Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: اهم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

بررسی عوامل مؤثر در سوراخ شدن لوله‌های حفاری (Washout) و ارائه راهکارهای رفع آن

فرشاد درگاهی [۱]

بوشهر- دشتستان – بخش آبپخش- خیابان شهدا- کوچه شفقت ۰۹۱۷۳۷۷۳۹۲۴ farshaddargahi22@gmail.com

رباب چاه‌شوری [۲] ـ Robabchahshoori@gmail.com

باشگاه پژهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر

چکیده

با توجه به اینکه هزینه‌ی حفاری یک چاه بسیار زیاد است، لذا شوئیدگی و سوراخ شدن لوله‌های حفاری و در نهایت شکست در رشته‌ی حفاری می تواند تأثیر بسیار زیادی بر افزایش این هزینه‌ها داشته باشد.

خستگی عادی ترین علت سوراخ شدن لوله‌های حفاری و در نهایت شکست آنها است، که اغلب در سطح لوله‌ها، مثل بریدگی‌ها و خط‌های ناشی از چرخیدن لوله در لوله گیر، پارگی‌های سطحی ناشی از چرخیدن لوله در لوله گیر و یا وجود خوردگی‌های عمیق در سطح درونی لوله، رخ می‌دهد.

خستگی در رشته حفاری به صورت رشد ترک‌های خستگی ظاهر می‌شود، همواره ترک‌های ناشی از خستگی، از سطح شروع شده و به داخل رشد می‌کنند تا باعث شوییدگی و سوراخ شدن رشته‌ی حفاری شوند، درصورتیکه افت فشار ناشی از سوراخ شدگی تشخص داده نشود، رفته رفته ترک رشد کرده و باعث قطع لوله می‌شود.

تنش‌های محوری و تمرکز این تنش‌ها باعث تشدید ترک‌ها و منافذ ایجاد شده گشته و باعث خوردگی آنها می‌شود. نواحی که تحت تاثیر تنش بیشتری قرار دارند، سریعتر خورده می‌شوند. به همین علت لوله‌های حفاری که درست بالای لوله‌های وزنه قرار دارند، سریعتر خورده می‌شوند. گل حفاری با نیروی زیاد از داخل این منافذ عبور کرده و خاصیت فرسایندگی سیال، فلز را سائیده و سوراخ را بزرگ و ابعاد آن را صاف و گرد می‌کند.

[۱] دانشجوی رشته مهندسی نفت – دانشگاه آزاد اسلامی عالیشهر

[۲] . مدرس دانشگاه آزاد اسلامی عالیشهر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بطور کلی حفاری به منظور حفر کردن چاه‌های عمیق در دو بخش اکتشاف و استخراج در چاه‌های نفت و گاز بکار می‌رود. سیستم-های حفاری بصورت مکانیکی جهت رسیدن به اهداف، عمق زمین را حفر می‌کنند. به بخش‌های سیستم حفاری که از سطح زمین شروع شده و تا محل حفاری ادامه دارد، رشته‌ی حفاری گفته می شود. رشته ی حفاری از قسمت‌های اصلی مختلفی از قبیل لوله-های حفاری، لوله‌های وزنه، پایدارکننده‌ها، ارتعاش گیرها، اتصالات و مته تشکیل شده است. قسمت‌های تولید و انتقال قدرت در روی سطح زمین قرار دارند و در اثر چرخش آن‌ها، مجموعه‌ی رشته‌ی حفاری شروع به دوران می کند و انرژی را از طریق لوله‌ها به مته و از مته به سازند وارد نموده و باعث حفر سازند می شود. مته علاوه بر نیروی چرخشی، وزن مجموعه‌ی روی خود را نیز تحمل می‌کند و رشته در اثر همین نیروها در عمق زمین پیشروی می‌نماید.

با توجه به اینکه رشته‌ی حفاری دارای طول زیادی است و نیروهای مختلف و عوامل گوناگونی هنگام دوران در رفتار آن تأثیرگذارند، بنابراین ارتعاشات مختلفی بصورت خمشی، پیچشی و محوری در آن بروز می‌نماید.

با توجه به اینکه صنعت حفاری یکی از صنایعی است که خستگی رشته‌ی حفاری تاثیر بسیار مهمی بر روی آن دارد و با توجه به اینکه هزینه‌ی حفاری یک چاه بالغ بر ۱۰ میلیون دلار است، لذا شکست و خستگی در رشته ی حفاری می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر افزایش این هزینه‌ها داشته باشد.

رشته‌ی حفاری در خلال سرویس دهی، در معرض تنش‌های متغیری همچون انواع مختلف بارهای دینامیکی و استاتیکی، خوردگی ناشی از گل حفاری، حرارت و غیره می‌باشند. این عوامل در ترکیب یا تمرکز تنش‌های بالا، رشته‌ی حفاری را مستعد آسیب‌های ناشی از خستگی می‌کند.

