

طراحی، ساخت و بهره‌برداری لوله مغزی سیار (Coiled Tubing) و فناوری‌های وابسته

صنعت نفت از مهمترین صنایع ایران در تامین انرژی و رشد اقتصادی است و به جرات می‌توان گفت تاثیر زیادی در پیشرفت و تعالی کشور دارد. در این راستا صنعت حفاری و صنایع جانبی مرتبط با آن، به عنوان نوک پیکان صنعت نفت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که یکی از مهمترین و تخصصی‌ترین خدمات ارائه شده در این صنعت، توسط دستگاه لوله مغزی سیار انجام می‌شود. دستگاه لوله مغزی یکی از ماشین‌آلات صنعتی حفاری است و جهت عملیات تعمیر و تکمیل چاه‌های نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد و جایگزینی برای دستگاه‌های حفاری تعمیراتی بشمار می‌رود.

در همین راستا معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری و شرکت ملی نفت ایران به منظور ارتقاء تاب‌آوری ملی و رقابت‌پذیری بین‌المللی و کاهش ارزبری و وابستگی صنعت حفاری و همچنین بهره‌مندی از ظرفیت زیست‌بوم فناوری و نوآوری، چالشی با عنوان، "طراحی، ساخت و بهره‌برداری لوله مغزی سیار و فناوری‌های وابسته" را مطرح نموده و از طرح‌های فناورانه و نوآورانه در این زمینه حمایت می‌نمایند. بدین منظور از نخبگان، صاحبان ایده و شرکت‌های دانش بنیان و فناور کشور دعوت می‌نماید تا طرح‌های خود را با توجه به رویکردهای پیشنهادی ذکر شده از طریق سایت Innoten.fr ارسال نمایند.

طراحی، ساخت و بهره‌برداری لوله مغزی سیار (Coiled Tubing) و فناوری‌های وابسته

ارسال طرح از طریق
www.innoten.ir

حمایت‌ها

< همکاری در تدوین استانداردها و
دستورالعمل‌ها
< ارائه خدمات و تسهیلات جهت
تجاری سازی متناسب با سطح فناوری

< حمایت از ساخت نمونه و انجام
آزمون‌های میدانی و شتابدهی تیم‌ها
< حمایت از ساخت محصول تا سقف
۲۰ میلیارد تومان

داخلی ۱۷۱ و ۱۷۲ - ۰۲۱۶۵۰۱۳۰۴۰
Innoten.ir
www.innoten.ir

برای اطلاع از سایر حمایت‌ها به راهنمای چالش مراجعه شود.

بیان مسئله

نقش صنعت نفت و گاز به عنوان مؤثرترین و بزرگترین صنعت فعال در ایران، در پیشرفت و تعالی اقتصادی کشور بر کسی پوشیده نیست. این صنعت در مسیر توسعه خود همواره با چالش‌های فراوانی مانند اعمال تحریم‌ها روبرو بوده است. اعمال این تحریم‌ها منجر به خروج برخی شرکت‌های مطرح صاحب فناوری از صنعت نفت و گاز ایران شده است.

در حالیکه بیش از یکصد سال از اکتشاف نفت در ایران می‌گذرد و این کشور هم اکنون یکی از بزرگترین کشورهای صاحب نفت و گاز در جهان است، اما کشور ایران در عرصه ساخت تجهیزات، ابزار و کالاهای مورد نیاز صنعت نفت، سهمی در خور توانایی‌ها و شان خود نداشته و می‌بایست در این راستا عزم جدی برای رسیدن به جایگاه واقعی خود در داخلی نمودن ساخت تجهیزات، ابزار و کالاهای مورد نیاز صنعت نفت وجود داشته باشد. این مساله نه تنها دور از ذهن نیست بلکه به آسانی دست یافتنی است چرا که کشور ایران از نظر کیفیت علمی و فنی نیروی انسانی دارای ظرفیت بالقوه بزرگی است که با اعتماد و حمایت از توان داخلی می‌توان آن را بالفعل نمود.

دستگاه لوله مغزی سیار، یکی از ماشین آلات تخصصی در صنعت حفاری چاه‌های نفت است که جهت عملیات‌های تعمیر و تکمیلی چاه‌های نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه شامل یک لوله فولادی پیوسته و بدون انقطاع، به طول چند هزار متر است، که بر روی قرقره‌ای گردان پیچیده شده و امکان راندن آن را درون چاه‌های تولیدی نفت و گاز، به دفعات میسر می‌سازد.

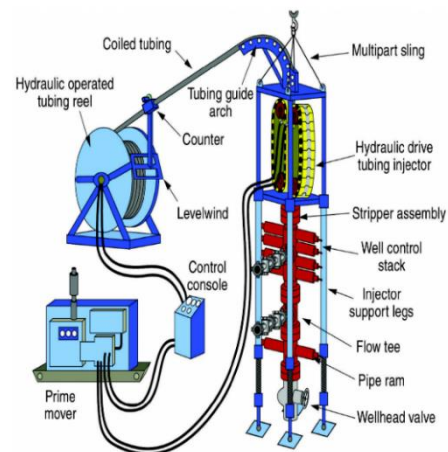
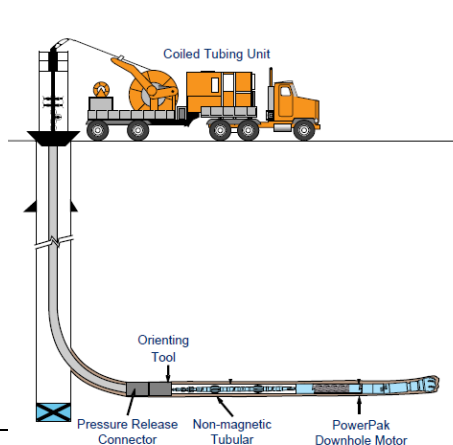
پیچیدگی ساخت دستگاه لوله مغزی سیار، به نحوی است که در حال حاضر کشورهای محدودی از جمله آمریکا و چین، دانش فنی و توان ساخت این تجهیز را دارند. یکی از دلایل آن، این است که دستگاه لوله مغزی سیار، میان رشته‌ای بوده و ترکیب پیچیده و عمیقی از مجموعه دانش‌های ۱- مهندسی الکترونیک و ابزار دقیق ۲- مهندسی مکانیک ۳- مهندسی نرم افزار را در بر می‌گیرد.

با توجه به اینکه بسیاری از چاه‌های تولیدی ایران نیاز به عملیات‌های تعمیر یا عملیات مداخله چاه دارند، بومی‌سازی و ساخت دستگاه لوله مغزی سیار در داخل کشور اهمیت فراوانی دارد. ساخت این نوع دستگاه نسبتاً پیچیده است،

هدف از برگزاری این چالش ارائه طرح‌های فناورانه، نوآورانه و بدیع در زمینه طراحی، ساخت و بهره‌برداری دستگاه لوله مغزی سیار (CT) و فناوری‌های وابسته، با توجه به شرایط طرح‌های پیشنهادی ذکر شده و مشخصات و ملاحظات فنی **پیوست شده** در فایل راهنمای چالش، به منظور بومی‌سازی، تست مکرر و استفاده عملیاتی درون‌چاهی در میادین نفتی و گازی واقع در کشور است. لذا از نخبگان، صاحبان ایده و شرکت‌های دانش بنیان و فناور کشور دعوت می‌شود، طرح‌های فناورانه و نوآورانه خود را از طریق سایت اینوتن ارسال نمایند.

تاریخچه فناوری لوله مغزی سیار (Coiled Tubing Technology)

تاریخچه استفاده از فناوری لوله مغزی سیار به زمان جنگ جهانی دوم و در جریان یک پروژه نظامی بر می‌گردد. این پروژه نظامی موسوم به Pluto است. این پروژه شامل استقرار ۲۳ خط لوله پیوسته در عرض کانال انگلیس جهت انتقال سوخت مورد نیاز نیروهای نظامی بود. تعداد ۱۷ عدد ساپورت مخصوص در طول کلی ۳۰ مایل وظیفه استقرار لوله‌های انتقال سوخت را برعهده داشتند. همچنین یک خط لوله فولادی پیوسته با طول ۲۰ فوت و با قطر ۳ اینچ توسط یک مکانیزم خاص به دور یک درام پیچیده می‌شد و درام حامل این کوئل لوله در پشت یک کشتی استقرار می‌یافت. با استفاده از کشتی حامل سوخت، سیستم‌های پمپاژ سوخت و درام کوئل لوله و اتصالات بین درام و لوله‌های زیر آب، امکان انتقال سوخت مورد نیاز نیروهای نظامی در فاصله چندین مایل فراهم می‌گشت. ۱۸ سال بعد دو شرکت باون تولز (Bowen Tools) و شرکت نفت کالیفرنیا اولین واحد لوله مغزی سیار را که جهت عملیات تکمیلی چاه‌های نفت به کار می‌رفت و شامل سیستم هدایت کننده لوله داخل چاه^۲ بود، ابداع نمودند. این واحد شامل یک مکانیزم خاص جهت هدایت کردن لوله به داخل چاه بود که توانایی راندن لوله با قطر خارجی ۱/۳۱۵ اینچ به داخل چاه و خارج نمودن آن، از امتیازات این مکانیزم به شمار می‌رفت. سیستم هدایت کننده لوله مهم‌ترین و حساس‌ترین جز یک دستگاه لوله مغزی سیار به شمار می‌رود. مبدا طراحی و ساخت سیستم هدایت کننده لوله نیز یک پروژه سری نظامی مربوط به نیروی دریایی آمریکا است. در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ نیروی دریایی آمریکا از شرکت باون تولز در قالب یک پروژه درخواست نمود تا سیستم انتقال دهنده آنتن زیردریایی‌های ارتش را طراحی نموده و بسازد. منظور از ساخت این سیستم فراهم آوردن امکان ارتباط مخابراتی برای زیردریایی‌ها بود. حاصل انجام این پروژه، طراحی و ساخت یک مکانیزم با دو سیستم متحرک که در خلاف جهت یکدیگر کار می‌کنند. این سیستم امکان استقرار آنتن برنجی با پوشش پلی اتیلن و با قطر ۵/۸ اینچ در طول ۶۰۰ فوت در زیر آب را فراهم و امکان ارتباطات مخابراتی از زیر آب را امکان پذیر می‌نمود. طرز کار این مکانیزم بدین صورت است که دو رشته زنجیر شامل تعدادی بلوک شیاردار از جنس آلایژ فنل روبروی یکدیگر استقرار می‌یابد. با به حرکت درآمدن زنجیرها در خلاف جهت یکدیگر و با استفاده از دو عدد هیدروموتور و تنظیم نیروی فشاری بلوک‌ها توسط سیلندرهای هیدرولیک، بلوک‌های شیاردار با آنتن تماس پیدا می‌نماید و در اثر نیروی اصطکاک، آنتن به سمت داخل و یا خارج مکانیزم حرکت داده می‌شود. جهت حرکت خطی آنتن‌بستگی به جهت گردش هیدروموتورها دارد. مکانیزم تشریح شده همراه با جایگاه استقرار کوئل لوله و واحد انتقال قدرت، اساس ساختمان دستگاه لوله مغزی سیار را تشکیل می‌دهد. از زمان ساخت اولین دستگاه لوله مغزی سیار در سال ۱۹۶۳ تاکنون، از این دستگاه به‌عنوان یک فناوری مدرن جهت احیا، تعمیر و تکمیل چاه‌ها استفاده می‌گردد.



² Injector Head

درباره سیستم لوله مغزی سیار (Coiled Tubing)

لوله مغزی سیار یک لوله فولادی پیوسته با قطری کم است که بر روی یک قرقره گردان پیچیده می‌شود. لوله مغزی سیار قابلیت حمل و نقل و انعطاف پذیری بالا و آسانی دارد که برای عملیات‌های مختلف تعمیر چاه و یا عملیات‌های مداخله چاه استفاده می‌شود. همچنین باعث کاهش هزینه، نیروی انسانی مورد نیاز و زمان تعمیرات در حفاری چاه‌های نفت و گاز می‌شود. امروزه استفاده از این سیستم برای مجموعه‌ای از پروژه‌های مداخله‌ای چاه^۳ در حال افزایش است.



شکل ۱: نمایی کلی از سیستم لوله مغزی سیار، Coiled Tubing

برخی از چالش‌های چاه در حال تولید، بر عملیات تولید و درآمد نهایی تأثیر منفی می‌گذارد. چالش‌هایی که ممکن است ایجاد شوند عبارت‌اند از: خرابی تجهیزات مکانیکی، تغییر مشخصات تولید، به وجود آمدن انسداد یا رسوب در دیواره چاه، کاهش ضریب بهره‌دهی مخزن در اطراف دهانه چاه و افزایش فشار تزریق در عملیات‌هایی مانند فراآوری. دستیابی به تولید بهینه نیاز به اصلاح این چالش‌ها از طریق ورودی ابزار مناسب به ستون چاه دارد که این اصطلاح را در صنعت نفت عملیات مداخله چاه می‌نامند.

³ Intervention Well

انواع لوله مغزی سیار

انواع مختلفی از لوله مغزی سیار در صنعت نفت استفاده می‌شود که بطور کلی اجزاء و سیستم آن‌ها مشابه است. تفاوت آن‌ها در عملکرد اجرایی و سیستم‌های کنترل هیدرولیک است. همچنین این دستگاه بر اساس حجم عملیات در سه مدل تریلر^۴، تراک^۵ و اسکید^۶ طراحی و ساخته شده است.



شکل ۲- CT (Trailer Model) - مدل تریلر برای عملیات‌های با حجم سنگین و با عمق زیاد



شکل ۳- CT (Truck Model) - مدل تراک برای عملیات‌های با حجم متوسط

^۴ Trailer Model

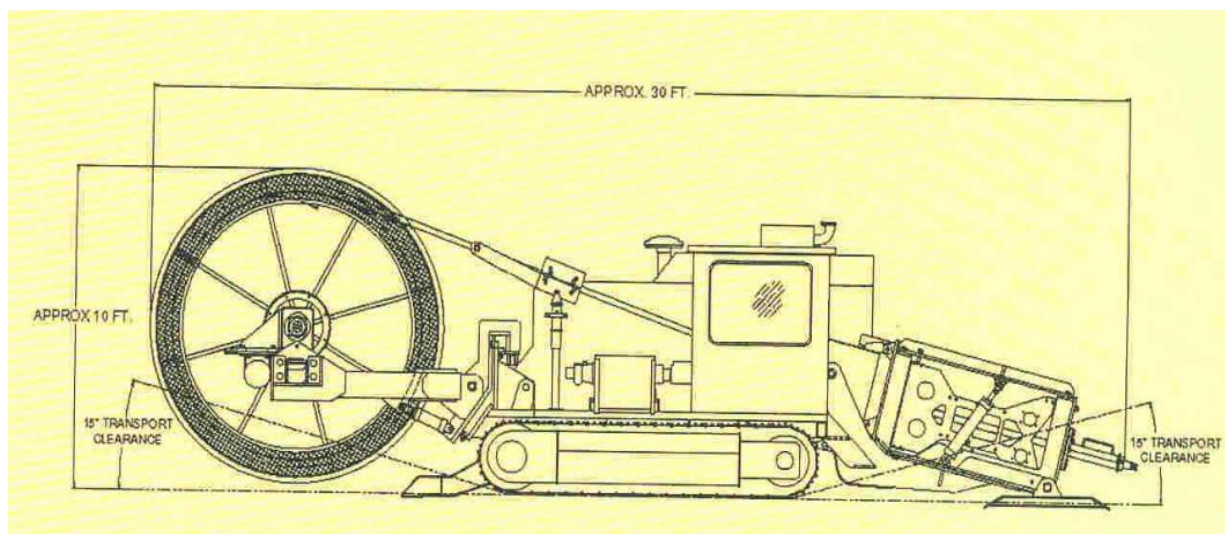
^۵ Track-mounted

^۶ Skid-mounted



شکل ۴- CT(Skid Model) - مدل اسکید برای عملیات‌های دریایی

علاوه بر مدل‌های ذکر شده نوعی دستگاه لوله مغزی سیار جدیداً طراحی و ساخته شده است که جهت عملیات حفاری در مکان‌های زیرزمینی و حفاری افقی و کاربردهای ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل جدید فاقد سیستم چرخ‌ها، اکسل و سیستم کشنده است و جابجایی آن توسط زنجیرهای شنی و سیستم انتقال قدرت مربوطه انجام می‌گیرد. یکی از امتیازات ویژه این دستگاه قابلیت چرخش دستگاه در زوایای مختلف است. نمای کلی این دستگاه در شکل زیر نشان داده شده است.



