باسمه تعالی

راهنمای شرکت در چالش

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

صنعت نفت از مهم‌ترین صنایع ایران در تأمین 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، به‌عنوان نوک پیکان صنعت نفت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که یکی از مهم‌ترین و تخصصی‌ترین خدمات ارائه‌شده در این صنعت، توسط دستگاه لوله مغزی سیارا انجام می‌شود. دستگاه لوله مغزی یکی از ماشین‌آلات صنعتی حفاری است و جهت عملیات تعمیر و تکمیل چاه‌های نفت مورداستفاده قرار می‌گیرد و جایگزینی برای دستگاه‌های حفاری تعمیراتی بشمار می‌رود.

در همین راستا معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری و شرکت ملی نفت ایران به‌منظور 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 دانش‌بنیان وفناور کشور دعوت می نماید تا طرح‌های خود را با توجه به رویکردهای پیشنهادی ذکرشده از طریق سایت Innoten.ir ارسال نمایند.

1 Coiled Tubing

ریاست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

شرکت ملی نفت ایران

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نفت

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

ارسال طرح از طریق
www.innoten.ir

حمایت‌ها

> ارائه مجوز تولید بار اول اقلام فناورانه به منظور انعقاد قرارداد با کارفرما بدون انجام تشریفات قانون و مقررات برگزاری مناقصات

> حمایت تا سقف ۵۰ درصد از هزینه‌های تحقیق و توسعه با ارائه اعتبار مالیاتی یا تسهیلات کم بهره

> تسهیل در اخذ مجوزها و استانداردهای الزامی

> فراهم آوردن امکان صدور ضمانتنامه و تسهیل و تسریع در فرآیندهای بانکی و اعطای تسهیلات

> تامین بخشی از زیرساخت‌های مورد نیاز برای اجرای طرح

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 به‌عنوان 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 هم‌اکنون یکی از بزرگ‌ترین کشورهای صاحب نفت و گاز در جهان است، اما کشور ایران در عرصه ساخت تجهیزات، ابزار و کالاهای موردنیاز صنعت نفت، سهمی درخور توانایی‌ها و شأن خود نداشته و می‌بایست در این راستا عزم جدی برای رسیدن به جایگاه واقعی خود در داخلی نمودن ساخت تجهیزات، ابزار و کالاهای موردنیاز صنعت نفت وجود داشته باشد. این مسئله نه‌تنها دور از ذهن نیست بلکه به‌آسانی دست‌یافتنی است چراکه کشور ایران ازنظر 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 ماشین‌آلات تخصصی در صنعت حفاری چاه‌های نفت است که جهت عملیات تعمیری و تکمیلی چاه‌های نفت مورداستفاده 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، به‌دفعات میسر می‌سازد.

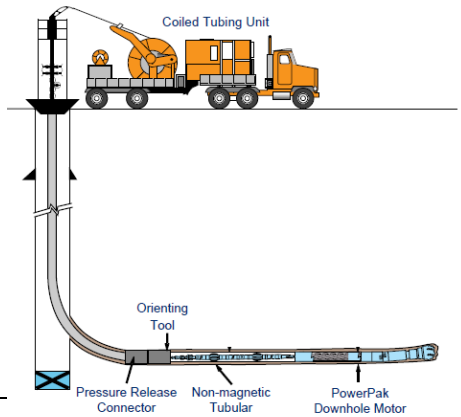
پیچیدگی ساخت دستگاه لوله مغزی سیار، به نحوی است که در حال حاضر کشورهای محدودی ازجمله آمریکا و چین، دانش فنی و توان ساخت این تجهیز را دارند. یکی از دلایل آن، این است که دستگاه لوله مغزی سیار، میان‌رشته‌ای بوده و ترکیب پیچیده و عمیقی از مجموعه دانش‌های ۱- مهندسی الکترونیک و ابزار دقیق ۲- مهندسی مکانیک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

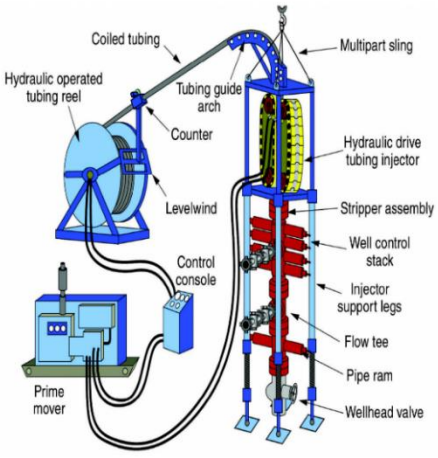
با توجه به اینکه بسیاری از چاه‌های تولیدی ایران نیاز به عملیات تعمیر یا مداخله چاه دارند، بومی‌سازی و ساخت دستگاه لوله مغزی سیار در داخل کشور اهمیت فراوانی دارد. ساخت این نوع دستگاه نسبتاً پیچیده است،

هدف از برگزاری این چالش ارائه طرح‌های فناورانه، نوآورانه و بدیع درزمینهٔ طراحی، ساخت و بهره‌برداری دستگاه لوله مغزی سیار (CT) و فناوری‌های وابسته، با توجه به شرایط طرح‌های پیشنهادی ذکرشده و مشخصات و ملاحظات فنی پیوست شده در فایل راهنمای چالش، به‌منظور بومی‌سازی، آزمودن مکرر و استفاده عملیاتی درون‌چاهی در میدان‌های نفتی و گازی واقع در کشور است. لذا از نخبگان، صاحبان ایده و شرکت‌های دانش‌بنیان 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 برمی‌گردد. این پروژه نظامی موسوم به Pluto است. این پروژه شامل استقرار ۲۳ خط لوله پیوسته در عرض کانال انگلیس جهت انتقال سوخت موردنیاز نیروهای نظامی بود. تعداد ۱۷ عدد ساپورت مخصوص در طول کلی ۳۰ مایل وظیفه استقرار لوله‌های انتقال سوخت را بر عهده داشتند. همچنین یک خط لوله فولادی پیوسته با طول ۲۰ فوت و با قطر ۳ اینچ توسط یک مکانیسم خاص به دور یک درام پیچیده می‌شد و درام حامل این کویل لوله در پشت یک کشتی استقرار می‌یافت. با استفاده از کشتی حامل سوخت، سامانه‌های پمپاژ سوخت و درام کویل لوله و اتصالات بین درام و لوله‌های زیرآب، امکان انتقال سوخت موردنیاز 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 هدایت‌کننده لوله داخل چاه[۲] بود، ابداع نمودند. این واحد شامل یک مکانیسم 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 مکانیسم به شمار می‌رفت. سیستم هدایت‌کننده لوله مهم‌ترین و حساس‌ترین جز یک دستگاه لوله مغزی سیار به شمار می‌رود.مبدأ طراحی و ساخت سیستم هدایت‌کننده 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 انتقال‌دهنده 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 مکانیسم با دو سیستم متحرک که در خلاف جهت یکدیگر کار می‌کنند. این سیستم امکان استقرار آنتن برنجی با پوشش پلی‌اتیلن و با قطر ۵/۸ اینچ در طول ۶۰۰ فوت در زیرآب را فراهم و امکان ارتباطات مخابراتی از زیرآب را امکان‌پذیر می‌نمود. طرز کار این مکانیسم بدین‌صورت است که دو رشته زنجیر شامل تعدادی بلوک شیاردار از جنس آلیاژ فنل روبروی یکدیگر استقرار می‌یابد. با به حرکت درآمدن زنجیرها در خلاف جهت یکدیگر و با استفاده از دو عدد هیدرو موتور 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 مکانیسم حرکت داده می‌شود. جهت حرکت خطی آنتن بستگی به جهت گردش هیدرو موتورها دارد. مکانیسم تشریح شده همراه با جایگاه استقرار کویل 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.





[۲] 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 حمل‌ونقل و انعطاف‌پذیری بالا و آسانی دارد که برای عملیات‌های مختلف تعمیر چاه و یا عملیات‌های مداخله چاه استفاده می‌شود. همچنین باعث کاهش هزینه، نیروی انسانی موردنیاز و زمان تعمیرات در حفاری چاه‌های نفت و گاز می‌شود. امروزه استفاده از این سیستم برای مجموعه‌ای از پروژه‌های مداخله‌ای چاه[3] 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 فرازآوری. 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 به‌طورکلی اجزاء و سیستم آن‌ها مشابه است. تفاوت آن‌ها در عملکرد اجرایی و سامانه‌های کنترل هیدرولیک است. همچنین این دستگاه بر اساس حجم عملیات در سه مدل تریلر[4]، تراک[5] و اسکید[6] طراحی و ساخته‌شده است.

شکل۲-CT(Trailer Model) - مدل تریلر برای عملیات‌های با حجم سنگین و با عمق زیاد

شکل۳-CT(Truck Model) - مدل تراک برای عملیات‌های با حجم متوسط

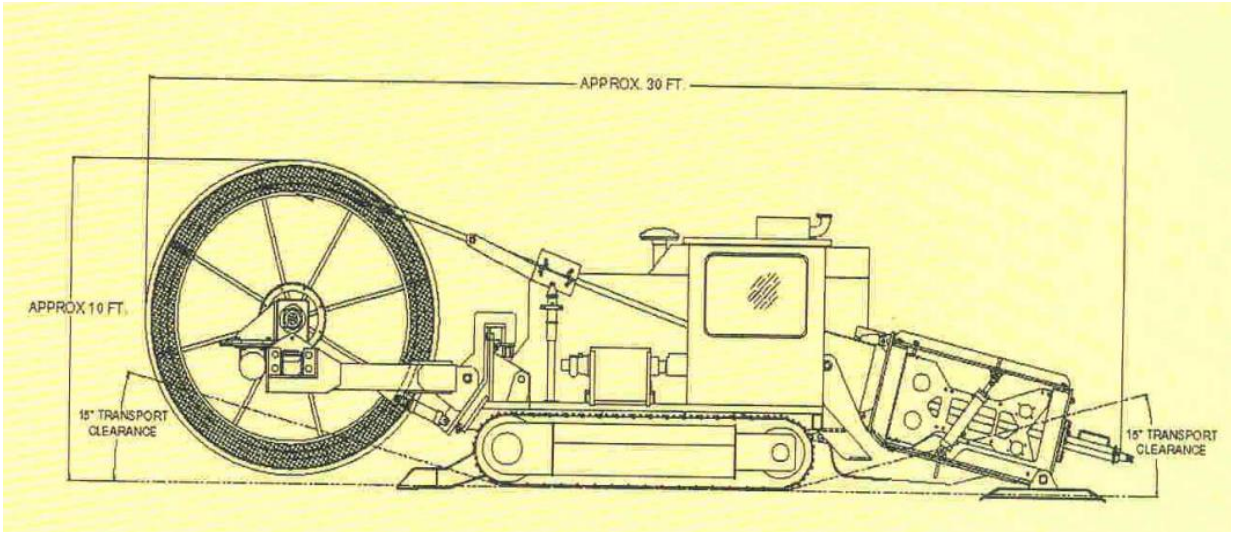
[4] Trailer Model

[5] Track-mounted

[6] Skid-mounted

شکل۴- CT(Skid Model) - مدل اسکید برای عملیات‌های دریایی

علاوه بر مدل‌های ذکرشده نوعی دستگاه لوله مغزی سیار جدیداً طراحی و ساخته‌شده است که جهت عملیات حفاری در مکان‌های زیرزمینی و حفاری افقی و کاربردهای ویژه مورداستفاده 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 داده‌شده است.