خستگی در رشته حفاری به صورت رشد ترک‌های خستگی ظاهر می‌شود، همواره ترک‌های ناشی از خستگی، از سطح شروع شده و به داخل رشد می‌کنند تا باعث شوییدگی و سوراخ شدن رشته‌ی حفاری شوند، درصورتیکه افت فشار ناشی از سوراخ شدگی تشخص داده نشود، رفته رفته ترک رشد کرده و باعث قطع لوله می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

ارتعاشات در رشته حفاری:

۱. سرعت دورانی مته:

عامل اصلی ایجاد ارتعاشات، سرعت دورانی مته است. در صورتیکه سرعت دورانی مته با فرکانس طبیعی رشته برابر باشد و ارتعاشات در این شرایط میرا نشود، رشته دچار تشدید شده و شکست اتفاق می‌افتد.

۲. اندرکنش مته/سازند:

اثرات متقابل مته/سازند، یکی دیگر از منابع تولید ارتعاشات می‌باشد، برخورد دندانه‌های مته با سازند و عکس العمل سازند، باعث ایجاد ارتعاشات در رشته حفاری می‌شود.

۳. پمپ‌های گل و اندرکنش پایدار کننده و سازند

انواع ارتعاشات مکانیکی در رشته حفاری شامل موارد زیر هستند:

۱. ارتعاشات محوری رشته حفاری:

عمدتا ناشی از درگیری مته و سازند می باشد، در صورتیکه شدت ارتعاشات محوری به حداکثر خود برسد، تماس مته با سازند قطع شده و به صورت کوبش و ضربات متناوب بین آن دو عمل می‌کند، که به آن بالا جستن مته گویند. در صورتیکه ارتعاشات محوری شدید باشد، آثار آن در سطح به صورت لرزش‌هایی در دکل قابل مشاهده خواهد بود.

الف) حفاری با مته‌های سه کاجی:

بصورت خرد کردن، شکستن و کندن سازند می‌باشد، که آن را به حالت بیل زدن تشبیه می‌کنند.

ب) حفاری با مته‌های الماسی:

بصورت خراشیدن و سایش سازند می‌باشد که آن را به حالت تراشکاری فلزات تشبیه می‌کنند.

حفاری لایه‌های سخت و منسجم توسط مته‌های سه کاجه باعث می‌شود، دندانه‌های مته در اثر بر خورد با سازند آسیب دیده و عکس العمل سازند در مقابل مته به صورت ضربات و ارتعاشات محوری به رشته منتقل شود.

۲. ارتعاشات پیچشی رشته حفاری:

قسمتی ناشی از تغییرات شدت درگیری مته و سازند و بخشی ناشی از تماس و درگیری رشته حفاری با بدنه چاه می‌باشد. این درگیری‌ها باعث شده تا سرعت چرخش رشته از بالا تا پایین تغییر کند و نوسانات آن گاهاً بقدری شدید شده که در یک لحظه ممکن است مته متوقف شده و در لحظه‌ای دیگر سرعت چرخش مته به چندین برابر سرعت میز دوار یا گردانده فوقانی برسد. که به آن (گیر و رفع گیر)گویند. این نوع ارتعاشات در سطح بصورت نوسانات گشتاور بر روی گشتاور سنج قابل مشاهده است.

۳. ارتعاشات عرضی رشته حفاری:

کجی و خمیدگی لوله‌ها باعث شده تا مرکز جرم و مرکز هندسی رشته حفاری خارج از محور چاه قرار گیرد، در اثر چرخش، رشته حین حفاری شروع به لنگ زدن می‌کند، هر چه سرعت چرخش رشته افزایش پیدا کند، نیروی جانب مرکز افزایش یافته و شعاع لنگ زدن بیشتر می‌شود، بطوریکه در شدیدترین حالت، شعاع لنگ زدن با شعاع چاه برابر می‌شود، و رشته از محل ابزار پیوند لوله-های حفاری با بدنه چاه تماس پیدا کرده و دچار سایش می‌شود.

اگر سرعت زاویه‌ای لنگ زدن با سرعت چرخش رشته برابر باشد، ابزار پیوند تنها از یک طرف دچار سایش می‌شود، به آن حالت، سینکرون گویند، اگر این دو برابر نباشند، ابزار پیوند بصورت متقارن دچار سایش می‌شود و ضخامت آن بطور یکسان کم می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

یکی دیگر از فاکتورهای حفاری که می‌تواند باعث ایجاد ارتعاشات در رشته شود، نوسانات ناشی از پمپاژ سیال حفاری است، سیال حفاری اغلب با فشار و دبی بالا از درون رشته پمپاژ شده و با عبور از نازل مته، سرعت آن افزایش یافته و فشار آن افت می‌کند، پمپ‌های گل که از نوع رفت و برگشتی بوده، نوساناتی را به رشته وارد می‌کنند و باعث ایجاد ارتعاشات در رشته می‌شوند.

خوردگی شیاری و حفره ای[۱]:

در صورتیکه سطح کاتد و آند تغییر نکند، خوردگی حفره‌ایی اتفاق می افتد. سطح حفره یا شیار، آند است. این نوع خوردگی از انواع خوردگی موضعی است. در اثر ادامه فرایند خوردگی، حفره عمیق‌تر می‌شود و باعث سوراخ شدن لوله‌ها می‌گردد، در صورتیکه مکان لاستیک حلقوی محافظ لوله‌ها ثابت باشد، در زیر لاستیک این خوردگی اتفاق خواهد افتاد.
این نوع خوردگی ممکن است منجر به سوراخ شدن لوله حفاری شود.

