



سیستم کنترل فوران

تجهیزات کنترل تجهیزاتی هستند که از بروز فوران جلوگیری میکنند. فوران زمانی رخ میدهد که فشار سیال درون چاه از فشار اعمال شده توسط ستون سیال حفاری بیشتر شود. ارتفاع مناسب گل حفاری با چگالی مناسب از بروز فوران جلوگیری می کند. اگر مته در یک ساختار که فشار آن بیش از حد مورد انتظار است حفاری کند یا حفار اجازه دهد سطح گل در چاه پایین بیاید سیال ساختار ممکن است وارد چاه شده و چاه دچار جهش یا ضربه^۱ شود.

سیستم کنترل چاه در یک دستگاه حفاری دورانی مجموعه تجهیزاتی است که به کمک آن فشار و جریان سر یک چاه در حال حفاری را می توان کنترل کرد. فورانگیرهای سر چاه^۲ مهمترین قسمت این سیستم محسوب می شوند زیرا در هنگام سیلان^۳ یعنی جریان یافتن ناخواسته چاه به سرعت عمل کرده و با بستن فوری چاه، کیک را متوقف و چاه را ایمن می کنند. با وجود این برای کنترل یک چاه همه اجزا سیستم کنترل چاه به اندازه فورانگیرها نقش اساسی و حیاتی دارند. در عملیات حفاری، فورانگیرها به عنوان سلاح دفاعی و اضطراری دستگاه حفاری در برابر نیروهای ناشناخته طبیعی طبقات اعماق زمین شمرده می شوند. در روش های عادی حفاری چاه های نفت و گاز، اصل بر این است که کلیه عملیات حفاری باید فقط وقتی انجام شود که چاه در حال تعادل باشد. در سیستم حفاری دورانی سیال حفاری علاوه بر عمل تمیز کردن ته چاه و بالا آوردن کنده های حفاری وظیفه بسیار مهم کنترل فشار سازند^۴ را نیز بر عهده دارد. در صورت فوران چاه، توقف عملیات حفاری که جای خود دارد، مشکل و خطر اصلی امکان آتش گرفتن نفت و گاز است که در این صورت:

۱. خطر جانی شدید ممکن است به همراه آورد

۲. دستگاه حفاری می سوزد و از بین می رود

۳. چاه ممکن است از بین برود و دیگر قابل تعمیر و استفاده نباشد

۴. محیط زیست آلوده شود

در واقع امروزه حفر یک چاه نفت یا گاز تنها ایجاد یک حفره در مخزن نفتی نیست بلکه تکنیک و تکنولوژی کنترل چاه در حفاری به همان درجه حفر چاه مهم و اساسی است و در روند تکامل و پیشرفت پیوسته است.

1 -kick

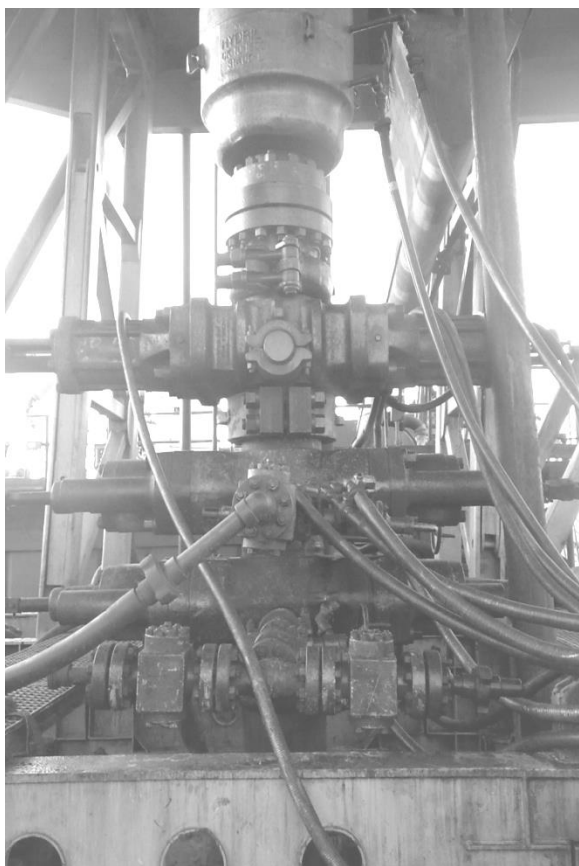
2 -Blow Out Preventer (B.O.P) stack

3-kick

4 -Formation Pressure

فورانگیرهای سرچاه

فورانگیرهای سرچاه روی ماسوره^۱ نصب می شوند. در واقع این فورانگیرها را می توان شیرهای بزرگ فولادی دانست که برای بستن دالیز و تحمل فشار سرچاه به کار می روند. هنگام حفاری یک چاه معمولاً چندین نوع فورانگیر به کار می رود. اندازه دهانه و میزان فشار مجموعه فورانگیرها برحسب شرایط کار تفاوت می کند و معمولاً برحسب فشار چاه و اندازه رشته جداری انتخاب می شود. فورانگیرهای کوبه ای^۲ و دالیزی^۳ دو نوع بسیار معروف این وسایل هستند که در صنعت حفاری اکثراً از آن ها استفاده می شود.