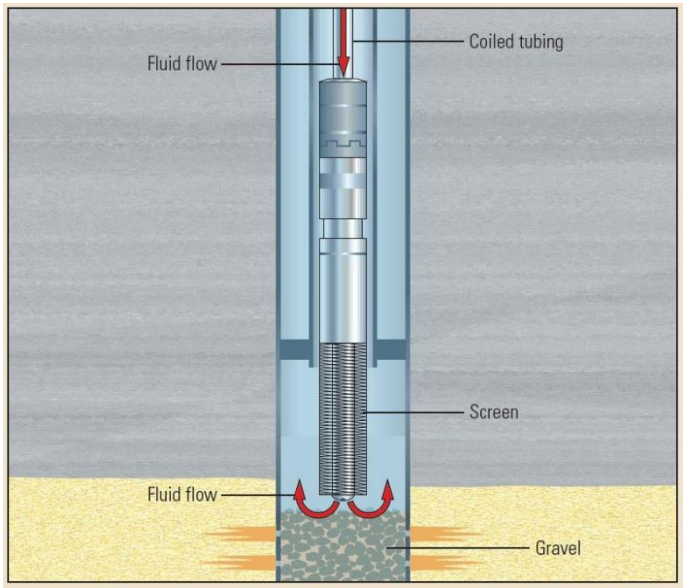


شکل۵- CT(New Model)

نحوه عملکرد لوله مغزی سیار (CT)

در حال حاضر به‌طور 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 استفاده‌کنندها 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 مارپیچ (CTU) قرار دارد که برجسته‌ترین ویژگی آن یک قرقره است که طول پیوسته‌ای از لوله فولادی انعطاف‌پذیر به دور آن پیچیده شده است. برای انجام عملیات، اپراتور، لوله را از قرقره جدا می‌کند و آن را از طریق یک گردن غازی 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 انعطاف‌پذیر 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 درحالی‌که قرقره می‌چرخد تا لوله روی قرقره قرار گیرد یا از آن خارج شود. از اتاقک کنترل CTU، اپراتور سر انژکتور هیدرولیکی را کنترل می‌کند تا حرکت و عمق رشته CT را تنظیم کند. یک و استریپر[7] 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 تأمین می‌کند. کل فرآیند از اتاقک کنترل CTU نظارت و هماهنگ می‌شود. لوله‌های کویل‌دار در قطرهای ۰/۷۵ تا ۴/۵ اینچ موجود است. سایز ۲ اینچ رایج‌ترین اندازه است. طول آن ممکن است بین ۲۰۰۰ تا بیش از ۳۰۰۰۰ فوت [۶۰۰ تا ۹۰۰۰ متر] باشد. لوله در یک طول پیوسته سیم‌پیچ 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.



شکل۶- گردش مداوم در CT

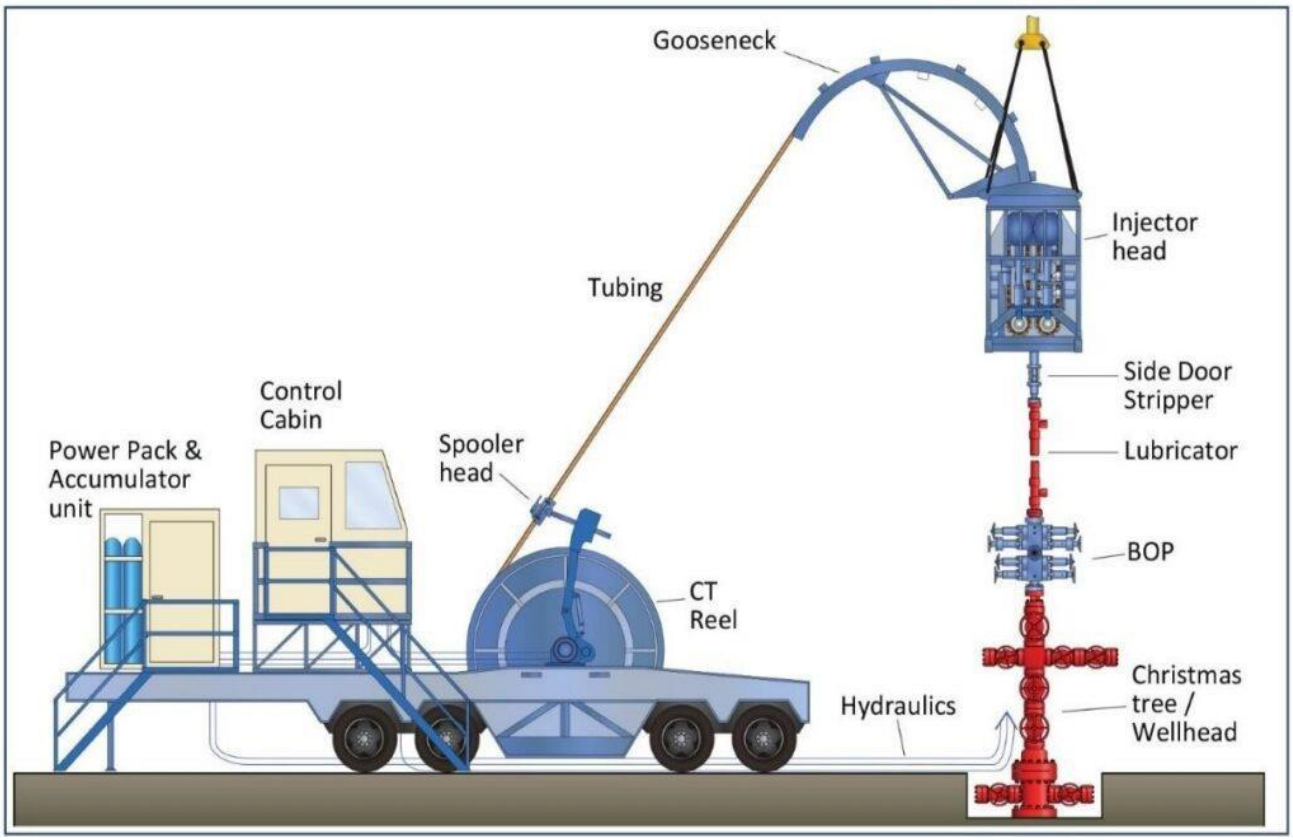
[7] Stripper

بخش‌های یک دستگاه لوله مغزی سیار (CT)

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

۱. سیستم انتقال قدرت و اجزای جانبی
۲. جایگاه استقرار کویل لوله [8]
۳. سیستم هدایت‌کننده لوله[9]
٤. اتاق کنترل و سیستم کنترل و ابزار دقیق

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



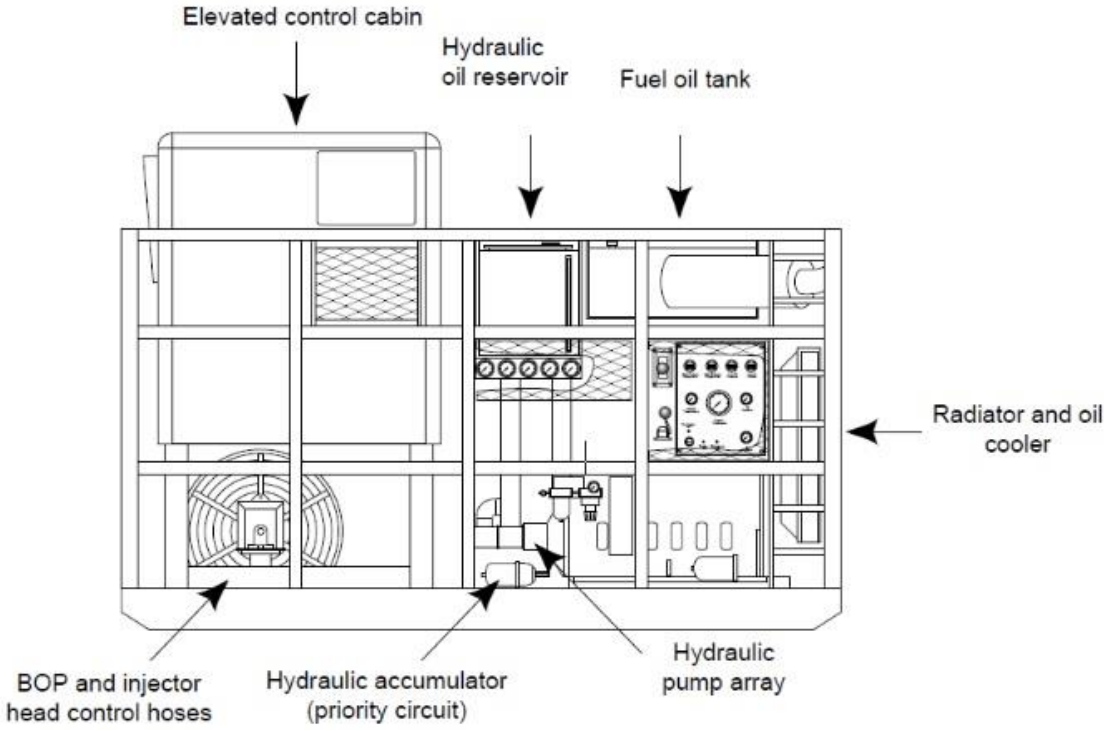
شکل۷- اجزای یک دستگاه لوله مغزی سیار

[8] Reel
[9] 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 تأمین نیروی هیدرولیک موردنیاز اجزا مختلف دستگاه را بر عهده دارد و قدرت مکانیکی جهت راه‌اندازی سیستم هیدرولیک توسط موتور دیزل را تأمین می‌کند.
در مدل‌های تراک و تریلر این مجموعه بر روی شاسی دستگاه مونتاژ می‌شود ولی در مدل‌های اسکید به‌صورت یک مجموعه مجزا شامل موتور، یونیت هیدرولیک، اجزای جانبی و باقابلیت جابجایی، آرایش می‌یابد. توان موتورهای دیزل به‌کاررفته حدود ۳۵۰ الی ۴۰۰ اسب بخار است.



شکل۸- سیستم انتقال قدرت و اعضای جانبی

در برخی از دستگاه‌ها یک موتور دیزلی مختص پمپ‌های هیدرولیک وجود دارد که به نام پاور پک[10] شناخته می‌شود و در بعضی دیگر از دستگاه‌ها، پمپ‌های هیدرولیک نیروی محرکه خودشان را مستقیم از موتور دستگاه تهیه می‌کنند.

پاور پک، یک تأمین‌کننده 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 به‌طور منظم منبعی از انرژی متغیر و مهارشدنی را فراهم می‌سازد.

[10] Power Pack

اجزای مختلف سیستم تأمین 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 به‌عنوان موتور پاور پک هم استفاده می‌شود.

۱-۲-پمپ هیدرولیک[11]: انواع و مدل‌های مختلف پمپ‌های هیدرولیک وجود دارد. نوع پمپی که منطبق با پاور پک دستگاه لوله مغزی سیار است معمولاً از نوع ساختار تک‌مرحله‌ای یا دومرحله‌ای[12] است.

۱-۳-مخزن مایع هیدرولیکی[13]: 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.

۱-۴-فیلتر: هر سیستم هیدرولیکی برای جداسازی خاک و ذرات فلزی به فیلتر یا صافی نیاز دارد. به‌طورکلی 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 بااین‌حال هر جای دیگر سیستم نیز می‌توانند تعبیه شوند.

۱-۵- شیر کنترل فشار[14]: هدف شیرهای کنترل فشار آن است که فشار سیستم از یک مقدار ماکسیمم مشخصی بیشتر نشود. بااین‌وجود تحت برخی شرایط عملیاتی این فشار به بالاتر از حد محاسبه شده می‌رسد. درصورتی‌که 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 آسیب‌دیدگی اجزا و در برخی موارد صدمه دیدن کل سیستم جلوگیری کند.

۱-۶- مبدل حرارتی[15]: اگرچه سیالی که در مخزن هیدرولیکی است مقداری از حرارتش را از دست می‌دهد بااین‌وجود در اغلب سامانه‌های هیدرولیکی برای خنک کردن سیال از مبدل حرارتی استفاده می‌شود.

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

11 Hydrulic Pump

12 Balanced Vane

13 Hydraulic reservoir

14 Pressure Control valve

15 Heat Exchanger

۲-جایگاه استقرار لوله

اجزای اصلی جایگاه استقرار لوله عبارت‌اند از:

- ✓ استوانه مرکزی، شافت مرکزی، فلانج جانبی
- ✓ سیستم متحرک شامل هیدرو موتور و ترمز
- ✓ مکانیسم تنظیم پیچش لوله به دور استوانه مرکزی
- ✓ سیستم اندازه‌گیری طول لوله
- ✓ منیفولدها و اتصالات چرخشی

شکل۱۰- جایگاه استقرار لوله

۲-۱-تشریح ساختمان جایگاه استقرار کویل لوله

جایگاه استقرار کویل 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 به‌طور استاندارد برابر ۶۰ تا ۷۲ اینچ است. قطر استوانه بر اساس ظرفیت‌های موردنیاز و میزان پیچیده شدن لوله به دور آن، بزرگ‌تر از ابعاد ذکرشده می‌تواند ساخته شود. جایگاه استقرار کویل 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 هدایت‌کننده لوله انجام می‌گیرد و جایگاه استقرار کویل لوله فقط کشش موردنیاز بین خود و هدایت‌کننده لوله را فراهم می‌کند. ترکیب این دو مکانیسم، امکان ایجاد سرعت یکنواخت هنگام باز شدن لوله از روی استوانه مرکزی، فرستادن لوله به داخل چاه (Rih)، ایجاد وضعیت مناسب و تنظیم‌شده 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 هیدرو موتور، ترمز، مکانیسم زنجیر و چرخ زنجیر است. این مجموعه زمان پیچیده شدن لوله به دور استوانه مرکزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. همچنین سیستم تنظیم کشش معکوس در لوله در مواقع موردنظر و زمانی که سیستم هدایت‌کننده لوله در وضعیت خنثی قرار دارد را بر عهده دارد. در هنگام حمل‌ونقل دستگاه لوله مغزی سیار و زمانی که دستگاه غیرفعال باشد جهت جلوگیری از حرکت دورانی کویل لوله و باز شدن لوله از روی استوانه مرکزی سیستم محرک در حالت توقف قرار می‌گیرد.

۲-۳- مکانیسم تنظیم پیچش لوله[16]

این مکانیسم در ساختمان جایگاه استقرار کویل لوله طراحی‌شده است و جهت پیچیده شدن منظم و خودکار لوله به دور استوانه مرکزی، هنگام گردش استوانه در نظر گرفته‌شده است. کنترل وضعیت پیچش لوله به دور استوانه و تنظیم آن از طریق یک کنترل‌کننده دستی در اتاق کنترل دستگاه امکان‌پذیر است. تغییر ارتفاع مکان نصب این مکانیسم بر روی ساختمان جایگاه کویل لوله به‌راحتی امکان‌پذیر بوده و این تغییر ارتفاع جهت تنظیم زاویه مناسب بین کویل لوله و سیستم هدایت‌کننده لوله ضروری است.

۲-۴-سیستم اندازه‌گیری طول لوله[17]

در اغلب دستگاه‌ها، سیستم اندازه‌گیری طول لوله بر روی سیستم تنظیم پیچش لوله به‌کاررفته است. سیستم شامل دوچرخ 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 کویل، در حقیقت طول لوله فرورفته 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 هدایت‌کننده لوله به‌کاررفته است مورداستفاده قرار گیرد.

۲-۵- منیفولدها و اتصالات فشارقوی

منیفولدها و اتصالات فشارقوی در قسمت جانبی کویل لوله و بر روی استراکچر فلزی دستگاه تعبیه شده‌اند. این مجموعه جهت انتقال سیال پمپاژ شده توسط پمپ‌های فشارقوی به درون لوله کویل، هنگام عملیات لوله مغزی سیار به کار می‌رود. انتقال سیال در دو حالت Rih و Pooh توسط این منیفولدها امکان‌پذیر است.

[16] Level Wind
[17] Coiled Tubing Counter

۳-سیستم هدایت‌کننده لوله[۱۸]

سیستم هدایت‌کننده لوله مهم‌ترین و اساسی‌ترین جز یک دستگاه لوله مغزی سیار است. وظیفه اصلی سیستم هدایت‌کننده لوله ایجاد کشش موردنیاز جهت لوله و وارد نمودن لوله به درون چاه و خارج نمودن لوله از درون چاه است.

به‌طورکلی سیستم هدایت‌کننده لوله سه کارکرد اساسی را بر عهده دارد:

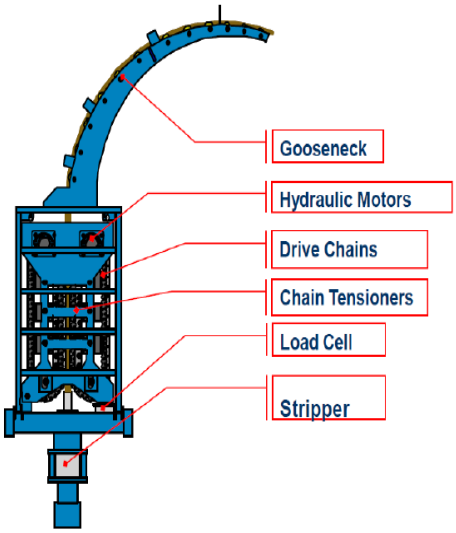
شکل ۱۱: نمایی از زیرسیستم هدایت‌کننده لوله

- ✓ به کمک نیرو و توانی که موتورهای هیدرولیک ایجاد می‌کنند می‌تواند علاوه بر تحمل وزن لوله به‌آسانی لوله را به درون چاه هدایت کرده و یا از چاه خارج کند و در مسیر حرکت درون‌چاهی بر تمامی نیروهای موجود ازجمله فشار جریانی چاه غلبه نماید.
- ✓ در حین فرایند ورود و یا خروج از چاه[۱] سرعت لوله را کنترل می‌نماید.
- ✓ از طریق قسمتی به نام استریپر[۱] وظیفه نشت بندی را بر عهده دارد.

اساس کار تمامی سامانه‌های هدایت‌کننده لوله(اینجکتورهد) مشابه هم است. در همه آن‌ها لوله به‌وسیله دو ردیف زنجیرهای متقابل نگه‌داشته می‌شود. حرکت زنجیرها برای راندن لوله به بالا یا پایین توسط سیستم هیدرولیک با کنترل دقیقی انجام می‌شود. اعمال نیروی لازم و به‌اندازه روی زنجیرها اهمیت ویژه‌ای دارد به‌طوری‌که نیروی زیادی باعث آسیب رساندن به لوله و اعمال نیروی کمتر باعث سرخوردن لوله می‌شود. این نیرو می‌تواند به نسبت میزان وزن لوله تغییر نماید. هنگامی‌که لوله مغزی به اعماق چاه فرستاده می‌شود و وزن بیشتری را بر اینجکتورهد و زنجیرها اعمال می‌کند، فشار کشش داخلی زنجیر به‌منظور ایجاد قدرت کششی کافی افزایش می‌یابد. لذا توسط جک‌های هیدرولیکی نیرویی متناسب با وزن لوله و فشار چاه باید بر روی زنجیرها اعمال شود.