(۱) شکل فوق خوردگی شیاری لوله های حفاری را نشان می دهد.

خوردگی تحت تنش[۲]:

هر کدام از انواع خوردگی موضعی که تحت تأثیر تنش تشدید شود را خوردگی تحت تنشی گویند. ترکیب دو عامل خوردگی و تنش کششی باعث ترک خوردگی و سپس شکست فلز می‌شود. یکی از مشخصات خوردگی تحت تنشی عدم وجود خوردگی یکنواخت می‌باشد.

عمده تنش‌هایی که رشته ی حفاری در طی یک فرایند حفاری ممکن است در معرض آن‌ها قرار بگیرد عبارتند از:

۱. تنش‌های کششی ناشی از وزن رشته ی حفاری:

اگر زمانیکه وزن رشته‌ی حفاری آویزان است، ضریب شناوری را از آن کم کنیم، ایجاد یک سری تنش‌های کششی خواهد کرد که این تنش‌های کششی بصورت تنش متوسط در بحث خستگی اعمال نفوذ می‌کنند.

---

۱ PITTING AND CRAVICE CORROSTION

۲ STRESS CORROSION

www.SID.ir

Archive of SID

۲. تنش‌های خمشی سیکلی در اثر انحراف زاویه‌ی چاه
۳. تنش برشی ناشی از گشتاور پیچشی و تنش‌های برشی ناشی از چرخش سیال حفاری

اتصالات رزوه‌دار:

بطور کلی اتصالات نظیر پیچ و مهره‌ها، پرچ‌ها، پین‌ها، میخ‌ها و بست‌ها مستعد خوردگی محیطی هستند. دو مشخصه شرایط مونتاژ و تنش‌های اعمالی، شرایط شکست و تخریب آنها را فراهم می‌آورد. از آنجا که اتصالات با مواد مختلف به هم متصل می‌شوند، خوردگی دو فلزی می‌تواند منجر به تخریب اجزا اتصال شود. خوردگی شکافی نیز ممکن است در اثر نفوذ آب غلیظ به فصل مشترک اجزا مونتاژ شده مثل پیچ و مهره منجر به تخریب در شکاف گردد. اما عامل مهم در انتخاب مواد یا پوشش اتصالات استحکام بالا پدیده تردی هیدروژنی است.

اتصالات ممکن است تحت بار استاتیکی یا خستگی قرار داشته باشند. بار استاتیکی می‌تواند از نوع کششی، برشی، خمشی یا پیچشی باشد. شرایط بارگذاری گاه به صورت ترکیبی اتفاق می‌افتد. دلایل دیگری نیز برای شکست اتصالات وجود دارد نظیر مسائل محیطی، مسائل تولید، نصب یا استفاده غیرصحصح. خوردگی به شکل‌های مختلف مثل خوردگی محیطی، خوردگی غوطه‌وری در مایع، خوردگی گالوانیک، خوردگی شکافی، Scc و بالاخره تردی هیدروژنی در شکست اتصالات سهم دارد. بنابراین در کنار انتخاب صحیح مواد، به موضوع عملیات حرارتی، ماشینکاری یا نورد رزوه‌ها، ساخت، مونتاژ و طراحی نیز به عنوان عوامل موثر بر شکست اتصالات نیز باید توجه داشت. از طریق تجزیه و تحلیل شکست می‌توان سهم عوامل مؤثر را در بروز شکست تعیین کرد. وجود برخی عناصر در فولاد نظیر آرسنیک، سلنیم، تلوریم، آنتیموان و فسفر، نفوذ هیدروژن به فلز را تسریع می‌بخشد. سم‌های کاتدی در سیانیدها نیز این روند را تشدید می‌کند. هر چه بازدهی حمام‌های پوشش‌دهی الکتریکی نیز کمتر باشد هیدروژن بیشتری تولید می‌شود و خطر بروز تردی هیدروژنی در فلز افزایش می‌یابد. گرچه تعیین حد سختی قطعه برای بروز خطر تردی هیدروژنی به صورت دقیق ممکن نیست اما معمولا قطعات و اتصالاتی که تا سختی HRC ۳۵ و بیشتر عملیات حرارتی شوند در معرض این تهدید هستند.

خوردگی اکسیژنی:

خیلی از گل‌ها امروزه بیش از گل‌های سابق خورنده می‌باشند. برای کنترل میزان اکسیژن محلول در گل از مواد جاذب اکسیژن می‌بایست، استفاده نمود. در عمل مشاهده شده است که اگر میزان اکسیژن محلول در گل بیش از یک PPMباشد، خوردگی حاصل می‌شود. در صورتیکه CO_2 و $H2S$ در گل موجود باشد، وجود کمتر از پنج قسمت اکسیژن در میلیون باعث افزایش سریع سرعت خوردگی می‌شود. کاهش PH گل و افزایش هدایت الکتریکی آن باعث افزایش سرعت خوردگی می‌شود. اکسیژن از راه‌های مختلفی وارد سیستم گل می‌شود که به عبارت زیر می‌باشند.