شماتیکی از شیرهای فورانگیر

فورانگیر دالیزی^۴

نوع دیگری از فورانگیرها به نام فورانگیر دالیزی برای مسدود کردن و بستن فضای دالیز استفاده می شود که حلقه آکند^۱ آن تحت فشار هیدرولیکی به دور رشته حفاری فشرده و جمع می شود. حلقه آکند از انواع لاستیک مصنوعی یا طبیعی ساخته می شود.

1 -spool

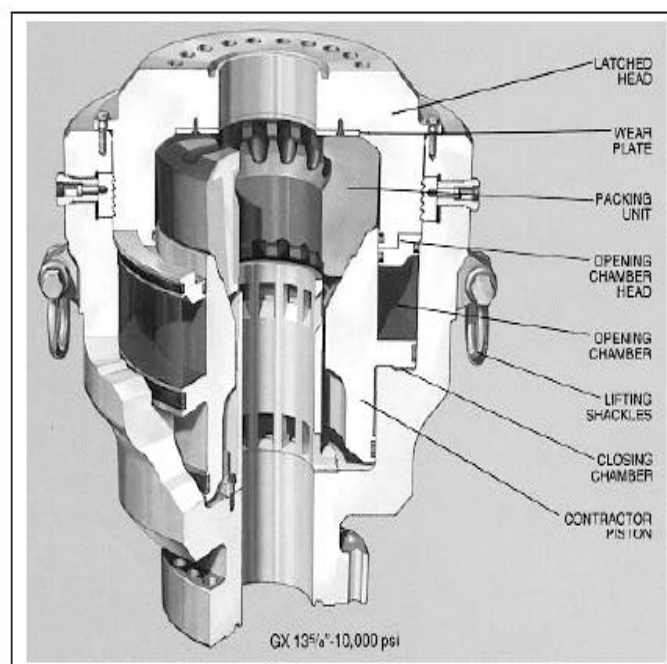
2 -pipe rams

3 -annular preventer

4 - annular preventer

وقتی فورانگیر دالیزی باز است ، قطر دهانه داخلی آن برابر با قطر دهانه فورانگیرهای دیگر (یا چاه) است با عمل کردن سیستم هیدرولیک این فورانگیر، لاستیک شروع به جمع شدن کرده و قطر داخلی آن ، آنقدر کاهش می یابد که مناسب قطرو شکل خارجی لوله ای شود که در این فورانگیر قرار گرفته است .

حسن و تفاوت کلی فورانگیرهای دالیزی نسبت به نوع کوبه ای این است که می توانند به دور هر اندازه یا نوع لوله در رشته حفاری (لوله حفاری و افزار پیوند آن ها ، لوله وزنه و کلی) بسته شوند . مورد استفاده مهم فورانگیر دالیزی در عملیات پیمایش در چاه های کیک کرده است ، یعنی هنگام بسته بودن این فورانگیر لوله ها می توانند به داخل چاه فرستاده شوند و یا از چاه خارج شوند . باز و بسته کردن فورانگیر دالیزی مشابه نوع کوبه ای و توسط روغن هیدرولیک فشرده انجام می شود (معمولاً به فورانگیرها دالیزی ، هایدریل گفته می شود و علت این اسم گذاری این است که این فورانگیر اولین بار توسط شرکت هایدریل ابداع و ساخته شد) . چگونگی عملکرد فورانگیرها دالیزی در شکل زیر نشان داده شده است.

