

بهبود حفاری زمین و کاهش نیاز به نگهداری لوله با اتصالات لوله دریل نسل چهارم

اتصالات لوله مته دوشانه توسعه یافته در طول چند دهه گذشته، پیشرفتهای زیادی را به عنوان محرک رشد و تغییر ایجاد کرده است. هر نسل، پیشرفت های پی در پی در ظرفیت گشتاور را مشاهده کرد و اصلاح مشخصات های مربوط به چالش ها در مورد تمیز کردن سوراخ ها و هیدرولیک ها را مورد توجه قرار داد. به تازگی، توسعه بیشتر باعث افزایش مقاومت در برابر خستگی و سرعت حرکت شده است. این بهبودها برای توسعه اتصال در چاه های ساحلی منحرف و با دسترسی در نظر گرفته شده بود، که قبلا حفاری با نسل های قبلی اتصالات شانه ای API سخت یا غیرممکن بود. از آنجاییکه اینها، فناوری های توانمندکننده بودند، هزینه در طی این دوره زمانی نگران کننده نبود؛ پیشرفت های طراحی به طرز چشمگیری موجب افزایش عملکرد می شد که هزینه های بالاتر تعمیر و نگهداری را توجیه می کرد.

هرچند زمانی که این اتصالات ممتاز شروع به استقرار در دریا کردند، هزینه های تعمیر و نگهداری به یک مسئله تبدیل شد. کاربردهای حفاری کارخانه - که در آن حفاری و تکمیل چاه ها در چارچوب های زمانی کوتاه مدت بسیار حیاتی است - نیازمند یک اتصال لوله مته بود که دارای کارایی بالاتر و مقرون به صرفه باشد، به خصوص با توجه به هزینه کل مالکیت در طول عمر اتصال. استفاده شدید از فن آوری های اتصالات موجود ثابت کرد که امکان بهبودی وجود دارد، به خصوص اگر هدف، رویکرد به اتصال جدید برای حفاری زمین باشد.

در واکنش به این موضوع، NOV National Oilwell Varco (NOV) در یک برنامه تحقیق و توسعه دو ساله برای تولید محصولی با عملکرد بالا و هزینه پایین مشارکت نمود. اتصال لوله مته نسل چهارم حاصل شده، دلتا، در حال حاضر توسط شرکت های مختلف در سراسر شمال آمریکا، از جمله Quail Tools، که برای اولین بار دلتا را به بازار آورد استفاده می شود.

طراحی و آزمایش اتصال

اتصال دلتا (شکل 1) دارای چندین ملاحظه مهم طراحی بود که نقاط قوت و اشکالات نسل های گذشته اتصالات را در نظر گرفته بود. بازخورد کاربر نشان داد که گشتاور اتصالات نسل دوم (XT) برای اتصال جدید کافی بود و اینکه در بعضی موارد حتی از ظرفیت موجود نیز فراتر رفت. ابعاد اتصال ابزار به طور عمده ای همانند قبل باقی ماند، زیرا آنها از لحاظ قابلیت گیر انداختن و ویژگی های هیدرولیک قابل قبول بودند.

شکل 1: اتصال دلتای جدید، با رزوه های بیشتر درگیر در ضربه زدن و چرخش کمتر برای درگیر کردن شانه ها، که از طریق عمر خدمات اتصال، منجر به آسیب رزوه کمتر می شود.



دو نسخه از اتصال جدید- استاندارد و جریانی - برای رسیدگی به نیازهای مختلف حفاری زمین توسعه داده شد. تمرکز اصلی بر روی آسانتر و راحتتر ساختن و هزینه کمتر نگهداری برای اتصال جدید بود. در زیر، اجزای حیاتی این هدف مطرح شده اند:

- عمیق تر شدن و چینش سریع تر برای سهولت استفاده در کف دکل
- استفاده از معیارهای بازرسی مناسب از دیدگاه ابعاد و رواداری جدید برای استفاده در بخش های ریشه ای با بار

کمتر

• فضای بیشتر در دسترس برای روکاری دوباره زیرا این تعمیر، حداقل حالت تهاجمی را دارد و با روکارهای قابل حمل قابل انجام است

• افزایش سطح یاتاقان در هنگام چرخش، کاهش آسیب اتصال و افزایش سرعت احیاء.