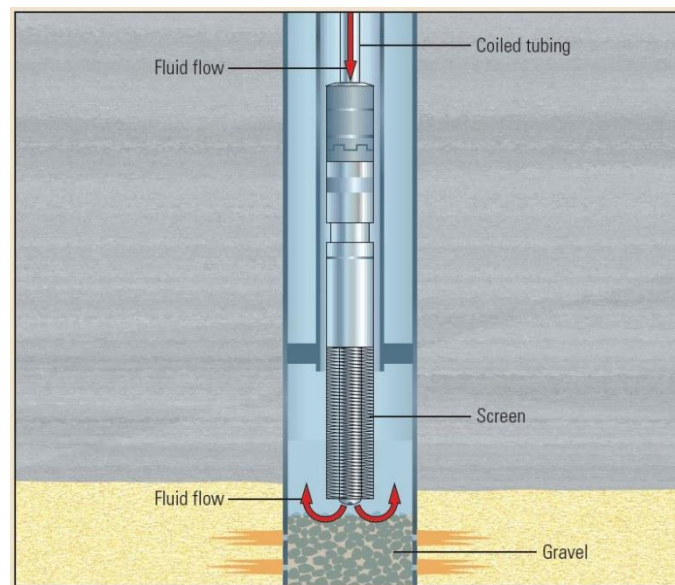
شکل ۵- CT(New Model)

نحوه عملکرد لوله مغزی سیار (CT)

در حال حاضر به طور فزاینده‌ای دستگاه لوله مغزی سیار برای بسیاری از عملیات‌های چاه و کاربردهای خاص حفاری استفاده می‌شود. فناوری لوله مغزی سیار در ابتدا برای کار بر روی چاه‌های زنده و تولیدی توسعه داده شد. اخیراً، این فناوری در میان استفاده‌کننده‌ها برای طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاری و حفاری و توانایی آن در کاهش هزینه‌های کلی، مقبولیت گسترده‌تری به دست آورده است. گرایش به سمت چاه‌هایی با دسترسی گسترده، این دستگاه‌ها را به دلیل توانایی آن در حفاری یا انتقال ابزار و تجهیزات در چاه با زاویه بالا ترجیح می‌دهد.

در مرکز هر عملیات سطح لوله مغزی سیار، یک واحد لوله ماریپج (CTU) قرار دارد که برجسته‌ترین ویژگی آن یک قرقره است که طول پیوسته‌ای از لوله فولادی انعطاف پذیر به دور آن پیچیده شده است. برای انجام عملیات، اپراتور، لوله را از قرقره جدا می‌کند و آن را از طریق یک گردن گازی هدایت می‌کند که لوله مغزی سیار را به سمت پایین و سر انژکتور هدایت می‌کند، جایی که درست قبل از ورود به چاه صاف می‌شود. در پایان عملیات، لوله انعطاف پذیر از چاه بیرون کشیده شده و دوباره روی قرقره چرخانده می‌شود. در هاب قرقره ذخیره، یک مفصل چرخشی فشار بالا امکان پمپاژ مایعات را از طریق لوله فراهم می‌کند در حالی که قرقره می‌چرخد تا لوله روی قرقره قرار گیرد یا از آن خارج شود.

از کابین کنترل CTU، اپراتور سر انژکتور هیدرولیکی را کنترل می‌کند تا حرکت و عمق رشته CT را تنظیم کند. یک و استریپر⁷ در زیر سر انژکتور، بلاکینگ در اطراف رشته لوله ایجاد می‌کند که برای اجرای لوله مغزی سیار در داخل و خارج از چاه‌های زنده ضروری است. یک مجموعه جلوگیری از انفجار (BOP) بین استریپر و سر چاه، عملکردهای کنترل فشار ثانویه و اضطراری را تامین می‌کند. کل فرآیند از کابین کنترل CTU نظارت و هماهنگ می‌شود. لوله‌های کوئل‌دار در قطرهای ۷/۵ تا ۴/۵ اینچ موجود است. سایز ۲ اینچ رایج‌ترین اندازه است. طول آن ممکن است بین ۲۰۰۰ تا بیش از ۳۰۰۰ فوت [۶۰۰ تا ۹۰۰ متر] باشد. لوله در یک طول پیوسته سیم پیچ می‌شود، بنابراین از هرگونه نیاز به ایجاد یا قطع اتصالات بین بخش‌های لوله جلوگیری می‌کند. این امکان گردش مداوم را در حین وارد شدن یا خارج شدن فراهم می‌کند.



شکل ۶- گردش مداوم در CT

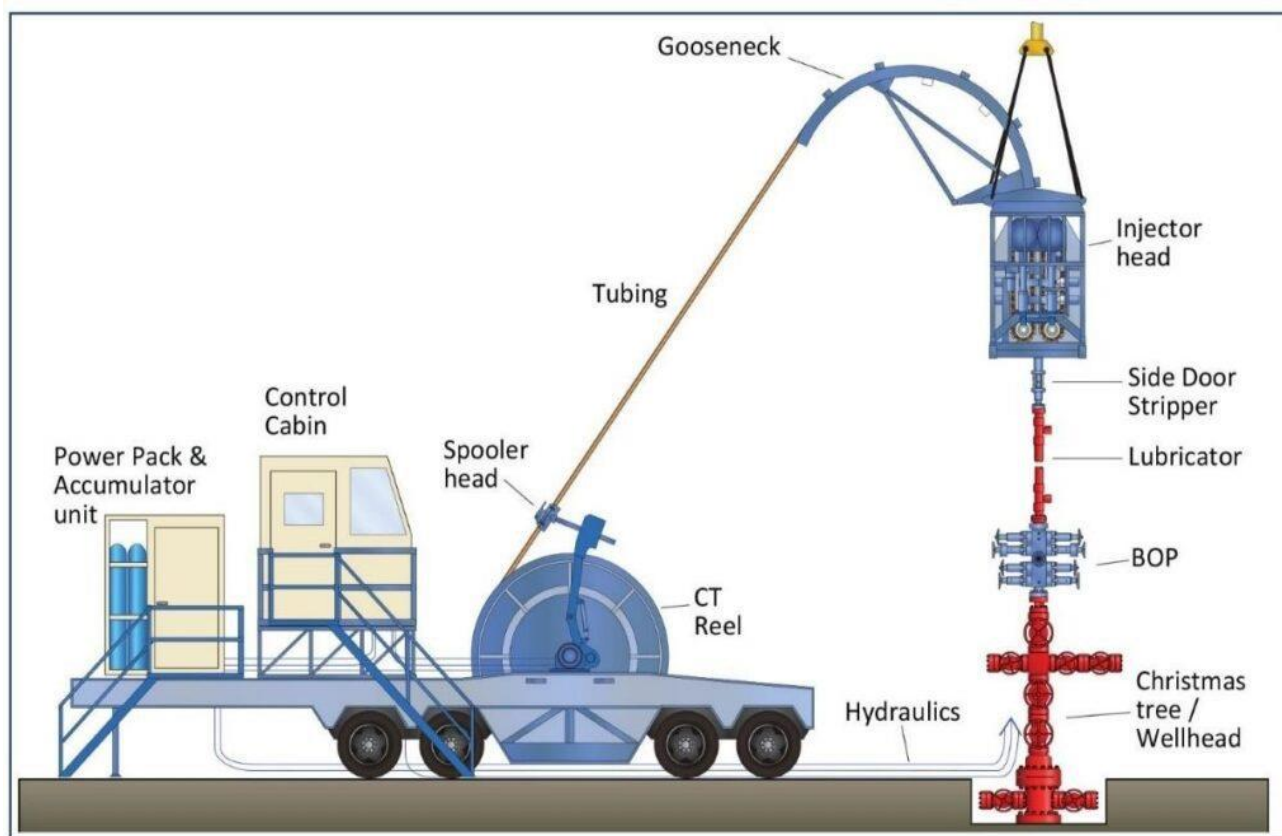
⁷ Stripper

بخش‌های یک دستگاه لوله مغزی سیار (CT)

در حالت کلی، اجزای یک دستگاه لوله مغزی سیار را می‌توان بصورت زیر بیان نمود:

۱. سیستم انتقال قدرت و اجزای جانبی
۲. جایگاه استقرار کوئل لوله^۸
۳. سیستم هدایت کننده لوله^۹
۴. اتاق کنترل و سیستم کنترل و ابزار دقیق

در یک مدل مفهومی اجزای مختلف سیستم لوله مغزی سیار در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل ۷- اجزای یک دستگاه لوله مغزی سیار

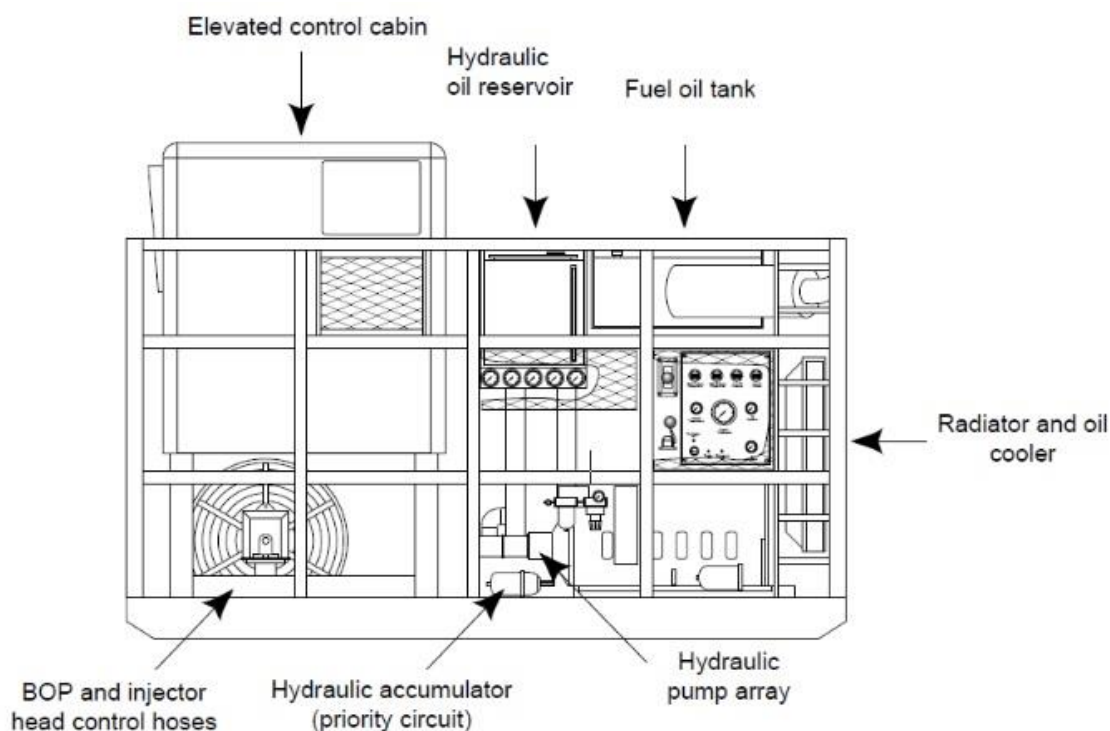
^۸ Reel

^۹ Injector Head

در ادامه به بررسی این اجزا و زیر بخش‌های اصلی پرداخته می‌شود.

۱- سیستم انتقال قدرت و اعضای جانبی

این سیستم شامل موتور دیزل و مجموعه انتقال قدرت هیدرولیکی است. این سیستم وظیفه تامین نیروی هیدرولیک مورد نیاز اجزا مختلف دستگاه را بر عهده دارد و قدرت مکانیکی جهت راه‌اندازی سیستم هیدرولیک توسط موتور دیزل را تامین می‌کند. در مدل‌های تراک و تریلر این مجموعه بر روی شاسی دستگاه مونتاژ می‌شود ولی در مدل‌های اسکید به صورت یک مجموعه مجزا شامل موتور، یونیت هیدرولیک، اجزای جانبی و با قابلیت جابجایی، آرایش می‌یابد. توان موتورهای دیزل به کار رفته حدود ۳۵۰ الی ۴۰۰ اسب بخار است.



شکل ۸- سیستم انتقال قدرت و اعضای جانبی

در برخی از دستگاه‌ها یک موتور دیزلی مختص پمپ‌های هیدرولیک وجود دارد که به نام پاور پک^{۱۰} شناخته می‌شود و در بعضی دیگر از دستگاه‌ها، پمپ‌های هیدرولیک نیروی محرکه خودشان را مستقیماً از موتور دستگاه تهیه می‌کنند.

پاور پک، یک تامین کننده نیروی هیدرولیکی اجزای متحرک دستگاه لوله مغزی سیار است. در این قسمت یک موتور الکتریکی یا دیزلی مجموعه‌ای از پمپ‌های هیدرولیکی را به حرکت درآورده و به طور منظم منبعی از انرژی متغیر و مهارشدنی را فراهم می‌سازد.

¹⁰ Power Pack

اجزای مختلف سیستم تامین توان و هیدرولیک (پاور پک) در ادامه ارائه می‌شود:

۱-۱- موتور: موتور پاور پک معمولاً یک واحد اختصاصی است، اگرچه در بعضی از دستگاه‌هایی که تجهیزات بر روی تراک سوار هستند، از موتور تراک به عنوان موتور پاور پک هم استفاده می‌شود.

۲-۱- پمپ هیدرولیک^{۱۱}: انواع و مدل‌های مختلف پمپ‌های هیدرولیک وجود دارد. نوع پمپی که منطبق با پاور پک دستگاه لوله مغزی سیار می‌باشد معمولاً از نوع ساختار تک مرحله‌ای یا دو مرحله‌ای^{۱۲} است.

۳-۱- مخزن مایع هیدرولیکی^{۱۳}: وسیله‌ای برای نگهداری و ذخیره است که سیال در حال جریان در سیستم در آن امکان خنک شدن پیدا می‌کند، ذرات جامد و رسوبات روغن در آن ته‌نشین شده و حباب‌های هوا نیز در آن فرصت متصاعد شدن می‌یابند.

۴-۱- فیلتر: هر سیستم هیدرولیکی برای جداسازی خاک و ذرات فلزی به فیلتر یا صافی نیاز دارد. به طور کلی این ذرات در جریان ساییدگی و خوردگی اجزا در سیستم به وجود می‌آید. برای جلوگیری از آسیب‌های احتمالی به اجزای حساس سیستم تمامی ذرات معلق می‌بایست جداسازی و حذف گردند. فیلترها معمولاً در قسمت ورودی سیستم قرار می‌گیرند ولی با این حال هر جای دیگر سیستم نیز می‌توانند تعبیه شوند.

