



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## حفاری یک جفت بهتر: تکنولوژی های جدید در حفاری جهت دار SAGD

### خلاصه

جایگزینی دقیق جفت چاه ها حیاتی ترین عوامل در اجرای موفقیت آمیز یک برنامه ی حفاری شکاف جاذبه به کمک بیم هستند (SAGD). یک برنامه ی حفاری SAGD شامل جایگزینی رویه متناسب با حدود مخزن و توأم کردن رویه با انژکتور بصورت دقیق تر است. برآورده کردن این انتظارات بالا در سازه های تلفیق نیافته ( یعنی شن و ماسه ی نفت McMurry در کانادا) مستلزم تمرکزی قوی روی ابداع تکنولوژیکی می باشد.

کار معمول در حفاری چاه های SAGD در شمال شرق Alberta، حفاری جفت SAGD های جانبی با موتورهای معمول هدایت شونده و اندازه گیری مقاومت های ویژه در حین حفاری است (LWD). اگرچه این تلفیق محدودیت های موفق و معینی ارائه داده که بر حسب کیفیت چاه و مکان جایگزینی آن در دسترس است. در پروژه ی نمایشی که توسط یکی از شرکت های بزرگ نفتی انجام شد، چندین مورد پیشگام صنعتی به طرز موفقیت آمیزی پیاده سازی شدند، که شامل تلفیقی از جدیدترین تکنولوژی LWD و تکنولوژی جهت دار و مقیاس های آن بود.

سنگ بنای این گام های اولیه ی صنعتی کاربرد یک سیستم با سازه ی قابل تغییر و هدایت شوند بود (RSS) که روی 20 چاه افقی استفاده شد. این سیستم همراه با سنسور مقاومت ویژه ی آزیموتی (سمتی) فوق عمقی (یعنی RSS) هدایت زمینی دقیقی همراه با کران بستر پایینی در چاه های تولید کننده را حاصل نمود که در ثبت و ضبط مخزن بهبود یافته و توصیف بهتر آن بدست آمده بود. با داشتن زمان بیشتر امکان حفاری کارآمدتر وجود داشت و هزینه های چاه ها به طرز قابل توجهی کاهش می یافت. رانش های خطی بسیار هموار، فقدان خمیدگی را نشان می داد که احتمالاً به واسطه ی اسمبل کردن حفره پایینی دوار ایجاد شده بود (BHA). کنترل جهت دار بهبود یافته حائل های چاه یکپارچه ای ایجاد کرده بود که احتمالاً بین جفت های عرضی قرار داشت و بدین وسیله ریسک hot spot ها و مدار کوتاه زدن را در عرض عملیات SAGD کاهش می داد. استفاده از یک بخش برقی با دیواره ی

امکان وجود جفت بالای RSS ، bit-rev/min را برای پاسخگویی BHA بهبود یافته در حین به حداقل رساندن چدن ریزی و لوله کشی را فراهم می آورد. در مجموع نتایج و درس های آموخته شده از نمایش این تکنولوژی های جدید نشانگر واضحی از آینده ی رو به پیشرفت حفاری جهت دار در SAGD ارائه می دهد.

## پس زمینه

نمایه ی مخزن و طراحی چاه. ویژگی های کلیدی مخزن برای پروژه به شرح زیر بودند:

سازه: McMurray

عمق عمودی واقعی: 430 متر

ضخامت خالص: 10 تا 40 متر

فشار مخزن: 2500 kPA

درجه حرارت مخزن: 14 درجه ی سانتیگراد

چگالی قیر طبیعی:  $1017 \text{ kg/m}^3$

چسبندگی قیر طبیعی: 2950000

قیر طبیعی متراکم و چسبناک اساساً در درجه حرارت معمولی اولیه ی مخزن غیر قابل تحرک است. به این دلیل تکنیک تولید حرارتی برای متحرک سازی نفت و آوردن آن به سطح برای پردازش لازم است. روش اصلی بکار گرفته شده توسط شرکت های نفتی در SAGD همراه با یک پیلوت حلال – انجکشن مشترک کوچک می باشد. در مورد این روش های تولید با جزئیات در مقالات فنی دیگر بحث شده است (باتلر، 1998؛ Orr، 2009). هر دو روش از جفت چاه های افقی استفاده می کنند که یکی از چاه ها به طور موازی در فاصله ی خاصی بالای دیگری حفاری می گردد. چاه بالایی (انژکتور) برای اماله کردن (تزریق کردن) سیال های داغ درون سازه در حینی است که چاه پایینی

(تولید کننده) مایع های که بواسطه ی جاذبه چکه کرده بودند را بازیابی می کند که متشکل از قیر طبیعی همراه با سیال های اماله شده و چگالیده (تغلیظ شده) است.

چاه ها در پروژه ی نمایشی Leismer (LDP) برای تقریباً عمق مجموع 1400 متر (TD) با عمق عمودی تقریباً 430 متر طراحی شده بودند. مخزن کم عمق TBD و عمق پوشش سطحی مورد نیاز (تقریباً 185 متر) فضای نسبتاً تنگی برای انتقال از سطح عمودی به سطح افقی فراهم می کرد. طرح چاه طراحی شده برای نرخ های ساختن تا بالای 8 درجه – 30 متر در یک وقفه ی 200-230 m-TVD برای انجام این کار بود. چاه های انژکتور مجهز به پوشش واسط 11/75 اینچی (298 میلی متر) و خط کش شکاف دار شده در سطح افقی برای همگام سازی رشته های انجکشن دوتایی و ابزارهای آن بود. تولید کننده ها معمولاً پوشش واسط کوچکتری داشتند که 9/625 اینچ بود و با یک خط کش شکاف دار 7 اینچی همراه بود. بخش های افقی معمولاً 700 تا 800 متر بودند و کلاً در وقفه ی تولید حفاری می شدند.

**حوزه پروژه و چالش های آن.** SAGD حفاری جدید و روش تولید نسبتاً نویی است که به طور تجاری در دهه 1990 معرفی شده است. تا کنون حفاری دقیق جفت چاه های SAGD مستقل از تکنولوژی توسعه یافته برای دیگر طرح های چاه است که الزاماً مستلزم همان سطح از دقت نیستند. در حالی که این تکنولوژی به سرعت بهبود می یابد، محدودیت هایی نیز در مورد کیفیتی کلی چاهی وجود دارد که می توان آن را حفر کرد، شامل طبیعت مارپیچی و پیچ و خم دار چاه؛ جایگزینی دقیق TVD؛ و پنجره ی نسبتاً بزرگ مورد نیاز برای هدایت کردن قسمت جانبی. اما حالت مطلوب برای شکستن این مرز و محدودیت ها و افزایش ارزش هر جفت چاه منجر به ایجاد ایده های جدید و اتخاذ تکنولوژی هایی است که جدیداً در دسترس قرار گرفته اند و قبلاً در پروژه ی نفت – شن و ماسه بکار گرفته نشده اند.

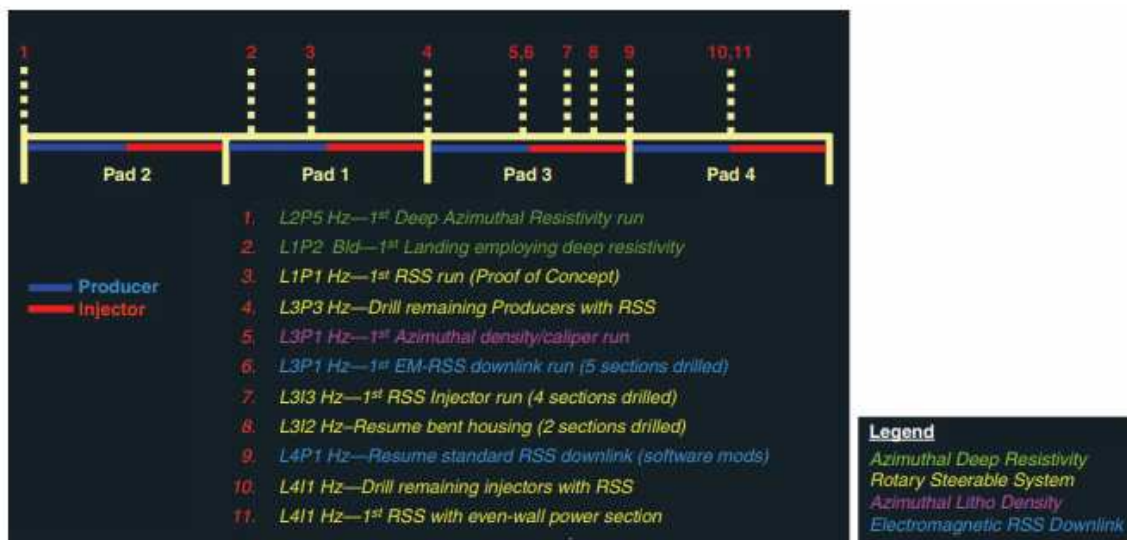
با داشتن این مطلب در ذهن، گروه حفاری وظیفه ای در این پروژه داشتند که آن تعیین اهداف بخصوص در بخش سازه و بخش های جانبی بود. این اهداف شامل موارد زیر بودند:

- حفظ فاصله چاه تولید کننده در عمق 3 متری با زیر پایه ی منبع. حوزه ی LDP زیر یک ناحیه ی گسترده از آب زیر زمینی با عمق 20 متر است. فاصله سازگار با عملیات SAGD کارآمد حیاتی است.
  - خشکی dogleg متوسط و کم (DLS) در مسیرهای جانبی برای رانش خطی ساده و فضا سازی چاه یکپارچه و متناسب و هندسه ی مطمئن آن.
  - بدون هیچ گونه اصلاح بیش از حدی. مشاهده شده که ایجاد اصلاحیه های دوره ی گروهی معمولاً در عمق چاه سینوسی حاصل می شود و بنابراین از حفار هدایت شده خواسته می شود تا اصلاحات کمی ایجاد کند تا طرح چاهی که حاصل می شود نزدیک به طرح اولیه ی چاه باشد.
  - منافذ (روزنه های) هدایت انژکتور / تولید کننده ی بسیار تنگ. به جای یک روزنه ی عرضی و افقی تعریف شده س معین (بر حسب متر یا کسری از متر) از شرکت خواسته شده که حفارهای هدایت شده چاه را روی طرح اولیه بدون هیچ گونه تلورانسی برای تحمل انحراف حفظ نماید).
  - حفظ آفست پنج متری میان انژکتور – تولید کننده در بخش جانبی نزدیک به آفست 4 متری برای 100 متر آخر. این بستار در 50 متری سطح جانبی رخ می دهد و یک افت ملایم است. بستار برای همپاری در توزیع بیم جفتی طراحی شده است.
  - حفر با تانژانت 75 متری در بخش سازه با نرخ dogleg کمتر از 30<sup>0</sup>/30.
- اهدافی که قبلاً مشخص شدند چالش هایی را ایجاد کردند که نه تنها مهندسان حفاری با آن روبرو هستند. بلکه علاوه بر آن حفاران هدایت شده و دیگر خدماتی که در پروژه شامل شده اند نیز شامل این چالش های می شوند. علاوه بر چالش هایی که در مورد گروه حفاری بواسطه ی طراحان این پروژه وجود دارد، چالش های عملیاتی معینی نیز در حفاری نفت – شن و ماسه بارز هستند.
- محدودیت های چرخشی – سرعتی . سرعت چرخش تجهیزات محدود به عملیات کاملاً ایمن و کارآمد در سطح بود. محدودیت های rev/min انتخاب شدند تا به تجهیزات سطح و پرسنل امکان داده شود که با ایمنی کار کرده و به کار خود ادامه دهند تا پوشش دادن و درپوش گذاری لوله ها به حداقل رسانده شود.