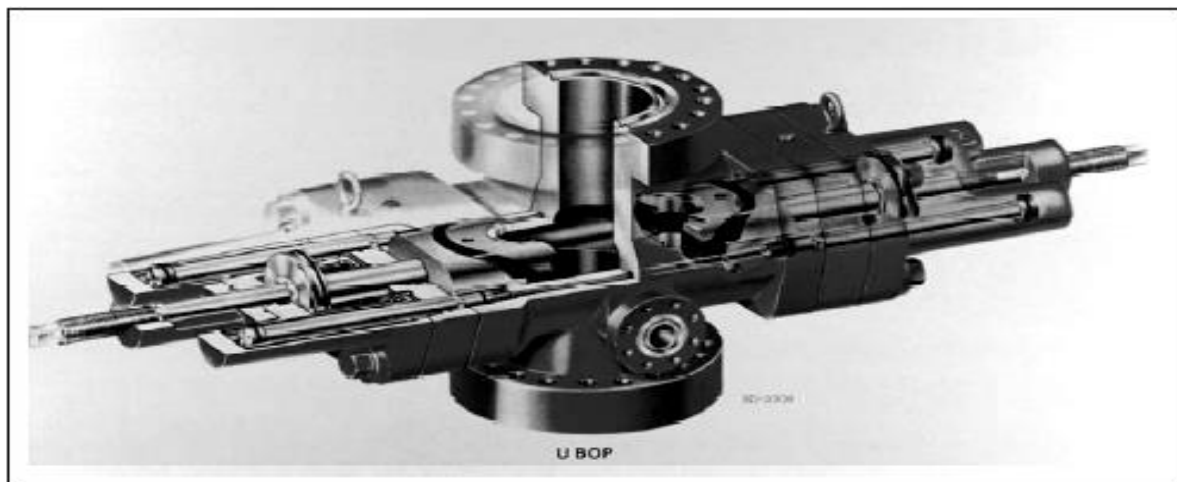


فورانگیر دالیزی مدل هایدریل

فورانگیر های کوبه ای

فورانگیرهای کوبه ای فضای بین دالیز و رشته حفاری را با حرکت دو کوبه (یا زبانه) خود بسته و فضای زیر خود را کاملاً مسدود می کنند. قسمت جلوی کوبه های فورانگیر کوبه ای لوله، به صورت نیم دایره ای است که قطر آن برابر با قطر خارجی لوله ای است که کوبه برای بستن دور آن ساخته شده است. بنابراین دو کوبه پس از جفت شدن تشکیل یک دایره هم قطر با لوله را می دهند. در قسمت انحنای کوبه های لوله، آکند¹ جلو قرار دارد که از نوعی لاستیک مخصوص مصنوعی ساخته شده است و پس از بستن کوبه ها آکندهای جلو به پیرامون لوله فشرده شده و اطراف آن را کاملاً مسدود می کنند. بنابراین هر کوبه لوله برای یک اندازه بخصوص لوله مناسب است و برحسب اندازه لوله باید کوبه مربوط به آن را در فورانگیر قرار داد.

در موقع راندن رشته جداری نیز معمولاً کوبه های یکی از فورانگیرهای لوله را خارج ساخته و کوبه های هم اندازه رشته جداری را در آن جای می دهند. البته باید اشاره کرد که کوبه های لوله متغیر نیز در صنعت حفاری وجود دارند. قطر این نوع کوبه ها در هنگام بسته شدن تا حدود معینی تغییر کرده و چند اندازه لوله را می توانند پوشش دهند.



فورانگیر کوبه ای کمرون

در هر مجموعه از شیرهای فورانگیر یک فورانگیر کوبه ای کور² نیز وجود دارد. این فورانگیر زمانی استفاده می شود که رشته حفاری در چاه وجود ندارد. دو لبه کوبه های کور صاف بوده و پس از جفت شدن دهانه چاه را مسدود می کند.

¹ packer

² -blind rams

تعداد فورانگیرها در هر مجموعه شیرهای فورانگیرهای سرچاه بستگی به شرایط چاه و میدان نفتی دارد. مثلاً در مجموعه فورانگیرهای موجود در دکل های دریایی تعداد فورانگیرها بیشتر و یک فورانگیر کوبه ای برشی به جای فورانگیر کوبه ای کور وجود دارد که در شرایط بسیار خطرناک استفاده می شود و می تواند لوله ها را ببرد و چاه را ببندد.

کوبه ها^۱

بطور کلی چهار نوع کوبه وجود دارد که عبارتند از:

الف - کوبه های لوله^۲

این نوع از کوبه ها فضای حلقوی درون چاه^۳ را در حالی که لوله ها در چاه وجود دارد می بندند طراحی آنها به گونه ای است که برای بستن اندازه خاصی از لوله ها به کار می روند به عنوان مثال در صورتی که لوله های ۳ ۱/۲ اینچ به جای لوله های ۵ اینچ بکار رود باید کوبه نیز از ۵ به ۳ ۱/۲ اینچ تغییر یابد.