تجزیه و تحلیل المان محدود (FEA) برای بهینه سازی پارامترهای طراحی و بررسی توزیع تنش در اتصال دلتا انجام شد. مدلسازی شرایط تحمل تولید شدید، توزیع تنش اتصال را تعیین کرد و تداخل های محوری شانه ها برای شبیه سازی آرایش کششی اعمال شدند. حداقل و حداکثر گشتاور آرایش، و همچنین بارهای کششی خارجی نیز شبیه سازی شدند. شبیه سازی های FEA نشان داد که ابعاد و تحمل انتخاب شده برای اتصال جدید می تواند به طور مناسب حالت های تنش را بدون نیاز به توانایی های مواد مدیریت کند. علاوه بر این، نتایج FEA نشان داد که تحمل های بازرسی در میدان گسترده تر را می توان به منظور کاهش تعداد تعمیر بدون به خطر انداختن عملکرد اتصال بالا برد.

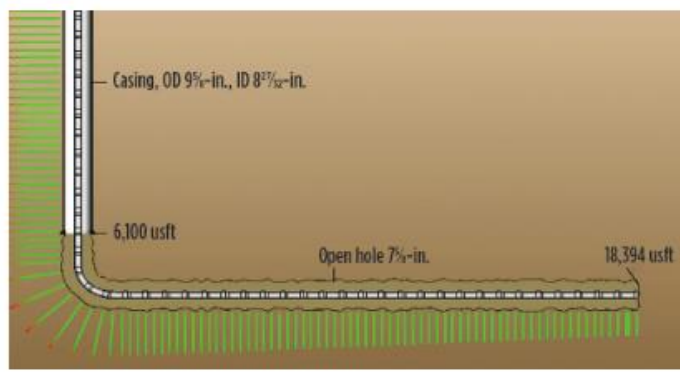
مدل های محور متقارن دو بعدی اتصالات مرتبط، تعداد رزوه ها بین گیره و جعبه در سوراخ را تقریب زد. داشتن رزوه های بیشتر درگیر در اتصالات قبلی به این معنی است که Delta، توزیع تنش بیشتری را ارائه می دهد، آسیب دیدگی را کاهش می دهد و هدایت ماریچ به عنوان یک لازمه کف دکل را حذف می کند. هندسه جدیداً بهینه سازی شده اتصال، مجموع مواد روکاری دوباره موجود را 50٪ افزایش داد و روکاری اضافی را قبل از نیاز به برش دوباره میسر می سازد و زیان در مواد را تا حدود 30٪ برای عملیات های تعمیر وجه و پایه چرخش کاهش می دهد که برش های دوباره بیشتر را میسر می سازد.

آزمون آزمایشگاهی، طراحی و عملکرد اتصال دلتا را پس از تکمیل شبیه سازی های کامپیوتری، اعتبارسنجی نمود. آزمون ساخت و شکست، 100 بار انجام شد، و تعیین مقاومت سائیدگی اتصال را برای NOV میسر نمود، در حالی که آزمایش گشتاور-تا-تسلیم، مقاومت پیچشی محاسبه شده اتصال را اعتبارسنجی نمود. در طول دوره آزمایش، اتصال در هر 10 چرخه ساخت- و - شکست برای مشاهده موقعیت و شدت آسیب بررسی شد، و تعیین شد که آیا

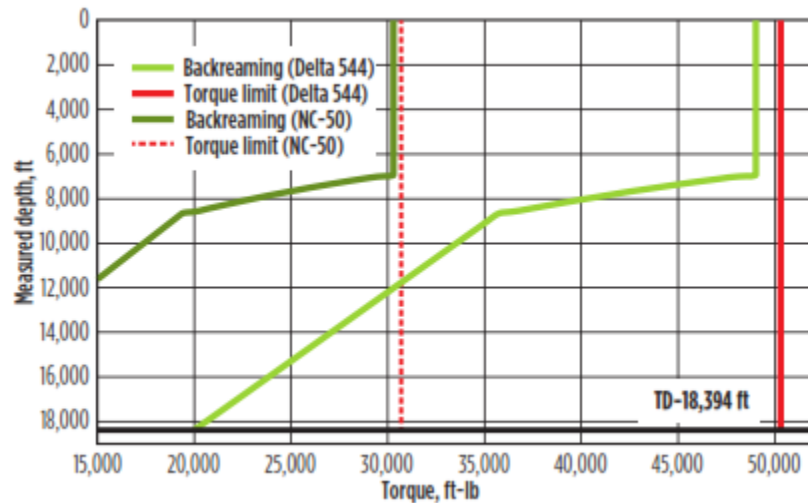
ابعاد هنوز در حدود تحمل بازرسی میدانی هستند یا خیر. هیچ آسیبی بر روی شانه ها و یا رزوه ها دیده نشد و بعد از آزمایش، ابعاد به خوبی در محدوده حدود تحمل بودند.