- نرخ کلی بهبود یافته رخنه (ROP) در حین حفظ مقیاس های حفاری کنترل اکید. علاوه بر محدودیت های  $ROP$  ،  $rev/min$  ی آنی محدود به گروه حفاری شد تا از عملیات کاملاً ایمن و کارآمد اطمینان حاصل شود. این محدودیت ها نرخ کلی حفاری را بهبود می دهند و چالش به دلیل ایجاد بهبودها ایجاد می کردند که باید از افزایش کارایی و کاهش در زمان غیر تولیدی حاصل می شد (NPT).

- استفاده از دورسنجی الکترو مغناطیسی (EM) به جای دورسنجی گل - پالس. دورسنجی EM سریع و کارآمد است؛ اما، آن نیز محدودیت های معینی دارد که یکی از آن ها اتصال نزدیک با کفش محافظ است.

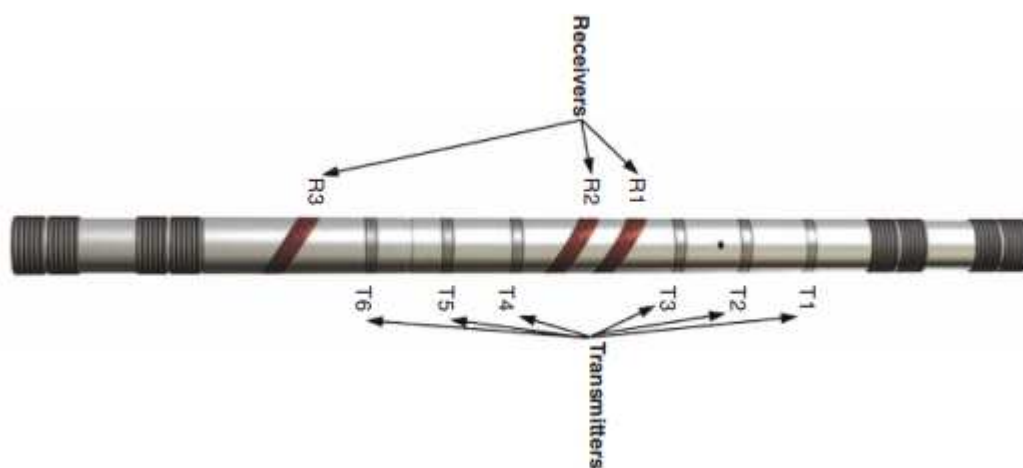
**بهبود های رو به رشد پروژه.** تغییرات و بهبودهای متعددی وجود داشتند که از طریق پروژه به برنامه ی جهت یافته اعمال شده بود که در آن محیط کاری مشارکتی فراهم شده بود و به اپراتور و پرسنل شرکت خدماتی اجازه می داد تا بسیار نزدیک به یکدیگر کار کنند تا پیشرفت ها مداوم و رو به رشد باشد، همان طور که در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1 - بهبودهای پروژه ی پیشرونده

اولین بهبودها در تکنولوژی با ابزارهای LWD مقاومت ویژه عمقی همراه با هدایت زمینی در زمان واقعی بود. RSS پس از آن بود که اضافه شد، که مستلزم توجه بیشتری به بهینه سازی عملکرد ابزارها بود. مرحله ی پیشرفت بعدی

اضافه کردن یک بخش برق دیواره دار شده ی جفت برای بهبود  $\text{bit rev/min}$  و پیشرفت دادن عملکرد RSS بود. در نهایت، یک لینک دریافت EM-RSS برای اولین بار تقریباً نیمه مسیره از طریق Pad 3 به کار گرفته شد. ایجاد لینک دریافت دورسنجی EM دو مسیره ی زمان واقعی کاملاً یکپارچه کاری موفق میان سیستم های اندازه گیری (M)/LWD، سیستم های چرخشی - هدایت شونده و سیستم های سطحی بود؛ اما نیاز به پیشرفت برای بهینه سازی روتین های زمان بندی لینک دریافت در سیستم فشار - پالس لینک دریافت قدیمی وجود داشت. به روز رسانی نرم افزار طراحی شد و به زودی پس از انجام LDP پیاده سازی گردید.



شکل 2 - حسگر مقاومت ویژه عمق آزمون

## زمین شناسی و اندازه گیری آزمون

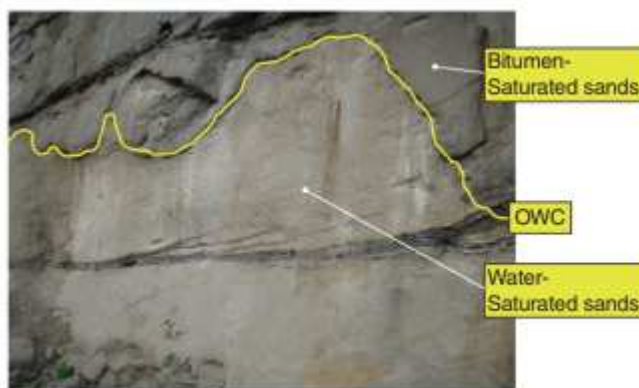
حسگر مقاومت ویژه خوانش گر قوی آزمون استفاده شد، درست همان طور که در شکل 2 نشان داده شده است. این حسگر چند فضا دهی، و چندین فرکانس را وصف می کند و مبتنی بر مفهوم آنتن کج می باشد (Bittar و همکارانش، 2007). با استفاده از چندین فضا دهی و فرکانس های عملیاتی، مقاومت ویژه ی عمقی آزمون در فرکانس بالا و فضای کوچک برای ترسیم ویژگی های چاه نزدیک برجسته گردید. فضا دهی طولانی تر و فرکانس نهایی پایین تر برای ارزیابی ویژگی های شکل گیری ناحیه ی مورد تهاجم قرار نگرفته استفاده شده اند. حسگر مزایای داده های فرکانس بالا (یعنی، دقت بالاتر در مقاومت های ویژه ی بالا و وضوح عمودی بهتر) را در حین

بدست آوردن مزایای ارزیابی های فرکانس پایین تر حفظ می کرد، شامل عمق هایی که بررسی بسیار عمیق تر - از این رو، حس کردن حدود بستر حول و حوش حفره حفاری شده در زمین تا عمق 18 فوتی است. با چرخیدن ابزار، داده های شیف (چرخش) فاز و تضعیف (میرایی) در 32 انبارکی که بصورت آزیموتی جهت یافته اند حاصل می شوند، که یا به سمت بالایی حفره حفاری شده در زمین اشاره دارد یا بخش شمالی مغناطیسی که از مغناطیس سنج استفاده می کند.

حسگرهای مقاومت ویژه عمق آزیموتی نیز یک سری سنجه هایی ارائه می کنند که سیگنال های هدایت زمینی یا سیگنال های زمینی نامیده شده اند، که نشانگرهایی از کران های نزدیک به هم می باشد (Seifert و همکارانش، 2009). بواسطه ی طراحی، یک سیگنال زمینی حساسیت بالایی به واسطه های میان وقفه ها با مقاومت ویژهی مختلف نشان می دهد. بواسطه ی تبدیل، سیگنال زمینی می تواند فاصله تا کران را با دقت بالایی، همراه با وضوح عمق مناسبی تعیین کند. بزرگی سیگنال زمینی اندکی بالای سطح نویز الکترونیکی حسگر موجود برای کران قرار یافته در فاصله ی 18 فوت دورتر از حفره ی حفاری شده است. اما، در مورد عکس تلاش کردن برای شناسایی یک صخره پوشش دار، کشش و حساسیت سیگنال زمینی بطرز قابل توجهی از مقادیر اسمی شان کمتر شده اند.

شن های مخزن LDP بخشی از ترکیب مدخل رودخانه ای هستند که در سازه های Middle McMurray تا Lower Cretaceous McMurray وجود دارند. نگاشت OWC می تواند مشکل باشد و پیش بینی آن نیز سخت است چون به ندرت در حوزه ی عرضی مسطح و هموار است. مشاهده ی تغییرات 1 تا 3 m-TVD در OWC در مقیاس نمو یافته غیر معمول نیست (شکل 3). هدف جایگزینی های چاه طراحی شده سطوح جانبی تولید کننده دور کردن 3 تا 4 متری نواحی آب زیر زمینی با عمق بیشتر است.