۵-۱- شیر کنترل فشار^{۱۴}: هدف شیرهای کنترل فشار آن است که فشار سیستم از یک مقدار ماکسیمم مشخصی بیشتر نشود. با این وجود تحت برخی شرایط عملیاتی این فشار به بالاتر از حد محاسبه شده می‌رسد. در صورتی که رگلاتور نقصی پیدا کرد یک شیر تخلیه در مسیر پیش‌بینی شده تا این شیر با منحرف کردن و تغییر مسیر مقداری و یا تمامی جریان به مخزن مایع هیدرولیک از آسیب دیدگی اجزا و در برخی موارد صدمه دیدن کل سیستم جلوگیری کند.

۶-۱- مبدل حرارتی^{۱۵}: اگرچه سیالی که در مخزن هیدرولیکی است مقداری از حرارتش را از دست می‌دهد با این وجود در اغلب سیستم‌های هیدرولیکی برای خنک کردن سیال از مبدل حرارتی استفاده می‌شود.



شکل ۹- تصویری از سیستم تامین توان و هیدرولیک شرکت بیکرهیوز

¹¹ Hydraulic Pump

¹² Balanced Vane

¹³ Hydraulic reservoir

¹⁴ Pressure Control valve

¹⁵ Heat Exchanger

۲- جایگاه استقرار لوله



شکل ۱۰- جایگاه استقرار لوله

اجزای اصلی جایگاه استقرار لوله عبارتند از:

- ✓ استوانه مرکزی، شافت مرکزی، فلانچ جانبی
- ✓ سیستم محرک شامل هیدروموتور و ترمز
- ✓ مکانیزم تنظیم پیچش لوله به دور استوانه مرکزی
- ✓ سیستم اندازه‌گیری طول لوله
- ✓ منیفولدها و اتصالات چرخشی

۲-۱- تشریح ساختمان جایگاه استقرار کوئل لوله

جایگاه استقرار کوئل لوله از یک استوانه مرکزی و اجزای جانبی آن تشکیل شده است و وظیفه نگهداری چندین هزار متر لوله را که به دور استوانه مرکزی آن پیچیده شده‌اند بر عهده دارد. قطر استوانه مرکزی به طور استاندارد برابر ۶۰ تا ۷۲ اینچ است. قطر استوانه بر اساس ظرفیت‌های مورد نیاز و میزان پیچیده شدن لوله به دور آن، بزرگتر از ابعاد ذکر شده می‌تواند ساخته شود. جایگاه استقرار کوئل لوله استاندارد در دستگاه لوله مغزی سیار ظرفیت نگهداری ۲۶۰۰۰ فوت لوله با قطر یک اینچ را دارا است. استانداردهای متفاوتی بر اساس قطر لوله، طول لوله و قطر استوانه مرکزی در دسترس است.

ذکر این نکته لازم است که در هنگام عملیات دستگاه لوله مغزی، فرستادن لوله به داخل چاه و خارج ساختن آن توسط سیستم هدایت کننده لوله انجام می‌گیرد و جایگاه استقرار کوئل لوله فقط کشش مورد نیاز بین خود و هدایت کننده لوله را فراهم می‌کند. ترکیب این دو مکانیزم، امکان ایجاد سرعت یکنواخت هنگام باز شدن لوله از روی استوانه مرکزی، فرستادن لوله به داخل چاه (Rih)، ایجاد وضعیت مناسب و تنظیم شده جهت پیچ شدن لوله به دور استوانه مرکزی هنگام خارج شدن لوله از داخل چاه (Pooh) را فراهم می‌نماید.

۲-۲- سیستم محرک

سیستم محرک شامل یک عدد هیدروموتور، ترمز، مکانیزم زنجیر و چرخ زنجیر است. این مجموعه زمان پیچیده شدن لوله به دور استوانه مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین سیستم تنظیم کشش معکوس در لوله در مواقع مورد نظر و زمانی که سیستم هدایت کننده لوله در وضعیت خنثی قرار دارد را بر عهده دارد. در هنگام حمل و نقل دستگاه لوله مغزی سیار و زمانی که دستگاه غیر فعال باشد جهت جلوگیری از حرکت دورانی کوئل لوله و باز شدن لوله از روی استوانه مرکزی سیستم محرک در حالت توقف قرار می‌گیرد.

۳-۲- مکانیزم تنظیم پیچش لوله^{۱۶}

این مکانیزم در ساختمان جایگاه استقرار کوئل لوله طراحی شده است و جهت پیچیده شدن منظم و اتوماتیک لوله به دور استوانه مرکزی، هنگام گردش استوانه در نظر گرفته شده است. کنترل وضعیت پیچش لوله به دور استوانه و تنظیم آن از طریق یک کنترل کننده دستی در اتاق کنترل دستگاه امکان پذیر است. تغییر ارتفاع مکان نصب این مکانیزم بر روی ساختمان جایگاه کوئل لوله به راحتی امکان پذیر بوده و این تغییر ارتفاع جهت تنظیم زاویه مناسب بین کوئل لوله و سیستم هدایت کننده لوله ضروری است.

۴-۲- سیستم اندازه گیری طول لوله^{۱۷}

در اغلب دستگاه‌ها، سیستم اندازه‌گیری طول لوله بر روی سیستم تنظیم پیچش لوله به کار رفته است. سیستم شامل دو چرخ شیاردار فولادی است که شیارهای چرخ‌ها با لوله در حال حرکت تماس دارند. با گردش چرخ‌ها در اثر نیروی اصطکاک و سیستم ابزار دقیق مربوطه، طول لوله پیموده شده اندازه‌گیری می‌شود. طول لوله پیموده شده هنگام باز شدن لوله از روی کوئل، در حقیقت طول لوله فرو رفته در داخل چاه است. درواقع در زمان پیچیده شدن لوله بر روی استوانه مرکزی، طول لوله پیموده شده همان طول لوله پیچیده شده بر روی استوانه مرکزی است. این سیستم در مواقع لازم، می‌تواند به‌عنوان جایگزین سیستم اندازه‌گیری طول لوله که در قسمت هدایت کننده لوله به کار رفته است مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲- منیفولدها و اتصالات فشار قوی

منیفولدها و اتصالات فشار قوی در قسمت جانبی کوئل لوله و بر روی استراکچر فلزی دستگاه تعبیه شده‌اند. این مجموعه جهت انتقال سیال پمپاژ شده توسط پمپ‌های فشار قوی به درون لوله کوئل، هنگام عملیات لوله مغزی سیار به کار می‌رود. انتقال سیال در دو حالت Rih و PooH توسط این منیفولدها امکان پذیر است.

¹⁶ Level Wind

¹⁷ Coiled Tubing Counter

۳- سیستم هدایت کننده لوله^{۱۸}

سیستم هدایت کننده لوله مهمترین و اساسی ترین جز یک دستگاه لوله مغزی سیار است. وظیفه اصلی سیستم هدایت کننده لوله ایجاد کشش مورد نیاز جهت لوله و وارد نمودن لوله به درون چاه و خارج نمودن لوله از درون چاه است.

بطور کلی سیستم هدایت کننده لوله سه کارکرد اساسی را بر عهده دارد:



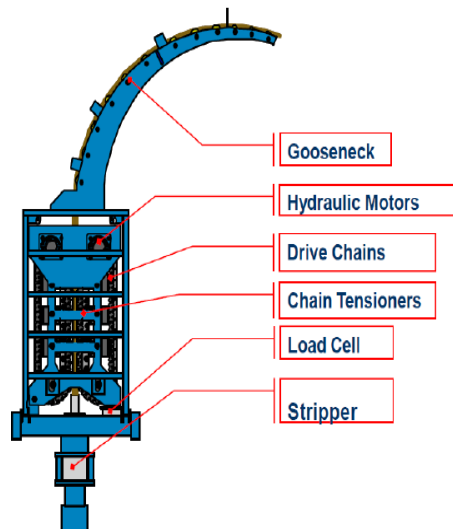
- ✓ به کمک نیرو و توانی که موتورهای هیدرولیک ایجاد می کنند می تواند علاوه بر تحمل وزن لوله به آسانی لوله را به درون چاه هدایت کرده و یا از چاه خارج کند و در مسیر حرکت درون چاهی بر تمامی نیروهای موجود از جمله فشار جریانی چاه غلبه نماید.
- ✓ در حین فرایند ورود و یا خروج از چاه^۱ سرعت لوله را کنترل می نماید.
- ✓ از طریق قسمتی به نام استریپر^۱ وظیفه نشت بندی را بر عهده دارد.

شکل ۱۱: نمایی از زیرسیستم هدایت کننده لوله

اساس کار تمامی سیستم های هدایت کننده لوله (اینجکتورهد) مشابه هم است. در همه آنها لوله به وسیله دو ردیف زنجیرهای متقابل نگه داشته می شود. حرکت زنجیرها برای راندن لوله به بالا یا پایین توسط سیستم هیدرولیک با کنترل دقیقی انجام می شود. اعمال نیروی لازم و به اندازه روی زنجیرها اهمیت ویژه ای دارد به طوریکه نیروی زیادی باعث آسیب رساندن به لوله و اعمال نیروی کمتر باعث سر خوردن لوله می شود. این نیرو می تواند به نسبت میزان وزن لوله تغییر نماید. هنگامی که لوله مغزی به اعماق چاه فرستاده می شود و وزن بیشتری را بر اینجکتورهد و زنجیرها اعمال می کند، فشار کشش داخلی زنجیر به منظور ایجاد قدرت کششی کافی افزایش می یابد. لذا توسط چک های هیدرولیکی نیرویی متناسب با وزن لوله و فشار چاه باید بر روی زنجیرها اعمال شود.

¹⁸ Injector Head

سیستم هدایت کننده لوله از قسمت‌های مختلفی تکمیل شده است که در شکل ۱۱ به آن اشاره شده است.



شکل ۱۱: زیربخش‌های سیستم هدایت کننده لوله

در ادامه هر یک از این زیرسیستم‌های این بخش توضیح داده شده است:

زنجیر^{۱۹}: اساس کار از دو ردیف زنجیر که دارای گریپر بلاک هستند تشکیل می‌شود. این گریپرها دارای سطح زبری می‌باشند تا بتوانند اصطکاک لازم را در اطراف لوله مغزی ایجاد کنند و کنترل لوله را در بین خود حفظ نمایند. روی زنجیر یک سری گریپر بلاک قرار دارند که به صورت نیم‌دایره و نعل اسبی شکل هستند که لوله درون آن جای می‌گیرد و اطراف لوله را احاطه می‌کنند. اندازه گریپر بلاک‌ها نیز بنا به اندازه لوله قابل تعویض می‌باشد.

موتور محرکه^{۲۰}: نیروی محرکه زنجیر توسط موتورهای هیدرولیکی که از نوع پیستون شعاعی می‌باشد تأمین می‌شود. این نوع موتورها شامل یک سری پیستون هستند که به صورت شعاعی درون یک محفظه دایره‌ای شکل قرار می‌گیرند و در دو حالت ایجاد قدرت می‌کنند. حالت دنده سنگین^{۲۱} دارای قدرت بالا و سرعت کم می‌باشد که تمام پیستون‌ها در موتور در سرویس قرار می‌گیرند و حالت دنده سبک^{۲۲} که دارای سرعت بالا و قدرت کمتری می‌باشد که در آن نیمی از پیستون‌ها در مدار قرار می‌گیرند. علاوه بر این دو دنده، دنده تایمینگ^{۲۳} بین چرخ‌دنده‌های دو موتور قرار دارد و حرکت‌های بین زنجیرها را تنظیم و یکنواخت می‌کند و باعث می‌شود که دو موتور با وجود اینکه جداگانه کار می‌کنند در صورت کم‌وزیاد شدن سرعت یکی از دیگری، هر دو به یک اندازه حرکت نمایند و در حالت اضطراری در صورتی که برای یک موتور مشکلی پیش بیاید بتوان حرکت لوله را به مدتی کم با یک موتور ادامه داد. همچنین سیستم ترمز بر روی شفت موتور اصلی سیستم موتور محرکه قرار دارد با این ویژگی که در صورتیکه نیروی هیدرولیک قطع شود

¹⁹ Chain system

²⁰ Injector drive system

²¹ Lower Gear

²² High Gear

²³ Timing Gear

ترمز کند و به محض ورود جریان هیدرولیک ترمز خاموش شود و به لوله اجازه حرکت بدهد. لازم به ذکر است که انرژی الکتریکی لازم برای این موتور توسط سیستم مجزای تامین توان تامین می‌شود.

کشش زنجیر²⁴: این تجهیز شامل یک جفت چک‌های بیرونی می‌باشد که از لقی و از روی هم قرار گرفتن زنجیر جلوگیری می‌کند. این تجهیز شامل سه جفت چک داخلی است که بنا به نوع سیستم تعلیق و باربری، این چک‌ها به اسکیت‌ها نیرو وارد نموده و این نیرو به پشت زنجیرها اعمال می‌شود تا لوله را درون خود نگه دارد. این فشار توسط اپراتور از کابین کنترل و از طریق مسیر هیدرولیکی تامین می‌شود.

حسگر بارگذاری²⁵: سنسور این زیرسیستم شامل سنسور وزن‌سنج است و نشانگر آن در کابین کنترل قرار دارد. سنسور وزن با ارسال علامت به صفحه نمایشگر وزن‌سنج محاسبه دقیق کشش یا نیروهای فشاری وارده بر لوله مغزی درون چاه را ممکن می‌سازد. بار کششی²⁶ محاسبه شده وزن لوله معلق در چاه است که شامل هرگونه تأثیر فشار سرچاهی و نیروی شناوری می‌باشد. در حالی که بار فشاری نشان‌دهنده نیروهای ناشی از فشار سرچاهی یا آویزان شدن لوله در چاه یا رسیدن یک مانع در حال حرکت است. وزن‌سنج‌ها در دو نوع هیدرولیکی و الکترونیکی موجود می‌باشند. جهت جلوگیری از آسیب دیدن سیستم وزن‌سنج، در هنگام جابجایی اینجکتورهد باید آن را از سرویس خارج نمود.

گردن غازی²⁷: این تجهیز دارای دو نقش اساسی است. الف) ایجاد قوس با زاویه ثابت کمکی برای انتقال لوله مغزی به بالای اینجکتورهد و ایجاد موقعیت عمودی به لوله مغزی و ب) هدایت لوله مغزی میان زنجیرهای اینجکتورهد. شعاع دوران گردن غازی بین ۴۸ تا ۱۲۰ اینچ در مدل‌های مختلف لوله مغزی سیار وجود دارد. گردن غازی دارای غلطک‌هایی²⁸ است که به تناسب اندازه لوله قابل تعویض هستند. هرچه فاصله این رولرها کمتر شود بازدهی بیشتر می‌شود. گردن غازی از پایین توسط پین مهار به بالای اینجکتورهد متصل می‌باشد و قابل تنظیم است. تنظیم دقیق گردن غازی به جهت تأثیری که بر روی سنسور وزن‌سنج می‌گذارد سبب خواند دقیق وزن لوله می‌گردد.



شکل ۱۲- نمایی از ابزار گردن غازی در یک دستگاه لوله مغزی سیار

²⁴ Chain tensioning system

²⁵ Load cell system

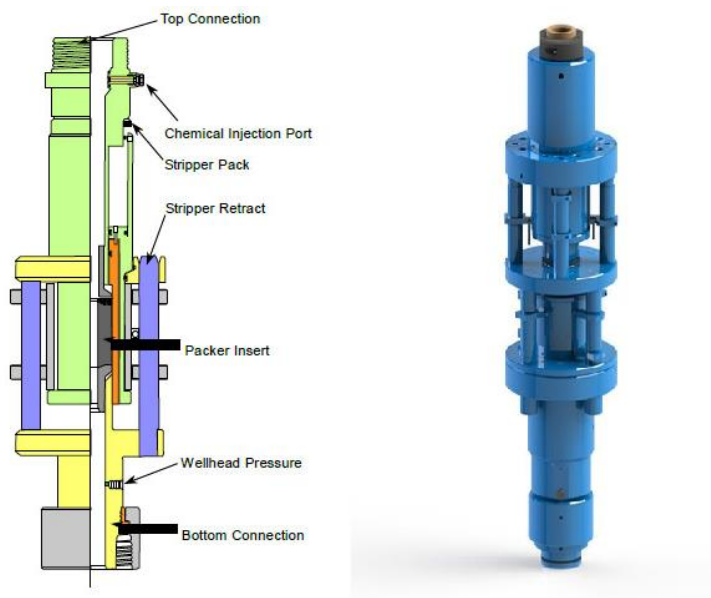
²⁶ Tensile Load

²⁷ Goose Neck

²⁸ roller

پایه‌های اینجکتور: پایه‌های اینجکتور به حالت تلسکوپی در چهار طرف اینجکتور قرار دارند. ارتفاع این پایه‌ها قابل تنظیم بوده و از آن‌ها جهت استقرار اینجکتور بر روی زمین و بر روی دهانه چاه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که این پایه‌ها به تنهایی تحمل وزن لوله مغزی که به درون چاه رانده می‌شود را ندارند.

جعبه نشت‌بند²⁹ و استریپر³⁰: جعبه نشت‌بند یا استافینگ باکس اصلی‌ترین وسیله جهت جلوگیری از نشت و خروج سیالات درون چاه به بیرون به شمار می‌رود. چاه در هر دو حالت استاتیک و دینامیک از این وسیله استفاده می‌کند. مکانیسم کار جعبه نشت‌بند شبیه هم بوده و در آن از یک پیستون که توسط فشار هیدرولیکی به حرکت در می‌آید استفاده می‌شود. این پیستون فشار را به یک المنت از جنس پلی اورتان وارد آورده و آن را درون لوله مغزی فشرده می‌سازد و از هر نشتی جلوگیری می‌کند. استافینگ باکس در بالای شیر کنترل³¹ و در پایین اینجکتور محکم شده است؛ و از طریق کابین کنترل هدایت می‌شود. این ساختار و پیکربندی ممکن است بسته به تعداد شیرهای کنترل مورد استفاده، ترتیب آن‌ها و خطرات چاه پیش‌بینی‌شده و تغییر کند. استریپر قسمت دیگر و حائز اهمیت از لحاظ ایمنی کار می‌باشد که به کمک آن می‌توان از خروج سیال درون چاه از اطراف لوله به بیرون جلوگیری کرد و یک حالت بسته در اطراف لوله مغزی ایجاد می‌کند. این کار باعث افزایش ایمنی در هنگام عملیات به خصوص در مورد چاه‌ها می‌شود. استریپر دارای یک جزء می‌باشد که با حرکت پیستون به آن فشار آمده و اطراف لوله را بسته و از خطر خروج سیال به بیرون از چاه جلوگیری می‌کند و در اصطلاح نشت‌بندی می‌کند. نمایی از اجزا و شیوه قرارگیری استریپر در شکل ۱۳ ارائه شده است.



شکل ۱۳: نمایی از ابزار استریپر و اجزای آن

²⁹ Stuffing Box

³⁰ Stripper

³¹ BOP

۴- واحد کنترل و ابزار دقیق

واحدهای کنترلی دستگاههای لوله مغزی سیار مدرن امروزی در مقایسه با واحدهای کنترلی در گذشته، بسیار پیشرفته تر شده‌اند. علاوه بر آن جهت نشان دادن شرایط عملکرد دستگاه و پیش‌بینی دقیق و پیوسته جهت تعمیرات اساسی، قابلیت کنترل کامپیوتری دستگاه فراهم گردیده و با این امکانات، محاسبات مربوط به سیستم هیدرولیک و پیش‌بینی شرایط بازدارنده حرکت لوله امکان‌پذیر شده است. اتاق کنترل دستگاه باید شامل تمام کنترلهای لازم و سیستم‌های ابزار دقیق جهت کنترل عملکرد صحیح دستگاه باشد به عنوان مثال حداقل پارامترهایی که توانایی کنترل آنها از داخل کابین فراهم شده شامل موارد زیر است:

- کنترل و نمایش توابع عملکرد دستگاه لوله مغزی سیار
- کنترل و نمایش اطلاعات مربوط به شرایط درون چاه و ابزارآلات درون چاهی
- کنترل و نمایش عملکرد تجهیزات کنترل سرچاهی ویژه، دستگاه لوله مغزی
- کنترل و نمایش شرایط پمپاژ و تجهیزات سرچاهی مربوطه
- نمایش و ثبت اطلاعات اساسی چاه و پارامترهای مربوط به لوله دستگاه شامل فشار سرچاه، فشار سیرکولیشن، وزن لوله در قسمت هدایت کننده لوله و عمق لوله فرو رفته در چاه

به غیر از عوامل نامبرده شده می‌توان به موارد زیر که کنترل آنها از داخل کابین کنترل سودمند است اشاره کرد:

- کنترل از راه دور فشار پس زنی چاه^{۳۲} در حفاری غیر تعادلی^{۳۳}
- کنترل و نمایش شرایط تجهیزات جداسازی^{۳۴}

در سیستم‌های مدرن کنترلی دستگاه لوله مغزی، ثبت اطلاعات مربوط به حالات مختلف عملکرد دستگاه توسط واحدهای ارسال سیگنال‌های الکتریکی (ESUS) انجام می‌گیرد. این واحدها سیگنال‌های ایجاد شده توسط سنسورهای مختلف اجزا تحت کنترل را به کامپیوتر اصلی واحد کنترل ارسال کرده و اطلاعات فوق پس از پردازش بر حسب زمان ثبت شده به صورت نمودار بر روی مانیتور واحد کنترل نمایش داده می‌شوند. نمایش مقادیر اندازه‌گیری شده بر حسب زمان به صورت نمودار برای هر یک از سیستم‌های تحت کنترل به صورت جداگانه امکان‌پذیر است. امتیاز ویژه سیستم فوق این است که با ثبت مقادیر اندازه‌گیری شده بر حسب زمان به صورت نمودار، تشخیص عملکرد غیر صحیح اجزا و یا عملکرد غیر بهینه آنها بسیار آسان می‌گردد. این پیش‌بینی برای عملکرد هر کدام از اجزا به صورت جداگانه امکان‌پذیر است. این ویژگی با کاهش زمان عیب‌یابی هر کدام از اجزا و تسریع در زمان تعمیرات دوره‌ای اجزای دستگاه، هزینه تعمیرات و نگهداری دستگاه را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

³² Back Pressure

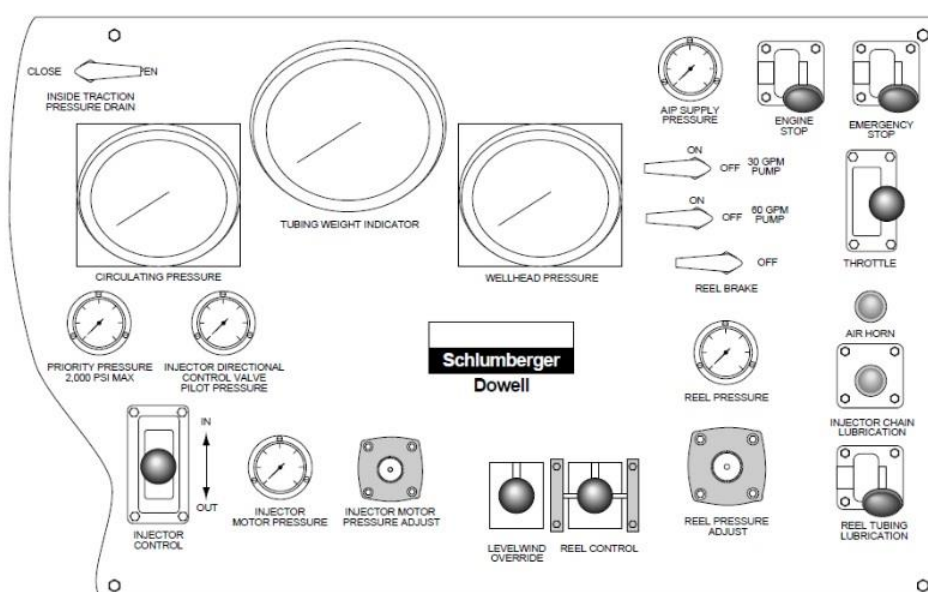
³³ Underbalanced Drilling

³⁴ Separation Equipment

این مدل به نام (Fly By Wire) مشهور بوده و علاوه بر حذف پنل مربوط به استقرار گیج ها، به اپراتور این امکان را می دهد که هر دو واحد دستگاه لوله مغزی سیار و واحد پمپاژ را فقط از طریق دسته های صندلی کنترل نماید.



شکل ۱۴- نمایی از اتاقک کنترل یک دستگاه لوله مغزی سیار



شکل ۱۵- کنسول کابین کنترل

مشخصات و ملاحظات فنی

برای مطلع شدن از مشخصات فنی تجهیزات یک واحد تجهیز CT، به [فایل پیوست \(موجود در انتها\)](#) مراجعه نمایید.

مزایای و کاربردهای استفاده از دستگاه لوله مغزی سیار

اگر چه برخی کشورها جهت تامین انرژی، اقدام به سرمایه‌گذاری در استحصال منابع انرژی تجدیدپذیر^{۳۵} نموده‌اند، اما همچنان صنایع نفت و گاز یکی از مهمترین حوزه تامین انرژی در دنیاست و لذا اهمیت استراتژیک صنعت نفت و گاز در حوزه تامین انرژی کشورها قابل چشم پوشی نخواهد بود. از طرفی ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که فاصله زمانی بسیار زیادی تا کاهش اهمیت صنایع نفت و گاز در حوزه تامین انرژی بشر وجود دارد. تراکنش‌های مالی کشورهای دارنده منابع نفت و گاز نسبت به سایر صنایع گواه این موضوع است.

در این میان، جایگاه صنعت حفاری به‌عنوان نوک پیکان صنعت نفت، ویژه و پر اهمیت است، به نحوی که جهت افزایش یا نگهداشت تولید میادین هیدروکربوری، تعمیرات چاه‌ها، عملیات تکمیل چاه‌ها، انگیزش چاه‌های نفت و ... صنعت حفاری و صنایع مرتبط با آن، تا پایان عمر مخزن همراه آن است. از طرف دیگر میادین نفت و گاز ایران نیاز به عملیات حفاری یا عملیات‌های مداخله چاه دارند. انجام عملیات‌های حفاری و مداخله در چاه هزینه بر و زمان بر است و در برخی موارد پیچیده است که نیاز به تجهیزات متناسب با آن عملیات را دارد.

یکی از روش‌های مقرون به صرفه و سریع از نظر عملیاتی استفاده از لوله مغزی سیار است. در عملیات‌های تعمیر و مداخله چاه با دکل‌های ثابت معمولاً نیاز به در آوردن لوله مغزی درون چاه است، اما با استفاده از لوله مغزی سیار امکان انجام عملیات از درون لوله مغزی چاه درحین تولید وجود دارد. همچنین انجام عملیات حفاری و مداخله چاه در چاه‌های انحرافی و جهت دار بخصوص در چاه‌های فراساحلی توسط لوله مغزی سیار علاوه بر هزینه و زمان کمتر، ایمنی بیشتری دارد، که افزایش ایمنی عملیات به واسطه چرخش پیوسته و کنترل فشار مدام بدست می‌آید. مزیت دیگر آن از نظر اقتصادی جابجایی سریع و نصب دستگاه است. استفاده از سیستم لوله مغزی سیار نیازی به دکل حفاری ندارد که در صورت استفاده از این سیستم زمان و هزینه‌ها عملیات تا حد قابل توجهی کاهش یافته و نرخ بهره‌دهی اقتصادی افزایش می‌یابد.

³⁵ Renewable Energy

در جدول زیر برخی مزایا و تفاوت‌های حفاری با دکل و حفاری با لوله مغزی سیار نیز مقایسه شده است.

جدول ۱: مقایسه حفاری از طریق دستگاه لوله مغزی سیار و دکل‌های حفاری

ردیف	ویژگی	حفاری چرخشی (دکل حفاری)	حفاری از طریق لوله مغزی سیار
۱	اندازه دستگاه و قابلیت حمل و نقل	اندازه آن بزرگ است اما معمولاً دستگاه قابلیت سرهم شدن در مکان حفاری را دارد	معمولاً نسبت به دکل حفاری اندازه‌های کوچک‌تری دارد
۲	اطمینان	حفاری از طریق دکل سابقه طولانی دارد و به دلیل داشتن تکیه‌گاه محکم برای مدت طولانی عملیات اطمینان بیشتری دارد	طراحی این دستگاه برای عملیات‌های با زمان کوتاه است و امکان خسارت و صدمه دستگاه در زمان حمل و نقل وجود دارد
۳	حفاری در شرایط فروتعدادی	با این روش امکان‌پذیر است اما نیازمند وسایل خاص شرایط فروتعدادی است	دستگاه کنترل فشار سطحی در شرایط پیوسته می‌تواند شرایط را برای عملیات حفاری فروتعدادی محیا کند
۴	نمودار گیری حین حفاری	اطلاعات حاصل از سیستم وایرلس به صورت محدود انتقال پیدا می‌کنند	حسگرهای نمودار گیری متصل به لوله مغزی سیار می‌توانند انتقال و اخذ اطلاعات از طریق سیستم وایرلس را با برد (فاصله مکانی) زیادی انجام دهند
۵	هزینه عملیات	به شرایط عملیات بستگی دارد اما معمولاً بیشتر از هزینه عملیات از طریق لوله مغزی سیار است	به شرایط عملیات بستگی دارد اما معمولاً کمتر از هزینه عملیات از طریق حفاری چرخشی (دکل حفاری) است
۶	تمیزسازی درون چاه	به دلیل گردش سیال با نرخ زیاد و چرخش لوله‌های حفاری می‌تواند عامل تمیزسازی داخل چاه با درصد زیادی انجام شود	تمیزسازی درون چاه معمولاً در بخش‌های جهت‌دار و افقی به عنوان عامل مهم محسوب می‌شود. از این رو روش حفاری از طریق لوله مغزی سیار می‌تواند تمیزسازی درون این بخش‌ها را با بیشترین بازدهی انجام دهد
۷	ایمنی	زمان متصل کردن لوله‌های حفاری بسیار طولانی است	زمانی برای اتصال لوله‌های حفاری وجود ندارد (ریل یکپارچه است)
۸	وزن‌گذاری روی مته و توانایی بیرون کشیدن رشته حفاری	به دلیل سنگین بودن لوله‌های حفاری معمولاً دکل حفاری باید توان زیادی برای بالا کشیدن لوله حفاری مصرف کند؛ اما دکل حفاری توان محدودی دارد و اگر لوله حفاری گیر کند و با تمام توان دکل بالا نیاید، مانده (Fish) در چاه باقی می‌ماند	یکی از مزایای حفاری از طریق لوله مغزی سیار وزن‌گذاری روی مته محسوب می‌شود که با گذاشتن وزن کم می‌تواند زاویه موردنظر حفره را ایجاد کند