الف) الک لرزان
ب) تفنگ‌های سطحی
ج) هپر
د) مکش پمپ‌های گریز از مرکز

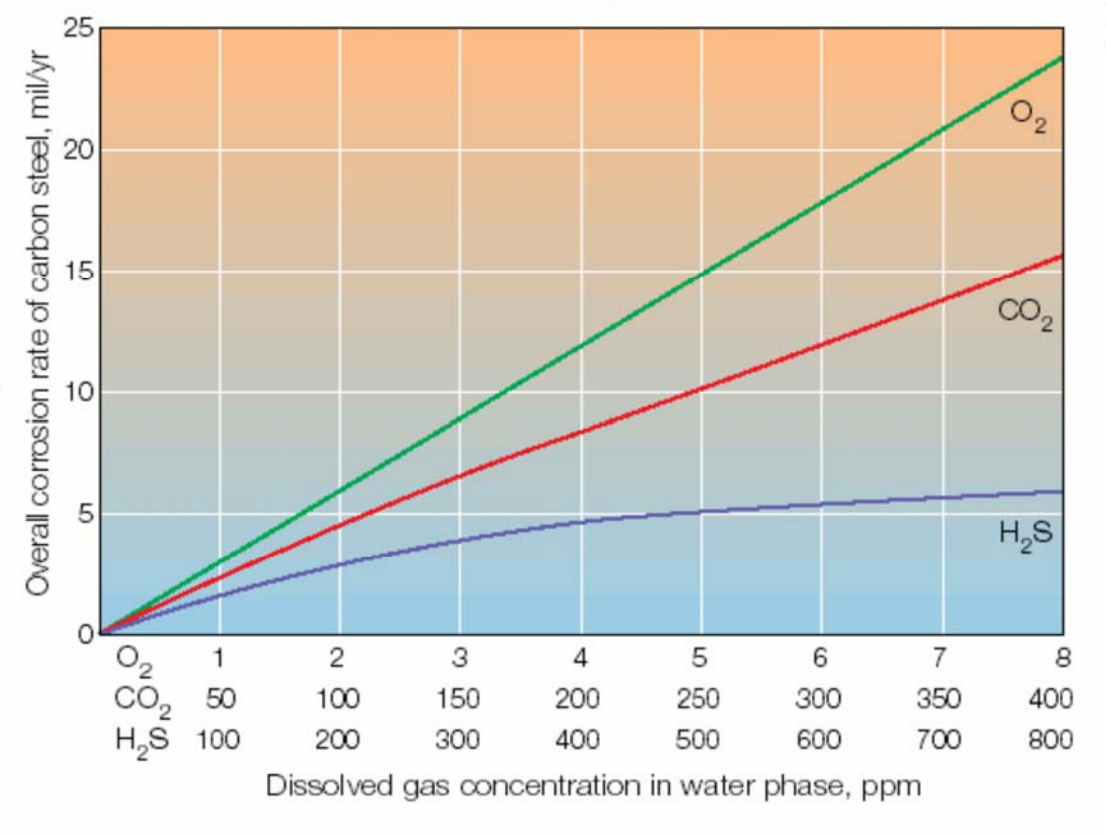
www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه اغلب، گل حین ورود به پمپ، از اکسیژن اشباع شده است. لذا در لوله‌های حفاری، لوله‌های جداری و پمپ گل، خوردگی اکسیژنی حاصل می شود. این نوع خوردگی در نواحی اتفاق می افتد که سطح فلز توسط گل و یا لاستیک‌های محافظ پوشیده شده باشد. در صورتیکه لوله‌های حفاری به خوبی از گل پاک نشده باشند، در ناحیه‌ایی که گل به سطح لوله چسبیده، یک پیل غلظتی تشکیل می‌شود، این باعث ایجاد جریان خوردگی می‌شود.

خوردگی ناشی از گاز هیدروژن سولفوره (خوردگی ترش):

گاز هیدروژن سولفوره اغلب از طریق سازند وارد سیال حفاری می‌شود. یکی دیگر از منابع تولید گاز هیدروژن سولفوره فعالیت‌های میکرو ارگانیزم‌ها است. این گاز فقط در محیط مرطوب قادر به تولید خوردگی می‌باشد. وقتی که این گاز در مجاورت H_2O ، O_2 ، CO_2 قرار گیرد می‌تواند شدیداً تولید خوردگی نماید.



(۲) مقایسه سرعت خوردگی فولاد کربنی در آب حاوی گاز های مختلف را نشان می‌دهد.