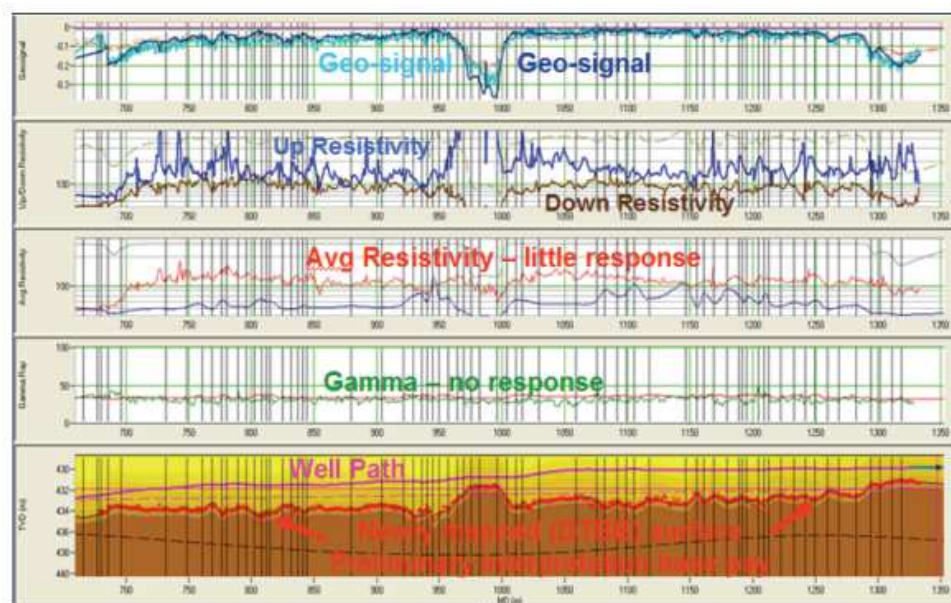


شکل 3 – OWC از نمودار، Christina River، شمال شرق آلبرتا

آب زیر زمینی می تواند در ابتدا در عرض چرخه ی گرم کردن سطح عرضی تولید کننده به عنوان سینک گرما عمل کند. دور کردن نا کافی چاه تولید کننده نسبت به آب زیر زمینی می تواند منجر به اتلاف گرمایی رسانایی قابل توجهی در عرض چرخاندن شود، که روی گرم کردن مطلوب انبار میان انژکتور و چاه های تولید کننده تأثیر می گذارد. بدون دور کردن کافی، چاه تولید کننده نیز می تواند با مخروطی شدن آب زیرین در عرض چرخه ی تولید روبرو شود، که نشان دهنده ی خطر قابل توجه فرایند SAGD است که در دیگر توسعه های SAGD مشاهده شده و عامل مهمی در حیات پذیری اقتصادی کلی یک پروژه است.

مقاومت ویژه عمق آزمونتی، در تلفیق با هدایت زمینی زمان حقیقی در ابتدا برای نگاشت مبنای سود، با استفاده از کنتراست مقاومت ویژه، در زمان حقیقی و گردآوری داده های عمق کم جبران شده و داده های مقاومت ویژه با عمق متوسط نشان داده شده بود تا پس از آن در توصیف مخزن کمک کننده باشد. نگاشت پایه ی کار نیز برای ایجاد تنظیمات با مجاورت مناسب برای حفظ دور سازی های از پیش تعیین شده از OWC در صورت وجود بود. وقتی از این نگاشت در بخش های سازه ای منتخب استفاده شد، برای تأیید دور کردن از مبنای مخزنت نزدیک نقاط ورود به خشکی نقطه پوشش واسط (ICP) و برای بخش های افقی تولید کننده برای حفظ فاصله ی 3 تا 4 متری از تماس زیر آب استفاده شد. در مجموع 19 100 m در 27 بخش حفره ای در عرض 1496 ساعت کاری در حفره هایی که

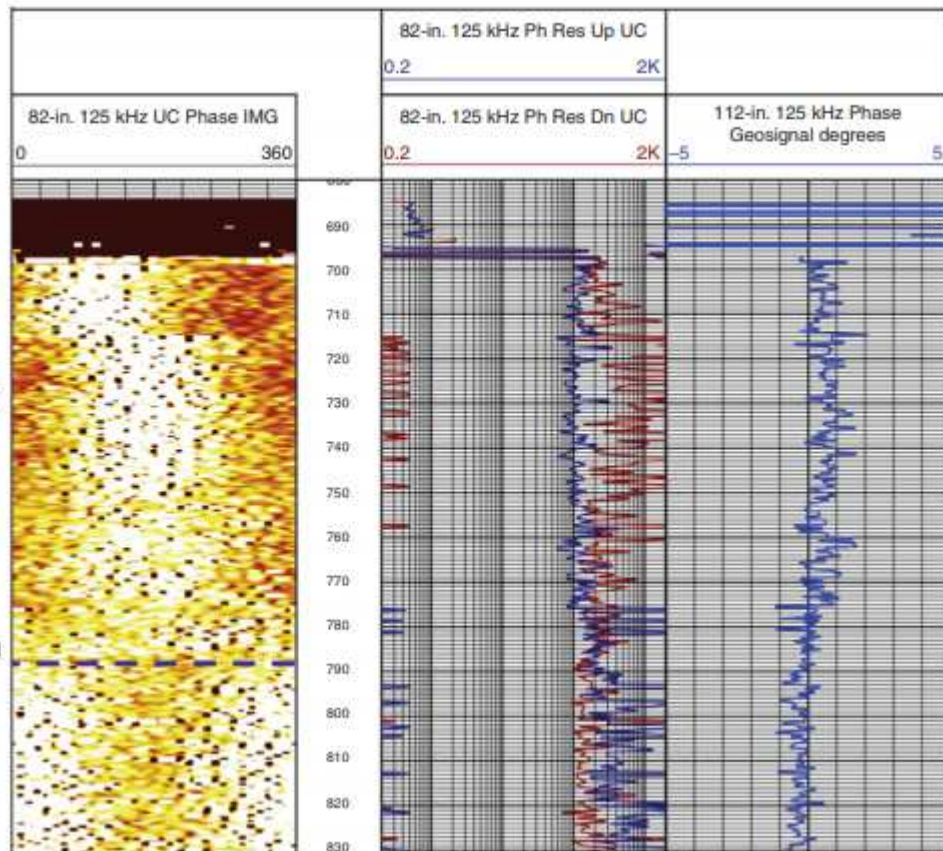
اندازه های مختلف داشتند و بدون هیچ گونه نقصان حفره پایینی حفاری شد (222 میلی متر، 270 میلی متر، و 311 میلی متر).



شکل 4 - بخش حد وسط L3P6: فاصله ی نهایی تا کران بستر تفسیر سطح نگاشت شده

شکل 4 نمونه ای از نگاشت یک کنتراست مقاومت ویژه را نشان می دهد که ممکن است به عنوان بار مینا (OWC) ، به همراه فاصله ترکیبی ا کران بستر و مقیاس های مقاومت ویژه ی آزمون تفسیر شود. این شکل درک مناسبی برای چیزی نشان می دهد که اکنون با پیشرفت های تکنولوژیکی اخیر ممکن است. دو شیار وسطی (گاما سبز است، ماده میانگین قرمز است) عکس العمل اندکی نشان می دهند. بطور معمول، این تمام چیزی است که با ابزارهای سنجش توده ای مقاومت ویژه مشاهده شده است. با نگاه کردن به دو شیار بالایی، در می یابیم که قابلیت های آزمون منحنی های مقاومت ویژه ی بالا/پایین و سیگنال زمینی هستند. مشخص است که کاراکترهای بیشتری در منحنی ها وجود دارند، که در حقیقت، برای تفسیر بسیار مفید و سودمند هستند. خطوط سیاه افقی در تمام شیارها تنظیمات ژئولوژیکی (زمین شناسی) هستند که توسط متخصصان هدایت زمینی برای ارزشمند شمردن داده های LWD ارزیابی شده در زمان واقعی فراهم شده اند. نتیجه ی واقعی تمام این کارها آن است که خط سیر مسییر چاه از طرح چاه اولیه به مسییر حفاری شده ی واقعی تغییر می یابد. بدون حداقل اصلاحات مسییر، طرح چاه اصلی

ارتباطی با سطح غیر هموار و مقاومت ویژه ی تباین پیدا می کند، و به عنوان مبنای منبع (انبار) تفسیر می گردد. تنظیمات مسیر چاه ماهرانه و زیرکانه انجام می شوند اما چون امکان و توانایی مشاهده ی مجاور دورتری نسبت به مسیر چاه وجود دارد (تقریباً 3 متر در این مورد)، اصلاحات دقیق مسیر را می توان به شیوه ی بدون اشکالی ایجاد کرد.



شکل 5 - تصویر مقاومت ویژه ی آزمون LIP6

ابزار مقاومت ویژه ی عمق آزمون نیز برای نگاشت ناهمگونی های مخزن در عمق 1 متری از چاه حفر شده و خارج از عمق چاه حفر شده نزدیک معمول بررسی دیگر ابزارهای اندازه گیری مقاومت ویژه استفاده شد. نمونه ای از این مورد را می توان در چاه تولید کننده ی LIP6 نمایش و شرح داد (شکل 5). در نزدیکی نقطه ورود به خشکی آن بخش سازه، با یک بستر گلی با ضخامت 1/5 تا 2 متر مواجه شدیم و حفاری را از داخل آن انجام دادیم. نقطه پایانی

ICP تقریباً 0/5 متر زیر آن بستر گلی بود. حفاری متعاقب سطح عرضی تولید کننده، با استفاده از مقاومت ویژه ی عمق آزمون، داده های مقاومت ویژه ی آزمون و عمق بررسی را ارائه نمود تا حوزه ی عرضی (افقی) نا یکرختی مشخص شود.

همان طور که در بخش صورت عملیات مشاهده می کنید (شکل 5)، تصویر مقاومت ویژه ی فاز 82 اینچی و انبارک های مقاومت ویژه ی بالای / پایینی تغییر نسبتاً ناگهانی ای داشته اند، که از سطح بالا رساناتر (مقاومت ویژه ی پایین) تا عمق 790 متری اندازه گیری شده (سنجیده شده) (MD) تا سطح پایین که اندکی رساناتر از MD ی 790 متری بوده است. با خوانش عمیق تر سیگنال زمینی 112 اینچی 125 کیلو هرتزی همان مشخصه در 790 متری MD نمایش داده می شود، که به عنوان خاتمه دهنده ی گل زیرین در MD ی 790 متر در نظر گرفته شده و نتیجه ی تغییر سطوح (طبقات) جانبی است. با داشتن MD 790 متری قبلی، می توان گفت که انبار بالای چاه حفر شده مقاومت ویژه ای دارد که اندکی بالاتر از مقاومت ویژه ی 3 تا 4 متر پایین آن است.

متعاقباً، تفسیر حوزه ی عرضی نا یکرختی میان انژکتور و تولید کننده برای تغییر استراتژی تکمیل برای جفت چاه ها استفاده شد.

- تصویر مقاومت ویژه ی فاز حوزه طولانی 82 اینچی 125 کیلو هرتزی با ROI در مقاومت ویژه ی حقیقی 100 اهم – متر (Rt) تقریباً 2/5 متری.
- مقاومت ویژه ی فاز 82 اینچی 125 کیلو هرتزی بالا / پایین با ROI در مقاومت ویژه ی حقیقی 100 اهم – متر (Rt) تقریباً 2/5 متری.
- ROI سیگنال زمینی 82 اینچی 125 کیلو هرتزی در مقاومت ویژه ی حقیقی 100 اهم – متر (Rt) تقریباً 3 متری.