کوبه های ثابت مدل کمرون

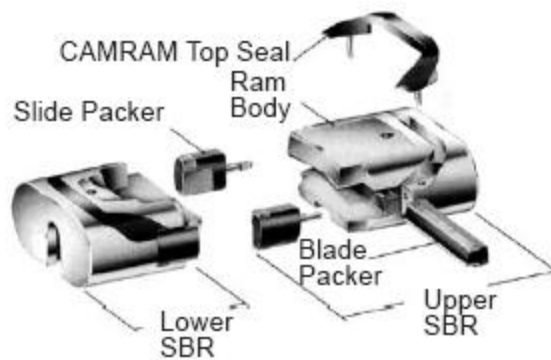
1 -rams

2 -pipe rams

3 -annulus

این نوع از کوبه ها در دو نوع لوله و جداری وجود دارد که برای لوله های حفاری و جداری مورد استفاده واقع می شود. کوبه های لوله قادرند لوله ها را درحالتی که فشار درون چاه تمایل به بیرون راندن لوله ها از چاه دارد در درون چاه نگه دارند.

ب - کوبه کور

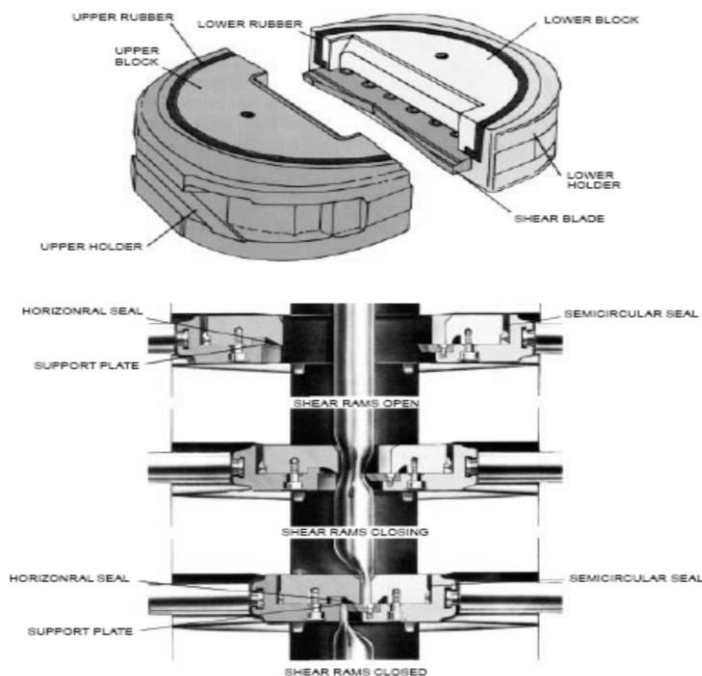


U and U II BOP Shearing Blind Ram

کوبه کور

این نوع از کوبه ها چاه را در صورتی که هیچ لوله ای در آن وجود نداشته باشد می بندند.

پ - کوبه برشی^۱



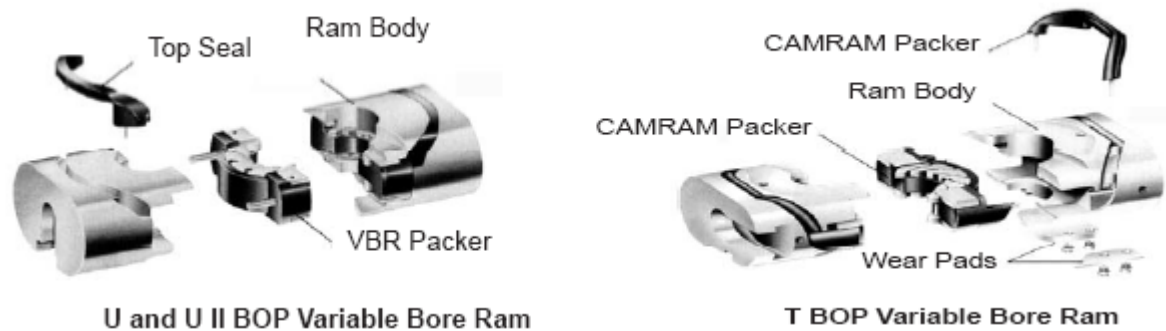
کوبه برشی مدل شیفر

¹-shear rams

همانطوری که از نام آن برمی آید این نوع از کوبه ها باعث بریده شدن لوله های موجود در چاه و بسته شدن چاه می گردند قبل از بریدن لوله ها کوبه لوله با قابلیت آویزان کردن لوله ها به منظور جلوگیری از سقوط لوله های بریده شده به ته چاه باید در زیرکوبه برشی بسته شده باشد. از آنجایی که کوبه های برشی ها ابزار پیوندی^۱ را قطع نمی کنند باید بین لوله ها و کوبه کور یک فاصله وجود داشته باشد تا مکانی را برای ابزار پیوندی ایجاد نماید. بدون حضور لوله حفاری در چاه این نوع از کوبه ها مانند کوبه کور عمل می کنند.