علاوه بر این، تعداد دورها از سوراخ تا آرایش به 6.7 دور به طور متوسط - فراتر از 13 دور مورد نیاز توسط نسل دوم، اتصالات دو طرفه دوشانه- کاهش یافت و نتایج گشتاور-تا-تسلیم رابطه نزدیکی با مقاومت پیچشی محاسبه شده اتصال داشت. آزمایش خستگی در یک دستگاه آزمون رزونانس هارمونیک برای مقایسه عملکرد اتصال دلتا با اتصال نسل دوم تحت همان ممان خمشی انجام شد.

شکل 2، تحلیل گشتاور رشته نشان داد که یک اتصال ممتاز برای ارائه گشتاور مناسب برای حفاری در چاه های سخت تر مورد نیاز بود.



شکل 3: گشتاور در دسترس در هنگام استفاده از اتصال دلتا بطور قابل توجهی فراتر از محدوده اتصال NC50 افزایش می یابد.



طراحی اتصال جدید به اندازه 243٪، هنوز بهتر از اتصال پایه، تحت همان ممان خمشی بود. این مقاومت در برابر خستگی ارتقایافته به این معنی بود که رزوه زن می تواند فرایند غلتاندن سرد ریشه های رزوه را بدون افت عملکرد پیش ببرد.

آزمایشات میدان اتصال

قبل از استقرار اتصال جدید در یک کاربرد تجاری، آزمایش میدانی به منظور اعتبارسنجی این مورد که این اتصال به صورت مورد نظر عمل می کند، انجام شد. یک رشته نمونه 5 اینچی از لوله مته با اتصالات ابزاری جریاندار تولید شد و 60 اتصال لوله با اتصال دلتای جدید (in. OD × 3½ in. ID × 6) برای اجرا در دکل آزمون NOV در Navasota تگزاس فرستاده شدند. دکل با ظرفیت 375 تن و 1500 اسب بخار با سیستم عامل اتوماسیون فرآیند حفاری – NOVOS – و نیز یک درایو آهنی ضد زنگ ST-100 و TDS-11SH مجهز شده است. علاوه بر این، سیستم به هم بستن-بازوی وسیله نقلیه انتقال جایگاه برای حمل جایگاه های لوله استفاده شد. بخشی از لوله مته با اندازه 1900 فوت در پایین رشته قرار گرفت که روی دکل آزمون در این کاربرد اجرا شد.

یک برنامه آزمون دو-مرحله ای طی سه ماه بعدی پیاده سازی شد. فاز اول برای واجد شرایط بودن دیگر ابزارها مورد استفاده قرار گرفت، زیرا لوله در پایین رشته قرار گرفت در حالی که دکل، چاه های آزمون را حفاری کرد؛ مرحله دوم

متمرکز بر چرخه های ساخت-و-شکست بود. در پایان آزمایش، اتصالات باید مورد بررسی قرار گیرد تا تعیین شود که چگونه آنها در خدمات میدانی تحمل می کنند. سه چاه آزمایش جهتی، هر یک با شدت زاویه تند به اندازه کافی بالا برای قرار گرفتن در معرض لوله مته نمونه، برای این برنامه حفاری شدند. لوله مته تحت استفاده شدید در طول دوره آزمایش با استفاده و شکست مداوم اتصالات و دستکاری در داخل و خارج از چاه قرار گرفت.

اتصال دلتا با استفاده از اتصالات ابزار با بالاترین مقاومت و در دسترس از نظر تجاری آزمایش شد و این اتصال در معرض بالاترین پیش-بارگذاری آرایش قرار گرفت و حداکثر گشتاور آرایش گسترش یافته (که توسط ضریب اصطکاک 1.15 اصلاح می شود) 79000 فوت-پوند به کار برده شد. برای مقایسه، یک اتصال API NC50 برای اندازه و درجه لوله استفاده شده، دارای حداکثر گشتاور آرایش 38000 فوت-پوند بود. پرسنل دکل آموزش دیدند تا در هنگام اجرای اتصال، بیشتر دقت کنند و از یک هدایت کننده سوراخ دوری نمایند. تمایل به عدم تقلید از شرایط حفاری واقعی بود، بلکه تمایل به قرار دادن اتصال در نامساعدترین شرایط امکان پذیر بود. یک آزمون چرخش تطبیقی نیز با استفاده از همان roughneck آهنی به منظور ارزیابی سرعت آرایش اتصال جدید نسبت به اتصال نسل دوم اجرا شد. اتصال نسل دوم نیاز به چرخش های بیشتر برای شانه داشت و 8 ثانیه برای آرایش طول کشید؛ اتصال دلتا در 4 ثانیه ساخته شد.

هنگامی که آزمایشات میدانی کامل شدند، اجزای رشته مته مورد استفاده مجدداً مورد بازرسی قرار گرفتند. پس از تمیز کردن اتصالات برای اطمینان از دید مناسب از رزوه ها، شانه های آرایش و سطوح مهر و موم، یک بازرسی بصری انجام شد. رویه میدان به بازرسی احتمالات کرانی شانه های آرایش اولیه و ثانویه (به ترتیب وجوه مهر و موم و توقف گشتاور داخلی)، و نیز سطوح رزوه (جناح ها، نوک ها و ریشه ها) و مشخصات رزوه نیاز داشت. اگر چه برخی از آسیب های ضربه ای مربوط به حمل و نقل و بریدگی / سائیدگی کمینه وجود داشت، این مسائل در اتصالات شانه-دوار معمول هستند و موجب نگرانی نیستند. یک بازرسی ابعادی، پس از بازرسی بصری انجام شد. در نهایت، هر دو یکپارچگی ابعادی و بصری حفظ شدند. علیرغم اجرای اتصالات تحت شرایط عملیاتی سخت و عمیق سخت و قرار

دادن لوله در معرض میزان بی سابقه ای از گشتاور آرایش، تقریباً هیچ آسیبی برای اتصال وجود نداشت. نتایج، دوام بالایی را نشان داد که حاکی از توسعه معیارهای جدید و وسیعتر برای اتصال دلتا بودند.

استقرارات پس از-آزمون

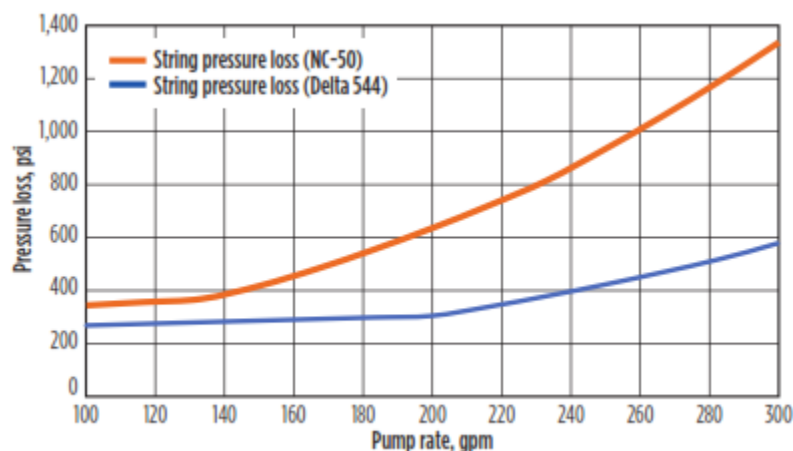
اتصال جدید قبلاً در چند میدان در سراسر ایالات متحده به دلایل مختلف تعریف شده توسط اپراتور، با هر اندازه اتصال که ویژگی خاص خود را ارائه می دهد استفاده شده است. تجزیه و تحلیل گشتاور (شکل 2) نشان داد که یک اتصال ممتاز در لبه های طویل لازم است تا گشتاور بیشتری به حفاری تحویل دهد. مزیت عمومی داشتن یک گشتاور آرایش بالاتر با مشخصات باریک تر به اپراتورها اجازه می دهد تا از محدودیت های قبلی خود فراتر رود. یک مثال اولیه، استفاده از دلتای 544، 5 1/2 اینچ، 21.9 پوند در هر فوت (PPF) دلتا 544 است که در آن، 5-in. 19.50-ppf NC50 قبلاً استفاده شده است. در حالی که اتصالات دارای یک اتصال ابزار OD مشترک - و از اینرو قابلیت گیرانداختن - یکسان هستند اتصال دلتا 544، جریاندار برای لوله 5 1/2 اینچی، افزایش 64 درصدی گشتاور موجود را فراهم می کند.

شکل 3، نتیجه فشار پشت در 9-in، 47-ppf را نشان می دهد. لوله با اتصال دلتا را می توان در یک سوراخ چاه استفاده نمود، در حالی که افزایش قابل توجهی در گشتاور دردسترس را می توان فراهم نمود - گشتاور دردسترس برای دلتا 544 20000 فوت-پوند، در حالیکه این مقدار برای مورد NC50، تنها 5000 فوت پوند است. این نوع از تجزیه و تحلیل به طور منظم در WellPlan توسط بخش خدمات فنی Quail Tool از زمان انتشار اتصال دلتا انجام شده است.

اپراتورها درک می کنند که می توانند گشتاور حفاری دردسترس تری را بدون هیچ گونه مشکلی در گیر انداختن به دست آورند. این مخصوصاً برای شرکت هایی که از سیستم های قابل هدایت چرخشی استفاده می کنند یا حتی سیستم های در حال چرخش در هنگام حفاری با یک موتور مفید هستند. لبه های طویل، که در حال حاضر در چاه های غیر شفاف آمریکای شمالی استاندارد هستند، به چرخش رشته نیاز دارند. اغلب چرخش ممکن است به منظور کاهش شدت خم شدن نیاز باشد، حتی اگر سوراخ مستقیماً توسط چرخش رشته حفر نشده باشد؛ یعنی، همیشه

مزیت گشتاور بالاتر و بنابراین گزینه چرخش رشته وجود دارد حتی اگر این، طرح اصلی نباشد. همین را می توان برای استفاده از 14-ppf NC40. 4-in., 425 over Delta ½-in., 16.60ppf بیان نمود. اتصال ابزار استاندارد OD, همان است، اما اتصال دلتا گشتاور بسیار بالاتر از آرایش را ارائه می دهد. مزایای اضافی افزایش اندازه لوله عبارتند از: بهبود ریزش فشار رشته و مقاومت در برابر انقباض، شکل 4. کاهش فشار پایین در رشته به این معنی است که فشار بیشتری در طول شکست ایجاد می شود، در حالی که افزایش مقاومت در برابر انقباض وجود دارد، در حالی که قبل از ایجاد لرزش حلقوی، می لرزد

شکل 4: افت فشار رشته، با استفاده از اتصال دلتا در مقابل اتصال NC50. کاهش قابل توجهی در افت فشار به این معنی است که فشار بیشتری در طول شکست ایجاد می شود.



نتیجه گیری

با افزایش طول لوله ها و چاه های چالش برانگیز که نیاز به تجهیزات قوی تر دارند، تغییر پله ای در تکنولوژی اتصال، ضروری بود. اتصال دلتا به منظور برآورده سازی عملکرد یا عملکرد بهتر اتصالات پیشین توسعه داده شد. و در عین حال هزینه کل مالکیت کاهش یافت. اعتبارسنجی و آزمایش طراحی اتصال گسترده، بینش ارزشمندی را در مورد اختلافات عملکردی ارائه داد، در حالی که آزمایشات میدان اتصال، دوام دلتا برای پیاده سازی تجاری گسترده تر را نشان داد.

اتصال دلتا در میادین سراسر ایالات متحده با نرخ کل احیا 3.6٪ در مقایسه با نمونه گیری بیش از 40000 بازرسی اتصالات انجام می شود. استفاده از میدان مکرراً مزایای استفاده از اتصال جدید را تأیید می کند، همانطور که در مدل سازی انجام شده توسط Quail Tools نشان داده شده است. علاوه بر مزایای عملکرد استفاده از اتصالات قوی و لوله در همان چاه، دلتا به اپراتورها کمک می کند که کاهش قابل توجهی در هزینه تعمیر لوله صورت دهند و این به دلیل اتصالات کمتری که نیاز به برش های دوباره دارند، و قیمت پایین تر برای برش های دوباره در صورت لزوم می باشد.