حفاری چرخشی - هدایت شونده

چالش های بالقوه در SAGD RSS معمولاً در سازه های جدا شونده ی پر شده با قیر طبیعی (یعنی، McMurray) بکار رفته است. این صخره مخزن با سختی اندک در اغلب اوقات با محدود کردن ROP تا 50 تا 60 متر / ساعت حفاری می شود تا از تمیز کردن مناسب حفره اطمینان حاصل شود. به خوبی می دانیم که در صنعت، حفاری شن و ماسه ی نفت تغلیظ نشده مجموعه چالش های منحصر به خودش را دارد که بسیار مرتبط با کیفیت حفره حفاری شده است، شامل یکپارچگی قیر طبیعی، عدم ثبات حفره ی حفاری شده، تمیز کردن حفره حفاری شده از شن و ماسه، و تمیز کردن حفره ی حفاری شده. به علاوه، حفظ یک خط چاه سیر هموار، و نسبتاً مسطح به دلایلی مهم است که مربوط به جنبه ی تولید می باشند، شامل توزیع روند یکپارچه، هیدرولیک چاه مناسب، و سهولت توام کردن چاه های انژکتور.

قبل از اولین رانش RSS، چندین مورد در رابطه با عملکرد وجود دارند که باید به آنها رسیدگی کرد. اول از همه، نمودار کردن دهانه با درجه بسط یافته یا حفظ تلفیق دهانه / آستین است که نقاط تماس را حفظ می کند. RSS BHA تکیه بر تماس حفره حفاری شده ی تثبیت گر و نقطه دهانه - نقطه اتکا دارد. ثانیاً، آیا کنترل جهت دار کافی وجود دارد که در این سازه ی تغلیظ نا یافته حفظ شده باشد؟ سوم اینکه، آیا ابزار RSS جواب خواهد داد و داده های طیف بندی مغناطیسی از کیفیت کافی برای ارائه ی پارامترهای محیطی و عملیاتی برخوردار خواهد بود؟ سرعت چرخش توصیه شده ی حداقل در حقیقت ماکسیمم میزان rev/min مجازی بود که اپراتور آن را تعیین کرده بود.

موارد دیگری نیز وجود داشتند، شامل لوله ی زیاد شده و پوشش های افزایش یافته با چرخش های بالاتر رشته حفاری. نداشتن تجربه Mc Murray در حفاری و سازه و جفت های SAGD با تکنولوژی RSS مسأله ی مهمی بود. مورد اقتصادی نیز ملاحظه مهمی بود، بدین معنا بود که RSS هزینه ی از دست رفته در حفره ی عملیاتی بالاتری داشت.

در نتیجه ی موفقیت خط کش های در حال اجرا در سطح حفاری شده ی جانبی (عرضی) یا اسمبلی های RSS، مرحله ی منطقی بعدی بهبود کارایی های حفاری (به عنوان نمونه، حذف کردن لغزش های جاروب) بود.

اما چون این کار نزدیک به مرحله ی تکمیل پروژه بود و اتصالات خط کش یدکی کمی در دسترس بود و با در نظر گرفتن این ریسک که ممکن بود خط کش به سطح پایین نرسد، و این به دلیل مسائل حفره بود، شرکت عملیاتی تصمیم گرفت که آن انتخاب ها (گزینه ها) را در عملیات بعدی در نظر بگیرد.

RSS و رکورد شیپار در RSS . LDP در میزان بالایی از موفقیت های کلی حفاری این پروژه مشارکت داشته است. در مجموع بیست حفره ی افقی با این سیستم حفاری شدند که شامل 12 حفره ی افقی تولید کننده و 8 حفره ی افقی انژکتور بود. در تمامی آنها در مجموع 13000 متر حفره حفاری گردید، هم با اندازه ی حفره 220 میلی متری و هم با اندازه حفره ی 270 میلی متری، همراه با 744 ساعت کار و تنها یک خرابی ابزار حفره ی پایین که مربوط به باطری بود.

**RSS نقطه ی نوک دهانه .** RSS از هندسه ی point-the-bit که مطابق با دهانه های اندازه بسط یافته است استفاده می کند تا کنترل جهت دار با حساسیت پایین برای شکل دهی به قدرت و ایجاد حفره ی با کیفیت را ارائه نماید (Alvord و همکارانش، 2004). این سیستم از دهانه های اندازه ثابت طویل شده با نمایه درجه منفعلی استفاده می کند که حفره ی مستقیم و هموار با حداقل انحنا را ارائه می نماید. طویل کردن حفره ریسکی اس که در سازه های بسیار نرم وجود دارد که می تواند منجر به تنزل عملکرد جهت دار و کیفیت حفره ی ضعیف شود. با اشاره به دهانه نیاز به ویژگی های قطع سطحی جمعی حذف می شود که می تواند منجر به طویل سازی حفره، شکل گیری برآمدگی ها و مارپیچی شدن حفره شود. RSS ای که به دهانه اشاره دارد با منکسر کردن میله محرک ای میان دو بست عمل می کند. مقدار خمش میله محرک متغیر است؛ بنابراین، خروجی DLS می تواند در صورت لزوم کنترل گردد. چون ابزار دهانه را دورتر از انحنای خاصی هل نمی دهد این RSS می تواند از دهانه های ثابت شده با اندازه بسط یافته استفاده کند.

ویژگی های طراحی برای درجه بسط یافته برای این کاربرد با استفاده از نرم افزار مدلسازی دهانه و BHA تعیین شد که نیروهای پویا را مشخص می کرد و بار روی دهانه و وروودی دهانه را تعیین می نمود. طول درجه ی بسط یافته، تعداد تیغه ها، مقیاس انحنای (چرخشی بودن) و اندازه ی مقیاس برای به حداقل رساندن نیروهای سطحی روی سازه در حین ایجاد کنترل جهت دار ماکسیمم استفاده شده اند. سیستم های point-the-bit از یک نقطه ی اتکا روی مقیاس دهانه برای ایجاد انحنای دهانه استفاده می کند. تعدادی از تیغه ها و میزان نیروهای سطح توزیع مارپیچی روی حوزه ی گسترده تری برای تولید نقاط بار روی سازه بوجود آمده اند. به حداقل رساندن و توزیع نیروهای سطحی روی مقیاس بسط یافته طولی کردن حفره را در سازه های نرم کاهش داد.

سیستم امکان شمول آهن ربای ثابت شده و دواری که مستقیماً بالای دهانه برای استفاده با سیستم چرخنده ی طیف مغناطیسی قرار دارد، را فراهم می آورد. خرده آهنربا به عنوان بخشی از شکل هندسی مقیاس بسط یافته ی دهانه طراحی شده است که ویژگی های آن برای این کاربرد بهینه سازی شده اند.

تکنولوژی point-the-bit در رسیدن به چندین هدف پروژه کمک کننده است، شامل رسیدن به درجه ی بالایی از کنترل جهت دار در سازه های نرم ، انحنای کمینه و کیفیت حفره ی مناسب.

بسته ی سازه ی نرم. قبل از اولین اجرا در LDP ، مواردی وجود داشتند که در آنها یک RSS معمولی قادر به ارائه ی نرخ ایجاد سازه های متناسب در سازه های بسیار نرم نبود. حفاری در این سازه ها می تواند در طولی سازی حفره منتج گردد که ممکن است روی چندین جنبه از عملکرد RSS تأثیر بگذارد. تغییراتی در سیستم RSS داده شد تا عملکرد بهینه گردد و خطرات مرتبط با طولی سازی حفره برطرف گردند. بسته ی سازه ی نرم متشکل از چندی تغییر ابزار بود که برای تجربه ی گسترده ی حفاری سازه های نرم در آلاسکا ، برزیل و نواحی دیگر توسعه یافته بود. بسته ی سازه ی نرم عمدتاً از عناصر زیر تشکیل یافته است:

**غلطک های برد بسط یافته.** کنترل سطح ابزار دهانه RSS با تهیه جای مکانیسم کنترل سطح ابزار در مکان مرجع که از رشته حفاری در مورد چرخشی جدا شده است، حاصل شده است. چرخش مکان مرجع با نرخ پایین

برای فراهم کردن کنترل سطح ابزار حفظ شده است. مکان دهی مرجع تثبیت گر مرجعی دارد که مقاومت به چرخش با استفاده از مجموعه ای غلطک های چشمه بارگیری شده ارائه می کند که با دیواره حفره حفاری شده تماس دارد. تحت شرایط طولیل سازی حفره ، سیستم غلطک عرفی ممکن نیست با دیواره حفره ی حفاری شده اتصال داشته باشد که به اندازه ی کافی مقاومت نسبت به چرخش دارد، که در کنترل سطح ابزار ضعیف حاصل شده است. مکانیسم غلط برد بسط یافته برای ارائه ی برد شعاعی علاوه بر سازمان طراحی شده است. سیستم کنترل مکان مرجع با 1/8 اینچ نقص کلی حفره حفاری شده ارائه می کند. تثبیت گر مرجع از کانال های موازی با بدنه برای افزایش سطح روند حول تثبیت گر مرجع و کاهش اثر شستشو گذر می کند.

**تثبیت مکان پایین تر** - طولیل سازی حفره در دهانه می تواند روی عملکرد جهت دار به طرز قابل توجهی با کاهش نیروی نقطه اتکای دهانه تأثیر بگذارد. اگر قدرت فشرده سازی سازه کمتر از نیروی نقطه اتکا باشد، حفره طولیل می شود تا نیرو به سطحی افت کند که آن بتواند پشتیبانی کند. این طولیل سازی بطرز منفی روی قابلیت DLS تأثیر خواهد گذاشت. تثبیت مکان مرجع پایین تر (نقطه 2 در شکل 6) به حفظ توانایی DLS با کاهش نیروی سطحی در دهانه و حمایت از سطح دهانه در شرایط طولیل سازی حفره حفاری شده کمک می کند. نقطه اتکا به سمت تثبیت گر مکان پایین تر حرکت می کند، که غیر دوار است، بدان وسیله درجه ی طولیل سازی حفره را کاهش می دهد. حتی با جا دهی مکان پایین تر تثبیت شده، حرکت سمت راست و نرخ های ساخت با کارایی کمتر پدیدار می گردند، خصوصاً با بخش های حفره ی بزرگتر (270 میلی متر).