کاربردها و سایر مزایای دستگاه لوله مغزی سیار عبارتند از:

- جابجایی سیالات درون چاه
- جلوگیری از جریان هیدروکربن‌ها از چاه به سطح
- پمپاژ و تزریق مواد شیمیایی مانند پمپاژ اسید برای باز کردن منافذ لایه های سنگ مخزن
- تمیز کردن چاه
- انجام سیمان کاری اصلاحی و نصب مجرا بند
- احیای چاه با استفاده از تزریق نیتروژن
- قابلیت امتزاج و انجام عملیات نمودارگیری و مشبک کاری در حفاری جهت دار و افقی
- توانایی در انجام حفاری و Trip تحت فشار
- سرعت Trip بالا به علت پیوستگی لوله مغزی
- داشتن جریان سیال در حین Trip
- اندازه گیری طول لوله در دو جهت و در حین عملیات بطور مداوم
- داشتن قابلیت کنترل جهت Geo-Steering
- قابلیت ورود به چاه‌ها با قطر کم Slim Hole
- عدم نیاز به Location وسیع
- قابلیت حمل و انتقال سریع
- داشتن محیط کاری امن برای پرسنل
- سرعت بالا در نصب و جمع آوری تجهیزات لوله مغزی
- قابلیت انجام Wire Line Job
- قابلیت انجام Coiled Tubing Perforating

اطلاعات اقتصادی طرح CT

جهت تحلیل اقتصادی طرح به حجم بازار داخلی و حجم بازار خارجی نگاه می‌اندازیم:

• حجم بازار داخلی

بدون شک مهمترین دلیل توجیه یک طرح بر ملاحظات اقتصادی آن استوار است. کسب سهمی مناسب از بازار داخلی و خارجی، گسترش بازار هدف و برخورداری از شاخص-های مناسب مالی-اقتصادی، مهمترین اهداف یک بنگاه اقتصادی برای ایجاد یا توسعه یک طرح صنعتی است. در کنار این موارد، از جنبه-های ملی و کلان اقتصادی نیز باید ویژگی‌های طرح مورد بررسی قرار گیرد. جهت تحلیل و توجیه اقتصادی چالش "طراحی، ساخت و بهره‌برداری لوله مغزی سیار (Coiled Tubing) و فناوری‌های وابسته"، علاوه بر توجه به اهمیت موضوع که در بخش‌های قبل به آن پرداخته شد، نگاهی اجمالی به حجم بازار داخلی و حجم بازار خارجی آن می‌اندازیم:

حجم بازار داخلی در بازار داخلی پس از بررسی‌های کارشناسی بعمل آمده بنا به برآوردها و ارزیابی‌های صورت گرفته، حدود ۷۰ درصد چاه‌ها (حدود ۵۵۰ چاه) نیاز به خدمات سالیانه CT دارند. با در نظر گرفتن حدود ۲ عملیات (JOB) در سال، برای چاهی که فعال بوده و نیازمند خدمات CT هستند، تعداد عملیات‌های سالیانه انجام شده توسط CT در کل کشور حدود ۱۱۰۰ عملیات برآورد می‌گردد. بر حسب بررسی‌های میدانی صورت گرفته، چنانچه هزینه هر عملیات توسط CT در ماه بدون هزینه‌های ثابت و هزینه لوله مغزی، حدوداً ۶۵۰۰۰ دلار باشد با احتساب کل عملیات مورد نیاز در سال برای چاه‌های فعال کشور، حجم بازار این تجهیز حدود ۷۲ میلیون دلار است.

• حجم بازار خارجی

بیش از ۷۵ درصد عملیات‌های مداخله چاه و تکمیل چاه توسط لوله مغزی سیار انجام می‌شود. براساس گزارش مارکت ریسرچ ظرفیت مالی بازار جهانی لوله مغزی سیار در سال ۲۰۲۰ حدود ۲/۸ میلیارد دلار بوده است و با رشد ۵/۵ درصدی پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۶ این بازار با ۳/۸۶ میلیارد دلار برسد.

لیست شرکت‌های برتر در زمینه لوله‌های مغزی در سال ۲۰۲۲ در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲: شرکت‌های بین‌المللی سازنده و خدماتی لوله مغزی سیار

ردیف	نام شرکت	کشور
۱	Schlumberger	آمریکا
۲	Halliburton	
۳	Baker Hughes	
۴	Nextier Oilfield Solutions	
۵	Superior Energy Services	
۶	NESR	
۷	RPC	
۸	Basic Energy Services	
۹	Oceaneering International	
۱۰	Key Energy Services	
۱۱	Nine Energy Service	
۱۲	Pioneer Energy Services	
۱۳	Legend Energy Services	
۱۴	Oilserv	امارات
۱۵	Calfrac Well Services	کانادا
۱۶	STEP Energy Services	
۱۷	Trican	
۱۸	Altus Intervention	نروژ
۱۹	Weatherford International	سوئیس

برای حجم بازار خارجی کفایت وضعیت کشورهای همسایه (از جمله عراق)، کشورهای خاورمیانه، روسیه و ... بررسی گردد. به عنوان مثال حسب بررسی‌های صورت گرفته وضعیت کشور عراق در خدمات مرتبط با دستگاه لوله مغزی سیار نیز به مانند کشور ایران است و این کشور در زمینه نیاز به وجود این دستگاه وضعیت مشابهی دارد. ضمن اینکه این دستگاه معمولاً به عنوان یک محصول خرید و فروش نمی شود و شرکت‌های دارای این محصول، خدمات آن را عرضه می‌کنند و اصطلاحاً در دنیا، معمولاً این دستگاه خدمت محور بوده و خدمات آن قیمت گذاری می‌شود.

وضعیت کنونی بازار و پیش‌بینی بازار آینده محصول و زیر فناوری‌ها

بر اساس گزارش سایت‌های خارجی^{۳۶} که مربوط به سال ۲۰۱۱ می‌باشد، قیمت کل یک دستگاه لوله مغزی سیار که اجزای اصلی آن شامل اینجکتورهد، لوله‌ی فلزی، قرقره، سیستم تامین توان و هیدرولیک (پاور پک)، اتاقک کنترل و تریلر می‌باشد، در بازه‌ی ۱/۲ الی ۲/۵ میلیون دلار قرار می‌گیرد. علاوه بر آن دستگاه لوله مغزی شامل تجهیزاتی دیگر از جمله پمپ دابل، تجهیزات پمپ دابل، واحد نیتروژن، جرثقیل و سایر ابزارآلات می‌باشد.

با در نظر گرفتن ۱/۵ میلیون دلار برای واحد لوله‌ی مغزی، کل هزینه‌ها که شامل تجهیزات جانبی هم می‌باشد، به ۴/۵ الی ۵ میلیون دلار برای لوله‌هایی با قطر ۲ اینچ و به ۶/۵ الی ۷ میلیون دلار برای لوله‌هایی با قطر ۲ و ۳/۸ اینچ می‌رسد. شایان ذکر است که لوله‌هایی با قطر ۱ و ۱/۴ و ۱ و ۳/۴ اینچ هم همواره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این گزارش هزینه‌های تک‌تک اجزا نیز مشخص شده است. هزینه‌ی اینجکتورهد تقریباً ۲۰۰ هزار دلار برای مدل بار ۸۰ هزار پوندی با قطر لوله ۲ اینچ و ۲۵۲ هزار دلار برای مدل بار ۱۰۰ هزار پوندی با قطر لوله ۲ و ۳/۸ اینچ برآورد شده است.

هزینه‌ی لوله‌ها نیز از ۱۵۰ هزار دلار برای سایزهای کوچک تا ۳۰۰ هزار دلار برای سایزهایی بزرگ برآورد شده است. بر اساس گزارش یکی از سازنده‌ها، ۲۰ هزار فوت لوله مغزی با قطر ۲ اینچ، ۲۳۰ الی ۲۵۰ هزار دلار هزینه برمی‌دارد. همچنین این لوله‌ها بعد از مصرف مشخص فرسوده می‌شوند. لوله‌های بزرگ بعد از ۶۰ بار استفاده و لوله‌های کوچک بعد از ۱۲۵ بار استفاده فرسوده می‌شوند. هزینه‌ی قرقره نیز ۲۲۰ هزار دلار برآورد شده است^{۳۷} که البته این قرقره برای لوله‌های جدید نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی دیگر از اجزای اصلی دستگاه لوله مغزی، پاور پک می‌باشد که نیروی هیدرولیک برای راه‌اندازی لوله‌های مغزی را فراهم می‌کند. معمولاً پاور پک روی تریلر نصب می‌شود و از آن به‌عنوان وت کیت^{۳۸} نیز یاد می‌شود؛ و هزینه‌ی آن با هزینه‌ی کل تریلر حساب می‌شود. هزینه‌ی اتاقک کنترل نیز حدود ۵۰ الی ۱۵۰ هزار دلار برآورد شده است. در جدول ذیل جزئیات برآورد مالی اجزای مختلف یک واحد لوله مغزی ارائه شده است.

جدول ۳: جزئیات برآورد مالی خرید لوله مغزی سیار و تجهیزات مرتبط با آن

عنوان تجهیز	برآورد مالی، هزار دلار	توضیحات
قرقره	۲۲۰	قابل استفاده برای لوله‌های جدید
اتاقک کنترل	۵۰-۱۵۰	
کلاف لوله	۱۵۰-۳۰۰	قابل استفاده تا ۶۰ عملیات
اینجکتورهد	۲۰۰-۲۵۰	بار قابل تحمل ۱۰۰ هزار پوند
کل واحد لوله مغزی	۱۲۰۰-۲۵۰۰	شامل اینجکتورهد، لوله‌ی فلزی، قرقره، سیستم تامین توان و هیدرولیک (پاور پک)، اتاقک کنترل و تریلر
تجهیزات جانبی	۲۰۰۰-۵۰۰۰	متغیر بر اساس قطر لوله مغزی

^{۳۶} <https://www.ogj.com/home/article/17213045/coiled-tubing-use-expands>

^{۳۷} <https://www.ogj.com/home/article/17213045/coiled-tubing-use-expands>

^{۳۸} Wet-kit

دستگاه‌های لوله مغزی سیار تنها تجهیزاتی نیستند که شرکت‌ها برای تکمیل و کار چاه‌ها از آن استفاده می‌کنند. در بسیاری از موارد، دکل‌های تعمیراتی³⁹ و واحدهای عملیات تحت فشار از نظر قیمتی رقابتی هستند، اگرچه در سرعت اجرایی فاصله‌ی زیادی دارند. به عنوان مثال، گزارش‌های نشان می‌دهد که در میدان شیل ایگل فورد⁴⁰ یک دکل حدود ۷/۲ هزار دلار برای یک روز ۱۲ ساعته هزینه دارد در حالی که یک واحد لوله مغزی سیار نزدیک به ۴۰ هزار دلار در روز هزینه دارد؛ اما واحد لوله مغزی می‌تواند کار را خیلی سریع‌تر انجام دهد چراکه نیازی به اتصالات لوله ندارد. با توجه به افت فشار مخازن در نیمه دوم عمر آن‌ها نیاز به عملیات‌های مداخله در چاه مشابه عملیات‌های دستگاه لوله مغزی افزایش می‌یابد. از آنجاکه مخازن بزرگ کشور مانند گچساران، مارون، اهواز و آغاجری در این دوره هستند لذا بازار استفاده است این دستگاه یک بازار مشخص و تثبیت‌شده در کشور به منظور نگهداشت تولید است. از روش‌های افزایش و نگهداشت تولید در چاه‌های تولیدی می‌توان به تحریک چاه، حفاری مجدد و یا مشبک‌کاری مجدد مخازن اشاره که روش‌های یادشده را می‌توان با دستگاه لوله مغزی سیار عملیاتی و اجرایی نمود. در بازار جهانی سهم بازار خدمات لوله‌های مغزی سیار نسبت به دکل‌های تعمیراتی افزایش یافته است. بازار خدمات این محصول در سال ۲۰۲۰ معادل ۳ میلیارد دلار بوده است که پیش‌بینی می‌شود این مقدار با نرخ رشد مرکب سالانه ۵/۸ درصد به ۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ برسد⁴¹.



³⁹ Workover

⁴⁰ Eagle Ford

⁴¹ <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/coiled-tubing-market-804.html>

موضوع محوری چالش



هدف از برگزاری این چالش ارائه طرح‌های فناورانه، نوآورانه و بدیع در زمینه طراحی، ساخت و بهره‌برداری دستگاه لوله مغزی سیار (CT) و فناوری‌های وابسته، با توجه به شرایط طرح‌های پیشنهادی ذکر شده و مشخصات و ملاحظات فنی **پیوست** شده در فایل راهنمای چالش به منظور بومی‌سازی، تست مکرر و استفاده عملیاتی درون‌چاهی در میادین نفتی و گازی واقع در کشور است. لذا از نخبگان، صاحبان ایده و شرکت‌های دانش بنیان و فناور کشور دعوت می‌شود، طرح‌های فناورانه و نوآورانه خود را از طریق سایت اینوتن ارسال نمایند.

شرایط طرح‌های پیشنهادی



- ۱) راهکارها و طرح‌های ارائه شده باید کاملاً شفاف و روشن باشند.
- ۲) گزارش‌ها و آنالیزهای ارائه شده باید از مراجع معتبر و براساس استانداردهای مورد قبول ارائه شده در راهنمای چالش باشند و با ملاحظات فنی مغایرتی نداشته باشد.
- ۳) تفسیر و شرح نتایج براساس اصول علمی و بر پایه مستندات انجام شده باشد.
- ۴) در صورت نیاز و تشخیص کلیه مراحل انجام کار قابل بازدید و ارزیابی باشد.
- ۵) استفاده از روش‌های پرهزینه و بدون توجیه اقتصادی قابل قبول نیست.
- ۶) طرح قابلیت تجاری‌سازی و تولید انبوه داشته باشد.
- ۷) طرح‌های دارای نمونه اولیه در اولویت هستند.
- ۸) پیش‌بینی زمانی ساخت این تجهیز نباید بیش از ۴ سال باشد.

اهم شرایط شرکت کنندگان چالش فوق به شرح زیر است:

- ۱) دانش بنیان باشند.
- ۲) واحد R&D ثبت شده از وزارت صمت داشته باشند.
- ۳) تجهیز ساز باشند.
- ۴) رزومه مرتبط با صنعت نفت و حفاری در راستای ساخت تجهیزات مشابه مانند پمپ تراک، تراک سیمان تراک اسید و ... داشته باشند.
- ۵) سابقه کار با شرکت‌های نفتی را دارا باشند (گواهی رضایتمندی داشته باشند).
- ۶) کارگاه‌ها و تجهیزات مناسب و متناسب با ساخت تجهیز را دارا باشند.

درباره متقاضی



شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی نفت ایران از سال ۱۳۳۰ تاکنون عهده دار سامان بخشیدن و سیاستگذاری فعالیت های صنعت نفت اعم از اکتشاف، حفاری، تولید، پژوهش و توسعه و همچنین صادرات نفت و گاز بوده است. این شرکت با در اختیار داشتن ذخیره های عظیم هیدروکربوری، یکی از بزرگترین شرکت های نفتی جهان به شمار می آید. با پیشرفت دانش و فناوری صنعت نفت و پیچیده تر شدن مناسبت های اقتصادی و سیاسی، جایگاه شرکت ملی نفت ایران نیز ارتقا یافته است. از این رو سیاست های ملی، منطقه ای و همکاری با کشورهای مهم صنعتی در زمینه تامین انرژی و ایجاد ثبات در بازارهای جهانی نفت در دستور کار این شرکت قرار دارد.

برخی از مشتریان بالقوه

بازار هدف اولیه این شرکت برای خدماتی که با ابزار ساخت داخل صورت می گیرند بازار داخل کشور بوده که مشتریان آن به شرح ذیل می باشد:

مشتری های تماماً دولتی:

- ۱) شرکت نفت مناطق نفتخیز جنوب
- ۲) شرکت نفت مناطق مرکزی ایران
- ۳) شرکت نفت فلات قاره ایران
- ۴) شرکت ملی حفاری ایران
- ۵) شرکت ملی نفت ایران- مدیریت اکتشاف
- ۶) نفت و گاز پارس

شرکت های فوق، شرکت های دولتی ذیل شرکت ملی نفت بوده که علاوه بر اینکه مالک میدان هستند، توسعه دهنده میدان نیز هستند (به جز شرکت ملی حفاری ایران که ماهیت پیمانکاری داشته و در کنار سایر پیمانکاران نیمه دولتی یا خصوصی توسعه میدان به شرکت های مالک میدان، تحت پیمانی خدمات توسعه میدان ارائه می دهند).

مشتری‌های نیمه دولتی یا خصوصی توسعه دهنده میدان عبارت‌اند از:

- ۱) شرکت پترو گوهر فرا ساحل کیش (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص))
- ۲) شرکت تنکو (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص))
- ۳) شرکت فرادست انرژی فلات (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص))
- ۴) شرکت حفاری و اکتشاف انرژی گستر پارس (ذیل بنیاد مستضعفین امام خمینی (ره))
- ۵) شرکت حفاری شمال (ذیل بنیاد مستضعفین امام خمینی (ره))
- ۶) شرکت حفاری مپنا (ذیل شرکت مپنا)
- ۷) شرکت بین المللی حفاری (ذیل شرکت نیکو از شرکت‌های زیر مجموعه وزارت نفت)
- ۸) شرکت توسعه پترو ایران (ذیل شرکت نیکو از شرکت‌های زیر مجموعه وزارت نفت)
- ۹) شرکت توسعه نفت و گاز پرشیا (ذیل ستاد اجرایی فرمان امام (ره))
- ۱۰) شرکت توسعه حفاری تدبیر (ذیل ستاد اجرایی فرمان امام (ره))
- ۱۱) شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت (اویک) (ذیل صندوق بازنشستگی صنعت نفت)
- ۱۲) شرکت توسعه صنایع نفت و انرژی قشم (ذیل صندوق بازنشستگی صنعت نفت)
- ۱۳) شرکت گلوبال پترو تک کیش
- ۱۴) شرکت مهندسی و توسعه سروک آذر (ذیل صندوق بازنشستگی صنعت نفت)
- ۱۵) شرکت مهندسی و خدمات حفاری سروک کیش (ذیل شرکت گلوبال پترو تک کیش)
- ۱۶) شرکت مهندسی و ساخت تاسیسات دریایی ایران (ذیل صندوق بازنشستگی نفت و نیروی انتظامی)
- ۱۷) شرکت پترو پارس (ذیل صندوق بازنشستگی صنعت نفت)
- ۱۸) شرکت نفت و گاز پاسارگاد (ذیل بانک پاسارگاد)
- ۱۹) شرکت دانا انرژی (خصوصی)

شرکت‌های فوق به جز دو مورد آخر، شرکت‌هایی با ماهیت یا وابستگی به دولت بوده و از شرکت‌های مالک میدان زیر مجموعه وزارت نفت، پروژه‌های توسعه میدان را با اشکال قراردادی مانند EPDF، EPDS، EPC، EPD، EPDFS، BY BACK یا IPC عهده‌دار می‌گردند.

معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

این نهاد بنا بر ضرورت و با هدف ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی‌های فناوری و نوآوری در کشور و ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه‌ها و حلقه‌های آن ایجاد شده است. در ایجاد این نهاد اهداف دیگری همچون توسعه «اقتصاد دانش بنیان» از طریق هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین‌دستگاهی، ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه»، تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری و تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش بنیان نیز مد نظر بوده است.

علاوه بر موارد مذکور برای این معاونت اهدافی چون توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مصرح در نقشه جامع علمی کشور و اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری نیز تعیین شده است. در راستای تحقق اهداف فوق و پاسخگویی به نیازهای جامعه وظایف متعددی برای این معاونت در نظر گرفته شده است.

از جمله مهمترین این وظایف در سطح کلان می‌توان به برنامه‌ریزی، هماهنگی بین بخشی و هم‌افزایی در «نظام ملی نوآوری» و بین برنامه‌های توسعه و سیاست‌های کلان توسعه علم و فناوری کشور اشاره کرد. در کنار این وظایف کلان، وظایف دیگری نیز با محوریت حمایت از شرکت‌های دانش بنیان و به طور کل تقویت پایه‌های اقتصاد دانش بنیان در نظر گرفته شده که در برگیرنده مواردی چون، توسعه فناوری، تقویت فرآیند تجاری‌سازی و حمایت از موسسات و شرکت‌های دانش بنیان و شرکت‌های طراحی مهندسی، حمایت از گسترش فعالیت تحقیق و توسعه در کشور و ارتقای توان «مدیریت فناوری» در شرکت‌های دانش بنیان، ارتقای کارآفرینی فناورانه و بهبود فضای کسب و کار دانش بنیان و هدایت سرمایه‌های کشور جهت تولید کالاها و خدمات دانش بنیان، توسعه ساز و کارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش بنیان، حمایت از ایجاد و توانمندسازی تشکلهای خصوصی در زمینه تولید و توسعه صادرات کالاها و خدمات دانش بنیان، تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش بنیان و ... است.

حمایت‌های مورد نظر برای این چالش



حمایت‌های معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

- ❖ کمک به تهیه و تنظیم نقشه راه طراحی، ساخت، برنامه کاری و زمانی آزمون (آزمایشگاهی، کارگاهی و میدانی) و ارائه خدمات فنی و مهندسی به شرکت‌های تابعه.
- ❖ مشاوره به تیم‌های برتر از طریق معرفی افراد با تجربه جهت پیشبرد اهداف پروژه.
- ❖ حمایت از فرآیند شتاب‌دهی تیم‌های برتر، توسعه فناوران و شرکت‌های زایشی دانش بنیان جهت ساخت CTU.
- ❖ تسهیل در اخذ مجوز پروژه ساخت CTU از شورای راهبری فناوری‌ها و تولیدات دانش بنیان.
- ❖ همکاری در توسعه فناوری‌های پیشنهادی در زمینه ساخت CTU، با استفاده از کلیه ظرفیت‌های قانونی موجود نظیر عدم الزام به انجام تشریفات قانون برگزاری مناقصات برای تولید بار اول اقلام فناورانه و راهبردی در معامله با شرکت‌های دانش بنیان
- ❖ فراهم‌سازی شرایط استفاده از تسهیلات ویژه گمرکی شرکت‌های دانش بنیان جهت تسریع و تسهیل واردات برخی از اقلام کلیدی با هدف کاهش ریسک اجرای فعالیت‌های پروژه.
- ❖ ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز آزمون‌های آزمایشگاهی، کارگاهی و میدانی CTU
- ❖ تامین منابع مالی مورد نیاز طراحی، ساخت و اجرای آزمون‌های میدانی (بررسی عملکرد) تجهیز CTU متناسب با ضوابط و قوانین جاری معاونت تا سقف ۵۰٪ از هزینه‌های تحقیق و توسعه
- ❖ حمایت در قالب تحقیق و توسعه از محل هزینه قطعی شده مالیات شرکت‌ها و تسهیلات کم بهره.
- ❖ حمایت از ساخت محصول تا سقف ۲۰ میلیارد تومان
- ❖ ایجاد ساز و کار صدور ضمانت‌نامه، تسهیل و تسریع در فرآیندهای بانکی و اعطای تسهیلات از طریق صندوق‌ها با رعایت ضوابط و قوانین جاری معاونت.

حمایت‌های شرکت ملی نفت ایران

- ❖ همکاری در فرآیند شناسایی طرح‌های حائز صلاحیت به منظور تشکیل کنسرسیوم و پیشنهاد آنها به معاونت.
- ❖ همکاری و مشاوره در شناسایی زنجیره تامین داخلی و خارجی اقلام وارداتی پروژه.
- ❖ صدور مجوزهای لازم و در صورت امکان تامین زیرساخت‌های فیزیکی و قانونی مرتبط با وزارت نفت برای انجام طرح‌های فناورانه
- ❖ تخصیص منابع مالی جهت حمایت از طرح‌های فناورانه تعریف شده
- ❖ همکاری در مراحل تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مورد نیاز در مراحل طراحی و ساخت و انجام آزمون‌های عملکردی CTU.
- ❖ همکاری و تسهیل‌گری در مراحل اعطای تسهیلات مصوب وزارت نفت از محل بودجه بند (الف) تبصره ۱۸ جهت ساخت CTU.
- ❖ تضمین دریافت خدمات و خرید CTU بر اساس مفاد موافقت‌نامه (به مدت ده سال پس از موفقیت در آزمون‌های میدانی).
- ❖ در صورت نیاز سرمایه‌گذاری در شرکت‌های دانش بنیان مرتبط با استفاده از ظرفیت‌های موجود در صندوق پژوهش و فناوری غیردولتی نفت

تعهدات و حمایت‌های مشترک



- ❖ حفظ و عدم انتشار دانش فنی مستخرج براساس دستورالعمل حقوق مالکیت فکری صنعت نفت
- ❖ حمایت از شناسایی و به کارگیری شرکت‌های ذیصلاح و توانمند مرتبط با موضوع ساخت CTU در قالب برگزاری نشست‌های تخصصی و رویدادهای فناورانه
- همکاری و مشارکت در برگزاری نشست‌های تخصصی به منظور شکست فعالیت‌های پروژه و تهیه و تنظیم برنامه کاری و زمانی اقلام قابل تحویل CTU

مراحل و زمان بندی شرکت در چالش



فایل پیوست راهنمای چالش

مشخصات فنی تجهیزات یک نمونه دستگاه CT



۰۲۱۶۵۰۱۳۰۴۰



www.innoten.ir



info@innoten.ir

مشخصات فنی تجهیزات یک نمونه تجهیز CT

1.1.2 LGT360 Coiled Tubing Unit

This unit is trailer mounted and it consists of the power pack, trailer, control cabin, hydraulic system, tubing reel, injector motor power hose reel, injector control and BOP control hose reel and injector.

The engine of the power pack is the power source of the whole unit. The pump drive takes power from the engine and then drives three sets of hydraulic systems: one set of the hydraulic systems is the injector power system which adopts a closed-loop hydraulic system. A variable displacement piston pump drives two variable displacement piston motors on the injector. The second system is a tubing reel driving system which adopts an open loop hydraulic system. A vane pump drives the tubing reel motor. The third one is an auxiliary hydraulic system (open-loop system) which drives the hydraulic hose reel, tubing levelwind control, control cabin raise and lower and BOP control. The control cabin has rigid structure and is equipped with air conditioner. It can be raised and lowered freely with 35" allowance. Most of the operational valves are installed on the internal control panel which makes the unit operation easier. This unit has two separate lubrication systems and adopts pressurized oil supply system to lubricate the coiled tubing and injector chains respectively. The tubing reel has functions of automatic tubing winding and forced tubing winding which help to reduce labor intensity. It is also equipped with mechanical counter and electronic counter to help monitor the depth and speed of the coiled tubing. This unit is applicable for onshore operation. All supplied parts are suitable for humid, storm and sand ambient environments with working temperature at -30~+60°C. The reel can hold 5,760m coiled tubing at 2" and can meet operation requirements of the oilfields. The unit can be used for well service, gas lift, fishing, acidulation and sand removal.



Figure-LGT360 Coiled Tubing Units

1.1.2.1 Specification of LGT360 Coiled Tubing Unit

Table-Specification of LGT360

Item	Equipment	Unit	Company's Request
1	Coiled Tubing Unit		Required
1.1	Make & type		Jerry/Trailer-mounted
1.2	Years of construction		December, 2012
1.3	Years on service		June, 2013
1.4	Date last certification/inspection		December, 2012
1.5	Nominal Working Pressure	psi	10,000
1.6	CT unit driven by		Diesel power pack
1.7	Input power	HP	540
1.8	Suited for hazardous area		Yes, Zone II
1.9	Max. rated depth with 2" & 1-1/2" CT	ft	20,951(2")

Item	Equipment	Unit	Company's Request
2	Coiled tubing reel		Required
2.1	Make & Type		Jerry/150-78-78
2.2	Available capacity with 1-3/4" C.T	ft	26,033
2.3	Available capacity with 1 1/2" C.T	ft	37,247
2.4	Available capacity with 2" C.T	ft	20,951
2.5	Available capacity with 2-3/8" C.T	ft	14,279
3	Coiled tubing		Required
3.1	Make & type		Jason/TS-90*1.5*(0.175-0.134)
3.2	Dare of manufacture		June, 2017
3.3	Period in service	month	2
3.4	size	in	1-1/2
3.5	Wall thickness	in	Tapped, 0.175"-0.134"
3.6	Available length	ft	19,022
3.7	Working pressure	psi	12,400
3.8	Collapse pressure	psi	12,060
3.9	Steel (grade, yield)		TS-90
3.10	Max Pull	t	25.6
4	Injector Head		Required
4.1	Make & type		Jerry/ZRT-80
4.2	For CT size	in	1-1/2" & 1-3/4" & 2"
4.3	Minimum Pulling capacity	lb	47,000
4.4	Maximum pulling capacity	lb	80,000
4.5	At speed	Ft/min	100
4.6	Max speed	Ft/min	190

Item	Equipment	Unit	Company's Request
5	Coiled Tubing Unit BOP		Required
5.1	Make & type		Vanoil /4-1/16"10k
5.2	Nominal size	in	1-3/4"
5.3	W.P.	psi	10,000
5.4	Min.ID.	in	4-1/16
5.5	Equipped with rams:		blind, shear, slip & pipe rams
5.6	Lower connection		4-1/16" 10k flange
5.7	Remotely operable from control cabin		Yes
6	BOP Adapter		Required
6.1	Quantity and type available		Custom according to requirement
6.2	Bottom flange		Company to define
6.3	Working pressure	psi	10.000
6.4	Mini.ID.	in	According to bottom flange
7	Lubricator / riser		Required
7.1	Make & type		Jerry/4-1/16"*10k
7.2	Size O.D.	in	6
7.3	Size I.D.	in	4-1/16
7.4	Working pressure		10,000 psi
7.5	Element length	ft	3, 6, 10
7.6	No. of elements	No.	2, 2, 3
7.7	Total length	ft	48
8	Striper		
8.1	Make & type		Vanoil /4-1/16"*10k, side door

Item	Equipment	Unit	Company's Request
8.2	Nominal size	in	4-1/16
8.3	W.P.	psi	10,000
9	Power pack		
9.1	Suited for hazardous area		Zone II
9.2	Emergency shutdown		yes
9.3	Make & type		Jerry/CAT 15
9.4	Rated output power	Hp	540
10	Control cabin		Required
10.3	Suitable to remotely control the CT unit		yes
10.4	Remote control for BOP		yes
10.5	Inter-communication system		yes
10.6	Data acquisition		yes
11	Standard Tools & Accessories		Required
11.1	Tools & accessories for C.T. OP.s		yes

1.1.2.2 Reel

This coiled tubing reel mainly consists of the reel weldment assembly, driving system assembly, level wind system assembly, high pressure manifold assembly, reel hanging bracket and ladder.

1) Main specification

- (1) 150-78-78 Reel, flange diameter 150", core diameter 78", width 78"
- (2) Coiled tubing : 1.75"× 5000m (16405ft) ×Wall thickness : 0.145"
- (3) Working pressure: 10000psi
- (4) HS80 (Tenaris USA)
- (5) Maximum capacity 1.75"*26033ft

2) Driving System

The reel motor drives the gear box to drive the coiled tubing reel and the levelwind system through the double row chains. The whole driving system mainly consists of the reel driving system and the automatic levelwind system. The reel driving system mainly consists of the hydraulic motor, gear box, double row chains and gear to rotate the coiled tubing reel. The automatic levelwind system mainly consists of primary levelwind sprockets, secondary levelwind sprockets, levelwind arm, lead screw components, levelwind head and the override levelwind sprocket to drive the automatic levelwind system. The specification and form of the reel driving system chains are 20 A and double row.

3) Levelwind Assembly

The levelwind device assembly mainly consists of the secondary levelwind sprocket wheels, levelwind arm assembly, torque limiter, lead screw components, tubing lubricator, levelwind head assembly, override levelwind sprocket wheels, orbital motor and guide pulley. The levelwind arm allows the tubing level angle to be adjusted between the smallest 10° to the maximum 85° and it is adjusted by the hydraulic cylinder. The automatic levelwind device fulfills its function through the secondary levelwind sprocket wheels. Mechanical counter and electronic counter are installed on the levelwind head. The mechanical counter is used to observe the depth of the coiled tubing directly; and the electronic counter is used to record both the depth and the speed of the coiled tubing and it can also collect the data to the data acquisition system. A tubing lubricator used to lubricate the coiled tubing is designed beside the levelwind head. The levelwind head can be adjusted according to different diameters of the coiled

tubing and its adjustable range is 1" ~ 2-7/8".

4) Reel Lubrication

There is a remote controlled pneumatic reel lubricator installed at the rear of the reel counter and the remote control switch is mounted on the instrument panel inside the control cabin. The lube oil inside the lube oil bottle will enter the tubing lubricator by pressurized air, then the lubricator will spray the lube oil to the tubing. The lube oil bottle with capacity of 100 L (26.5 gal) is installed under the levelwind on the trailer. There is a pressure gauge on the oil bottle to display the pressure of the lube oil bottle, and the normal pressure range is 25~45 psi.

5) High Pressure Manifold Assembly

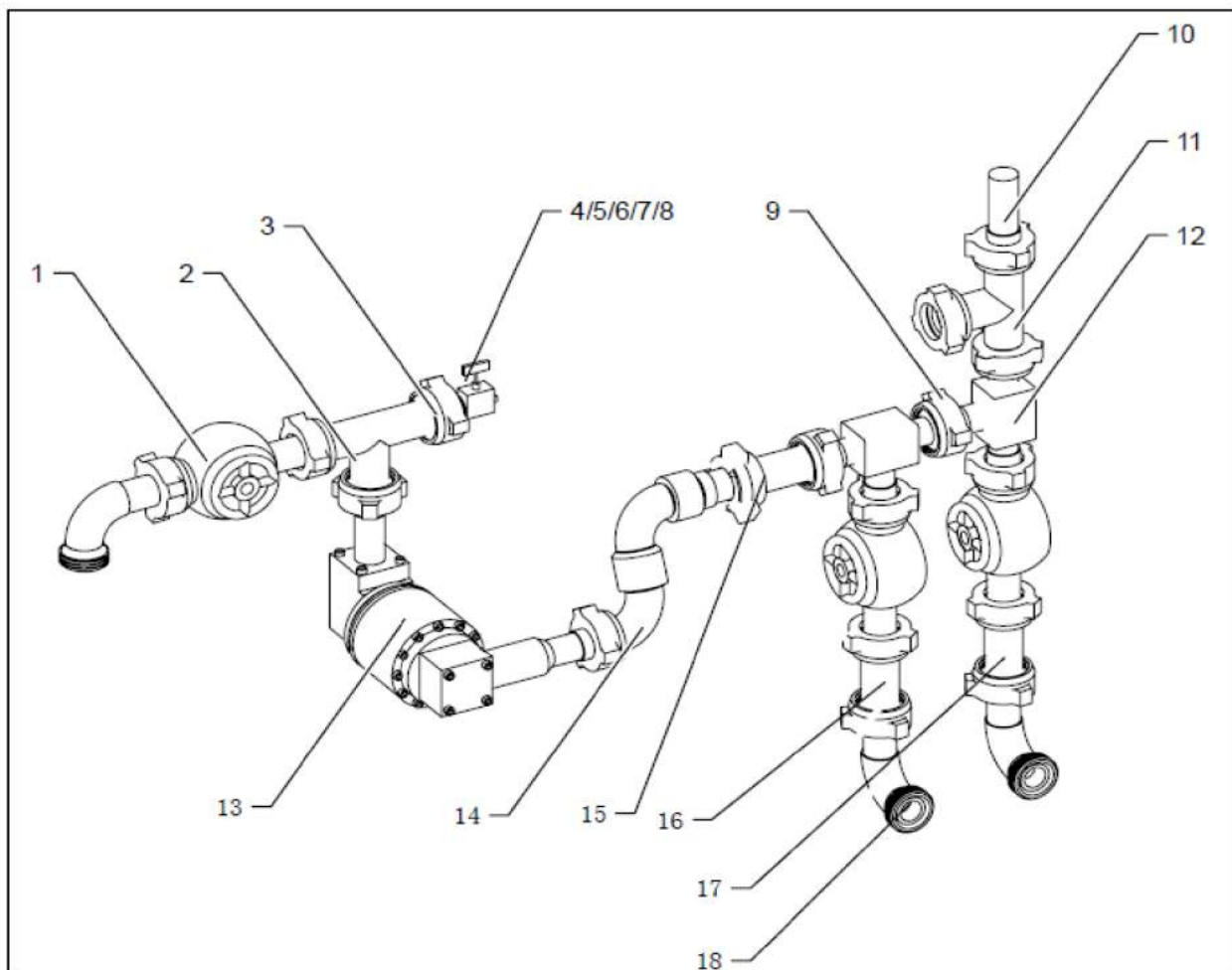


Figure- High pressure manifold assembly



Figure-Reel

1.1.2.3 Control Cabin

This module consists of the control cabin, base skid, cabin lifting cylinder, operation and control system and data acquisition system. During operation, the cabin shall be raised to monitor the working condition of the unit conveniently.

The control cabin module is welded on the gooseneck of the trailer through the base skid. The lifting stroke of the cabin is 1,000 mm, which provides enough view for the operators. There are two ladders designed for the cabin, namely lower ladder and upper ladder. The upper ladder is built in the guiderail of the cabin bottom; while the lower ladder, ladder handrail and ladder platform guardrail are located on the auxiliary girder at the rear of the unit. Install before application (first unfold the upper ladder, then install the platform guardrail at the upper ladder side).

1) Main specification

- (1) A work desk is provided in the cabin for the digital computer which is provided with the data acquisition system. An air conditioning is also equipped to make sure our operators have a comfortable environment.;
- (2) working temperature range:-30~+60 °C;
- (3) Four foot lift by hydraulic control;

(4) Equip a manual pump and a pneumatic emergency pump, MWP : 35MPa;

2) Control Cabin

The control cabin features good seal, rain proof, sand proof and shock proof functions. This cabin is designed with one front window and two side windows. The front window is designed with protective screening and two electric windscreen wipers. Defroster fan, hydraulic air conditioner and chairs are designed inside the cabin.

There are two indoor lights at the top of the cabin and three lights in the external front of the cabin. The voltage of all electric parts is 24 VDC.

The control handle of the hand pump is designed beside the foldable seat on the side wall and it will be used to operate the hand pump under emergency.

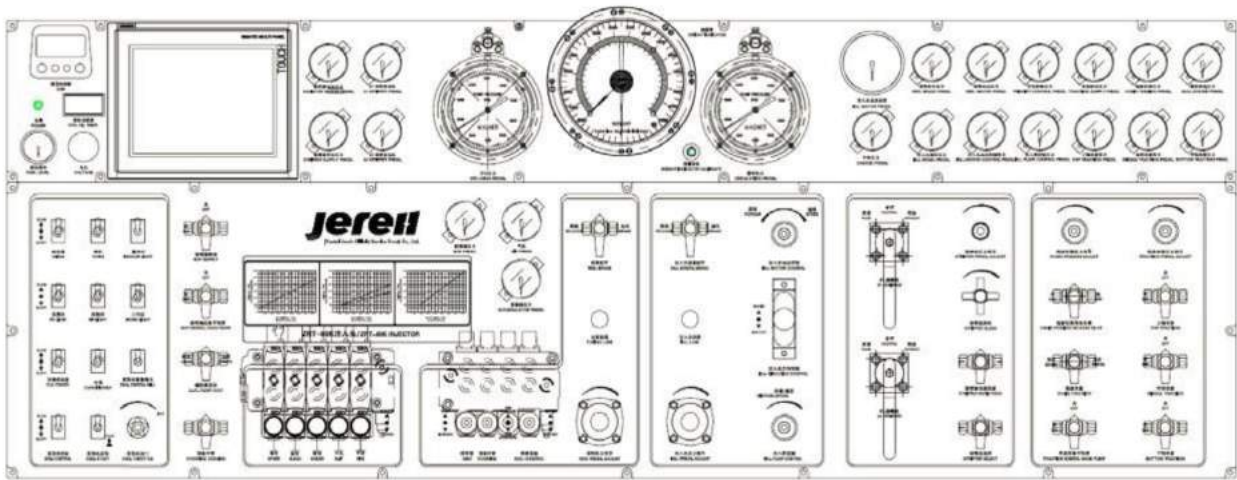
3) Cabin Lifting Device

The raise and lower of the control cabin is achieved through four hydraulic rotary actuators. The reasonable design of the hydraulic system ensures there is enough lifting capacity for cabin lifting and also ensures the synchronization of the raise and lower operation. There are four guiderails welded on the base skid of control cabin to control the direction of the cabin raise and lower. Spacer pin holes are designed on the guiderail. Insert the spacer pin to the hole after the control cabin is raised. Grease the guiderail to ensure the stability of the application after long term of use.

4) Control Panel

The control cabin is reinforced to provide a safe operation environment for the operators and the clients. The control panel is located inside the control cabin, and the operators can control most valves, buttons and monitor most pressure gauges and instruments safely and conveniently. The instrument panel includes upper panel and lower panel. The upper panel is used for monitoring and displaying while the lower panel is used for operating. The panel can be divided into different sections by different functions.

5) Main Instrument Panel



The following items are controlled by the system,

- (1) Unit operation pressure display section
- (2) Instrument display section
- (3) Electric switches section
- (4) Injector control valve operation section
- (5) Reel control valve operation section
- (6) Stripper control valve control section
- (7) BOP control valve operation section
- (8) Power unit control panel
- (9) Fluid-charging indicating panel
- (10) Operation valves outside the cabin and bulkhead panel nameplate



Figure-Control Cabin

1.1.2.4 Injector head

The main function of injector head is to provide power for running coiled tubing. Injector head include frame, driven system, clamp system, chain tensioners, gooseneck, weight indicator, hydraulic system, air brake system etc.

- 1) Type: ZRT-80K
- 2) Max pulling capability: 80,000 lbs
- 3) Max pushing capability: 40,000 lbs
- 4) Dimension: 1652*1435*2666mm
- 5) Weight: 4850kg
- 6) Suitable tubing size: 1.25-3.5"
- 7) Radius of gooseneck: 72"
- 8) Max running speed: 190 ft/min



Figure- Injector

1.1.2.5 Power pack

The power system and the control cabin form an independent power module which is skid mounted and fixed on the gooseneck of the trailer through hinge pin. The power pack is the power source of the unit and it provides power for the working parts of the unit, mainly includes the engine, pump drive, hydraulic pump, fuel tank, hydraulic oil tank, battery, hydraulic oil radiator, fuel heater and hydraulic valves.

- 1) Engine: CAT C15,
- 2) Cooling method: Fan
- 3) Rated power: 540hp,
- 4) Rated rotary speed: 2100 rpm
- 5) Throttle control: electrical control
- 6) Shutdown method: electrical control
- 7) Emission standard: Euro IV
- 8) Fuel tank: 680L (180Gal)
- 9) MWP: 32MPa;
- 10) Hydraulic oil tank: 650L(170Gal);
- 11) Electrical starting in 24V with 24V generator.



Figure-Power pack

1.1.2.6 BOP Assembly

Vanoil's 4 1/16"-10Ksi Quad BOP is designed to give positive protection against blowouts when operating with tubing applications up to 10,000 psi working pressure in an H₂S environment. It is hydraulically actuated with manually operated auxiliary ram stems to lock the rams in a closed position or to close the actuators in the event of a hydraulic power source failure. This style of BOP comes with hydraulic disassembly of the actuators from the body, providing easy ram monitoring and redress.

1) Main Specification

- (1) Four rams: Blind/Shear/Pipe/Slip
- (2) Working pressure: 10,000 psi
- (3) Testing pressure: 15,000psi
- (4) ID: 4-1/16"
- (5) Operating temperature: -20~250F
- (6) Top connection: 10kpsi BX-155 studded flange
- (7) Bottom connection: 10kpsi BX-155 flange
- (8) Hydraulic operating pressure: 2800-3000psi
- (9) Control way: remotely and manually
- (10) Standard: API 16A, NACE MR-0175

2) Ram Configuration

The standard ram assemblies in the 4 1/16"-10Ksi Quad BOP consist of four sets of mating rams:

Blind Seal Rams - contained in the top set of ram assemblies, these rams serve the purpose of sealing off the well pressure when no tubing is present.

Shear Rams - contained in the second set of ram assemblies, these rams are used to shear tubing.

Pipe Slip Rams - contained in the third set of ram assemblies, these rams grip the tubing while shearing or are used for any other application where the tubing is required to be held in place.

Pipe Seal Rams - contained in the bottom set of ram assemblies, these rams serve the purpose of sealing around the tubing isolating the wellbore pressure below.

3) Pressure Equalization

Each 4 1/16"-10Ksi Quad BOP comes with a single point equalizing system at each sealing ram assembly. This system enables the well bore pressure to be equalized from the bottom to the top of the sealing ram assemblies. The equalizer ports at the

shear and slip ram assemblies are blanked off. The purpose of these ports is to allow for the versatility of interchanging the ram assemblies to different configurations than mentioned above.

When servicing equipment above the BOP, a pressure differential is often created by bleeding off the pressure above the BOP. When the equipment is ready to go back on-line, the pressure equalizing system must be used to prevent a pressure surge which would be created by simply opening the sealing rams. Failure to do so may cause damage to ram or hydraulic assemblies.

4) Injection Port

On the side of each 4 1/16"-10Ksi Quad BOP is a BX-152 flanged type connection which is used for downhole injection. A common adapter for this port is a 2.0" figure 1502 female union by BX-152 flange. Vanoil can supply this adapter or others upon request.



Figure-Four Rams BOP

1.1.2.7 Stripper Packer

Vanoil's 4 1/16-10K side door stripper/packer assembly is designed to pack off on coil tubing as it is being stripped in or out of the well, at working pressures up to 10,000 psi. It also allows the replacement of packing elements, non-extrusion rings, and primary seal while the tubing is still in the well.

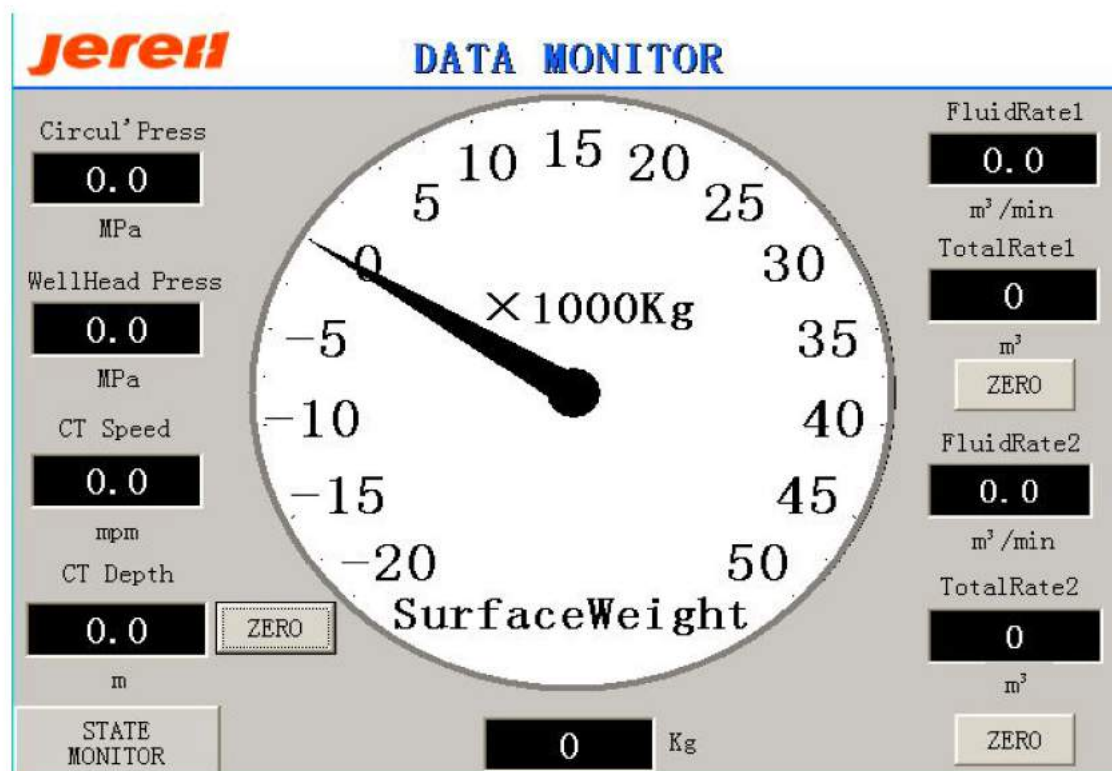
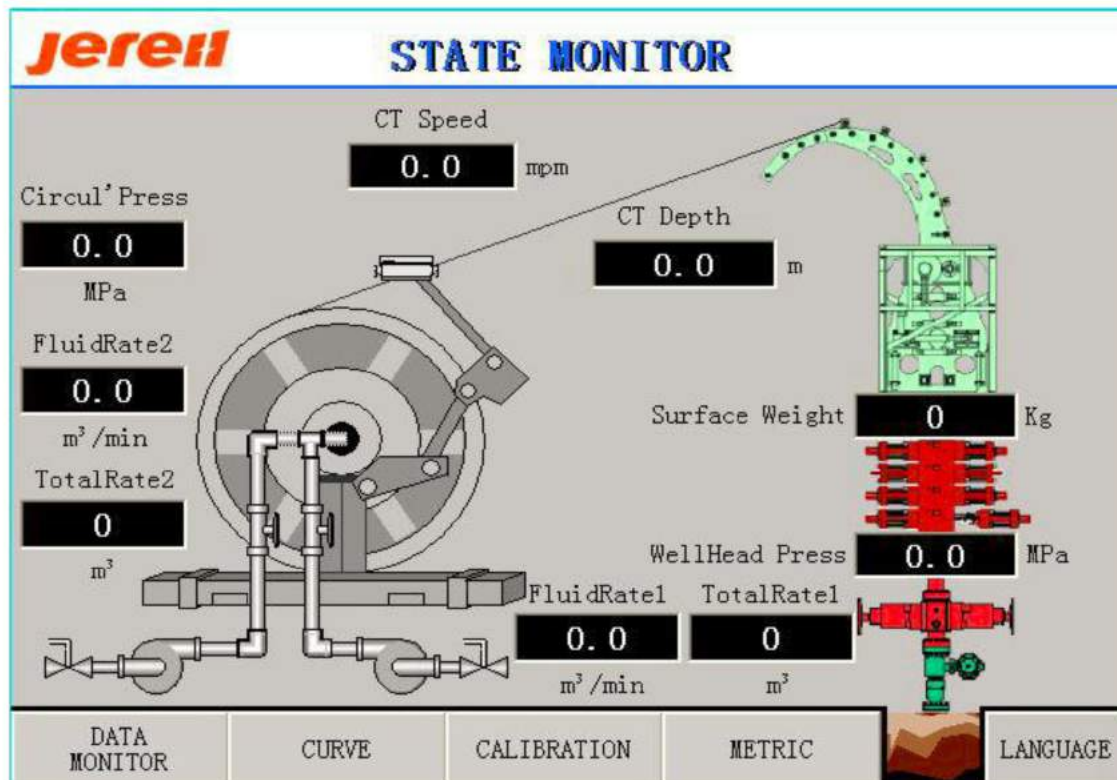
- 1) Working pressure: 10,000psi
- 2) ID: 4-1/16"
- 3) Type: side door
- 4) Operating temperature: -20~250F
- 5) Service: H2S
- 6) Tubing sizes: 1-1/4~2-7/8"
- 7) Standard: API 16A, NACE MR-0175
- 8) Double acting hydraulic pressure activated.
- 9) Removable split retainer for packer change
- 10) Vented to prevent well fluid from contaminating the hydraulic fluids

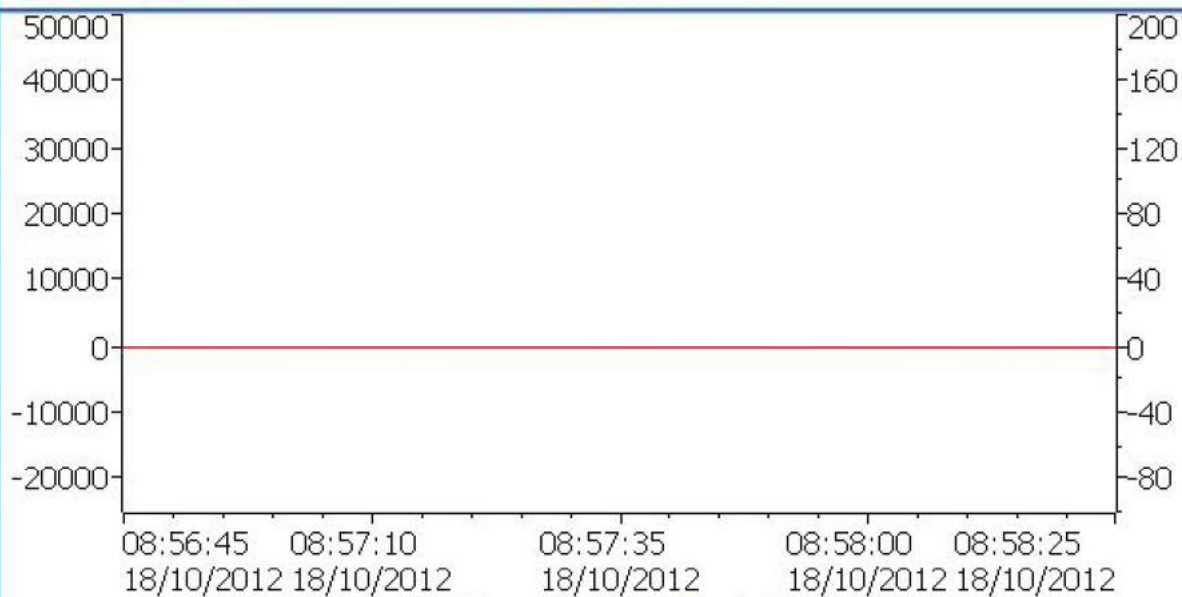


Figure- Stripper packer

1.1.2.8 Data Acquisition System

The following job data and flow rate etc. can be sample, displayed, recorded and copied, as well as printed in graphs: Tubing depth\ Running speed\ (pipe heavy\ Circulating pressure\ Wellhead pressure\ liquid pumped rate\ total fluid volume pumped down CT.



Jerrell**CURVE**

Surf Weig

0

Kg

WH Press

0.0

MPa

Circ' Press

0.0

MPa

CT Speed

0.0

rpm

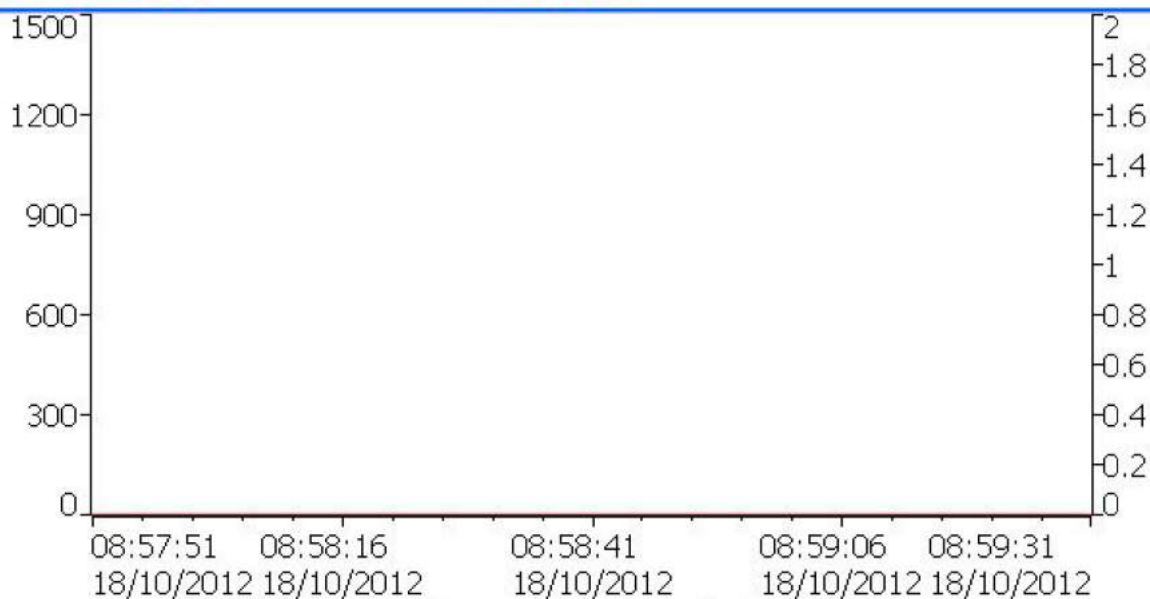
CT Depth

0.0

m

STATE
MONITORDATA
MONITOR

METRIC

Jerrell**CURVE**

FluidRate1

0.0

m³/min

TotalRate1

0

m³

FluidRate2

0.0

m³/min

TotalRate2

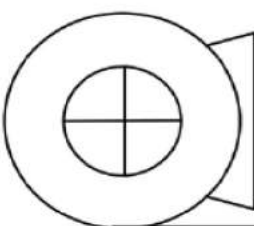
0

m³STATE
MONITORDATA
MONITOR

METRIC

2) Coiled tubing certificate

Jason		CERTIFICATION OF CONFORMANCE	
Yantai Jereh Petroleum Equipment & Technologies Co., Ltd.		www.jasonandg.com	
Customer	Yantai Jereh Petroleum Equipment & Technologies Co., Ltd.	Certificate No.	JGC17020801
Order No.	JOG20170104001	Coiled Tube No.	TS-SEA01M0117A
Product Name	Coiled Tubing	Size	1.500"xTAP
Manufacturer	Jason Energy Technologies Co., Ltd.	Grade	TS-90
Spool Size	Metal /135x82x70(in)	Length	19022 ft
Date Completed	02/06/2017	EST Tubing WT	40862 Lbs.
		EST Total WT	47752 Lbs.



Strip No.	Wall (in)	Length (ft)	Weld Loc (ft)	Weld Type	Coil No.	Heat No.	Mechanical Property					Chemical Analysis, Wt %												
							Yield Strength (psi) 0.2%	Tensile Strength (psi)	Elongation (%)	Rockwell Mat'l	Hardness Weld	Flaring	Flattening	C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	Ni	Cu	Nb	Ti
2722144361212	0.134	1680	1680	BIAS	27221443612	27273383	98500	108000	24	97.0HRB	96.0HRB	OK	OK	0.15	0.74	0.012	0.001	0.34	0.58	0.15	0.14	0.28	0.012	0.016
2722144361213	0.134	1875	3655	BIAS	27221443612	27273383								0.15	0.74	0.012	0.001	0.34	0.58	0.15	0.14	0.28	0.012	0.016
2722144361214	0.134	1872	5627	BIAS	27221443612	27273383								0.15	0.74	0.012	0.001	0.34	0.58	0.15	0.14	0.28	0.012	0.016
2722144361215	0.134	1875	7602	BIAS	27221443612	27273383								0.15	0.74	0.012	0.001	0.34	0.58	0.15	0.14	0.28	0.012	0.016
2722144361216	0.134	1302	8904	BIAS	27221443612	27273383								0.15	0.74	0.012	0.001	0.34	0.58	0.15	0.14	0.28	0.012	0.016
272212742552	0.145	2165	11069	BIAS	26218947413	26266265								0.14	0.76	0.008	0.000	0.35	0.59	0.12	0.16	0.29	0.016	0.016
2722084231219	0.156	2106	13175	BIAS	27220842312	27275631								0.14	0.74	0.007	0.001	0.34	0.58	0.11	0.15	0.26	0.014	0.016
2722084231210	0.156	2103	15278	BIAS	27220842312	27215631								0.14	0.74	0.007	0.001	0.34	0.58	0.11	0.15	0.26	0.014	0.016
2722343971212	0.175	1765	17043	BIAS	27223439712	27275475								0.14	0.77	0.010	0.000	0.34	0.57	0.11	0.16	0.28	0.015	0.015
2722343971213	0.175	1768	18811	BIAS	27223439712	27275475								0.14	0.77	0.010	0.000	0.34	0.57	0.11	0.16	0.28	0.015	0.015
2722343971214	0.175	211	19022	END	27223439712	27275475	98500	107000	25	97.0HRB	98.0HRB	OK	OK	0.14	0.77	0.010	0.000	0.34	0.57	0.11	0.16	0.28	0.015	0.015

UNION END

NDE Tests Results				Hydrostatic Test					
X-Ray	Strip ET	MFL	Acceptable	Flash-in Cut	Hydrotest	Water PH Level	Gauge Ball Size	Nitrogen Purge & Wiped	Freeze Proof
Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	N/A	13600 Psi 30 Minute	Acceptable	1.000 in	Acceptable	N/A

Product Specification	API 5ST	NDE Specification	ASTM E309 E570	I certify the above tests, inspections and reports are true and accurate.	
Material Specification	ASTM A606	Mechanical Test Specification	ASTM A370	Quality Control /Date	02/06/2017