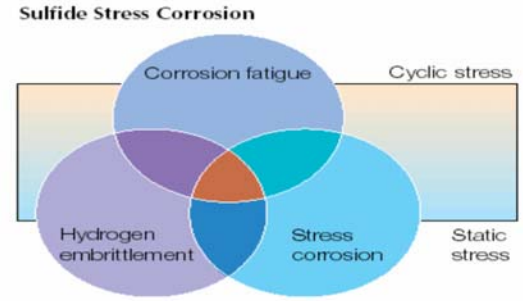
همانگونه که که در نمودار بالا نشان داده شده است، سرعت خوردگی فولاد کربنی در آب حاوی اکسیژن محلول ۸۰ بار بیشتر از آب حاوی دی اکسید کربن و ۴۰۰ بار بیشتر از خوردگی آب حاوی هیدروژن سولفوره می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

سولفوره هیدروژن + آهن→آهن سولفید رسوب + هیدروژن

این واکنش حفره‌های عمیقی در آهن و فولاد تولید می کند. در اثر خوردگی ناشی از هیدروژن سولفوره، هیدروژن اتمی تولید می شود. هیدروژن تولید شده وارد فولاد شده و به فولاد خاصیت شکنندگی هیدروژنی می‌دهد. همچنین هیدروژن اتمی درون فولاد به هیدروژن مولکولی تبدیل شده و انبساط حجم ناشی از آن باعث طبله کردن فولادهای انعطاف پذیر و ترک خوردن فولادها (شکننده) با استحکام بالا می‌شود.



(۳) در صورتیکه تنش به صورت دینامیکی باشد، خوردگی خستگی و درصورتیکه استاتیکی و کششی باشد، شکنندگی هیدروژنی و خوردگی تنشی تولید می کند.

فولادهایی که تنش تسلیم آنها کمتر از PSI ۹۰/۰۰۰ باشد، در مقابل شکنندگی هیدروژنی مصونیت دارند. فولادهایی که سختی آنها کمتر از HRC ۲۲ می‌باشد، نیز در مقابل ترک خوردگی ناشی از هیدروژن سولفوره مصونیت دارند. سولفید آهن سیاه رنگ می باشد. در محل‌هایی که این رسوب تشکیل شود، خوردگی موضعی تشدید شده و باعث حفره‌دار شدن فولاد در ناحیه رسوبات خواهد شد. افزایش غلظت هیدروژن سولفوره باعث کاهش عمر فولاد می گردد. کاهش غلظت هیدروژن سولفوره زیر (mg /L ۰/۱ ppm) تأثیر ناچیزی بر عمر فولاد دارد. تمایل به ترک دار شدن فولاد در محیط هیدروژن سولفوره در PH بالای ۱۰ شدیداً کاهش می‌یابد. تحقیقات اخیر نشان داده است، که استعداد فولاد به ترک دار شدن در مجاور هیدروژن سولفوره، با افزایش درجه حرارت تا دمای (C ۶۶) F ۱۵۰ کاهش می یابد. تصور بر این است که افزایش درجه حرارت باعث افزایش امکان حرکت هیدروژن اتمی محبوس شده در شبکه کریستالی فولاد می‌شود، این باعث خارج شدن هیدروژن از فولاد می‌گردد. در حفاری سازندهایی که حاوی H2S است، باید دائماً لوله‌ها را تحت نظر داشت و گشتاور اعمالی به ابزار اتصال را مورد توجه قرار داد. جلوگیری از ایجاد ترک‌های سطحی، در ناحیه لوله گیر و آچارگیر و همچنین بررسی پوشش درون لوله‌ها باید مد نظر قرار گیرد. بدین لحاظ لوله‌ها باید مستمراً مورد بازرسی قرار گیرند.

از فاکتورهای مؤثر در خوردگی گاز هیدروژن سولفوره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در موارد فراوانی مشاهده شده است که لوله‌های جداری و حفاری در تماس با گاز هیدروژن سولفوره دچار شکست ترد شده‌اند .اغلب شکست‌ها در ناحیه ابزار اتصال بوده که در حین حفاری و یا باز کردن لوله‌ها مشاهده شده است. نتایج تحقیقات در این موارد نشان داده است که:

۱. دو مکانیزه شکست مجزا ولی در ارتباط با یکدیگر به عبارت زیر عمل می‌کنند.

- ❖ خوردگی تحت تنشی که هر نوع خوردگی می‌تواند عامل آن باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

❖ شکنندگی هیدروژنی تحت تنشی که بدون ایجاد مقدار قابل توجهی خوردگی تولید می‌شود.

۲. الکترولیت:

الکترولیت منبع تولید هیدروژن سولفوره است. این گاز لازم است که در یک الکترولیت حل شود و امکان تجزیه به یون هیدروژن را پیدا کند. لذا در محیط های خشک و در درجه حرارت‌های بالا که آب، امکان میعان را ندارد. شکنندگی هیدروژنی ایجاد نمی شود. ساقه حفاری که در اعماق چاه قرار دارد کمتر دچار خوردگی می‌شود، ولی قسمتی از لوله‌ها که در ناحیه دهانه چاه قرار دارند و دمای آن‌ها حدود ۹۰F است، بیشتر خورده شده و آمادگی شکنندگی هیدروژنی تحت تنشی را دارند.

۳. تنش:

قطعات تحت تأثیر تنش کششی بیش از حد مجاز دچار این نوع شکست می‌شوند حد مجاز آن را جنس قطعه، عملیات حرارتی و محیط تعیین می‌کند.

۴. متالورژی:

فولادهای کم آلیاژی چون ۴۱۴۰ و ۸۰- N که برای ساخت ابزار اتصال لوله‌های حفاری و لوله‌های وزنه بکار گرفته می‌شوند استعداد شکننده شدن در اثر تماس باهیدروژن سولفوره را دارند.

عملیات حرارتی صورت پذیرفته روی این فولادها پس از ساخت تأثیر فراوانی درکاهش استعداد این فولادها به شکنندگی هیدروژنی دارد. در صورتیکه دمای گرم کردن این فولادها در مرحله آخر بیش از۱۱۵۰F باشد. به نظر می رسد که آمادگی این فولاد به ایجاد شکنندگی در اثر تماس با هیدروژن سولفوره کاهش می‌یابد. در مورد مکانیزم عملکرد هیدروژن سولفوره در تولید شکنندگی توافق قطعی وجود ندارد. ولی یک نظریه این است که، در صورتیکه درجه حرارت گرم کردن فولاد در مرحله آخر زیر ۱۱۵۰ F باشد، مقداری فاز شکننده مارتنسایت در قطعه باقی می ماند که این باعث تولید تنش‌های داخلی می‌شود، وقتی که قطعه در سرویس قرار می‌گیرد، تنش اعمالی با تنش باقی مانده در اطراف فاز مارتنسایت جمع شده وبه شکل موضعی، تنش ایجاد شده بیش از حد مجاز می‌شود و شکنندگی ترد را ناشی می‌شود. در صورتیکه تنش اعمالی بیش از حد مجاز باشد، حتی اگر دمای گرم کردن بیش از ۱۱۵۰ F باشد، شکست ترد در قطعه ایجاد می‌شود.

فولادهای ۸۰-N و ۴۱۴۰ که در دمای۱۱۵۰ F تنش زدایی شده‌اند دارای تنش تسلیم 90KSI -75 و سختی ۲۲ – 25 HRC می‌باشند. این برای کارکرد در محیط هیدروژن سولفوره مناسب نیست. یکی دیگر از آزمایشاتی که اهمیت عملیات حرارتی و درجه حرارت گرم کردن فولادهای کم آلیاژی را در مقابل شکنندگی هیدروژنی نشان می‌دهد، ساختار میکروسکوپی آلیاژ است. در صورتیکه سختی و استحکام یک فولاد کم آلیاژی برای کارکرد در محیط هیدروژن سولفوره مناسب باشد ولی ساختار میکروسکوپی ایجاد شده در اثر عملیات حرارتی متفاوت باشد، تمایل به ایجاد شکنندگی هیدروژنی این آلیاژها نیز متفاوت خواهد بود. ساختار میکروسکوپی[۱] از آمادگی کمتری برای ایجاد شکنندگی هیدروژن برخوردار است.

۱ TEMPER BAINITE

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر زمان:

یک نمونه را برای مدت هفت ساعت در محیط حاوی هیدروژن در شرایطی که یک تنش کششی نیز به آن اعمال می‌شد، قرار دادند. سپس این نمونه را به مدت ۱۶ ساعت در درجه حرارت اطاق نگه داشتند در انتها برای مدت ۴ ساعت دیگر در درجه حرارت ۳۵۰F قرار دادند. پس از این سیکل، قطعه تحت آزمایش کشش قرار گرفت، نمونه تحت تنش حداکثر مورد انتظار شکست. نمونه دیگری که فقط تحت تنش قرار داشت، ولی هیدروژنی در محیط وارد نکرده بودند تحت تنش KSI ۱۲۵ و نمونه‌ای که فقط در محیط حاوی هیدروژن قرار گرفته بود ولی تنشی به آن اعمال نشده بود، تحت تنش KSI ۱۲۱ شکسته شد. ولی همین نمونه پس از عملیات حرارتی فوق تحت تنشKSI ۱۲۴ شکسته شد. از آزمایشات فوق نتیجه می‌شود که وجود هیدروژن در محیط، تنش لازم برای شکست نمونه را تا ۱۵ درصد کاهش می‌دهد.

وجود ترک‌های سطحی:

وجود ترک‌های سطحی باعث افزایش احتمال ایجاد شکنندگی هیدروژنی می‌شود. تمرکز تنشی ایجاد شده در نوک ترک‌های سطحی باعث شکست موضعی و تضعیف نمونه می‌شود. لذا قطعه، تحت تنش‌های اعمالی زیر حد مجاز، خواهد شکست. کار سرد بر روی قطعه باعث افزایش آمادگی نمونه به ایجاد شکنندگی هیدروژنی می‌شود.

میزان هیدروژن سولفوره لازم برای ایجاد شکنندگی هیدروژنی:

میزان هیدروژن سولفوره لازم برای ایجاد شکنندگی هیدروژنی در حد (2- 13 PPm) می‌باشد. آزمایشات اخیر نشان داد، غلظت هیدروژن سولفوره در صورتیکه در حد (5- PPm) باشد برای فولادهای (۸۰– N) با سختی کمتر از HRC 26 قابل اغماض است، ولی برای فولادهای سخت تر مانند (۱۱۰ - P) قابل قبول نمی‌باشد.

از پیشنهادات عملی، برای کاهش شکست ناشی از محیط هیدروژن سولفوره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

به منظور کاهش خطر شکستن لوله‌ها در محیط هیدروژن سولفوره میتوان اقدامات زیررا انجام داد.

a) استفاده از آلیاژ ۷۵-C- در ساخت لوله‌های حفاری، خوشبختانه لوله‌های (کلاس E) که در هوا سرد شده‌اند و سپس گرم شده باشند، مقداری با مشخصات آلیاژ ۷۵ – C که برای کارکرد در محیط هیدروژن سولفوره مناسب‌اند، مطابقت دارند. لوله‌های کلاس D نیز مانند (لوله های ۵۵ -G) آمادگی چندانی برای ایجاد این نوع شکنندگی را ندارند.

b) استفاده از لوله‌های حفاری که ابزار اتصال آن‌ها به بدنه جوش شده باشند، نه لوله‌های حفاری که ابزار اتصال آن‌ها به بدنه پرس شده باشد. همچنین از لوله‌های وزنه یکپارچه استفاده شود.

c) از حد پایین گشتاور لازم برای سفت کردن لوله‌ها استفاده شود، این باعث کاهش تنش بر روی نرینه ابزار اتصال می شود. از مواد روانکار استفاده نشود، چرا که باعث کاهش تنش کششی در جهت هوپ در اثر سفت کردن لوله‌ها می شود.

d) به کارکنان دستگاه آموزش داده شود، در حین باز کردن لوله ها به ابزار اتصال ضربه وارد ننمایند چرا که اغلب شکست‌ها در حین باز کردن لوله در اثر ضربه بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مدت زمانی که ساقه حفاری را در حین آزمایشات سازنده (DST)[1] می توان در مجاورت گاز هیدروژن سولفوره قرار داد، به عبارت زیر است:

در جریان MCFD ۱۰۰۰ یک ساعت و اگر جریان بیش از این باشد یک چهارم ساعت است. لوله‌های حفاری باید در مقابل خوردگی ناشی از آب ضربه گیر محافظت شوند، تا خطر خوردگی کاهش یابد در صورتیکه آزمایش اجازه دهد، باید سریعاً گردش گل از طریق(PUMP OUT SUB) پس از بستن ابزار آزمایش برقرار شود.

در صورتیکه لوله‌ها متناوباً در شرایط هیدروژن سولفوره بایستی کار کنند، پیشنهاد می‌شود، از لوله‌هایی که قسمت داخل آن‌ها توسط HOLIDAY FREE COATING پوشیده شده است، استفاده شود.

مواد ممانعت کننده در هرلوله حین اتصال باید اضافه شود، در صورتیکه در محیط هیدروژن سولفوره باشیم، لازم است این کار را در هر لوله بالا ولوله پائین انجام دهیم.

از (DOUBLE ELEVATOR) برای جلو گیری از خراش‌های ایجاد شده روی لوله در اثر بکارگیری سلیپس استفاده شود.

بسیاری از شکست‌ها در ناحیه ابزار پیوند اتفاق می‌افتد، جنس این ابزار معمولاً ۴۱۳۷ یا ۴۱۴۰ :AISI می‌باشد، سختی این آلیاژها در اثر عملیات حرارتی به HRC 30 – 37 می‌رسد و تنش تسلیم آن KSI ۱۳۵-۱۲۰- می‌باشد، جنس، سختی و استحکام لوله های وزنه نیز مانند ابزار پیوند لوله‌های حفاری است، سازندگان می‌دانند شرایط کاری ابزار اتصال لوله‌های حفاری به گونه‌ایی نیست که بتوانند از آلیاژ ۷۵ -C که دارای سختی و استحکام تسلیم پایین تری است استفاده کنند لذا بمنظور کاهش شدت تنش در ابزار اتصال لوله‌های حفاری در شرایط کارکرد در چاه‌های حاوی هیدروژن سولفوره، با افزایش قطر خارجی و کاهش قطر داخلی سطح مقطع فولاد را افزایش می‌دهند.

۱ DRILL STEM TEST

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری:

۱. خستگی در رشته حفاری به صورت رشد ترک‌های خستگی ظاهر می‌شود، همواره ترک‌های ناشی از خستگی، از سطح شروع شده و بداخل رشد می‌کنند تا باعث شوئیدگی و سوراخ شدن رشته‌ی حفاری شوند، درصورتیکه افت فشار ناشی از سوراخ شدگی تشخص داده نشود، رفته رفته ترک رشد کرده و باعث قطع لوله می‌شود.

۲. عمر خستگی اتصالات تابعی از ابعاد آنها است. به گونه‌ای که با افزایش قطرهای داخلی و خارجی عمر اتصالات کاهش می‌یابد. با این وجود مقادیر قطر خارجی نقش مؤثرتری در تغییرات عمر خستگی ایفا می‌کند.

۳. تنش‌های محوری و تمرکز این تنش‌ها باعث تشدید ترک‌ها و منافذ ایجاد شده گشته و باعث خوردگی آن‌ها می‌شود. نواحی که تحت تاثیر تنش بیشتری قرار دارند، سریعتر خورده می‌شوند. به همین علت لوله‌های حفاری که درست بالای لوله‌های وزنه قرار دارند، سریعتر خورده می‌شوند. گل حفاری با نیروی زیاد از داخل این منافذ عبور کرده و خاصیت فرسایندگی سیال، فلز را سائیده و سوراخ را بزرگ و ابعاد آن را صاف و گرد می‌کند.

۴. تأثیر گل حفاری به صورت میرایی و افزایش جرم اضافه سیستم، نقش جزئی در جابجایی فرکانس‌های طبیعی محوری و سرعت-های بحرانی رشته حفاری دارد. علت این موضوع این است که گل بین رشته و دیواره به علت پیوستگی سیال بالا و پایین نمی‌شود و فقط رشته جابجا می‌شود. در شرایط ارتعاشات عرضی این پارامتر در حالت دینامیکی باعث تغییرات چشمگیری در جرم رشته می‌شود و به دلیل نقشی که هنگام دوران رشته در افزایش جرم رشته ایفا می‌کند باعث سنگین‌تر شدن رشته شده و تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در فرکانس‌های طبیعی خمشی بوجود می‌آورد.

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهادات:

۱. در تحقیق انجام شده از اثرات ضربه، فوران، فشار پمپ‌ها و سایر پارامترهای هیدرولیکی سیال صرف نظر شده است و فقط اثر لزجتی سیال (جرم اضافه و میرائی) منظور شده است. اعمال پارامترهای هیدرولیکی سیال، تحلیل را به واقعیت نزدیکتر می‌سازد، به همین منظور پیشنهاد می‌شود، اثرات هیدرولیکی گل حفاری بر خستگی و شوئیدگی رشته‌ی حفاری مورد بررسی قرار گیرد.

۲. در این تحقیق اثر بست‌ها و اتصالات، بر رفتار محوری رشته حفاری بررسی نشده است. با توجه به اینکه حدود هر ۳۰ فوت طول لوله‌های حفاری توسط بست‌ها و اتصالات (با سطح مقطع زیادتر از لوله‌ها) به هم متصل شده‌اند و انتقال و انتشار تنش‌های محوری به لوله‌ها توسط این ابزار صورت می‌گیرد و تاثیر بسزایی در کاهش انتشار تنش‌های محوری دارند.

۳. در این تحقیق تأثیرات تنش افزارهای محیطی از جمله تماس اتصالات با دیواره ی چاه، در تحلیل وارد نشده‌اند. لذا پیشنهاد می شود اثر این عوامل بر نتایج حاصل از تحلیل بررسی گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: اهم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

همایش مهندسی مخازن هیدروکربوری

Abstract:

Considering that the cost of drilling a well is very high, so washout and perforation drilling pipes and eventually defeat the drilling string can have a dramatic effect on increasing the fees to be.
The most common cause of fatigue perforation drilling pipe is finally defeated them, often at the level of pipes, such as cuts and lines caused by trundle pipe stuck in the pipe, surface rupture due to rotate the tube or pipe stuck there corrosion Deep in the inner tube surface,occurs. Fatigue in the field of drilling a growing fatigue cracks may appear, it always cracks caused by fatigue from surface and started to grow into the cause washout and perforation are drilling string, if the pressure drop due to Perforation Tshkhs not given, gradually leave the growth and cause the pipe to be cut.
Axial tension and focus the tensions intensify been created cracks and pores and cause corrosion them. Areas that are more influenced by stress, can be eaten quickly. So dig pipe just above the drill collar pipe, are faster eaten. Mud with great force from inside the pores and pass corrosion fluid properties, made of metal and large hole size and it is smooth and round.

www.SID.ir

Archive of SID

همایش مهندسی مخازن هیدروکربوری

منابع و مآخذ:

۱. مؤذنی علیرضا، نبئی محمد، (مهندسی حفاری)، انتشارات کنکاش
۲. دزفولی حمیدرضا، (خوردگی در صنعت حفاری چاه های نفت)
3. Brown,A.P.C.,and hickson,C.W., "A photoelastic study of stresses in screw threads", proc. Inst. Mech. Engrs., PP.605-608,1952.
4. Tafreshi,A., and Dover, W.D., " Stress Analysis of Drill string threaded Connections Using the Finite Element Method", Int.J.. of Fatigue, Vol. 5, PP. 429-438, 1993.
5. macdonald, K.A., and Deans, W.F., "stress Analysis of drill String Threaded connections Using Finite Element Method",Engrg. Failure Anal., Vol. 2, PP. 1-30, 1995.
6. Tafreshi, A., "SIF Evaluation and stress Analysis of Drill String ThreadedJoints", Int. J. of Pressure Vessel and piping. Vol. 76, PP. 91-103,1999.
7. American petroleum Institude (API), "Recommended practice for Drill stem Design and Operating Limits", Recommended practice 7G, 16 th ed.; 1998.
8. Smith Int. Inc., "DRILCO Drilling Assembly Handbook", 2002.

www.SID.ir