شکل 6 - بسته ی سازه نرم



**بهینه سازی تثبیت بخش بالایی.** بسته ی سازه نرم RSS نیز شامل پیمانه تثبیت گر بالایی و بهینه سازی مکان است. این تثبیت گر در جا یک تثبیت گر سیمی است که امکان ارتباط الکتریکی در بخش بالایی و پایینی را می دهد. موقعیت تثبیت گر بالایی و مقیاس روی عملکرد DLS و کنترل مکان مرجع تثبیت گر اثر می گذارد. نیروی سطحی روی تثبیت گر مرجع یکی از پارامترهایی است که میزان کارآمدی تثبیت گر مرجع در ارائه ی مقاومت نسبت به چرخش در سازه ی نرم و طولی سازی حفره ی حفاری شده را کنترل می کند. نرم افزار مدلسازی BHA برای بهینه سازی موقعیت تثبیت گر مرجع و نیروی سطحی برای ارائه ی ماکسیمم کنترل سطح ابزار و قابلیت DLS استفاده شده است.

**محدود کننده دهانه.** محدود کننده ی فشار در دهانه در بسته ی سازه نرم شامل شده است. محدود کننده فشارهای عقبی ای روی سیستم ارائه می کند تا امکان ارتباطات لینک دریافت در حین عمل کردن نازل های جت دهانه برای به حداکثر رساندن سایز برای کاهش نیروی هیدرولیکی و بهینه سازی شتاب جت روی سازه فراهم شود. به به حداقل رساندن نیروی هیدرولیکی روی سازه طولی سازی حفره حفاری شده با کاهش فوران کردن سازه پشت دهانه کاهش می یابد. توجه داشته باشید که افت فشار، یا از طریق نازل های دهانه یا از طریق محدود کننده ی دهانه، وقتی از عملیات لینک دریافت EM-RSS استفاده می شود غیر ضروری است.

**موتور عملکرد حائل شده بالای RSS.** حد Rev/min به میزان 60 روی دکل حفاری برای این پروژه تحمیل شد، که روی چندین جنبه از عملیات حفاری تأثیر می گذاشت. نرخ اصلاح نیروی ابزار RSS وقتی تنظیمات سطح ابزار ایجاد شوند، تابعی از Rev/min ابزار و رشته است. Rev/min پایین سرعتی را کاهش می دهد که در آن اصلاحات سطح ابزار می توانند ایجاد شوند و از این رو روی عکس العمل جهت دار BHA تأثیر می گذارد. Rev/min پایین روی کیفیت داده های سیستمطیف مغناطیسی دوار نیز تأثیر می گذارد چون این اکتساب مقیاس فی الذاته آماری است.

برای کنترل این موضوعات، یک موتور عملکرد دیواره جفتی با سیستم RSS استفاده شد. این موتور عملیاتی یک موتور گل سیمی با بخش برقی با دیواره جفتی است که برای استفاده با سیستم RSS طراحی شده است. این سیستم به این دلیل ماژولار است که می تواند در هر جایی در LWD – RSS BHA در حینی قرار گیرد که توان و اتصالات با سرعت بالا از ابزار عبور می کنند.

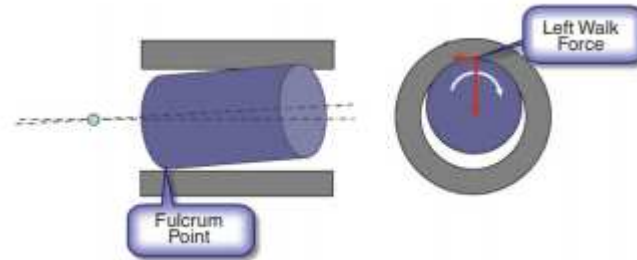
بخش برقی دیواره جفتی استفاده شده برای این کاربرد نرمه ی 6/7، مرحله 4/5 با خروجی 0/099 rev/L بود. با پمپ کردن با نرخ جریان 2100 rev/min، 200 rev/min از موتور عملکردی تولید شد و با 30 rev/min از سطح تلفیق گردید، که در سرعت بیتی 230 rev/min منتج شده است. هر چه سرعت بیتی بالاتر باشد عکس العمل جهت دار BHA بطرز قابل توجهی بهبود می یابد و تنظیمات سطح ابزاری ایجاد می کند که تقریباً آنی هستند. کیفیت داده ها از سیستم طیف مغناطیسی دوار بهبود یافته اند، و پوشش روی لوله حفاری شده با کاهش rev/min رشته کاهش یافته است.

### رفتار دهانه RSS

همانند دیگر مولفه های استفاده شده در عملیات حفاری SAGD، تکنولوژی های تولید دهانه نیز تکامل یافته اند. تکامل تا رسیدن به طرح های سیستم حفاری تطبیق یافته به اپراتورها این امکان را می دهد تا بتوانند به اهداف تولیدی خود با بهترین کیفیت حفره حفر شده با استفاده از کنترل جهت دار کارآمد دست یابند. دهانه های حوزه بسط یافته این کنترل جهت دار و عملکرد را در تلفیق با یک RSS که به درستی پیکر بندی شده است، فراهم می آورند.

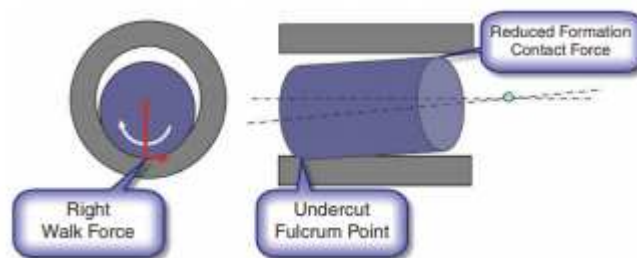
هنگام استفاده از یک دهانه فشرده چند کریستاله مقیاس بزرگ (PDC) با یک سیستم point-the-bit، توانایی تولید dogleg های مورد نیاز به طرز قابل توجهی با قدرت صخره تغییر می کند. شکل 7 اقدام چنین طرحی را در یک کاربرد صخره سخت نشان می دهد. توجه داشته باشید که نقطه اتکا در رأس مقیاس قرار دارد. تحت شرایط

حفاری نرمال، نیروی رانش سمت چپی ایجاد می شود. این پیکر بندی ماکسیمم DLS را ایجاد خواهد کرد چون صخره در نقطه اتکا ثابت نشده است.



شکل 7 - پیمایش پد با اندازه ی بزرگ در زاویه ی ساخت

وقتی سختی صخره به طرز قابل توجهی کاهش می یابد، همان طور که در DLP دیدیم، چندین تغییر در مشخصه های حفاری رخ می دهد. به عنوان مثال، سازه در نقطه ی اتکا تحت برش قرار می گیرد و این به دلیل فقدان پشتیبان لازم مقیاس بسط یافته است. این باعث ایجاد اتصال تنزل یافته با ساختار قطع کننده می شود و بطرز معکوس روی عملکرد جهت دار تأثیر می گذارد. نیروی رانش منتهجه به نیروی سمت راستی سوئیچ می کند و این به دلیل آن است که بخش تحت برش بزرگترین حوزه اتصال سازه را دارد (شکل 8).



شکل 8 - پیمایش سمت راست پ با اندازه ی بزرگ در زاویه ی ساخت

آخرین تغییر سیستم دلخواه کردن طرح یک دهانه برای این کاربرد خاص است. با استفاده از نرم افزار مدلسازی جهت دار در برنامه ی طراحی دهانه، راه حلی برای بخش های جانبی 222 میلی متری ارائه شد. این طراحی یک تیغه پهن بسط یافته را برای ارائه ی پشتیبان روی سطح پایینی حفره برای جلوگیری از برش کمتر فراهم می نماید.

همچنین از یک ساختار برش عرضی جمعی برای استفاده از کلیه مزایای هر نیروی سطح ارائه شده با BHA استفاده می کند که به دهانه این امکان را می دهد تا بتواند ماکسیمم میزان عملکرد را در شن های غیر چگالیده ایجاد کند. قبل از استفاده از طرح جدید، تقریباً 25 درصد فاصله مجموع هدایت شده برای اصلاح انحراف آزمایشی بود. این میانگین از 8/4 درصد با معرفی دهانه ی جدید افت کرد. فاصله میانگین حفاری شده با ماکسیمم انکسار RSS از 16/8 به 6/1٪ کاهش یافت و پوشش و گسیختگی را در سیستم کامل کاهش داد.

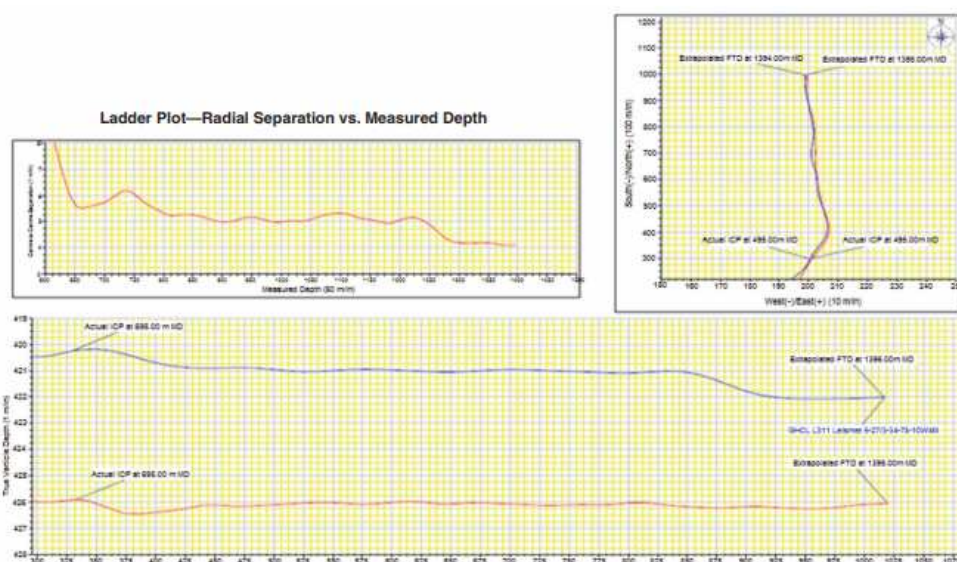
### کیفیت چاه حفر شده

Mason و Chen (2005) تعریف زیر را برای یک چاه ایده آل ارائه داده اند:

- بدون انحراف غیر قابل انتظار از چاه اولیه طراحی شده
- ماکسیمم انحنا
- چاه حفر شده بدون مارپیچی شدن
- بدون بستر ته نشین ها
- بدون برآمدگی
- مقیاس بدون حفره / بدون دوار شدن حفره
- حداقل اندازه حفره حفر شده برای پوشش دار کردن مورد نیاز
- تناسب حفره برای اجرای پوشش گذاری به سادگی

این مقاله در مورد اهمیت کارایی، ایمنی، ارضای اهداف منبع، و اینکه موفقیت حفر یک چاه وابسته به اهداف حفاری جهت دار نیست صحبت می کند. کاملاً دریافته ایم که یک حفر و تکمیل چاه حفر شده ی هموار تر و مستقیم تر ساده تر است و معمولاً احتمال بروز مشکلات نقصان کمتری در آن وجود دارد. این ایده به جلو بردن توسعه ی حفاری جدید، اندازه گیری و تکنولوژی های ورود کمک می کند.