[18] Injector Head

سیستم هدایت‌کننده لوله از قسمت‌های مختلفی تکمیل‌شده است که در شکل ۱۱ به آن اشاره‌شده است.



شکل ۱۱: زیر بخش‌های سیستم هدایت‌کننده لوله

در ادامه هر یک از این زیرسیستم‌های این بخش توضیح داده‌شده 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 به‌صورت نیم‌دایره و نعل اسبی شکل هستند که لوله درون آن جای می‌گیرد و اطراف لوله را احاطه می‌کنند. اندازه گریپر بلاک‌ها نیز بنا به‌اندازه لوله قابل تعویض است.

موتور محرکه[۲۰]: نیروی محرکه زنجیر توسط موتورهای هیدرولیکی که از نوع پیستون شعاعی است تأمین می‌شود. این نوع موتورها شامل یک سری پیستون هستند که به‌صورت شعاعی درون یک محفظه دایره‌ای شکل قرار می‌گیرند و در دو حالت ایجاد قدرت می‌کنند. حالت دنده‌سنگین[۲۱] دارای قدرت بالا و سرعت کم است که تمام پیستون‌ها در موتور در سرویس قرار می‌گیرند و حالت دنده‌سبک[۲۲] که دارای سرعت‌بالا و قدرت کمتری است 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 باوجوداینکه جداگانه کار می‌کنند در صورت کم‌وزیاد شدن سرعت یکی از دیگری، هر دو به یک اندازه حرکت نمایند و در حالت اضطراری درصورتی‌که 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 درصورتی‌که نیروی هیدرولیک قطع شود

[19] Chain system
[20] Injector drive system
[21] Lower Gear
[22] High Gear
[23] Timing Gear

ترمز کند و به‌محض 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 تأمین توان تأمین می‌شود.

کشش زنجیر[24]**:** این تجهیز شامل یک جفت جک‌های بیرونی است که از لقی و از روی‌هم قرار گرفتن زنجیر جلوگیری می‌کند. این تجهیز شامل سه جفت جک داخلی است که بنا به نوع سیستم تعلیق و باربری، این جک‌ها 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 اتاقک کنترل و از طریق مسیر هیدرولیکی تأمین می‌شود.

حسگر بارگذاری[25]**:** حس‌گر این زیرسیستم شامل حس‌گر وزن‌سنج است و نشانگر آن در اتاقک کنترل قرار دارد. حس‌گر وزن با ارسال علامت به صفحه نمایشگر وزن‌سنج محاسبه دقیق کشش یا نیروهای فشاری وارده بر لوله مغزی درون چاه را ممکن می‌سازد. بار کششی[۲۶] محاسبه شده وزن لوله معلق در چاه است که شامل هرگونه تأثیر فشار سر چاهی و نیروی شناوری است. درحالی‌که بار فشاری نشان‌دهنده نیروهای ناشی از فشار سر چاهی 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 غازی[27]**:** 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 غلتک‌هایی[۲۸] است که به‌تناسب اندازه لوله قابل تعویض هستند. هرچه فاصله این رول‌ها کمتر شود بازدهی بیشتر می‌شود. گردن غازی از پایین توسط پین مهار به بالای اینجکتورهد متصل است و قابل تنظیم است. تنظیم دقیق گردن غازی به جهت تأثیری که بر روی حس‌گر 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] Laod cell system
[26] Tensile Load
[27] Goose Neck
[28] roller

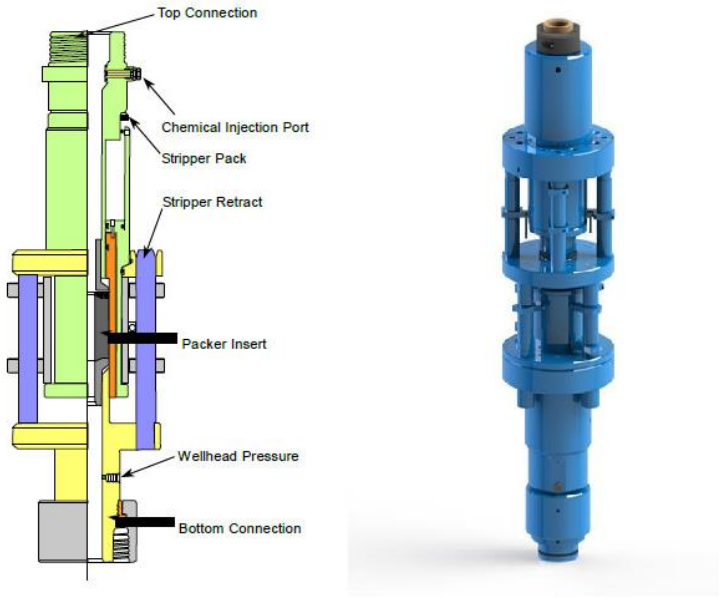
پایه‌های اینجکتور: پایه‌های اینجکتورهد به حالت تلسکوپی در چهار طرف اینجکتورهد قرار دارند. ارتفاع این پایه‌ها قابل تنظیم بوده و از آن‌ها جهت استقرار اینجکتورهد بر روی زمین و بر روی دهانه چاه استفاده می‌شود.

باید توجه داشت که این پایه‌ها به‌تنهایی تحمل وزن لوله مغزی که به درون چاه رانده می‌شود را ندارند.

جعبه نشت‌بند[29] **و استریپر**[30]: 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 درمی‌آید 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 کنترل[31] و در پایین اینجکتورهد محکم شده است؛ و از طریق اتاقک کنترل هدایت می‌شود. این ساختار و پیکربندی ممکن است بسته به تعداد شیرهای کنترل مورداستفاده، ترتیب آن‌ها و خطرات چاه پیش‌بینی‌شده و تغییر کند.

استریپر قسمت دیگر و حائز اهمیت ازلحاظ ایمنی کار است 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 به‌خصوص در مورد چاه‌ها می‌شود. استریپر دارای یک جزء است 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 نشت بندی می‌کند.

نمایی از اجزا و شیوه قرارگیری استریپر در شکل ۱۳ ارائه‌شده 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 درگذشته، بسیار پیشرفته‌تر 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 کنترل رهای لازم و سامانه‌های ابزار دقیق جهت کنترل عملکرد صحیح دستگاه باشد به‌عنوان‌مثال حداقل پارامترهایی که توانایی کنترل آن‌ها از داخل اتاقک فراهم‌شده شامل موارد زیر است:

- کنترل و نمایش توابع عملکرد دستگاه لوله مغزی سیار
- کنترل و نمایش اطلاعات مربوط به شرایط درون چاه و ابزارآلات درون‌چاهی
- کنترل و نمایش عملکرد تجهیزات کنترل سر چاهی ویژه، دستگاه لوله مغزی
- کنترل و نمایش شرایط پمپاژ و تجهیزات سر چاهی مربوطه
- نمایش و ثبت اطلاعات اساسی چاه و پارامترهای مربوط به لوله دستگاه شامل فشار سر چاه، فشار سیرکولیشن، وزن لوله در قسمت هدایت‌کننده لوله و عمق لوله فرورفته در چاه

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

- کنترل از راه دور فشار پس‌زنی چاه[۳۲] در حفاری غیر تعادلی[۳۳]
- کنترل و نمایش شرایط تجهیزات جداسازی[۳۴]

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

---

32 Back Pressure
33 Underbalanced Driling
34 Sepration Equipment

از امتیازات دیگر این سیستم کنترلی می‌توان به قابلیت تغییرات نرم‌افزار کامپیوتر جهت هماهنگ شدن با شرایط متفاوت دستگاه‌های لوله مغزی، قابلیت بهینه نمودن سیستم و اپراتوری بسیار آسان اشاره نمود.

علاوه بر کنترل کامپیوتری واحدهای مختلف دستگاه و ثبت مقادیر مربوطه، اطلاعات لحظه‌ای موردنیاز اپراتور توسط گیج‌های آنالوگ بر روی پنل کنترل قابل‌خواندن است. در حالت کلی شرایط حداقل ۱۶ جز از دستگاه را در هرلحظه باید کنترل شوند که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌گردد:

- فشار هیدرو موتور سیستم محرک جایگاه استقرار لوله (گیج کنترلی)
- فشار هیدرولیک هیدرو موتورهای سیستم هدایت‌کننده لوله (گیج کنترلی)
- ترمز سیستم محرک جایگاه استقرار لوله و ترمز سیستم هدایت‌کننده لوله (ولوهای کنترلی)
- فشار سیلندرهای هیدرولیک ایجادکننده کشش در مقاطع بالایی، میانی و پایینی زنجیر سیستم هدایت‌کننده لوله (گیج‌های کنترلی)
- تنظیم فشار سیلندرهای هیدرولیکی ایجاد کشش در زنجیر (ولوهای کنترلی)
- کنترل سرعت درام نگه‌دارنده کویل لوله و کنترل سرعت مکانیسم سیستم هدایت‌کننده لوله (ولوهای کنترلی)

۴-۱-اتاق کنترل

اتاق کنترل دستگاه علاوه برداشتن سامانه‌های کنترلی و ابزار دقیق و نمایشگرهای مربوطه باید به‌گونه‌ای طراحی‌شده باشد که علاوه بر ایمنی و راحتی اپراتور میدان دید لازم را تأمین نموده و دارای امکانات ارتباطات رادیویی و سیستم تهویه مطبوع زمستانی و تابستانی باشد.