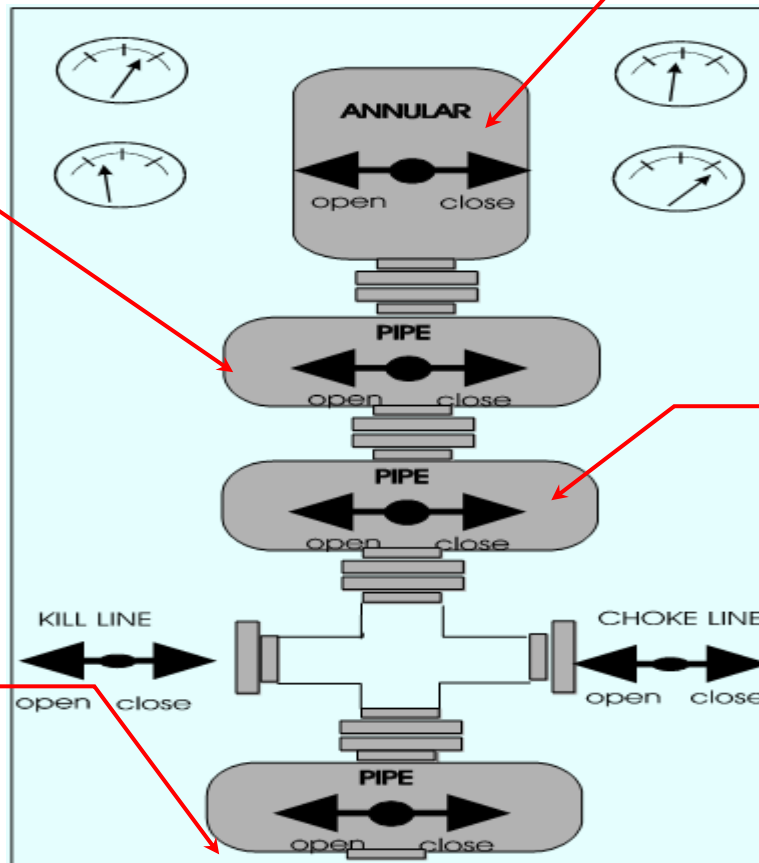
ت - کوبه های متغیر

از این نوع کوبه ها برای بستن لوله های حفاری در اندازه های مختلف استفاده می شود. به عنوان مثال یک محدوده عمومی بین ۳ ۱/۲ اینچ تا ۵ اینچ می باشد.



کوبه های متغیر مدل کمرون

¹ -tool joint



Annular Preventer

دور لوله ها (DC و DP) و هر چه در قسمت بالای BOP قرار گرفته است را می گیرد.

Pipe Rams or Top Rams

دور لوله ها در اندازه ۵" تا ۷" را می گیرد.

Blind Rams

می تواند به صورت Collapse Rams و یا Shear Rams برای مجاله کردن و یا بریدن

Pipe Rams

دور لوله ها در اندازه ۷/۸" - ۲ تا ۵" را می گیرد.

شیرهای فورانگیر همراه با اسامی آنها

چند راه کاهنده فشار^۱

پس از بستن و ایمن کردن یک چاه کیک کرده عملیات کشتن چاه شامل بالا آوردن و تخلیه سیال سازند از چاه و جایگزین کردن آن با گل با وزن مناسب انجام می شود. برای کنترل سرعت جریان و اعمال پس فشار بر جریان برگشتی از چاه معمولاً از چند راه کاهنده استفاده می شود. این وسیله شامل مجموعه ای از شیرهای کاهنده^۲ است که این شیرها از دو نوع قابل تنظیم^۳ و یا ثابت^۴ هستند.

شیر کاهنده قابل تنظیم معمولاً به صورت هیدرولیکی توسط یک تابلوی کنترل که در نزدیکی محل حفار قرار گرفته است کنترل می شود و اندازه خروجی آن از کاملاً باز تا کاملاً بسته تغییر می کند. نوع دیگر شیرهای کاهنده، شیر کاهنده ثابت نامیده می شود که با دست باز و بسته می شوند و دبی سیالی که از آن ها عبور می کند قابل تنظیم نیست. شیرهای کاهنده ممکن است در اثر آشغال و یا گل مسدود شوند یا ممکن است در اثر سرعت فوق العاده عبور جریان سیال (مخصوصاً گاز) سائیده و گشاد شوند.