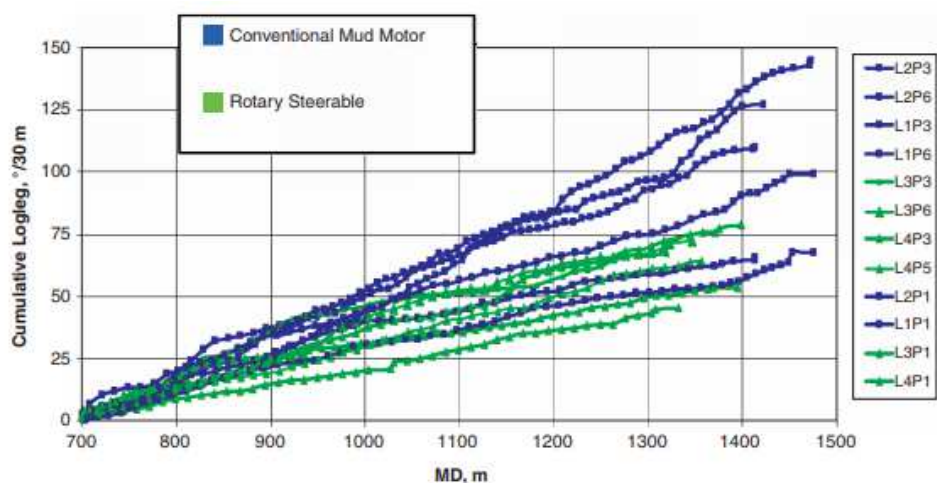
یک چاه حفر شده ی خوب نه تنها حفاری اش مطلوب است بلکه علاوه بر آن عملیات تکمیل آن و همچنین تولید و تخلیه کردن انبار آن کارآمد است. خصوصاً در جفت های SAGD ، که در آن حائل یکپارچه در سازه حیاتی است، ارزش بسیار زیادی در مورد حفر کردن بهترین چاه های موجود وجود دارد. داده های حاصل شده از LDP در زیر بخش های زیر تعریف شده اند که اظهار دارنده ی این هستند که RSS همراه با دیگر تکنولوژی های پیاده سازی شده، در ارائه ی یک چاه حفر شده با کیفیت بالاتر تأثیر دارد که شرایط متعددی از چاه ایده آل را فراهم می آورد (شکل 9).



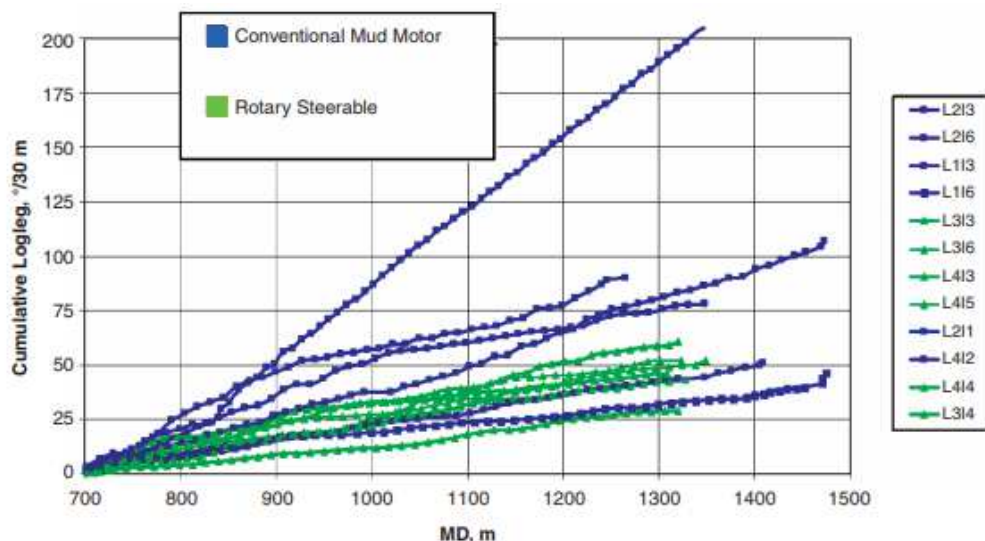
شکل 9 – نقشه ی نردبان برای چاه تولید کننده ی حفاری شده با RSS در LDP، که نشان دهنده ی خط سیر هموار و مستقیم است.

**Dogleg های تجمیعی.** Dogleg ها نشانگری از انحنای در یک چاه حفر شده هستند. درجه، بسامد ، و موقعیت یابی dogleg ها می تواند روی عملیات حفاری ، راشن های پوشش گذاری ، و عملیات تکمیلی آینده تأثیر بگذارد. با حفاری با یک موتور گل عرفی (مرسوم) و مکان دهی خمیدگی (زانو) ، انحنای و نایکریختی در مسیر چاه غیر قابل اجتناب است. به علاوه، به علت زیاد بودن بسامد بررسی با ابزارهای جهت یافته ، این سیستم حفاری ریز dogleg های پنهان را در چاه باقی می گذارد که در بررسی نهایی جهت دار مشاهده نشده اند. این dogleg ها اگر به درستی

هدایت نشده باشند می توانند اندک اندک گشتاوری ، لارویی، فرسودگی و مسائل دیگر را افزایش دهند. همان طور که در زیر بخش قبلی توضیح داده شد، یک RSS point-the-bit خمیدگی BHA را حذف می کند و چاه هموارتر و مستقیم تری ایجاد می کند و انحنا را کاهش می دهد. این نتیجه در تحلیل DLS ما برای LDP بارز است. شکل های 10 و 11 به ترتیب منحنی های dogleg تجمیعی را برای نمونه گیری از چاه های تولید کننده و انژکتور نشان می دهد.



شکل 10 – dogleg های تجمیعی تولید کننده



شکل 11 – dogleg های تجمیعی انژکتور

پایین آوردن ها. استفاده از فشرده سازی یا چرخش برای تحمیل خط کش های شکاف دار شده در TD در سطوح افقی SAGD طولانی انصافاً کار معمولی است. نیروی اضافی ای برای غلبه بر انکسار و لارویی و حرکت خط کش ها در دیواره چاه لازم است. معمولاً کار چرخاندن در حین استفاده از نیروی پایین آوردن محدود است چون خط مش های شکاف دار نسبت به آسیب دیدن تحت خمش تلفیقی و بارگیری فشرده سازی کننده آسیب پذیرند. اغلب اپراتورها راهنمایی های اکیدی در مورد اجرای خط کش های شکاف دار شده برای جلوگیری از دگردیسی شکاف ارائه کرده اند؛ اما، این محدودیت ها ممکن است در موقعیت های مشکل ساز تحمیل شده باشند، خصوصاً با در نظر گرفتن ریز dogleg هایی که معمولاً در یک چاه حفاری شده مرسوم موجودند. از این رو، به حداقل رساندن نیاز به نیروی مکمل با اطمینان یافتن از بهترین شرایط حفره موجود قبل از اجرای خط کش ها وجود دارد:

در LDP، چرخاندن در حین رانش خط کش ها منع شده است، و این باعث شده که نیروی های پایین کشیدن به عنوان تنها ابزارهای موجود برای غلبه بر مشکلات لارویی و محدودیت ها باقی بماند.

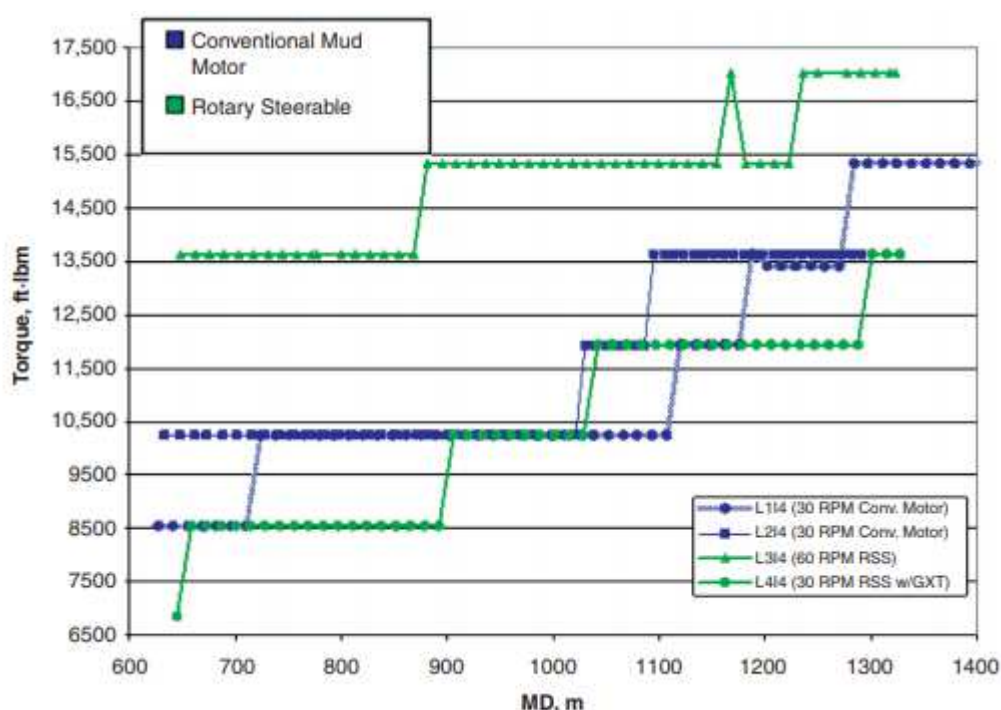
جدول 1 داده های نیروی پایین کشیدن ها را در عرض رانش های خط کش برای تمام بخش های جانبی در LDP نشان می دهد.