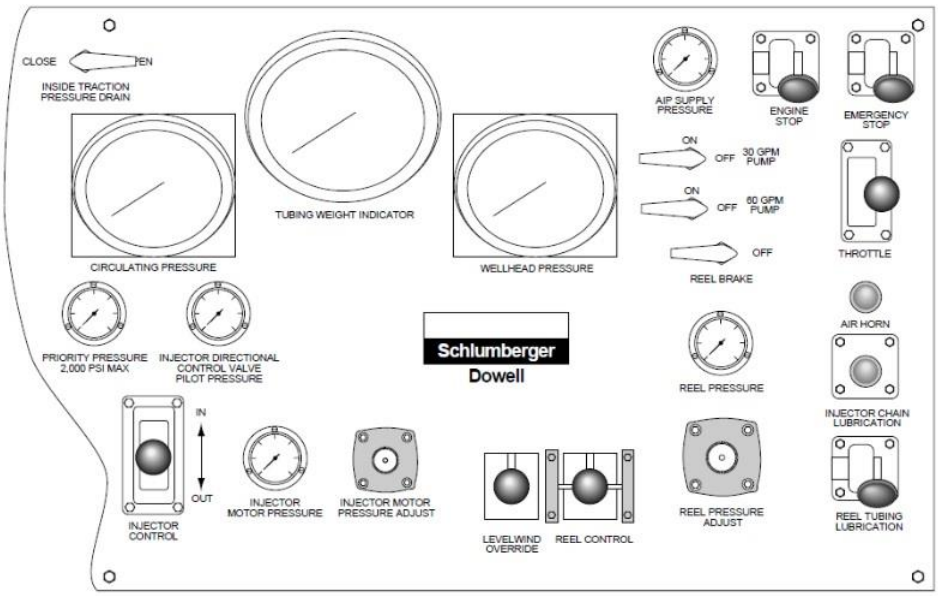
مکان استقرار اتاقک دستگاه کنترل دستگاه در طرح‌ها و مدل‌های مختلف دستگاه لوله مغزی سیار، متفاوت است ولی در حالت کلی اتاقک کنترل در قسمت عقب جایگاه استقرار کویل لوله و در طول یک خط مرکزی و در راستای سیستم هدایت‌کننده لوله و تجهیزات سر چاهی قرار می‌گیرد.

در برخی از دستگاه قابلیت بلند شدن اتاقک کنترل از جایگاه اصلی خود و افزایش ارتفاع آن توسط جک‌های هیدرولیکی وجود دارد این طرح، باعث افزایش دید و تسلط اپراتور روی اجزای دستگاه و تجهیزات جانبی منطقه عملیات می‌گردد.

در بعضی از اتاقک‌های کنترل پیشرفته و مدرن، اپراتور می‌تواند عملکرد دستگاه لوله مغزی سیار و شرایط پمپاژ سیال به داخل چاه و هم‌زمان از طریق یک صندلی مخصوص که در داخل اتاقک قرار دارد کنترل نماید. این صندلی به اپراتور این امکان را می‌دهد که توسط ابزار کنترلی که بر روی دسته‌های صندلی تعبیه شده‌اند تجهیزات را کنترل نمایند.

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

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



شکل۱۵- کنسول اتاقک 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

اگرچه برخی کشورها جهت تأمین انرژی، اقدام به سرمایه‌گذاری در استحصال منابع انرژی تجدید پذیر[35] نموده‌اند، اما همچنان صنایع نفت و گاز یکی از مهم‌ترین حوزه تأمین انرژی در دنیاست و لذا اهمیت استراتژیک صنعت نفت و گاز در حوزه تأمین انرژی کشورها قابل چشم‌پوشی نخواهد بود

از طرفی ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که فاصله زمانی بسیار زیادی تا کاهش اهمیت صنایع نفت و گاز در حوزه تأمین 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 بااهمیت است، به‌نحوی‌که 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 هزینه‌بر و زمان‌بر است و در برخی موارد پیچیده است که نیاز به تجهیزات متناسب با آن عملیات را دارد.

یکی از روش‌های مقرون‌به‌صرفه و سریع ازنظر عملیاتی استفاده از لوله مغزی سیار است. در عملیات‌های تعمیر و مداخله چاه با دکل‌های ثابت معمولاً نیاز به درآوردن لوله مغزی درون چاه است، اما با استفاده از لوله مغزی سیار امکان انجام عملیات از درون لوله مغزی چاه در حین تولید وجود دارد. همچنین انجام عملیات حفاری و مداخله چاه در چاه‌های انحرافی و جهت‌دار بخصوص در چاه‌های فراساحلی توسط لوله مغزی سیار علاوه بر هزینه و زمان کمتر، ایمنی بیشتری دارد، که افزایش ایمنی عملیات به‌واسطه چرخش پیوسته و کنترل فشار مدام به دست می‌آید.

مزیت دیگر آن ازنظر 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 قابل‌توجهی کاهش‌یافته 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 حمل‌ونقل**	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 بازمان کوتاه است و امکان خسارت و صدمه دستگاه در زمان حمل‌ونقل وجود دارد
۳	**حفاری در شرایط فرو تعادلی**	با این روش امکان‌پذیر است اما نیازمند وسایل خاص شرایط فرو تعادلی است	دستگاه کنترل فشار سطحی در شرایط پیوسته می‌تواند شرایط را برای عملیات حفاری فرو تعادلی محیا کند
۴	**نمودار گیری حین حفاری**	اطلاعات حاصل از سیستم وایرلس به‌صورت 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	**تمیز سازی درون چاه**	به دلیل گردش سیال با نرخ زیاد و چرخش لوله‌های حفاری می‌تواند عامل تمیز سازی داخل چاه با درصد زیادی انجام شود	تمیز سازی درون چاه معمولاً در بخش‌های جهت‌دار و افقی به‌عنوان عامل مهم محسوب می‌شود. ازاین‌رو روش حفاری از طریق لوله مغزی سیار می‌تواند تمیز سازی 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 عبارت‌اند 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 لایه‌های سنگ مخزن
- تمیز کردن چاه
- انجام سیمان‌کاری اصلاحی و نصب مجرابند
- احیای چاه با استفاده از تزریق نیتروژن
- قابلیت امتزاج و انجام عملیات نمودار گیری و مشبک‌کاری در حفاری جهت‌دار و افقی
- توانایی در انجام حفاری و Trip تحت‌فشار
- سرعت Trip بالا به علت پیوستگی لوله مغزی
- داشتن جریان سیال در حین Trip
- اندازه‌گیری طول لوله در دو جهت و درحین عملیات به‌طور 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 کارکنان
- سرعت‌بالا در نصب و جمع‌آوری 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 نگاهی 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 موردبررسی 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 انجام‌شده توسط CT در کل کشور حدود ۱۱۰۰ عملیات برآورد می‌گردد. برحسب بررسی‌های میدانی صورت گرفته، چنانچه هزینه هر عملیات توسط CT در ماه بدون هزینه‌های ثابت و هزینه لوله مغزی، حدود ۶۵۰۰۰ دلار باشد با احتساب کل عملیات موردنیاز 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. بر اساس 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 پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۶ این بازار با ۳/۸۶ میلیارد دلار برسد.

لیست شرکت‌های برتر درزمینهٔ 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 کافی است وضعیت کشورهای همسایه (ازجمله عراق)، کشورهای خاورمیانه، روسیه و ... بررسی گردد. به‌عنوان‌مثال حسب بررسی‌های صورت گرفته وضعیت کشور عراق در خدمات مرتبط با دستگاه لوله مغزی سیار نیز به‌مانند کشور ایران است و این کشور درزمینهٔ نیاز به وجود این دستگاه وضعیت مشابهی دارد. ضمن اینکه این دستگاه معمولاً به‌عنوان یک محصول خریدوفروش نمی‌شود و شرکت‌های دارای این محصول، خدمات آن را عرضه می‌کنند و اصطلاحاً در دنیا، معمولاً این دستگاه خدمت محور بوده و خدمات آن قیمت‌گذاری می‌شود.

وضعیت کنونی بازار و پیش‌بینی بازار آینده محصول و زیر فناوری‌ها

بر اساس گزارش وب‌سایت‌های خارجی[۳۶] که مربوط به سال ۲۰۱۱ است، قیمت کل یک دستگاه لوله مغزی سیار که اجزای اصلی آن شامل اینجکتورهد، لوله‌ی فلزی، قرقره، سیستم تأمین توان و هیدرولیک (پاور پک)، اتاقک کنترل و تریلر است، در بازه‌ی ۱/۲ الی ۲/۵ میلیون دلار قرار می‌گیرد. علاوه بر آن دستگاه لوله مغزی شامل تجهیزاتی دیگر ازجمله پمپ دوبل، تجهیزات پمپ دوبل، واحد نیتروژن، جرثقیل و سایر ابزارآلات است.

با در نظر گرفتن ۱/۵ میلیون دلار برای واحد لوله‌ی مغزی، کل هزینه‌ها که شامل تجهیزات جانبی هم است، 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. شایان‌ذکر است که لوله‌هایی با قطر ۱ و ۱/۴ و ۱ و ۳/۴ اینچ هم همواره مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در این گزارش هزینه‌های تک‌تک اجزا نیز مشخص‌شده 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 اینچی 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 مورداستفاده قرار می‌گیرد. یکی دیگر از اجزای اصلی دستگاه لوله مغزی، پاور پک است 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 ارائه‌شده است.

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

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

[36] https://www.ogj.com/home/article/17213045/coiled-tubing-use-expands

[37] https://www.ogj.com/home/article/17213045/coiled-tubing-use-expands

[38] 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 تعمیراتی[39] و واحدهای عملیات تحت‌فشار ازنظر قیمتی رقابتی هستند، اگرچه در سرعت اجرایی فاصله‌ی زیادی دارند. به‌عنوان‌مثال، گزارش‌های نشان می‌دهد که در میدان شیل ایگل فورد[40] یک دکل حدود ۷/۲ هزار دلار برای یک روز ۱۲ ساعته هزینه دارد درحالی‌که 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. ازآنجاکه 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 به‌منظور 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 افزایش‌یافته 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 برسد[41].

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 درزمینهٔ طراحی، ساخت و بهره‌برداری دستگاه لوله مغزی سیار (CT) و فناوری‌های وابسته، با توجه به شرایط طرح‌های پیشنهادی ذکرشده و مشخصات و ملاحظات فنی **پیوست** شده در فایل راهنمای چالش به‌منظور بومی‌سازی، آزمودن مکرر و استفاده عملیاتی درون‌چاهی در میادین نفتی و گازی واقع در کشور است. لذا از نخبگان، صاحبان ایده و شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور کشور دعوت می‌شود، طرح‌های فناورانه و نوآورانه خود را از طریق سایت اینوتن ارسال نمایند.

شرایط طرح‌های پیشنهادی

۱) راهکارها و طرح‌های ارائه‌شده باید کاملاً شفاف و روشن باشند.

۲) گزارش‌ها و آنالیزهای ارائه‌شده باید از مراجع معتبر و بر اساس استانداردهای موردقبول ارائه‌شده در راهنمای چالش باشند و با ملاحظات فنی مغایرتی نداشته باشد.

۳) تفسیر و شرح نتایج بر اساس اصول علمی و بر پایه مستندات انجام‌شده 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 شرکت‌کنندگان چالش فوق به شرح زیر است:

۱) دانش‌بنیان باشند.

۲) واحد R&D ثبت‌شده 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 عهده‌دار سامان بخشیدن و سیاست‌گذاری فعالیت‌های صنعت نفت اعم از اکتشاف، حفاری، تولید، پژوهش و توسعه و همچنین صادرات نفت و گاز بوده است.
این شرکت با در اختیار داشتن ذخیره‌های عظیم هیدروکربوری، یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های نفتی جهان به شمار می‌آید. با پیشرفت دانش و فناوری صنعت نفت و پیچیده‌تر شدن مناسبت‌های اقتصادی و سیاسی، جایگاه شرکت ملی نفت ایران نیز ارتقا یافته است. ازاین‌رو سیاست‌های ملی، منطقه‌ای و همکاری با کشورهای مهم صنعتی درزمینهٔ تأمین 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 می‌گیرند بازار داخل کشور بوده که مشتریان آن به شرح ذیل است:

مشتری‌های تماماً دولتی:

۱) شرکت نفت مناطق نفت خیز 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

شرکت‌های فوق، شرکت‌های دولتی ذیل شرکت ملی نفت بوده که علاوه بر اینکه مالک میدان هستند، توسعه‌دهنده میدان نیز هستند (به‌جز شرکت ملی حفاری ایران که ماهیت پیمانکاری داشته و در کنار سایر پیمانکاران نیمه‌دولتی یا خصوصیِ توسعه میدان به شرکت‌های مالک میدان، تحت پیمانی خدمات توسعه میدان ارائه می‌دهند).

مشتری‌های نیمه‌دولتی یا خصوصی توسعه‌دهنده میدان عبارت‌اند از:

۱) شرکت پترو گوهر فراساحل کیش (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیا (ص))

۲) شرکت تنکو (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیا (ص))

۳) شرکت فرادست انرژی فلات (ذیل قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیا (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 بین‌المللی حفاری (ذیل شرکت نیکو از شرکت‌های زیرمجموعه وزارت نفت)

۸) شرکت توسعه پترو ایران (ذیل شرکت نیکو از شرکت‌های زیرمجموعه 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 تأسیسات 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 به‌جز دو مورد آخر، شرکت‌هایی با ماهیت یا وابستگی به دولت بوده و از شرکت‌های مالک میدانِ زیرمجموعه وزارت نفت، پروژه‌های توسعه میدان را با آشکال قراردادی مختلف مانند EPD، EPC، EPDS،EPDF، EPDFS، BY BACK یا IPC عهده‌دار می‌گردند.

معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان

این نهاد بنا بر ضرورت و باهدف 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 ایجادشده است. در ایجاد این نهاد اهداف دیگری همچون توسعه «اقتصاد دانش‌بنیان» 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 دانش‌بنیان نیز مدنظر 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 گرفته‌شده است.

ازجمله 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 دانش‌بنیان و به‌طور کل تقویت پایه‌های اقتصاد دانش‌بنیان در نظر گرفته‌شده که در برگیرنده مواردی چون، توسعه فناوری، تقویت فرآیند تجاری‌سازی و حمایت از مؤسسات و شرکت‌های دانش‌بنیان و شرکت‌های طراحی مهندسی، حمایت از گسترش فعالیت تحقیق و توسعه در کشور و ارتقای توان «مدیریت فناوری» در شرکت‌های دانش‌بنیان، ارتقای کارآفرینی فناورانه و بهبود فضای کسب‌وکار دانش‌بنیان و هدایت سرمایه‌های کشور جهت تولید کالاها و خدمات دانش‌بنیان، توسعه‌ساز و کارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش‌بنیان، حمایت از ایجاد و توانمندسازی تشکل‌های خصوصی درزمینهٔ تولید و توسعه صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان، تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان و ... است.

حمایت‌های موردنظر برای این چالش

حمایت‌های معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان

- 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 دانش‌بنیان جهت ساخت CTU.
- تسهیل در اخذ مجوز پروژه ساخت CTU از شورای راهبری فناوری‌ها و تولیدات دانش‌بنیان.
- همکاری در توسعه فناوری‌های پیشنهادی درزمینهٔ 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 دانش‌بنیان
- فراهم‌سازی شرایط استفاده از تسهیلات ویژه گمرکی شرکت‌های دانش‌بنیان جهت تسریع و تسهیل واردات برخی از اقلام کلیدی باهدف کاهش ریسک اجرای فعالیت‌های پروژه.
- ایجاد زیرساخت‌های موردنیاز آزمون‌های آزمایشگاهی، کارگاهی و میدانی CTU
- تأمین منابع مالی موردنیاز طراحی، ساخت و اجرای آزمون‌های میدانی (بررسی عملکرد) تجهیز CTU متناسب با ضوابط و قوانین جاری معاونت
- حمایت تا سقف ۵۰٪ از هزینه‌های تحقیق و توسعه با ارائه اعتبار مالیاتی و تسهیلات کم‌بهره.
- حمایت در جهت توسعه بازار به منظور خرید مجدد تجهیزات و اقلام ساخته شده در قالب تسهیلات تا سقف ۲۰ میلیارد تومان
- ایجاد سازوکار 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 به‌منظور تشکیل کنسرسیوم و پیشنهاد آن‌ها به معاونت.
- همکاری و مشاوره در شناسایی زنجیره تأمین داخلی و خارجی اقلام وارداتی پروژه.
- صدور مجوزهای لازم و در صورت امکان تأمین زیرساخت‌های فیزیکی و قانونی مرتبط با وزارت نفت برای انجام طرح‌های فناورانه
- تخصیص منابع مالی جهت حمایت از طرح‌های فناورانه تعریف‌شده
- همکاری در مراحل تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های موردنیاز 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 دانش‌بنیان مرتبط با استفاده از ظرفیت‌های موجود در صندوق پژوهش و فناوری غیردولتی نفت

تعهدات و حمایت‌های مشترک

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

مراحل و زمان‌بندی شرکت در چالش

ثبت‌نام و ارسال طرح

در این مرحله شرکت‌کنندگان و فناوران فرصت دارند تا ۳۰ اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۲ با مراجعه به سایت چالش، اقدام به ارسال طرح پیشنهادی در قالب فرم موردنظر کنند.

غربالگری و داوری مرحله اول

در این مرحله طرح‌های ارسال‌شده مورد غربالگری و داوری توسط داوران متخصص قرار می‌گیرند.

حمایت از ساخت نمونه

پس از داوری اولیه از تیم‌های برتر جهت ساخت نمونه محصول حمایت می‌شود.

تولید نمونه محصول

تیم‌های برتر بر اساس یک برنامه زمان‌بندی مشخص و مطابق با شاخص‌ها و الزامات تعریف‌شده اقدام به تولید نمونه محصول می‌کنند.

داوری فنی نمونه‌های ساخته‌شده

نمونه محصولات تولید شده توسط کارشناسان و متقاضیان، بر اساس شاخص‌ها و الزامات تعیین‌شده ارزیابی خواهند شد.

معرفی به متقاضیان

تیم برتر بر اساس نظر کارشناسان، تعیین شده و فرآیند معرفی به متقاضیان جهت همکاری و تولید صنعتی محصول تسهیل می‌گردد.

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

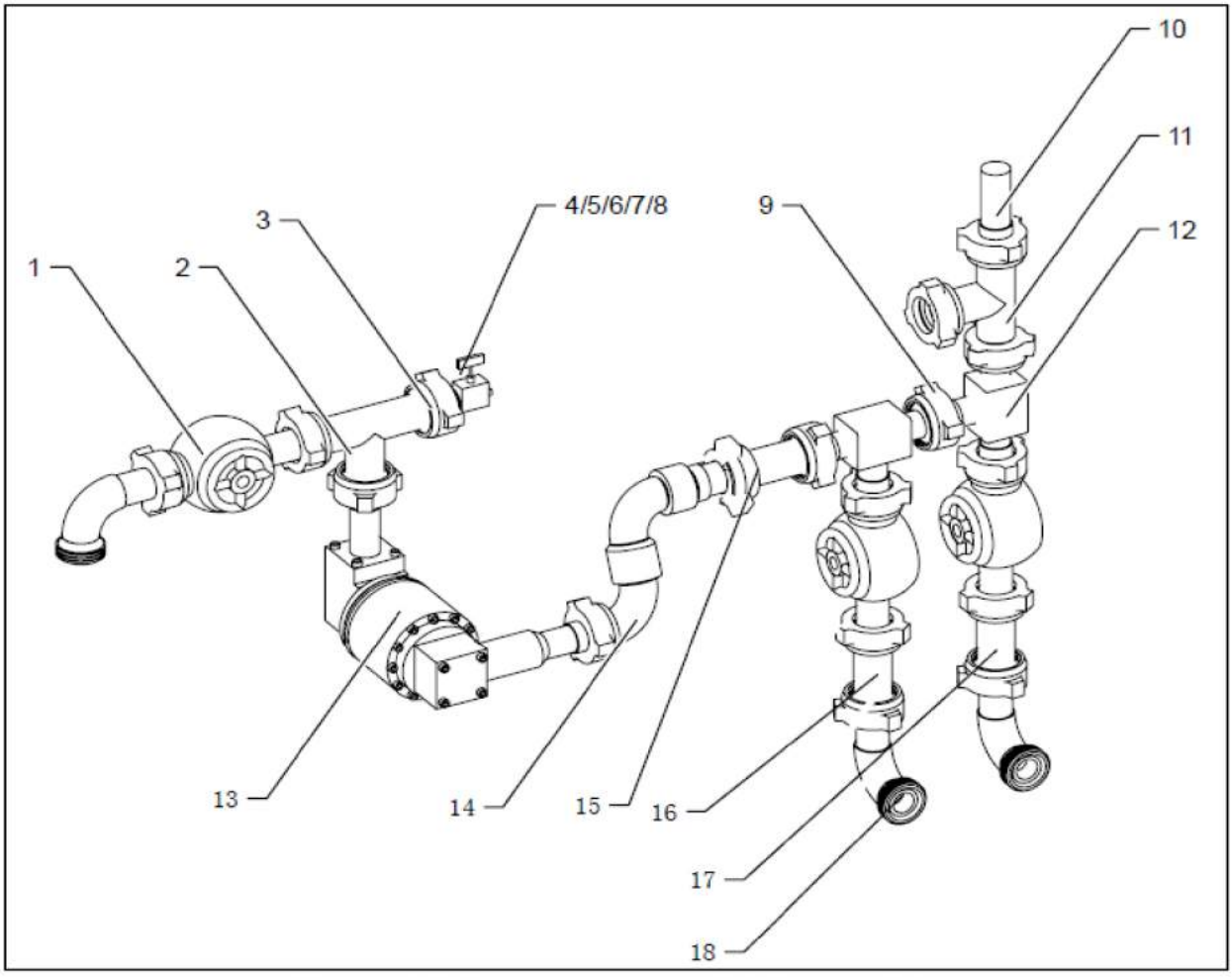


Figure- High pressure manifold assembly

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 ℃;

(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.

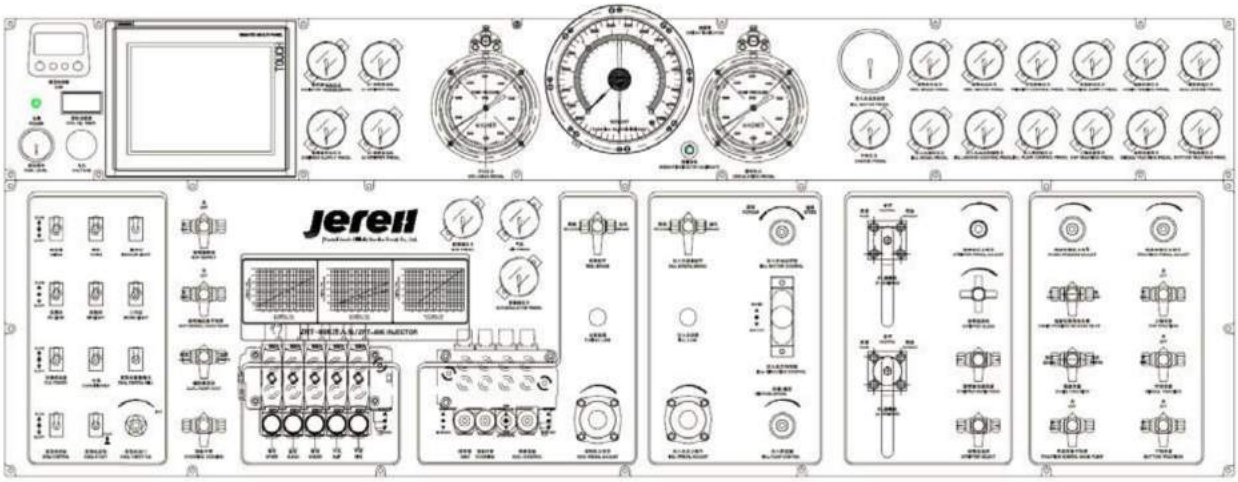
3) Cabin Lifting Device

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 H_2S 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

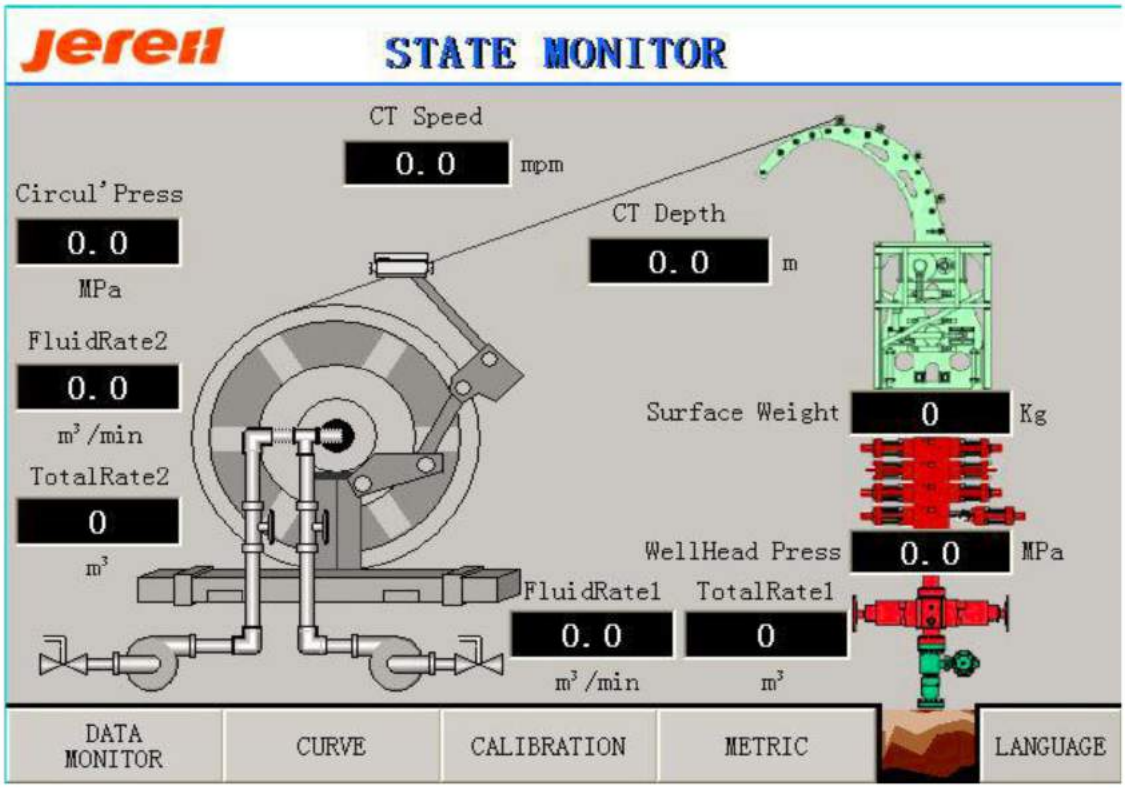
Vanoil's 4 1/16-10K side door stripper/packer assembly is designed to pack off on coil tubing as it is being stripped in or out of the well, at working pressures up to 10,000 psi. It also allows the replacement of packing elements, non-extrusion rings, and primary seal while the tubing is still in the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

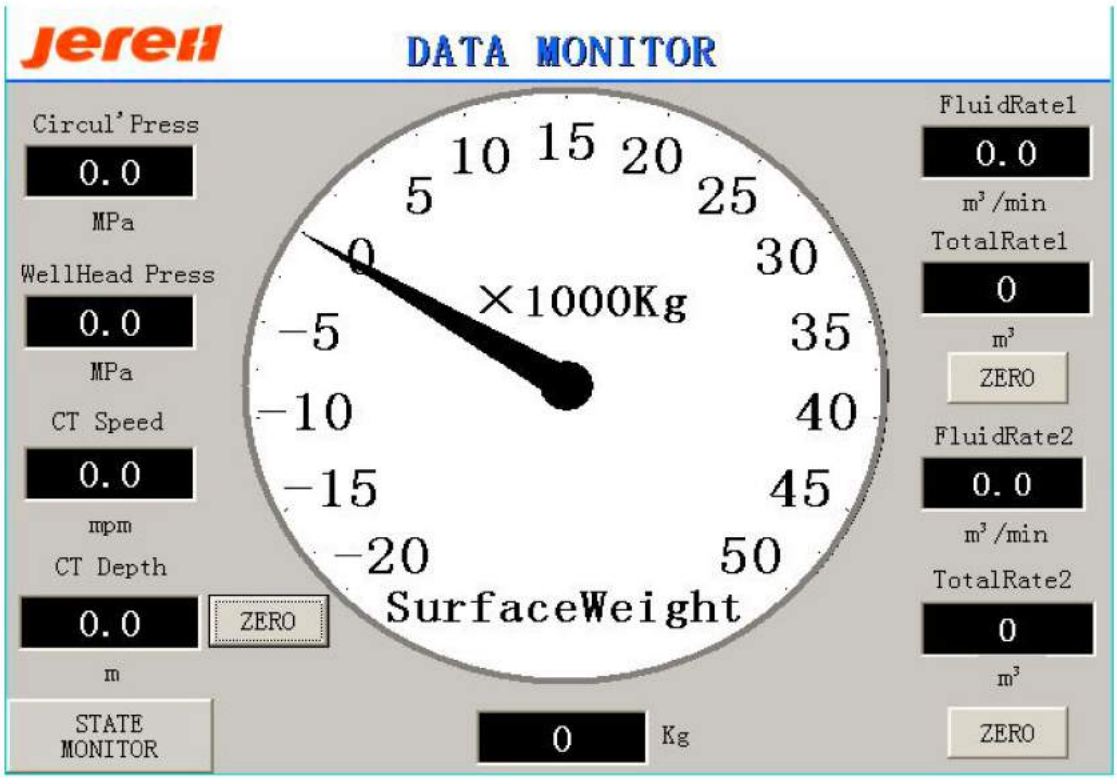
1) Working pressure: 10,000psi
2) ID: 4-1/16"
3) Type: side door
4) Operating temperature: -20~250F
5) Service: H2S
6) Tubing sizes: 1-1/4~2-7/8"
7) Standard: API 16A, NACE MR-0175
8) Double acting hydraulic pressure activated.
9) Removable split retainer for packer change
10) Vented to prevent well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

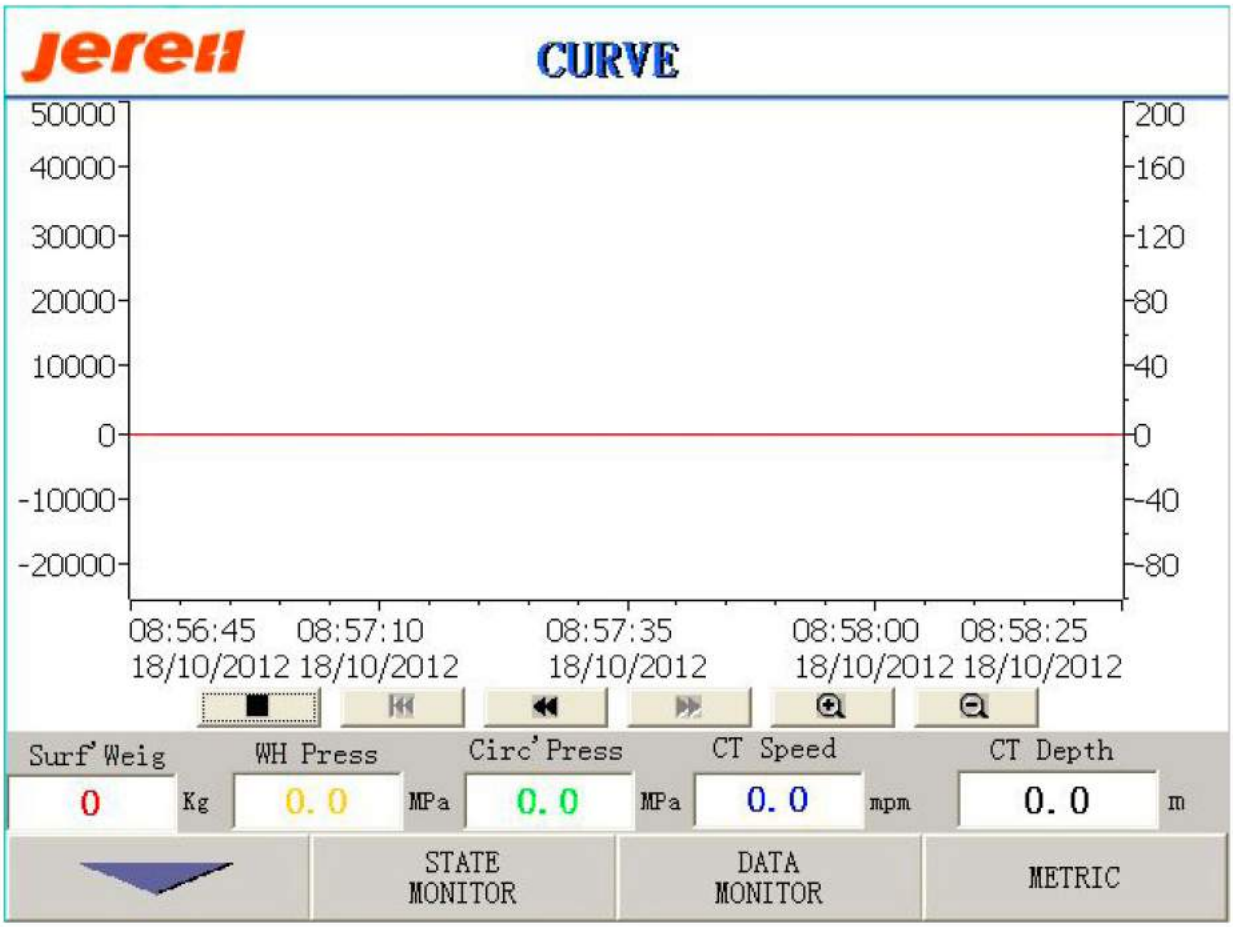
Figure- Stripper packer

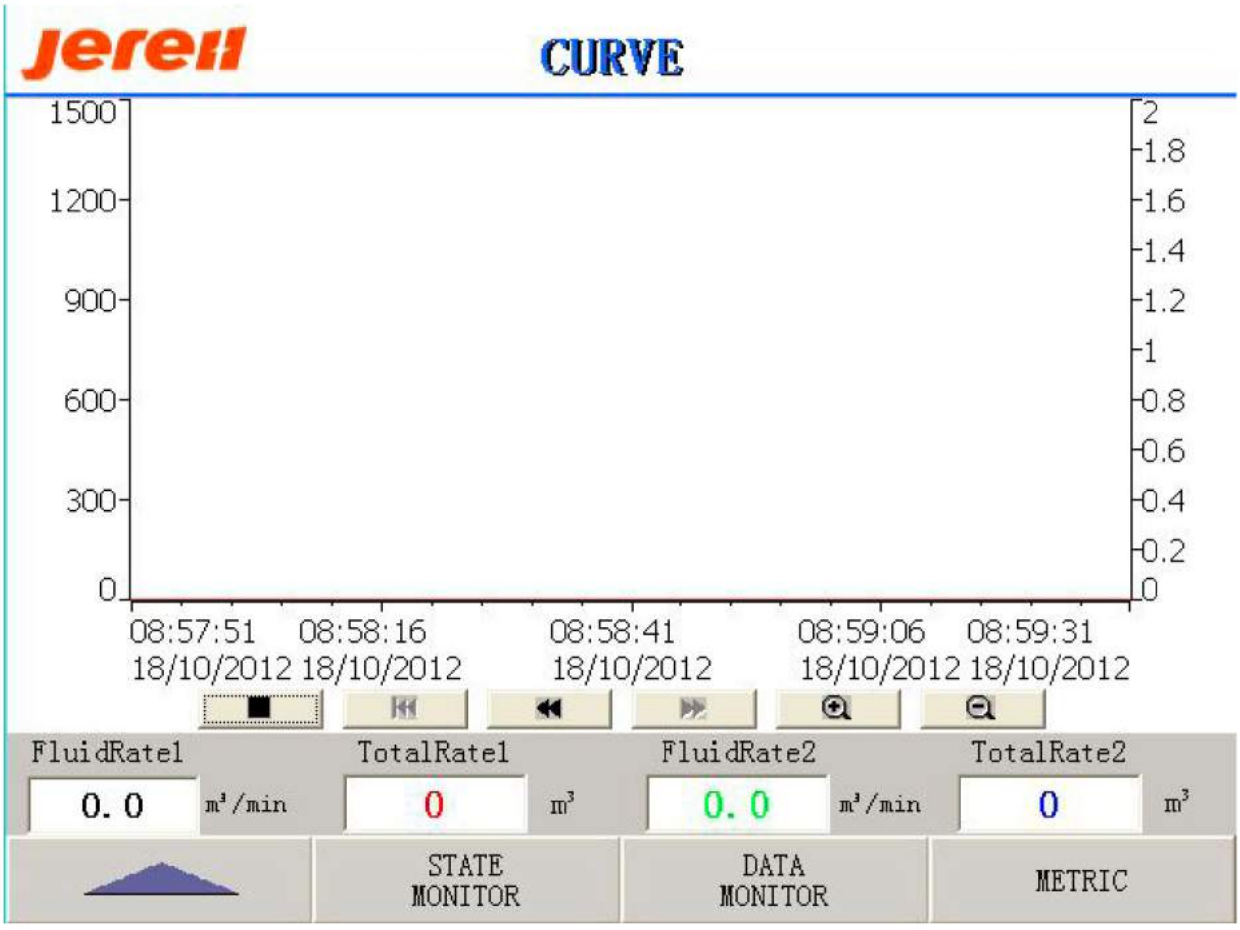
1.1.2.8 Data Acquisition System

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.






jereH
CURVE
50000
40000
30000
20000
10000
0
-10000
-20000
200
160
120
80
40
0
-40
-80
08:56:45 18/10/2012
08:57:10 18/10/2012
08:57:35 18/10/2012
08:58:00 18/10/2012
08:58:25 18/10/2012
Surf'Weig
0
Kg
WH Press
0.0
MPa
Circ'Press
0.0
MPa
CT Speed
0.0
mpm
CT Depth
0.0
m
STATE MONITOR
DATA MONITOR
METRIC


jereH
CURVE
1500
1200
900
600
300
0
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
08:57:51 18/10/2012
08:58:16 18/10/2012
08:58:41 18/10/2012
08:59:06 18/10/2012
08:59:31 18/10/2012
FluidRate1
0.0
m³/min
TotalRate1
0
m³
FluidRate2
0.0
m³/min
TotalRate2
0
m³
STATE MONITOR
DATA MONITOR
METRIC

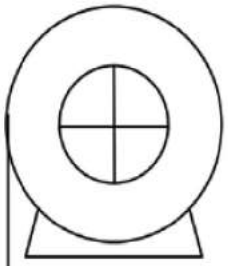
2) Coiled tubing certificate

Jason

CERTIFICATION OF CONFORMANCE

www.jasonoandg.com

Customer	Yantai Jereh Petroleum Equipment & Technologies Co., Ltd.	Certificate No.	JGC17020601
Order No.	JOG20170104001	Coiled Tube No.	TS-SEA01M0117A
Product Name	Coiled Tubing	Size	1.500"×TAP
Manufacturer	Jason Energy Technologies Co.,Ltd.	Grade	TS-90
Spool Size	Metal /135×82×70(in)	Length	19022 ft
Date Completed	02/06/2017	EST Tubing WT	40962 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	99500	109000	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	1975	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	1972	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	1975	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
2722127422552	0.145	2165	11069	BIAS	26218947413	26268265								0.14	0.76	0.008	0.000	0.35	0.59	0.12	0.16	0.29	0.016	0.016
2722094231219	0.156	2106	13175	BIAS	27220942312	27275531								0.14	0.74	0.007	0.001	0.34	0.58	0.11	0.15	0.26	0.014	0.016
2722094231210	0.156	2103	15278	BIAS	27220942312	27215531								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	99500	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	Mill ET	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
Material Specification	ASTM A606	Mechanical Test Specification	ASTM A370

I certify the above tests,inspections and reports are ture and accurate.

Quality Control /Date 02/06/2017