 Gr. B [۱۰]

جدول شماره (۲): مشخصات تیوپ مورد بررسی و شرایط فرایندی کارکرد آن

Outside diameter (mm)	Thickness (mm)	Design Tube metal Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	Maximum operating pressure (Mpa)	Operating life (year)	Hot Oil Operating Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )
114.3	6	404	0.9	16	145-170

ریزساختار تیوپ کوره (قسمت در معرض حرارت مسقیم) در شکل شماره (۶ الف) و ریزساختار سمت مقابل نمونه در شکل (۶-ب) نمایش داده شده است. با مقایسه دو تصویر مشاهده می شود که حرارت مقدار فاز پرلیت در قسمت حرارت دیده از مقدار این فاز در سمت مقابل نمونه بیشتر است. علت این امر را می توان به بالتر بودن دمای سطح تیوپ در سمت مقابل شعله و فعال شده مکانیسم های نفوذ مرتبط دانست. همچنین با توجه تصاویر تهیه شده از ریزساختار (شکل شماره ۶) ، حفرات خزشی در ریزساختار مشاهده نمی شود.



(ب)

(الف)

شکل (۶) نمونه ریزساختار تیوپ کوره از جنس فولاد ASTM A 106 Gr. B، (الف) قسمت حرارت دیده، (ب) سمت مقابل نمونه

مطابق استاندارد (2008) API 530، میزان تنش مجاز در محدوده خزش گسیختگی طبق رابطه شماره (۵) محاسبه می گردد [۱]:

$$\sigma_r = \frac{1}{2} \left( \frac{P_r D_o}{s_s} - P_r \right) \quad (5)$$

با استفاده از رابطه ۵ و مشخصات و شرایط کارکرد فرآیندی تیوپ طبق جدول شماره (۲) مقدار  $\sigma_r$  محاسبه می گردد:

$$\sigma_r = \frac{1}{2} \left( \frac{0.9 \times 114.3}{6} - 0.9 \right) = 8.12 \text{ Mpa} \quad (6)$$

با توجه به نمودار لارسون میلر برای فولاد ASTM A 106 Gr. B (شکل شماره ۳) مشاهده می شود مقدار تنش کمتر از حداقل تنش گسیختگی می باشد. به عبارتی با وجود اینکه دمای سطح تیوپ در محدوده خزش می باشد، لیکن به دلیل پایین بودن مقدار تنش محیطی، شرایط خزشی حاکم نمی باشد. لازم به ذکر است که عدم مشاهده حفرات خزشی در بررسی های ریزساختاری نیز موید این مطلب می باشد. لذا در صورت تداوم شرایط کارکرد فرآیندی با مشخصات فعلی، مکانیزم خزشی محدود کننده عمر سرویس دهی تیوپ ها نمی باشد.

## فهرست منابع:

- [1] ANSI/API STANDARD 530, " Calculation of Heater-tube Thickness in Petroleum Refineries", SIXTH EDITION, SEPTEMBER 2008
- [2] Ray AK, Tiwari YN, Roy PK, Chaudhuri S, Bose SC, Ghosh RN, et al. "Creep rupture analysis and remaining life assessment of 2.25Cr01Mo steel tubes from a thermal power plant". Materials Science and Engineering A 2007
- [3] R. Viswanathan, "Damage Mechanism and life assessment of High-temperature Component", ASM, Metal Park, Ohio, (1989)
- [4] A. K. Koul, J. P. Immarrigeon, R. Castillo, P. Lowden and J. Liburdi, "Rejuvenation of Serviced Exposed IN738 Turbine Blades", The Met. Society, PP. 755-736 (1988)
- [5] B. Neubavar and V. Wedel, "Rest Life Estimation Components by Means of Replicas", American Society of Mechanical Engineering, New York, PP. 307-314 (1983)
- [6] Stringer and R. Viswanathan, "Keynote Address Life Assessment Technique and Coating Evaluation for Gas Turbine Blades", Proceeding Conference Arizona, VSA, PP. 1-18 (1990)
- [7] FAA Crane and SA Charles, "Selection and Use of Engineering Materials", Pub. Butterworths (1984) Superalloys", Materials Science and Engineering, Vol. 66 PP. 213-226 (1986)
- [8] F.C. Mankman and N.J. Grant, Proc. ASTM Vol. 56, PP. 593-607 (1956).
- [9] R. Costillo, A. K Koul and E.H. Toscano, "Life prediction under constant load creep condition for a cast Ni-base superalloy", Journal of engineering for gas turbine and power, Vol. 109, PP. 99-105 (1987)
- [10] ASTM A 106, " Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service", 2006

## علائم و متغیرها:

T: درجه حرارت سطح فلز بر حسب درجه سانتیگراد

t<sub>DL</sub>: عمر طراحی بر حسب ساعت

C<sub>LM</sub>: ثابت لارسون میلر

T<sub>c</sub> و t<sub>c</sub>: ثوابت رابطه منسون- هافرد

t<sub>r</sub>: زمان گسیختگی

Q: گرمای نهان

s<sub>s</sub>: حداقل سرعت خزش

C<sub>M,G</sub> و m: ثوابت معادله مانکن-گران

C\* و m\*: ثوابت رابطه دابز-ملیکا

ε<sub>r</sub>: کرنش گسیختگی

σ<sub>r</sub>: تنش مجاز در محدوده خزش گسیختگی

$\delta_{\sigma}$ : ضخامت تیوپ

P: مقدار سختی

$D_0$ : قطر خارجی تیوپ

$F_r$ : حداکثر فشار فرایندی

www.Koureh.ir

### **Remaining Life assessment of oil and gas processing heater**

Estimating the remaining life of hot sections in power plant industries is one of the major concern of engineers nowadays. Processing heaters are critical equipments in oil and gas plant. Because of exposure to high temperature and high pressure in corrosive environment, these tubes have definite life and life assessment the remaining life of these tubes are necessary in economic and safety aspects.

In this research, methods for remaining life assessment of oil and gas processing heater are investigated. These methods including computational, destructive and non descriptive methods. Also as a case study, tubes of an gas refinery heater made of ASTM A 106Gr.B carbon steel, with approximately 16 years operational time, is investigated. Microstructural investigation shows that the amount of Pearlite phase in a fire side is more than the other side and creep cavities are not exist in the micro structure. Results of remaining life assessment using Larson-Miller correlation parameter according to API 530 (2008) standard, shows that, although the tube skin temperature is in a border of creep range, but because of low internal pressure, creep mechanism is not active.

Key words:

Remaining life assessment, Carbon steel, creep, Larson Miller Correlation Parameter