	Conventional Motor		Rotary Steerable	
	222-mm Hole 177.8-mm Liner	270-mm Hole 219.1-mm Liner	222-mm Hole 177.8-mm Liner	270-mm Hole 219.1-mm Liner
Min. Force Used (daN)	0	4,000	0	0
Max. Force Used (daN)	18,000	16,000	8,000	8,000
Requiring Pulldowns	75%	100%	35%	78%

جدول 1

کاهش قابل توجهی در نیروی مورد استفاده برای اجرای خط کش ها در حفره هایی که با RSS حفاری شده اند تجربه شده است. این به خصوص در حفره هایی قابل توجه بود که با حفره تولید کننده 222 میلی متری ایجاد شده بودند، که در آن ها بیش از 50 درصد چاه ها مستلزم پایین رفتن بودند. هر چه حفره های تولید کننده ی مجاز

برای فاصله ابزار تنگ تر کوچک تر باشند، حفره احتمالاً هموارتر خواهد شد. به علاوه اغلب چاه های تولید کننده مستلزم طیف مغناطیسی نیستند که گرایش به داشتن تأثیر افزایش طبیعت سینوسی و منحنی یک چاه حفر شده است. انژکتور های 270 میلی متری که در طیف مغناطیسی قرار داشتند، نیز خط کش هایی داشتند که به زیر چاه های دوار قابل هدایت می رفتند و بکمتر از 20 درصد خط کش ها باید پایین کشیده می شدند. در مورد هر دو اندازه حفره، وقتی نیروی روی چاه های RSS نیاز بود، بطرز قابل توجهی کمتر بود و غالباً تنها برای شکستن انکسار آماری لازم بود و نه برای طول کلی اتصال. این نتایج اظهار دارنده ی کاهش در انحنا، تمیز کردن بهتر حفره، و انسداد کلی کمتر در چاه های حفر شده با RSS بودند، که به خط کش این امکان را می دادند تا به بخش پایین به سادگی حرکت کرده و محدودیت کمتری برای آن ایجاد می کردند.



شکل 12 - روندهای چرخشی - گشتاوری

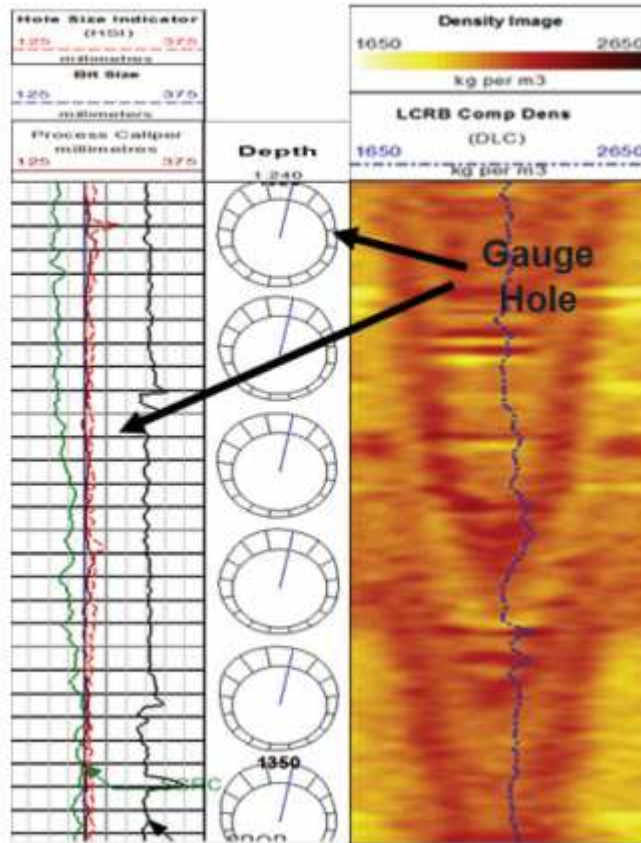
روندهای گشتاوری. روندهای گشتاوری در عرض عملیات حفاری در شکل 12 نشان داده شده اند. کمترین گشتاوری سطح با بخش برقی و تلفیق RSS ثبت شده است. روند گشتاوری سطح پیک بالاتری با RSS همراه و با



موتور گلی مرسوم نشان می دهد. تفاوت به عوامل مختلفی نسبت داده شده است، شامل گشتاوری ای که بواسطه ی حفره پایینی بخش برق ارائه شده است، چرخش افزایش یافته ی  $rev/min$  با RSS، و کیفیت حفره بهبود یافته با سیستم RSS.

بخش برقی مورد استفاده با موتور مرسوم و RSS برقی 3000 تا 4000  $lb/ft$  گستاوری را مستقیماً به دهانه ارائه می کند، و گستاوری مورد نیاز در سطح را کاهش می دهد. با سیستم RSS، کل نیاز گستاوری در سطح ارائه شده است. همچنین، روی کل چاه های حفر شده با موتور های جهت یافته ی مرسوم، سرعت های چرخش تقریباً  $30 rev/min$  با حدی به میزان  $50 rev/min$  بودند. تا بتوانند بطور کارآمد کار کنند. این سرعت چرخشی اضافی در مورد برخی افزایش ها در گستاوری سطح با سیستم RSS به شمار می رود. مقایسه ی بهتر روندهای گستاوری موتور مرسوم در مقابل RSS برقی است، که در آن هر دو سیستم گستاوری ای دارند که توسط یک بخش برق حفره پایین ارائه شده است. RSS برقی گستاوری کمتری در نتیجه ی کیفیت حفره ی بهبود یافته تولید شده با RSS نشان می دهد.

شایان ذکر است که سطح گستاوری دورا تجربه شده در رانش های دوار – قابل هدیات هنوز زیر گستاوری آرایش اتصال لوله حفر شده و محدودیت های رانش گستاوری است؛ بنابراین، تأثیر گستاوری افزایش یافته با RSS نسبتاً اندک است. سطوح گستاوری باگشته به سطح پایین تر با استفاده از بخش برقی روی رأس RSS به گونه ای است که در شکل 12 نشان داده شده است.

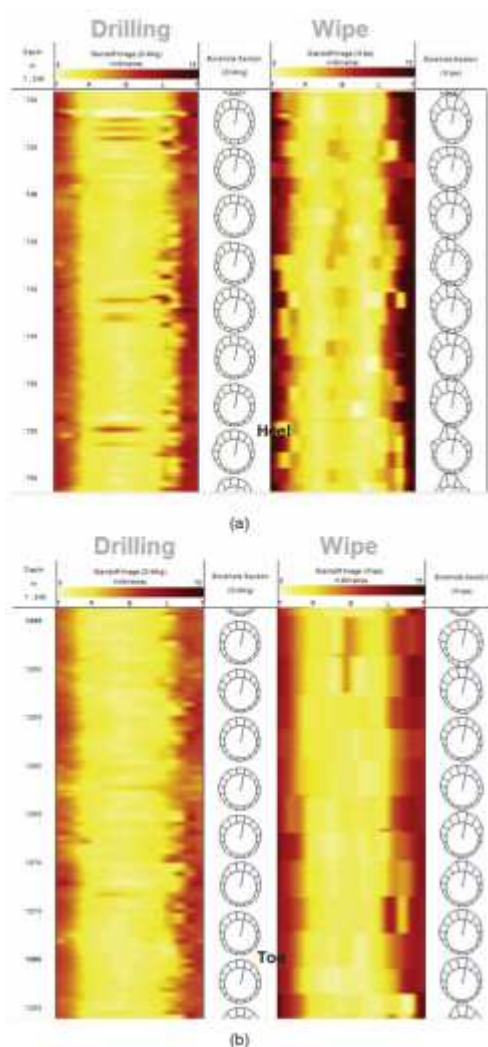


شکل 13 - چگالی لیتوگراف آزمایشی (ALD): عکسبرداری چگالی حفره حفر شده ی Hz و کولیس در L3P Hz (حفاری)

کولیس چاه حفر شده و مجسم کردن چاه . هر دو شرکتی که روی این پروژه کار می کردند و تأمین کننده ی سرویس در اثبات این که چاه حفر شده در شکل هندسی خوبی در حین حفاری است با یک RSS و دهانه ی اندازه بسط یافته مشغول شده بودند. در چاه L3P1 ، تصمیم گرفته شد که عکسبرداری چگالی LWD زمان واقعی و ابزار کولیس حفره حفاری شده انجام گردد تا به داده های چگالی و کولیس حفره حفر شده در حین حفاری و پس از TD ، داده های موجود در مورد باز کردن حفره به میزان 305 متر (1000 متر تا 995 متر MD) دست یابیم. وقفه ی حفاری 30 متری نزدیک TD در شکل 13 نشان داده شده است ، که موید این است که حفره ی مرکزی 222 میلی متری به همان اندازه ای است که در ابتدا حفاری شده است. چاه حفر شده ای با این کیفیت بطرز غیر

قابل انکاری امکان کمینه سازی انحنای پاسخ آغارین بهبود یافته ، عامل انکسار کاهش یافته را می دهد که منجر به شکل گیری های رشته ای شده می شود.

شکل 14 مقایسه میان یک بخش حفاری شده و زدوده شده نزدیک ICP را نشان می دهد. حفره در حین حفاری در اندازه ای خاص است، اما حفره به دلیل توسعه نقصان ها میان گذر حفاری رو به زوال می گذارد.

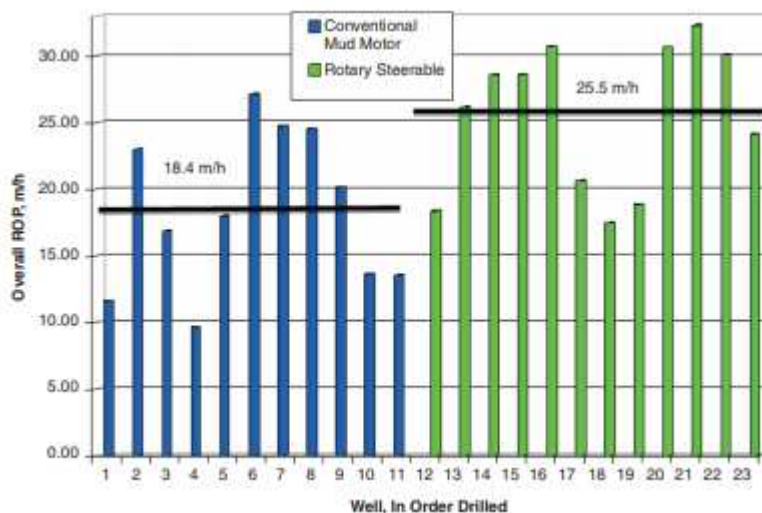


شکل 14 - Ald : تصویر چگالی حفره حفر شده ی Hz و کولیس روی Hz L3P1 (حفاری در مقابل زدودن)

کارایی های مرتبط با حفاری . کارایی های زمانی. LDP تحت پارامترهای حفاری کنترل شده ای حفاری گردید، که شامل محدودیت های مرتبط با rev/min و ROP بود. با کاهش دفعات حفاریدر محیط مستلزم

بهبودهایی در کارایی ها می باشد (یعنی، کاهش منابع NPT در حین حفظ ROP سازگار و شستشوی حفره ی مناسب). منابع NPT شامل زمان بررسی، اتصالات، چک کردن جریان، زدودن مجدد حفره، و کنترل کردن موتورهای گل هدایت شونده می باشد. شکل 15 نرخ حفاری کلی از کج بیل تا TD را برای بخش های تولید کننده ی عرضی نشان می دهد. این نرخ زمان صرف شده برای حرکت از قسمت کج بیل تا TD با طول بخش حفاری شده است، که شامل تمام NPT می باشد. نتایج نشان می دهند که رانش دوار - هدایت شونده ی میانگین 7 متر / ساعت (39 درصد) سریع تر از رانش موتور گل عرفی انجام شده است.