1 -chock manifold

2 -choke valves

3 -adjustable

4 -positive

بنابراین در چند راهه چندین شیر کاهنده وجود دارد تا در صورت خرابی یکی از آن ها از دیگری استفاده شود . به کمک چند راهه کاهنده بر حسب شرایط و نوع سیال برگشتی از چاه می توان جریان را به سمت گودال آتش ، حوضچه های گل کنار دکل و یا الک لرزان هدایت کرد.



چندراهه کاهنده فشار

به لوله یا لوله های رابط بین چند راهه قائم و مجموعه فورانگیرها خط کشتن^۱ گفته می شود و از طریق آن سیال حفاری به داخل چاه پمپ می شود (معمولاً دو تا هستند). طبق استاندارد API در کنار فورانگیرها روی هر خط کاهنده یا کشتن دو شیر نصب می شود که کنترل یکی از آن ها به صورت هیدرولیکی و از روی تابلوی کنترل نشان داده شده در و کنترل شیر دیگر به صورت دستی انجام می شود . علاوه بر این روی هر خط کشتن یک شیر یک طرفه نیز برای جلوگیری از برگشت سیال از چاه به داخل لوله ها نصب می شود . همچنین به منظور کشتن چاه از راه دور^۲ خط کشتن چاه و یک شیر یکطرفه به شیرهای فورانگیر نصب می شود تا در مواقع لزوم از آن استفاده شود.

خط چند راهه کاهنده و خط کشتن:

به لوله رابط بین فورانگیر و چند راهه کاهنده خط کاهنده گفته می شود که جریان برگشتی از چاه را به چند راهه منتقل می کند و معمولاً دو تا هستند. به لوله های رابط بین چند راهه قائم و رج فورانگیر خطوط کشتن اطلاق میشود که بوسیله آنها گل حفاری از طریق چند راهه قائم به فورانگیرها و چاه پمپ می شود. در دستگاه های حفاری سنگین تعداد خط کشتن دو تا می باشد. طبق استانداردهای API. آی در کنار فورانگیرها روی هر خط کاهنده یا کشتن دو شیر نصب میشود و علاوه بر آنها روی هر خط کشتن

¹ -kill line

² -remote kill line

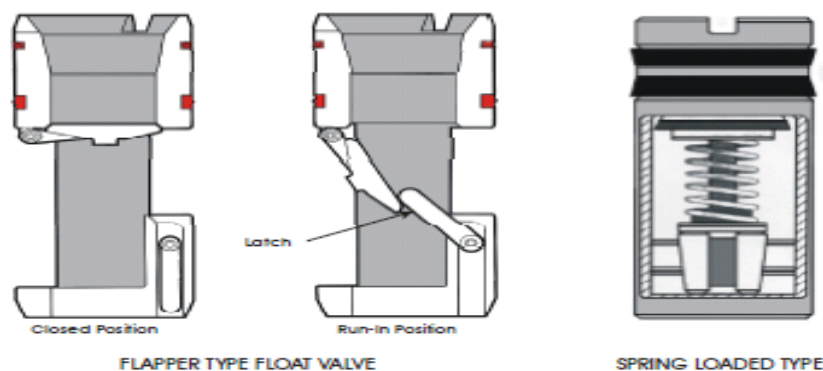
یک شیریکطرفه نیز قرار دارد. چاه از طریق خطوط کشتن به چند راهه قائم و به این ترتیب به پمپ های گل مرتبط می شود. برای پمپاژ بدون چاه بغیر از پمپ های گل دستگاه حفاری از پمپ های دیگر نیز می توان استفاده کرد و این کار از طریق خط کشتن راه دور که به خط کشتن پایین فورانگیر متصل میشود انجام می گیرد .

فورانگیزهای ساق حفاری

فورانگیزهای ساق حفاری وسایلی هستند که معمولاً به رشته حفاری اضافه می شوند و مانع جریان معکوس و بالا آمدن سیال از داخل لوله ها می شوند که از جمله آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد :

شیر شناور مته^۱:

این وسیله در داخل طوقه مته قرار می گیرد و ممکن است از نوع فنری^۲ یا باله ای^۳ باشد . این وسیله در واقع یک شیر یک طرفه^۴ است که اجازه می دهد سیال به طرف پایین حرکت کند ولی اجازه برگشت سیال به داخل لوله را نمی دهد .

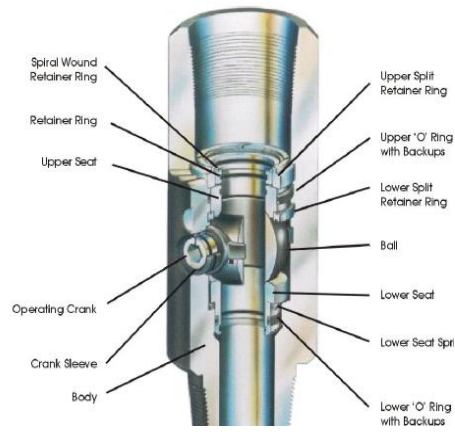


شیر ایمنی شناور

شیر ایمنی پایین کلی^۵:

این وسیله به صورت یک لوله کوتاه در زیر کلی بسته می شود و در موقع فوران چاه می توان کلی را از چاه بیرون آورد و این شیر را بست . در صورت نشستی شیر شناور مته کار این شیر بسیار مهم خواهد بود . جدا از آن در موقع اتصال لوله ها با بستن این شیر می توان از تلف شدن سیال حفاری موجود در کلی جلوگیری نمود .

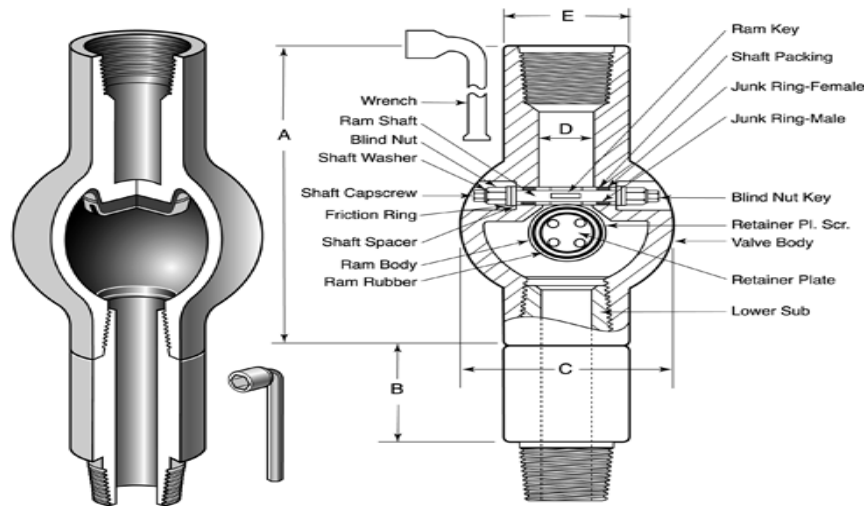
-
- 1 -float valve
 - 2 -spring
 - 3 -flapper
 - 4 -check valve
 - 5 -lower Kelly cock



شیر ایمنی پایینی کیلی

شیر ایمنی بالایی کلی^۱:

این وسیله نیز به عنوان یک شیر ایمنی در زیر هرز گرد و بالای کلی قرار گرفته است. و در موقع بروز فوران مانع از ورود سیلان به درون لوله ها و تجهیزات سطحی می شود.

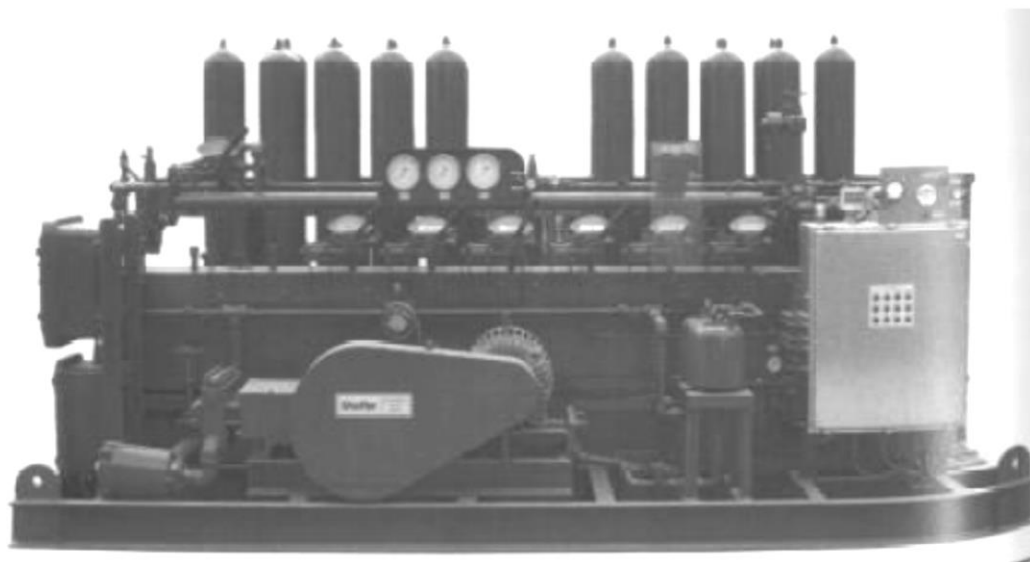


¹ -upper Kelly cock

انباره^۱

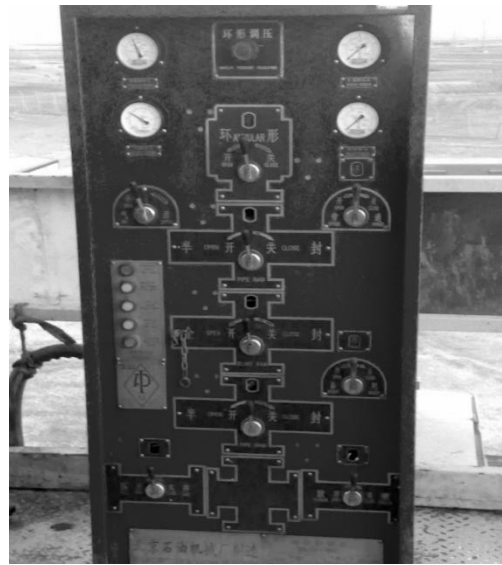
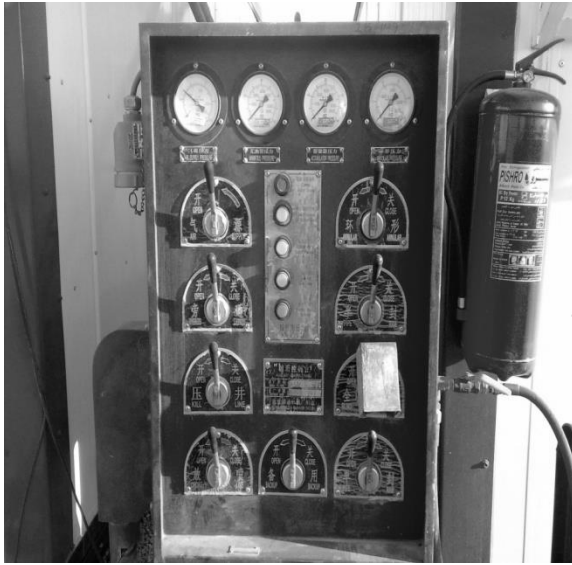
عمل باز و بسته شدن فورانگیرها بوسیله روغن هیدرولیک انجام می شود . روغن هیدرولیک تحت فشار در دستگاهی به نام انباره ذخیره می شود . هر انباره برای ذخیره روغن دارای چندین مخزن استوانه یا کره ای شکل است . وقتی حفار شیرهای کنترل را باز می کند روغن تحت فشار و با سرعت زیاد توسط لوله های رابط از این مخازن به طرف فورانگیرها جریان یافته و آن ها را باز یا بسته می کند .

برای آنکه فورانگیرها با سرعت باز و بسته شوند در هر یک از این مخازن ، روغن به کمک گاز نیتروژن تحت فشار بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ psi نگاه داشته می شود . حد فاصل بین روغن و گاز نیتروژن معمولاً یک پیستون یا یک دیافراگم لاستیکی وجود دارد . روغن هیدرولیک توسط یک پمپ از منبع روغن انباره گرفته شده و به داخل این مخازن فرستاده می شود . فشار روغن خروجی از مخازن نیز توسط رگلاتور کنترل می شود . انباره روغن معمولاً در فاصله دوری از سکوی حفاری واقع است تا حتی در مواقعی که چاه آتش می گیرد ، عمل کند و چاه را ببندد . به این ترتیب فورانگیرها را با استفاده از تابلوی کنترل موجود بر روی سکوی حفاری و تابلوی موجود مابین کاروان رئیس دستگاه و ناظر عملیات باز و بسته کرد .



انباره

¹-accumulators



شکل سمت راست تابلوی کنترل چاه روی سکوی حفاری می باشد و تابلوی کناری مربوط به تابلوی مابینکاروان رئیس دستگاه و ناظر عملیات می باشد.