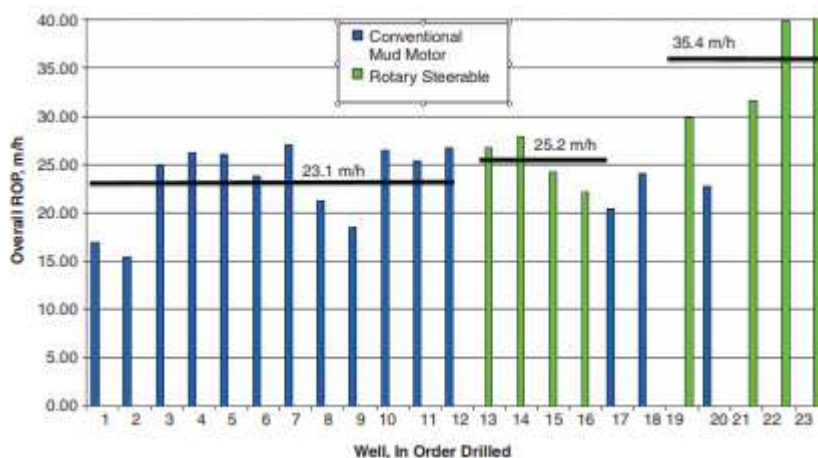
برای سطوح افقی انژکتور، دو تغییر مرحله در عملکرد تجربه شدند. اولین تلاش در RSS در حینی انجام شد که طیف بندی مغناطیسی به بهبود میانگین به میزان 2 متر / ساعت (10٪) بهتر از نوع مرسوم دست یافته بود. این نتیجه به دلیل وجود محدودیت های rev/min و اثر آنها روی پاسخگویی RSS، عملکرد طیف بندی مغناطیسی بود، و پیکربندی BHA در عرض رانش های پیلوت بهینه سازی نشده بود.



شکل 15 - ROP کلی میانگین برای سطوح جانبی تولید کننده ی LDP

معرفی بخش برقی موتور عملیاتی بالای RSS روی پد نهایی امکان ایجاد افزایشی در rev/min را در دهانه از 60 rev/min به 230 rev/min فراهم آورد. پیشرفت متناظر در کنترل جهت دار، قابلیت هدایت، و کیفیت

طیف بندی در عایدی مجموع به میزانی بالاتر از 12 متر / ساعت بالای سطح افقی انژکتور حفاری شده ی مرسوم میانگین حاصل شده بود. ترتیب زمانی چاه های حفاری شده، نشان داده شده در شکل 16، نشان می دهد که گام هایی در بهبود عملکرد در مورد دو سطح افقی انژکتور حفاری شده برداشته شده اند.



شکل 16 – ROP کلی میانگین برای سطوح جانبی انژکتور LDP

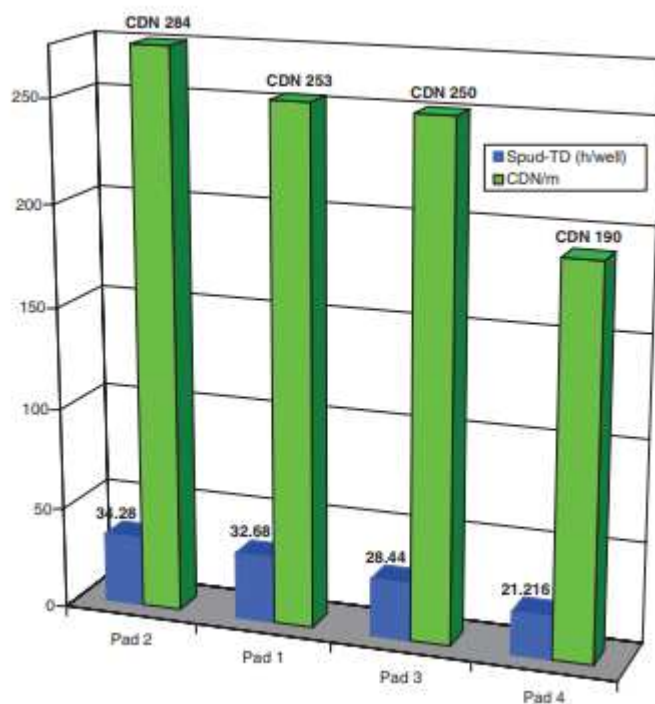
### کارایی های عملیاتی: دورسنجی EM ادغام یافته (یکپارچه) و لینک دریافت تا RSS

این RSS همواره به M/LWD متصل است و از لینک های دریافتی که اپراتور از آغاز در سطح آنها را بنا نهاده است کنترل می شود. با بسته کردن حلقه EM و حذف لینک دریافت گل - پالس - دورسنجی از سطح، تمام اتصالات ابزار زمان واقعی میان سیستم M/LWD، RSS، و سطح اکنون کاملاً با استفاده از ارتباط EM ادغام یافته و یکپارچه شده اند. کار کردن با حذف واحد تیر حائل لینک دریافت سطح از معادله ایمن تر شده است. افت های فشار تحمیل شده بیش از این لازم نیستند، از این رو فشارهای stand-pipe کاهش می یابند و برخی مولفه های مکانیکی از سیستم حذف می شوند، که بطرز اجتناب ناپذیری منجر به ایجاد سیستم کلی قابل اطمینان تر و کارآمدتری می شود.

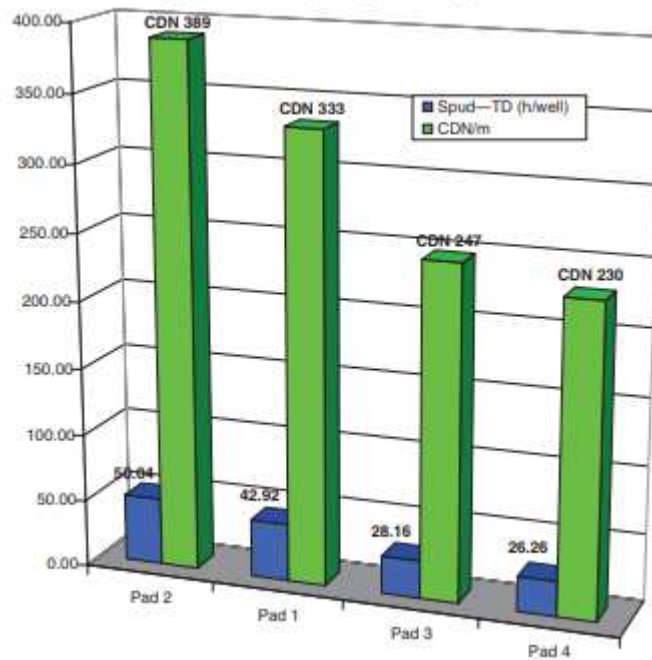
### کارایی های اقتصادی

مطلوب ترین پیامد افزایش کارایی حفاری کاهش هزینه های مبتنی بر زمان حفر یک چاه است، که می تواند قابل توجه باشد. اگرچه به کار گیری تکنولوژی یا فرایند می تواند هزینه بر باشد، کارایی حاصل شده می تواند هزینه ی اضافی داشته باشد. این موضوع در شکل های 17 و 18 نشان داده شده است. این هزینه مبتنی بر نرخ عملیات ساعتی میانگین است، که در دوره ی پروژه محاسبه شده است. در مورد سطح افقی انژکتور، اثر مثبت RSS تدریجی است.

کمیت سنجی عایدی های دقیقی که به پیاده سازی یک تکنولوژی دورا - قابل هدایت نسبت داده شده اند مشکل است و این به دلیل طبیعت پیشرونده ی پروژه است. از نقطه نظر فنی، RSS بدون شک سنگ بنای پروژه است و مشارکت کننده ی حائز اهمیتی در رسیدن به این نتایج است.



شکل 17 - زمان و هزینه های عملیاتی انژکتورها



شکل 18 - زمان و هزینه های عملیاتی تولید کننده ها

## نتایج

یک چاه حفاری شده بهینه دارای یکی از مشخصه های زیر است:

بدون انحراف غیر قابل انتظار از چاه طراحی شده

حداقل انحراف

بدون چرخشی شدن چاه حفر شده

بدون بستر ته نشین

بدون برآمدگی

تناسب حفره به منظور اجرای پوشش به سادگی

به علاوه، کارایی هزینه، ایمنی، ارضای اهداف انبار، عملکرد کلی، و دیگر عوامل نیز باید در تحلیل غیر بدیهی کیفیت عملیات در نظر گرفته شوند. با در نظر داشتن این شرایط در ذهن، انتظار می رود که کمپانی قادر به انجام سطحی از بهینه سازی در SAGD افقی شان باشد. پیشرفت های ایجاد شده در حین حفاری LDP می تواند به شرح زیر خلاصه شود:

هزینه های چاه کلی کاهش یافته

چاه حفر شده مقدم

کنترل جهت دار بهبود یافته

جایگزینی جفت چاه پیشرفته

این نتایج با کاهش در dogleg های تجمیعی نشان داده شده اند، و عملیات حفاری کارآمدتری انجام شده اند. این کار از طریق استفاده از پالایش یک سیستم حفاری چرخنده - هدایت شونده در تلفیق با هدایت زمینی انجام شده است. استفاده از RSS در SAGD امکان ایجاد چاه های بلند تر و بسط یافته تری را فراهم کرده که در آن ارسال وزن به دهانه مجال دیگری برای عملیات حفاری نفت - شن ماسه است. در مجموع، نتایج LDP پتانسیل تکنیک های حفاری پیشرفته را نشان می دهد و مشوق توسعه ی تکنولوژیکی بیشتر خواهد بود، و بهبود منبع کارآمدتری را تسهیل می نماید.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی